

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Qualidade de sementes e caracterização de genótipos de soja
visando à resistência ao complexo de percevejos**

Cibele Aparecida Teixeira da Silva

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutora em Ciências. Área de concentração:
Fitotecnia

**Piracicaba
2015**

**Cibele Aparecida Teixeira da Silva
Engenheira Agrônoma**

**Qualidade de sementes e caracterização de genótipos de soja visando à
resistência ao complexo de percevejos**

Orientador:

Prof^a. Dr^a. **ANA DIONISIA DA LUZ COELHO NOVEMBRE**

Co-Orientador:

Prof. Dr. **JOSÉ BALDIN PINHEIRO**

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutora em Ciências. Área de concentração:
Fitotecnia

**Piracicaba
2015**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Silva, Cibele Aparecida Teixeira da
Qualidade de sementes e caracterização de genótipos de soja visando à resistência
ao complexo de percevejos / Cibele Aparecida Teixeira da Silva. - - Piracicaba, 2015.
114 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. *Glycine max* (L.) Merril 2. Percevejos fitófagos 3. Produção de sementes
4. Resistência de plantas à insetos 5. Defesa da planta I. Título

CDD 633.34
S586q

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

A Deus, pela oportunidade de crescer em sabedoria e por me manter firme nessa jornada.

A meu pai, Vilson (*in memoriam*), que sempre me fez crer em sonhos. Saudades!

A minha mãe, Aparecida Zacaroni, que por muitas vezes privou de prazeres de sua vida em favor da vida dos filhos.

Aos meus irmãos, Vilson e Jhenifer por acreditarem e torcerem por mim.

Aos meus amigos que torcem constantemente e vibram sempre por cada etapa na minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus por me proporcionar a vida e a saúde, e pela oportunidade de executar essa etapa. GRATIDÃO é tudo que posso expressar nesse momento, por todas as graças e obstáculos depositados no meu caminho. Agradeço muito à Deus!

A minha mãe, Aparecida, que não mediu esforços para me apoiar na realização dos meus sonhos. Aos meus irmãos, Wilson e Jhenifer, a minha cunhada Sheila, a minha sobrinha Alice, a meu tio Cláudio e meu primo Gabriel pela compreensão, força e por serem meu incentivo para estar sempre buscando a ser um ser humano melhor. Enfim, muito obrigado à toda minha família e agregados.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP/ESALQ) pelo suporte e apoio na realização do doutorado.

A CAPES pela concessão das bolsas de estudo de doutorado e de estágio no exterior. E ao Instituto Lemann pela bolsa complementar de estudos no exterior através da seleção de alunos do Programa Ciência sem Fronteira – CAPES.

A minha orientadora Prof. Dra. Ana Dionisia da Luz. C. Novembre pela contribuição para minha formação profissional e apoio. Muito obrigada pela valiosa compreensão e pela confiança.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. José Baldin Pinheiro pelo aceite e disponibilidade na orientação, pelo enorme suporte e paciência. Muito obrigado por todas as palavras de incentivo, convivência e sobretudo pela amizade.

Ao meu supervisor no exterior Dr. Steve J. Clough por me receber no seu laboratório, pelos ensinamentos e pelo suporte de todos colegas da sua equipe na University of Illinois Urbana - Champaign (UIUC). Muito obrigado por além de ser orientador, ser um amigo.

Também, agradeço ao Anatoli V. Lygin pela sua contribuição e ao Dr. David Walker pelo apoio e pela convivência com sua equipe. Muito obrigado a todos do National Soybean Research Center (NSRC) e da UIUC. Uma valiosa experiência profissional e pessoal.

Ao Prof. Dr. Júlio Marcos Filho pelas conversas, ensinamento, amizade e pela contribuição na minha formação.

Aos professores, Dr. Pedro Jacob Chistofolleti, Dr. Antônio Luiz Fancelli, Dr. Paulo Roberto de Camargo e Castro e Dr. Silvio Moure Cicero pelos ensinamentos, atenção e amizade.

A querida Ms. Helena Maria Pascarin Chamma por toda ajuda, amizade, carinho, cuidado, ensinamentos e incentivos. Obrigada por ser tão zelosa com todos.

Aos professores e funcionários do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ pelos ensinamentos e imenso suporte no campo. Em especial aos funcionários, Adilson A. Dias, Ananias F. Souza, Francisco (Xiquinho), Adilson Teixeira, João Jabur, Carlos Eduardo (Cacá), Ticão, Daniel, Juruna, Ereinaldo, Hodair, Rafael pelos auxílios e convívio.

Aos meus colegas do laboratório de sementes Victor Forti, Nayara Gonçalves, Renata Alvarenga, Naty, Márcio, Maicon, Denis, Roberta, Cristiane, Dani, Francisco, Larissa Chama, Marcão, Simone, Marlen, Sibelle, Clissia e todos pela convivência e auxílios. Em especial, pelo enorme apoio da Nayara Gonçalves e Maicon Javorski.

Aos professores e técnicos do Departamento de Genética em especial aos funcionários Cláudio Roberto Segatelli (pelo apoio e amizade), Marcio Silva, Sr. Amaral, Sr. Natálio e Sr. José Monteiro, Sr. Alexandre Monteiro.

Aos colegas do grupo do Departamento de Genética e Melhoramento da USP, ESALQ, em especial ao grupo de Soja do Dr. Baldin. Todos me receberam e contribuíram de alguma forma. Muito obrigada pela ajuda e convivência. Aprendi muito com vocês! Em especial, Fabiani Rocha, Mônica, Felipe, Diane, Ana Paula, Vanessa e Milene. Ao Fernando Piotto pelo amplo apoio na etapa final e paciência.

À secretária do programa de pós-graduação em fitotecnia, Luciane Lopes Toledo, pela amizade e apoio.

À bibliotecária Eliana pela atenção e auxílio nos procedimentos finais da tese.

Aos colegas da pós-graduação da ESALQ e ao grupo GEA, pela amizade, trabalho em conjunto e apoio. Agradeço também, Anderson Rodrigo da Silva pelo apoio.

Aos meus amigos Diego Kitahara e Valdinei Moreira pela convivência, apoio mútuo que estabelecemos, conhecimentos e risadas.

Aos amigos de convivência, moradia e lazer em Piracicaba, em especial Maísa, Tiago Paim, Aline Campeche, Nayara Gonçalves, Maicon, Zirlane, Jamile, Eloisa e Wanessa S..

Aos meus amigos de Lavras e professores da UFLA que distante, torcem e vibram. Vocês fazem parte da minha conquista!

Aos amigos de longa data, Laura G.Ticly (e toda sua família), Gisele, Júlia, Bruno Abe Saber, Henrique Ferro, Alexana, Cris e Tathi pela constante torcida.

A todos que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

“I can do all things through Him who strengthens me”.
Phelippians 4:13

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	13
1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1 Sementes de soja na agricultura	17
2.2 Complexo de percevejos na produção de sementes de soja	18
2.3 Estresse pelo ataque de percevejos	21
2.4 Cultivares e resistência da planta de soja ao complexo de percevejos.....	23
2.5 Melhoramento de soja e qualidade de sementes	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 Material vegetal	27
3.1.1 Genótipos de soja	27
3.2 Caracterização da área experimental.....	28
3.3 Instalação e condução dos experimentos	29
3.4 Delineamento Experimental	30
3.5 Avaliações.....	31
3.5.1 Primeiro Ano Agrícola de Cultivo 2012/13.....	31
3.5.1.1 Características agronômicas e de resistência aos percevejos	31
3.5.2 Segundo Ano Agrícola de Cultivo 2013/14.....	33
3.5.2.1 Características agronômicas e de resistência aos percevejos	33
3.5.2.2 Características das sementes	34
3.5.3 Análise de isoflavonas como indução à resistência da planta ao estresse por percevejo.....	35
3.6 Análise Estatística	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1 População dos percevejos nos anos agrícolas 2012/13 e 2013/14.....	41
4.2 Primeiro Ano Agrícola de Cultivo 2012/13.....	44
4.2.1 Seleção de genótipos de soja quanto ao desempenho agrônomico e a resistência ao complexo de percevejos	44
4.3 Segundo Ano Agrícola de Cultivo 2013/14.....	50
4.3.1 Características agrônomicas das plantas e de resistência ao complexo de percevejos.....	50

4.3.2 Qualidade de sementes de genótipos de soja com diferentes níveis de resistência ao complexo de percevejos.....	60
4.3.3 Teste de tetrazólio	69
4.3.4 Análise de correlação	78
4.4 Análise de isoflavonas em resposta à defesa da planta ao estresse por percevejo.....	81
4.4.1 Identificação e quantificação de isoflavonas em vagens e sementes de soja .	81
5 CONCLUSÕES.....	87
REFERÊNCIAS	89
ANEXOS.....	103

RESUMO

Qualidade de sementes e caracterização de genótipos de soja visando a resistência ao complexo de percevejos

Na cultura da soja ocorre um grupo de percevejos sugadores de sementes, *Euschistus heros* (E.), *Piezodorus guildinii* (West.) e *Nezara viridula* (L.), que causam diversos distúrbios fisiológicos durante o cultivo, como o atraso da maturidade fisiológica, a retenção foliar, as perdas na produtividade e a redução do potencial fisiológico das sementes. A reação dos genótipos de soja ao estresse por percevejos é uma abordagem importante durante a etapa de melhoramento, produção de sementes e desenvolvimento de novas linhagens de soja resistente. O objetivo deste estudo foi comparar os parâmetros de produção e qualidade das sementes, e a resposta de defesa da planta dos diferentes genótipos de soja em condições de ataque de percevejos. Os ensaios foram conduzidos na Estação Experimental de Anhumas (Departamento da Genética, USP, ESALQ), com as populações de plantas de soja submetidas à condição de infestação natural dos percevejos nos anos agrícolas 2012/13 e 2013/2014, com plantas cultivadas sem o controle químico de percevejos e com o controle, em blocos casualizados com cinco repetições em cada sistema de controle. Análises dos dados foram feitas com ANOVA e MANOVA. No primeiro ano, vinte quatro genótipos de soja foram avaliados para os parâmetros agronômicos e de resistência da planta (período de formação de sementes (PFS), ciclo das plantas (Ciclo), altura da planta (AP), índice de acamamento (IA), valor agrônomo (VA), número de vagem (NV), peso de mil sementes (PMS), produtividade (PROD), retenção foliar (RF) e peso de sementes boas (PSB)). No segundo ano com oito genótipos de soja, as plantas foram avaliadas pelos mesmos parâmetros agronômicos e de resistência do primeiro ano, exceto o NV e com o acréscimo da avaliação do índice percentual de danos nas vagens (IPDV) e as sementes quanto a qualidade fisiológica (germinação, envelhecimento acelerado, emergência, condutividade elétrica e tetrazólio). Além disso, as sementes e vagens de dois genótipos LQ1050 e CD215, coletadas entre os estágios R5 e R6, foram avaliadas quanto ao teor de isoflavonas em condições de estresse por percevejo no campo. Com o monitoramento da população de percevejos foi possível verificar um aumento de percevejos no PFS, sendo que a densidade populacional no ano agrícola 2012/13 foi mais alta. Para a seleção efetuada no primeiro ano agrícola 2012/13, considerou-se como principal critério o PSB mínimo e máximo para genótipos resistentes e suscetível ao percevejo para a avaliação da qualidade das sementes no segundo ano de cultivo 2013/14. Genótipos de soja com alta produtividade não garantem que os mesmos tenham resistência ao complexo de percevejos e produzam sementes com alta qualidade fisiológica. Foi verificada, nos oito genótipos de soja do segundo ano de cultivo, variabilidade genética entre cultivares e linhagens de soja para características de qualidade fisiológica avaliada por meio dos testes de germinação e de vigor. Parâmetros utilizados para avaliação da qualidade fisiológica podem ser correlacionados com a resistência da planta ao complexo de percevejos. Coumestrol e gliocelina, compostos fitoalexinas, foram determinados nas vagens de genótipos contrastantes, mas não nas sementes.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill; Percevejos fitófagos; Produção de sementes; Resistência de plantas à insetos; Defesa da planta

ABSTRACT

Seed quality and characterization of soybean genotypes aiming resistance to stink bugs complex

A group of stink bugs composed by *Euschistus heros* (E.), *Piezodorus guildinii* (West.), and *Nezara viridula* (L.) causes several physiological disturbs in soybean during the field production, such as: delayed physiological maturity, leaf retention, yield loss, and decreased seed quality and germination potential. The reaction of soybean genotypes to stink bugs complex is an important approach for the crop breeding, seed production, and development of new resistant lines. This work aimed to compare the production and seed quality parameters, besides the plant defense under conditions of stink bugs attack. Assays were carried out at the Experimental Station of Anhumas (Department of Genetics, USP, ESALQ) with the soybean plants submitted to natural infestation by stink bugs, at 2012/13 and 2013/14 crop seasons, with absence and presence of chemical control of the insects, in a randomized block design with five replicates. The data were submitted to both ANOVA and MANOVA analysis. At the first season, 24 genotypes were evaluated as for the agronomic and plant resistance traits: seed formation period, plant life cycle, plant height, lodging index, agronomic value, number of pods per plant, mass of 1000 seeds, yield, foliar retention, and mass of healthy seeds. At the second season, eight genotypes were evaluated by the same agronomic and plant resistance traits of the first season, except the number of pods per plant. The pods damage index and seed physiological quality (germination, accelerated aging, emergence, electrical conductivity, and tetrazolium test) traits were evaluated only in the second season. The pods and seeds of LQ1050 and CD215 genotypes were collected between the R5 and R6 stages and had the isoflavones levels evaluated in conditions of stress by stink bugs attack. Through the monitoring of stink bugs population, it was possible to notice the increase of the insects in the seed formation period, with higher population density in the 2012/13 season. In the first season, the minimum and maximum masses of healthy seeds were taken as the main criterion to select susceptible and resistant genotypes, respectively, to the stink bugs attack, for the seed quality evaluation in the second season 2013/14. High yield genotypes do not ensure resistance to the stink bugs complex and, therefore, seeds with high physiological quality. We have noticed the genetic variability among the genotypes as for the physiological quality evaluated through the germination and vigor tests, at the second season. Traits used for the physiological quality can be correlated with the plant resistance to the stink bugs complex. Coumestrol and glyceollin, phytoalexin compounds, were identified in pods of the contrasting genotypes, but not in the seeds.

Keywords: *Glycine max* (L.) Merril; Phytophagous bugs; Seed production; Plant resistance to insects; Plant defense

1 INTRODUÇÃO

A soja é considerada uma das culturas mais importantes e mais cultivadas no sistema agrícola mundial. Por ter diversidade de uso e uma demanda global de alimentos, o desafio do cultivo da soja é produzir mais e de forma sustentável. A produção anual da soja cresce a cada ano, sendo que cerca de 314,37 milhões de toneladas são produzidas no mundo (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA, 2015). O êxito na produtividade da soja muito se deve ao investimento em inovações tecnológicas, as quais parte desta são incorporadas por meio das sementes, o que requer a produção de sementes de qualidade diferenciada.

Atualmente, apesar do acesso à tecnologia, a qualidade das sementes de soja no campo é ainda comprometida pelo ataque dos percevejos fitófagos durante o ciclo planta. Percevejos estão entre as principais pragas que causam severos danos (diretos e indiretos) nas plantas, grãos e nas sementes de sojas. Em relação aos danos nas sementes, há um agravante, pois é no período de desenvolvimento destas que se tem o crescimento exponencial da população de percevejos, o que proporciona maior risco de danos às sementes. O estresse do percevejo em soja pode acarretar danos irreversíveis no processo de formação da semente e, conseqüentemente, no armazenamento de proteína, lipídeos e isoflavonas.

As isoflavonas, além de fazerem parte da constituição da planta de soja, têm se mostrado compostos fenólicos de importância no que diz respeito à resposta da defesa da planta aos estresses bióticos (insetos, microrganismos, nematoides e outros) e abióticos (temperatura, estresse hídrico, luz, CO₂ entre outros). Uma das hipóteses recentemente abordada, mas sem muitas pesquisas, é a relação do aumento da sua síntese em função do ataque de percevejos. Assim, é interessante o estudo do nível das isoflavonas e suas formas fitoalexinas em genótipos de soja contrastantes (resistentes e suscetíveis ao complexo de percevejos) submetidos a condições de infestação natural dos percevejos.

O nível de dano de percevejo na produção de sementes tem que ser mínimo para que o campo não seja condenado. Para minimizar os danos do inseto-praga na lavoura, o uso indiscriminado de inseticidas ainda é uma das principais alternativas. Porém, muitas controvérsias têm sido relatadas em relação ao uso de agroquímicos frente a forte demanda pela melhoria da sustentabilidade na agricultura.

Diante dessa situação, a obtenção de cultivares de soja resistentes a percevejos aparece como uma alternativa benéfica, econômica e ambientalmente viável aos produtores e, cujo interesse em sua obtenção é mútuo ao Brasil e aos Estados Unidos, países considerados os maiores produtores mundiais de soja.

Antes de lançar os cultivares no mercado, é necessário realizar ensaios finais com os materiais obtidos pelo processo de melhoramento, visando eliminar genótipos muito parecidos na obtenção de ganho genético e também eliminar fatores que restringem a produtividade, tal como a baixa qualidade das sementes.

De um modo geral, ainda não tem sido observado, nos programas de melhoramento de soja um direcionamento durante os processos de seleção até as etapas de ensaios finais, para o registro de novos cultivares, avaliações das características de qualidade das sementes. Todavia, após as sementes passarem pelos os ensaios de valor de cultivo e uso para registro de cultivares, ou seja, quando os cultivares já foram desenvolvidos por anos de seleção, têm-se deparado muitas vezes, com cultivares produtivos e resistentes à insetos, mas com o parâmetro de qualidade fisiológica não adequado, o que inviabiliza a oferta do cultivar no mercado.

A qualidade fisiológica de sementes é influenciada pelo genótipo, assim é justificável levar em consideração a seleção para essa característica nos programas de melhoramento. Além disso, a caracterização de genótipos de soja por meio de parâmetros associados ao estresse biótico e a qualidade de semente podem reduzir os custos, tornar prática a seleção, além de fornecer informações para seleção de novos genótipos.

Pesquisas na área de sementes podem auxiliar no desenvolvimento de métodos para a seleção de genótipos com alta qualidade de sementes com base em teste de germinação e vigor assegurando uma produção de alta qualidade. Neste contexto, há um campo de pesquisa promissor tanto para os melhoristas atuarem, como para os profissionais da área de Produção e Tecnologia de Sementes, visando minimizar os danos causados pelos insetos-pragas, o processo de seleção e aumento do patamar de produção da soja.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar as diferenças do desempenho dos genótipos resistentes de soja ao complexo de percevejos quanto a produtividade, qualidade das sementes e o nível de isoflavonas nas vagens e nas sementes como defesa da planta ao estresse.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sementes de soja na agricultura

O crescimento da produção de soja é constantemente desafiado por uma agricultura sustentável (ODERGART; VOET, 2014), sem aumento da área plantada, e principalmente pela demanda crescente por alimento no mundo (RAY et al., 2013). Os Estados Unidos, o maior produtor mundial, são responsáveis por aproximadamente 35%, 108,01 milhões de toneladas (USDA, 2015).

Aliado à excelente tecnologia agrícola aqui desenvolvida e, não obstante do produtor mundial, a soja é despontada como um dos principais negócios da economia brasileira nos últimos anos. O Brasil é o segundo país em produção e o primeiro em exportação, produz cerca de 20% da soja mundial. Os países que produzem 70% da produção mundial são, respectivamente, os Estados Unidos, o Brasil e a Argentina (FAO, 2015).

A safra nacional de soja de 2014/15 foi recorde e teve a produção estimada 100.074,2 mil de toneladas em 32.093,1 mil ha, o que representa um incremento de 4,0 e 3,6%, respectivamente, em relação à safra passada, e eleva o Brasil no âmbito mundial (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2015). A produtividade média nacional é de 3.066 kg ha⁻¹, sendo o Estado do Mato Grosso o principal produtor, seguido do Paraná e Rio Grande do Sul.

A expansão da produção e o aumento da capacidade competitiva da soja brasileira sempre estiveram associados aos avanços científicos e a disponibilização de tecnologias para o setor produtivo. O mercado brasileiro de sementes de soja tem participação importante no volume produzido e comercializado no país, com valor estimado de R\$ 1,4 bilhão por ano. O aumento contínuo da produção de grãos de soja demanda o aumento da quantidade de sementes. Em 2013 foram comercializados 2,29 milhões de toneladas de sementes, na safra 13/14 com uso de 64% das sementes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS - ABRASEM, 2014a, 2014b), o que representa o potencial do mercado a ser explorado, principalmente, com intuito de obter sementes com qualidade. Um outro fator que alavanca a produção é a adoção de biotecnologia em 93,2% da área total de soja cultivada, correspondendo 29,1 milhões de ha (CONAB, 2015). Líder na

produção de transgênico, os Estados Unidos têm 94% de adoção de biotecnologia (MARSHALL, 2015).

O aumento da comercialização de sementes transgênicas de soja dos maiores produtores mundiais, exige das empresas produtoras, alto padrão de qualidade, associado a sistemas produtivos rentáveis.

Sementes de soja, em função das características morfológicas e químicas, deterioram-se rapidamente devido a práticas inadequadas durante a produção em campo e às condições de estresses ambientais no decorrer do ciclo da planta. Ainda, são suscetíveis aos danos por umidade (contração e expansão dos tecidos devido à hidratação e à secagem), aos percevejos e às injúrias mecânicas, visto que as partes vitais do embrião, como radícula, hipocótilo e plúmula estão situadas sob o tegumento pouco espesso que praticamente não oferece proteção (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1998; FRANÇA NETO et al., 2007).

Empresas não estão medindo esforços nos investimentos tecnológicos na produção de soja, adotam diversas técnicas como transgenia, biotecnologia, manejo de pragas e doenças entre outras, associadas às sementes nos programas de melhoramento convencional ou com uso da tecnologia do DNA recombinante. Porém, além dos investimentos em técnicas de produção e processamento de sementes, a seleção de genótipos que apresentam alta qualidade é importante para garantir o registro e a comercialização de cultivares com sementes de alta qualidade fisiológica.

Não obstante o aumento da produtividade da soja nos últimos anos, ainda há problemas que podem ameaçar a expansão da cultura, como estresses por pragas e doenças, que são limitantes para o desenvolvimento da planta de soja (OERKE, 2006, HARTMAN et al., 2011, HARTMAN; CHANG; LEANDRO, 2015). Dentre os insetos pragas que atacam a cultura, os de grande importância, estão as lagartas desfolhadoras e os percevejos sugadores de sementes.

2.2 Complexo de percevejos na produção de sementes de soja

A interferência dos percevejos (Hemíptera: Pentatomidae) no cultivo da soja é um problema frequente a cada safra, região e planta hospedeira (PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012). Percevejos fitófagos são pragas de importância econômica para a maioria das plantas e geralmente são as de maior dificuldade de controle

(KAMMINGA et al., 2012). Atualmente, são comuns os danos causados pelo percevejo nas sementes de soja em muitas das regiões produtoras (MUSSER et al., 2011; GUEDES et al., 2012), sendo responsável por comprometer toda fase de produção desta oleaginosa.

Complexo de percevejos da soja é representado pelo o grupo das espécies predominantes no Brasil, denominados *Euschistus heros* (F.), *Nezara viridula* (L.) e *Piezodorus guildinii* (West.), (GUEDES et al., 2012), e respectivamente chamados de percevejo-marrom, percevejo verde e percevejo verde pequeno. De acordo Roggia et al. (2011), a espécie *Euschistus heros* têm maior importância pela sua elevada densidade tanto em regiões mais frias como em regiões quentes.

Nos Estados Unidos são considerados também como pragas chaves na cultura da soja (GORE et al., 2006), presentes mais na região Sul do país. As espécies de maior importância na cultura da soja são: *Acrosternum hilare* (Say), *Nezara viridula* L. e *Euschistus* spp. (FUNDERBURK et al., 1999; BUNDY; MCPHERSON, 2000, TEMPLE et al., 2013), sendo este último o principal (MUSSER et al., 2011). Uma nova espécie, *Halyomorpha halys* (Stal), foi reportado por produtores de soja do Médio-Atlântico (HOOKS, 2011).

Independentemente da espécie predominante, os danos ocasionados às sementes por insetos sugadores são semelhantes e irreversíveis (GAZZONI; MOSCARDI, 1998; BERLOTTE et al., 2003; GODOI; PINHEIRO, 2009). Considerando a presença de um percevejo por metro, estima-se que as perdas causadas pela interferência do complexo de percevejos na produção chegam à 125 kg ha⁻¹ (GUEDES et al., 2012). As ninfas iniciam a alimentação no segundo ínstar, porém apenas causam danos diretos e indiretos, a partir do terceiro ínstar até a fase de adultos (PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012).

Os danos são devidos à inserção do aparelho bucal, em forma de estilete, que atingem diretamente as sementes. Como consequência, podem provocar alterações fisiológicas no desenvolvimento das plantas, tais como, o atraso na maturação fisiológica da planta, mantêm verdes as hastes e causam retenção foliar (GAZZONI; MOSCARDI, 1998; CORRÊA-FERREIRA et al., 2009, DEPIERI; PANIZZI, 2010).

Têm-se ainda, como resultado de alterações fisiológicas, redução no rendimento e na qualidade das sementes, em função da baixa porcentagem de germinação e diminuição do vigor, redução no peso e tamanho de sementes, das

alterações bioquímicas nas frações de proteínas e de lipídeos, vagens com má formação e abortamento de vagens e sementes (MCPHERSON et al., 1994; CORRÊA-FERREIRA; AZEVEDO, 2002; LOURENÇÃO et al., 2002, CORRÊA-FERREIRA et al., 2009).

Além dos percevejos fitófagos causarem danos mecânicos ao se alimentarem das sementes, provocam danos químicos ao injetarem a saliva contendo enzimas digestivas. O excesso da saliva ao redor do estilete solidifica-se formando uma bainha na superfície da vagem, o que indica a atividade alimentar do inseto (SILVA et al., 2012). As sementes lesionadas por percevejos têm manchas típicas, são menores, enrugadas e não completam a formação (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; BANSAL et al., 2013).

A severidade dos danos aos tecidos das sementes, resulta da frequência de penetração dos estiletos, da duração do período alimentar, da localização do dano nas sementes, associados com as secreções salivares, que podem ser tóxicas e nocivas para as sementes (DEPIERI; PANIZZI, 2010, 2011; VYAVHARE et al., 2015). O impacto da lesão danifica o embrião das sementes e pode comprometer a germinação. Assim, uma lesão nos cotilédones das sementes resulta na redução do vigor e da sanidade das mesmas, porém ao atingir a região do eixo embrionário, pode inviabilizar a germinação (TRUMPER; EDELSTEIN, 2008).

Um impacto secundário das puncturas dos percevejos nas sementes é a transmissão de patógenos, como é caso da levedura *Eremothecium coryli* (antes denominada *Nematospora coryli* Peglion) transmitida pela alimentação desse inseto-praga. Esta causa a deterioração das sementes, reduz o teor de óleo e aumenta a percentagem de proteínas e ácidos graxos livres nas sementes (PANIZZI et al., 1979; VILLAS-BÔAS et al., 1990; SOSA-GÓMEZ; MOSCARDI, 1995; BOETHEL et al., 2000; KIMURA, 2007).

A infestação das plantas pelo percevejo ocorre nos diversos estádios de desenvolvimento da planta. Todavia, a capacidade de causar danos à planta de soja está limitada a espécie de percevejo e sua alimentação das vagens e sementes, durante todo desenvolvimento reprodutivo da soja.

Quando próximo à floração (estádio R2) os percevejos iniciam a oviposição, e é a partir do desenvolvimento das vagens (R3) que é necessário o controle. Especialmente quando a densidade populacional de percevejos na área for igual ou superior ao nível de dano econômico, ou melhor, com dois e um percevejo por metro

em áreas de multiplicação do grão e da semente de soja, respectivamente (CORRÊA-FERREIRA et al., 2005; FRANÇA-NETO et al., 2007).

O estresse do percevejo durante o ciclo é denominado crítico no período delimitado pelo final do desenvolvimento das vagens (R4) e o período de formação de sementes (R5) (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999). O período de desenvolvimento da semente pode ser totalmente comprometido diante da elevada população de percevejos.

No período de maturação (R7 e R8), próximo à colheita, os percevejos não afetam tanto as plantas, a produtividade da cultura praticamente não é afetada. Entretanto, dependendo da densidade populacional do percevejo presente, a qualidade da semente poderá ser prejudicada, em função principalmente de percevejos que se deslocam de plantas em fase de colheita para outras mais atrasadas, em especial em cultivares de ciclo médio ou tardio (GAZZONI, 1998; CORRÊA-FERREIRA; AZEVEDO, 2002; CORRÊA-FERREIRA et al., 2005; MUSSER et al., 2011). Para a produção de sementes o monitoramento desse inseto-praga é particularmente rigoroso durante todo o ciclo da planta.

2.3 Estresse pelo ataque de percevejos

A planta de soja possui diferentes mecanismos de defesa em reação ao estresse ambiental durante o ciclo, onde a defesa pode ser de origem constitutiva (intrínseca do genótipo) e induzida (estimulada a partir de estresses causados por agentes bióticos ou abióticos) da planta (PIUBELLI, 2004; TREUTTER, 2005; TREUTTER, 2006).

No caso do estresse de herbivoria por insetos, as plantas se especializam em produzir estruturas morfológicas, metabólitos secundários e proteínas que tenham propriedades tóxicas, repelente e/ou, não nutricional aos herbívoros (WAR et al., 2012, 2013; WAR; PAULRAJ; WAR, 2011).

Os metabólitos secundários estão diretamente relacionados com a interação insetos-planta. Atualmente, estudos da metabolômica têm sido muito aplicados para quantificar e/ou identificar o conjunto de metabólitos produzidos ou modificados pela ação de um estresse na planta. Paralelamente, tem sido aplicado na identificação de genes e rotas metabólicas importantes no mecanismo de defesa (LI et al., 2008; BILGIN et al., 2010; WANG, 2011; BRUNETTI et al., 2013; LIN et al. 2014; ZHAO et

al., 2015; FEUSSNER; POLLE, 2015). Esse é o caso das isoflavonas, compostos fenólicos sintetizados pela via do fenilpropanóide (DIXON;PAIVA, 1995; YU et al., 2003). Uma rota muito estudada na defesa da planta contra herbívoros e patógenos.

As isoflavonas representam o maior subgrupo dos isoflavonoides. Dentre as formas de isoflavonas mais comuns encontradas em plantas de soja, destacam-se as agliconas (genisteína, daidzeína e gliciteína), glicosídeos (genistina, daidzina e glicitina), acetilglicosídeos (6"-O-acetildaidzina, 6"- O-acetilgenistina e 6"-O-acetilglicitina) e malonilglicosídeos (6"-O-malonildaidzina, 6"-O-malonilgenistina e 6"-O-malonilglicitina) (KUDOU et al., 1991; HOFFMANN-CAMPO et al., 2001).

Isoflavonoides são metabólitos secundários mais presentes em plantas leguminosas e particularmente abundantes em soja. Alguns cultivares de soja têm variações dos teores de isoflavonas, dependendo do ambiente e da constituição genética, podendo atuar como agente antioxidante e mecanismos de defesa da planta (RASOLOHERY et al., 2008, ÁVILA; ALBRECHT, 2010; GUTIERREZ-GONZALEZ, et al., 2010). Como precursores de fitoalexinas, funcionam contra herbívoros e agentes patogênicos de plantas (CHEN, 2008), e como moléculas de sinalização em simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio (HUANG; BARKER, 1991).

Na planta de soja, os diferentes tipos de isoflavonoides podem variar de acordo com o tecido da planta (folhas, raízes, vagens e sementes), e em função do genótipo e das condições ambientais. Diferentes tecidos da planta de soja podem produzir o fitoalexina gliceolina como mecanismo de defesa contra agentes patogênicos como, *Fusarium virguliforme*, *Phytophthora sojae*, *Sclerotinia sclerotiorum*, e *Macrophomina phaseolina* (RIVERA-VARGAS,1993; LOZOVAYA et al., 2004; WEGULO et al., 2005; LYGIN et al., 2010; JEANDET et al., 2013; ZERNOVA et al., 2014). Também atua na resistência de insetos praga na soja como para o percevejo *Nezara viridula* e a lagarta *Anticarsia gemmatalis*. Nas folhas de soja, algumas formas de isoflavona como genistina e rutina, interferem negativamente na biologia das lagartas desfolhadoras (CARRÃO-PANIZZI; KITAMURA, 1995; CARRÃO-PANIZZI et al., 2003; PIUBELLI et al., 2005; HOFFMANN-CAMPO et al., 2006). Porém, são poucas pesquisas que referem-se à atuação das isoflavonas como mecanismo de resistência ao complexo de percevejos. Assim, é interessante identificar e quantificar o nível de isoflavona em genótipos contrastantes de soja submetidos ao ataque de percevejos.

A influência do estresse causado pelo percevejo na produção de sementes de soja deve ser mínima para não se ter risco do campo ser condenado. Para isso, o controle é feito com repetidas aplicações de inseticidas. É um método de controle nocivo ao meio ambiente, que deixa resíduos e ocasiona a seleção de populações resistentes (MAIA et al., 2009).

No Brasil, estima-se que somente no controle de percevejos são gastos cerca de seis milhões de litros de inseticida a cada safra (ERENO, 2012). Sabe-se que a aplicação de inseticidas é onerosa e muitas vezes ineficiente. Adicionalmente, no Brasil, a diversidade de moléculas químicas eficientes é escassa, e ainda, existe a proibição de alguns inseticidas organofosforados (GUEDES; ARNEMANN; STÜRMER, 2012; SOSA-GÓMEZ et al., 2001). Desse modo, são relevantes as pesquisas envolvendo o estudo de novos cultivares de soja resistentes ao ataque de percevejos. A redução da utilização do controle químico pode contribuir para reduzir danos ao ambiente e o custo da produção (LOPES et al., 1997; GODOI et al., 2002; PINHEIRO et al., 2005).

2.4 Cultivares e resistência da planta de soja ao complexo de percevejos

No Brasil existe poucos cultivares resistentes aos insetos que são recomendados para o cultivo da soja. Lançados pelo o programa de melhoramento do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) são denominados IAC-100 e IAC-17 (ROSSETTO, 1989; PINHEIRO, 1993; VEIGA; ROSSETTO; RAZERA, 1999), e IAC-23 e IAC-24 (MIRANDA; BRAGA; MIRANDA, 2001; MIRANDA; LOURENÇÃO, 2002). Ainda, têm pouca recomendação para regiões de cultivo. Assim, é necessário encontrar novos cultivares resistentes ao complexo de percevejos.

O primeiro cultivar recomendado foi o IAC- 100, que é utilizado em várias pesquisas, como um genótipo padrão de resistência múltipla a insetos mastigadores de folhas e percevejos sugadores de vagens (MAIA et al., 2009). Também, foi utilizado em programas de melhoramento de soja nos Estados Unidos (MCPHERSO; BUSS; ROBERTS, 2007).

Viega et al. (1999), referem-se ao mecanismo de resistência, sendo que o tipo tolerância está relacionado à capacidade do cultivar IAC-100 em abortar as vagens danificadas e substituí-las por novas, senescência normal com queda de folhas na maturação e resistência à levedura *E. coryli*. Também, identificaram que é

um dos genótipos que causam alta mortalidade ninfal de *P. guidinnii*, o que caracteriza a expressão de antibiose (SILVA et al., 2013). Ademais, de acordo com Carrão-Panizzi (1995) este cultivar apresenta teor alto de isoflavonas. O que é uma informação importante para estudo de metabólitos secundários associados à resistência da planta.

Por outro lado, o CD-215, que é um cultivar protegido e desenvolvido pela Cooperativa Central Agropecuária de Desenvolvimento Tecnológico e Econômico Ltda (COODETEC, 2014), é considerado em estudos como genótipo suscetível.

2.5 Melhoramento de soja e qualidade de sementes

O foco na resistência de linhagens ao complexo de percevejos faz parte de um dos critérios de seleção de ampla pesquisa no melhoramento de soja. A resistência a insetos pragas está entre os principais critérios de seleção utilizados nos programas de melhoramento.

A seleção e recomendação de genótipos superiores à cultivares comerciais são metas básicas nos programas de melhoramento genético de plantas. A expressão das características das plantas cultivadas está ligada ao controle genético, ao ambiente e à interação entre estes fatores (MOHAMMAD; AMRI, 2009). Assim, nas etapas finais, os ensaios visam a identificação de genótipos com estabilidade fenotípica de produção, alta produtividade e a ampla adaptabilidade dos variados ambientes da região em que são recomendados. O que é feito através da avaliação de dados fenotípicos (fenotipagem) e do valor de cultivo e uso, afim de obter uma linhagem que expresse todo seu potencial genético, minimizando o efeito do ambiente (SOUSA et al., 2010).

O melhoramento de plantas tem sido importante não apenas para o desenvolvimento de cultivares com bom desempenho agrônomo, plantas resistentes e para obtenção de ganhos genéticos, mas para a eliminação de fatores indesejáveis à alta produtividade, o que pode incluir sementes de baixa qualidade. Contudo, ainda são incipientes, avaliações dos parâmetros associados à qualidade da semente. Um critério que é indiscutivelmente importante para o aumento de produtividade e que pode agilizar a recomendação segura de uma linhagem elite nos ensaios finais.

A qualidade das sementes de soja é em parte afetada pela constituição genética da planta. Nos últimos anos, a tendência nos programas de melhoramento genético tem sido desenvolver genótipos com características desejáveis quanto à resistência às doenças e pragas e, aumento dos teores de óleo, de proteína e de lignina nas sementes (COSTA et al., 2001), com o intuito, de ser um meio de estabilizar a produtividade. Nesse novo cenário, o estudo da variabilidade genética das características quantitativas de interesse, associado à qualidade das sementes, poderá proporcionar eficiência dos programas de melhoramento por ser a semente o meio de transferência de toda tecnologia.

A variabilidade genética entre os genótipos para a qualidade de sementes, é uma informação que deve ser considerada pelos melhoristas durante o processo de seleção de linhagens. Visto que, os genótipos podem se expressar diferentemente em relação a qualidade da semente.

Pesquisas na área de sementes, com o uso de testes de germinação e vigor na seleção de genótipos, permitem ao melhorista utilizar informações adicionais para descartar ou promover os genótipos de interesse.

Avaliações da germinação e do vigor têm uma aplicabilidade enorme, no processo de monitoramento de sementes de potencial fisiológico, no controle de qualidade interno de empresas produtoras de sementes, por meio dos quais são estabelecidas todas as etapas do processo de produção. Além disso, fornece um grande suporte para tomada de decisões relativas à seleção de lotes de sementes de alta qualidade (MARCOS FILHO, 2015). O que determina que o mesmo procedimento pode ser adotado em alguma etapa de seleção de linhagens de soja.

Por meio de algumas pesquisas, têm sido observados que a qualidade fisiológica de sementes de soja é afetada pelo genótipo e pode ser avaliada pela tecnologia de sementes. Panobianco (1997), estudando a variação na condutividade elétrica de sementes de diferentes genótipos de soja e sua relação com o conteúdo de lignina do tegumento, concluiu que o efeito do genótipo pode ser consequência das características do tegumento da semente.

De acordo com França Neto e Krzyzanowski (2003), alguns testes e métodos já estão sendo utilizados em programas de melhoramento genético para a avaliação da qualidade das sementes de soja, a exemplo do método modificado do envelhecimento acelerado, método do retardamento de colheita e a determinação do conteúdo de lignina no tegumento. Outro teste utilizado para identificar os danos

causados por percevejo nas sementes é o teste de tetrazólio. Além de avaliar a viabilidade e o vigor das sementes, possibilita o diagnóstico das possíveis causas da redução da qualidade (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1998; FRANÇA NETO et al., 2007).

Alguns cultivares de soja, apesar de altamente produtivos, apresentam problemas de qualidade de sementes, dificultando, assim, a recomendação (GODOI et al., 2002). Os processos fisiológicos da semente, relacionados aos fatores que afetam a germinação, são programados e codificados geneticamente durante o processo de sua formação. Inclusive, o desempenho e o metabolismo da semente variam entre espécies e cultivares, embora haja influência decisiva do ambiente e das condições de cultivo (MAIA et al., 2011; LIN et al., 2014). Assim, existem cultivares que produzem sementes fisiologicamente superiores dentro da mesma espécie, como é o caso de alguns cultivares de soja. Plantas provenientes das sementes de alto vigor apresentam maior índice de área foliar, produção de matéria seca e rendimento de sementes (EGLI, 1993; SCHUCH et al., 2000, 2009; VANZOLINI; CARVALHO, 2002; KOLCHINSKI et al., 2006; DIAS et al., 2011).

O uso das sementes de alto vigor proporciona acréscimos superiores a 35% no rendimento de sementes, em relação ao uso das sementes de baixo vigor (KOLCHINSKI et al., 2005).

Outro fator que é importante ressaltar como um dos objetivos do melhoramento genético é a obtenção de sementes com uma composição genética específica, selecionadas para produtividade, qualidade da planta, resistência ou tolerância aos insetos-pragas, entre outros. Entretanto, a transferência desses caracteres gênicos para as linhagens, pode influenciar a conservação das sementes, a manutenção do vigor e o desempenho das plantas. Assim, é relevante o estudo do desempenho dos genótipos nas fases finais do melhoramento, para obter novos cultivares com sementes de alta qualidade, que possibilitem aumentar a produtividade de forma sustentável.

Diante do exposto, pesquisas nesta linha são importantes para elucidar a problemática referente à interferência dos percevejos na planta de soja em relação à produção de sementes de qualidade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na Estação Experimental de Anhumas e no Laboratório de Genética de Plantas do Departamento de Genética, nos Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), em Piracicaba, SP e na University of Illinois Urbana-Champaign, IL nos Estados Unidos.

Foram realizados dois experimentos de campo com as populações de plantas de soja submetidas à condição de infestação natural de percevejos, em dois momentos de semeadura: primeiro ano agrícola de cultivo 2012/13 e segundo ano agrícola de cultivo 2013/14. Um terceiro experimento foi realizado utilizando os genótipos oriundos do campo de produção de sementes de soja do ano 2013/14.

Dentre os genótipos estudados incluem cultivares e linhagens contrastantes (resistentes e suscetíveis) com diferentes níveis de resistência. As linhagens LQs avaliadas são descendentes de IAC-100, logo, são consideradas como fonte de resistência e as JABs são consideradas suscetíveis.

3.1 Material vegetal

3.1.1 Genótipos de soja

3.1.1.1 Primeiro Ano Agrícola de Cultivo 2012/13

O primeiro ano de cultivo foi conduzido durante o ano agrícola 2012/13. Avaliou-se o desempenho à resistência de vinte e quatro genótipos de soja, dos quais, quatorze são linhagens desenvolvidas no programa de melhoramento genético do Departamento de Genética da ESALQ/USP (LQ1194, LQ1505, LQ1119, LQ1519, LQ1050, LQ1402, LQ1188, LQ1124, LQ1043, LQ1078, LQ1413, LQ1504, LQ 1421, L1-1-55) e duas são do programa de melhoramento da UNESP Jaboticabal (JAB 00-05-6/7G3D e JAB 00-02-2/2J3D). Além destes genótipos, oito cultivares comerciais, inclusive dois materiais transgênicos (BRS Invernada, IAC-100, IAC-17, IAC-23, IAC-24, CD215 e V-Max RR e BMX Potência RR) foram adotados como controle. Os resultados obtidos neste experimento foram importantes para um adequado planejamento do experimento do segundo ano.

3.1.1.2 Segundo Ano Agrícola de Cultivo 2013/14

Os genótipos utilizados no segundo ano de cultivo foram selecionados entre aqueles avaliados no primeiro ano. Assim, foram utilizadas as linhagens com elevados níveis de produtividade e resistência aos percevejos (LQ1050, LQ1519 e LQ1402) e a linhagem JAB 00-02-2/2J3 (suscetíveis e altamente produtiva). Como controle os cultivares IAC100, CD215, BMX Potência RR, V-Max RR, sendo que estes genótipos apresentam reações diferentes quanto ao ataque de percevejos. O cultivar IAC-100 é antigo, porém é a principal fonte de resistência a insetos disponível; já os demais cultivares apresentam alta produtividade e suscetibilidade aos insetos sugadores.

3.2 Caracterização da área experimental

Para a produção das sementes de soja nos dois anos de cultivos foram utilizadas a área da Estação Experimental de Anhumas (Figura 1), administrada pelo Departamento de Genética/ESALQ/USP, no distrito de Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil, localizado na latitude 22° 50' 33"S e longitude 48° 01'20"O e a 468,9 m de altitude.

O solo da área experimental de campo é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2006), textura médio arenosa, contendo 200 kg⁻¹ de argila total, 80 g kg⁻¹ de silte e 720 g kg⁻¹ de areia, pH médio de 6,4 pós-correção com calcário dolomítico.

Os dados de temperatura média, de precipitação e da umidade relativa do ar no período da condução dos experimentos nos anos agrícolas 2012/13 e 2013/14 estão representados no anexo A, obtidos na Estação meteorológica, Departamento de Bioenergia de Biossistema (LEB), ESALQ/USP.



Figura 1 - Fotografia da área da Estação Experimental de Anhumas (Google Earth) localizado 60 km de Piracicaba, destacando o local com os experimentos para o cultivo da cultura da soja

3.3 Instalação e condução dos experimentos

O preparo do solo foi constituído de uma aração e uma gradagem. A abertura dos sulcos de semeadura, espaçados em 0,50 m, foi realizada utilizando tração mecanizada. Após a realização da análise de solo foram feitas correções de fertilidade e pH. Para o tratamento das sementes foi utilizado o fungicida Vitavax Thiram 200 SC na dosagem de 250mL/100kg de sementes e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, utilizando o inoculante turfoso na proporção de 1.200.000 bactérias por semente.

A semeadura do primeiro e do segundo ano foram realizadas manualmente, no dia 06 de novembro de 2012 e no dia 11 de dezembro de 2013, respectivamente. O desbaste foi realizado mantendo-se a população de 17 plantas por metro. Os tratamentos culturais, as aplicações de inseticidas e de fungicidas foram realizadas

uniformemente em todas as parcelas, de acordo com as recomendações para a cultura da soja (EMBRAPA, 2011). A irrigação foi realizada sempre que necessária, em função das condições climáticas e umidade do solo. Nos dois experimentos, as fileiras foram espaçadas 0,5 m, contendo 18 sementes por metro linear.

Para avaliar o desempenho quanto à resistência dos genótipos, as sementes foram produzidas em dois sistemas de produção, que consistiram na utilização ou não do método do controle químico de insetos, sendo denominados: sem nenhum controle químico de insetos (SI) e com controle (SII):

No sistema de controle I não houve o controle de insetos e no sistema de controle II foram realizadas cinco pulverizações sistemáticas e preventivas, independentemente do nível de infestação de percevejos. A infestação da população de percevejos foi natural e a amostragem de insetos na área experimental foi monitorada semanalmente pelo método do pano de batida em dois metros de fileira (STÜRMER et al., 2012). As avaliações do nível de infestação de percevejos foram após o florescimento, no total de 20 batidas por experimento por dia de avaliação.

A colheita das plantas foi feita manualmente no momento que atingiram entre R7, maturidade fisiológica e R8, maturação plena (FEHR; CAVINESS, 1977). Para a debulha utilizou-se a trilhadora mecânica de parcela, com sistema de trilha axial. Na colheita foi determinado o teor de água das sementes.

3.4 Delineamento Experimental

Em ambos experimentos de campo, o delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com cinco blocos para cada área experimental (sistema de controle SI e do sistema de controle SII) (Figura 2). No primeiro ano de cultivo estavam envolvidos vinte e quatro genótipos de soja, em dois sistemas de controle, com cinco repetições para cada sistema e no segundo ano de cultivo, oito genótipos de soja nas mesmas condições do primeiro ano.

As parcelas experimentais foram constituídas de quatro linhas de 4 fileiras de plantas com 4 metros de comprimento, espaçadas em 0,5 metro, sendo que as duas externas foram as bordaduras e as duas centrais as linhas úteis, totalizando 8 m² por parcela, sendo 4 m² de parcela útil.

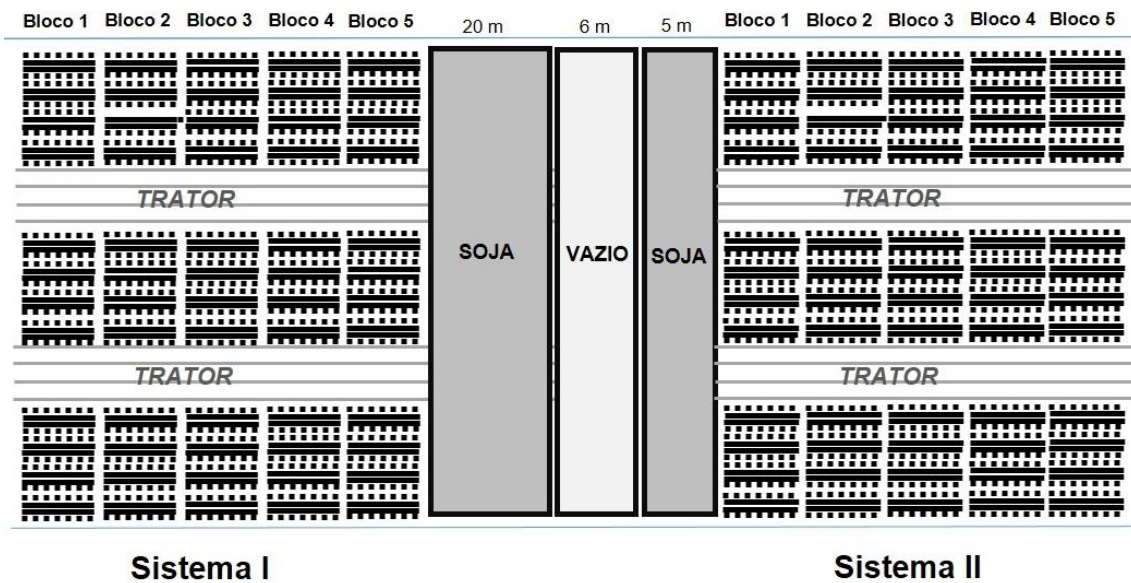


Figura 2 – Esquema do croqui da área experimental para os dois anos de cultivo

O sistema de controle SI e o sistema de controle SII foram separados no campo por uma distância de 31 metros, sendo que foram 20 metros de bordadura utilizando o cultivar BRS133, 6 metros de área vazia (para o manejo do trator) e 5 metros de bordadura.

3.5 Avaliações

3.5.1 Primeiro Ano Agrícola de Cultivo 2012/13

Avaliações realizadas nesta etapa foram para a seleção de genótipos de soja contrastantes quanto à produtividade e à resistência aos percevejos para avaliação da qualidade de sementes no segundo ano.

3.5.1.1 Características agrônômicas e de resistência aos percevejos

A avaliação do desempenho dos vinte e quatro genótipos de soja com as características agrônômicas e às relacionadas à resistência aos percevejos foi feito a partir dos seguintes características:

- **Período de formação de sementes (PFS):** calculado em função dos dias entre os estádios R5 (início do enchimento das sementes) e R7 (início da maturação);

- **Ciclo das plantas (Ciclo):** constou da avaliação do desenvolvimento e da fenologia das plantas, uma vez por semana em intervalos de sete dias. Assim, foram considerados os estádios fenológicos de V (vegetativo), R1 até R4 (florescimento e formação das vagens), R5.1 até R5.5 (formação das sementes) e R6 até R8.3 (vagens cheias e senescência). A escala fenológica adotada foi a proposta por Fehr e Caviness (1977). A determinação do estágio fenológico de cada genótipo foi realizada considerando a data média de mudança de todas as plantas do experimento.

- **Altura das plantas (ALT):** determinado na maturação entre os estádios R7 e R8. Foi medida a distância entre o colo da planta e a extremidade da haste principal, em cm, de 10 plantas das fileiras úteis, de forma aleatória.

- **Índice de acamamento (IA):** avaliado segundo Bernard et al. (1965), atribuindo nota 1 para todas as plantas eretas, nota 2 algumas plantas inclinadas ou ligeiramente acamadas, nota 3 todas as plantas moderadamente inclinadas ou 25-50% acamadas, nota 4 todas as plantas severamente inclinadas ou 50-80% acamadas e nota 5 mais de 80% acamadas.

- **Valor Agronômico (VA):** avaliado na maturidade fisiológica por meio de notas atribuídas visualmente, no padrão geral da parcela, escalas de notas de 1 a 5, atribuindo nota 1 a plantas sem nenhum valor agronômico e a nota 5 a plantas com ótimas características agronômicas da planta quanto ao vigor, número de vagens, altura, acamamento, hastes verdes, retenção foliar e sintomas de doenças.

- **Número de vagens por planta (NV):** determinado em 10 plantas, escolhidas aleatoriamente na parcela útil. O resultado foi expresso com a média destes valores.

- **Peso de mil sementes (PMS):** oito repetições de 100 sementes foram pesadas (g) e, em seguida, foram calculados, a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores obtidos. O resultado em gramas, foi calculado multiplicando por 10 o peso médio obtido das oito repetições de 100 sementes, se o coeficiente de variação não exceder 4%, conforme Brasil, 2009.

- **Produtividade (PROD):** mensurada após a colheita, a secagem, a separação das vagens e sementes das plantas. Logo, as sementes foram pesadas, e os pesos obtidos foram corrigidos para 13% de água, e os resultados expressos em quilogramas por parcela (kg.parcela^{-1}).

- **Retenção foliar (RF):** avaliada visualmente na maturidade por uma escala de notas de 1 a 5. Sendo nota 1 plantas sem retenção foliar, nota 2 algumas plantas com retenção, nota 3 todas as plantas moderadamente com retenção foliar ou 25-50% das plantas, nota 4 50-80% das plantas com retenção foliar e nota 5 mais de 80% e total retenção foliar.

- **Peso de sementes boas (PSB):** refere-se a classificação das sementes quanto à alteração da forma. Para separar as sementes danificadas por percevejos foi utilizado o separador por espiral, para classificar as sementes danificadas das íntegras (sem danos aparentemente provocados pelos percevejos). Para tanto, utilizou-se o peso das amostras antes de passar no espiral, e em seguida o peso das sementes boas (PSB) e o percentual de sementes descartadas após a colheita.

Dentre estas características avaliadas, apenas o PSB foi discutido nos resultados desse ano, por ser aquela variável utilizada para a seleção de genótipos resistentes em programas de melhoramento e estar relacionada com os atributos da qualidade de sementes.

3.5.2 Segundo Ano Agrícola de Cultivo 2013/14

Qualidade de sementes dos genótipos de soja com diferentes níveis de resistência ao complexo de percevejos e de desempenho agrônômico.

3.5.2.1 Características agrônômicas e de resistência aos percevejos

No segundo ano de cultivo foi determinado o desempenho dos oito genótipos de soja de acordo com as avaliações mencionados no experimento anterior, no qual foram avaliados altura da planta (ALT), índice de acamamento (IA), valor agrônômico (VA), produtividade (PROD), período de formação das sementes (PFS)

e ciclo das plantas (Ciclo), retenção foliar (RF) e peso de sementes boas (PSB) com as mesmas metodologias descritas para o experimento anterior.

Além destas características foram avaliados à seguinte:

- **Índice percentual de danos nas vagens (IPDV):** avaliados em 6 plantas aleatórias de cada parcela, o número de vagens por planta e a classificação dos danos nas vagens. O índice corresponde à somatória da percentagem de vagens planas (sem enchimento de semente) e metade da percentagem de vagens intermediárias (com falhas no enchimento de sementes).

3.5.2.2 Características das sementes

Após a colheita as sementes foram avaliadas quanto as seguintes variáveis:

- **Germinação (G):** duas repetições de 50 sementes por repetição de campo (bloco). A semeadura foi realizada em papel toalha, marca “Germitest”, na forma de rolo, umedecido com água na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel. A seguir, as sementes foram colocadas para germinar a 25 °C. As avaliações foram realizadas aos 5 (primeira contagem-PC) e 8 dias (contagem final) conforme as prescrições contidas nas Regras para Análises de Sementes (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

- **Envelhecimento Acelerado (EA):** utilizadas caixas plásticas tipo gerbox, adaptadas com tela de alumínio suspensa. Em cada *gerbox* adicionou-se 40 mL de água e uma camada única de sementes sobre toda a tela. Em seguida, mantidos em câmara tipo BOD a 41 °C por 48 horas (MARCOS FILHO, 1999). Após este período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrição anterior, com 2 repetições de 50 sementes por bloco no campo e a contagem realizada aos 5 dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, avaliadas conforme BRASIL (2009).

- **Condutividade Elétrica (CE):** conduzido com 100 sementes (2 subamostras de 50 sementes) para cada repetição de campo (bloco). As sementes previamente pesadas foram colocadas em copos plásticos descartáveis com 75 mL de água

destilada, para hidratação durante 24 horas, a 25 °C para determinar a condutividade elétrica da solução de hidratação das sementes com um condutivímetro. De acordo com o método descrito por Vieira (1994), os resultados foram expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$.

- **Teste de emergência das plântulas em areia (E):** realizado em bandejas contendo areia como substrato onde foram distribuídas 50 sementes com 2 repetições do bloco de campo para cada sistema de controle (I e II). Quatorze dias após a semeadura, foi realizada a contagem das plântulas, obtendo-se os resultados expressos em porcentagem de emergência de plântulas.

- **Teste de Tetrazólio:** para o preparo do teste, as sementes foram hidratadas entre papel por 16h a 25 °C. Para a coloração utilizou-se a solução a 0,075% da solução do sal 2, 3, 5 trifenil cloreto de tetrazólio por 3h a 40 °C, na ausência de luz. Ao final do período de coloração, a solução foi descartada e as sementes lavadas em água corrente e mantidas umedecidas até o final da avaliação. Avaliaram 100 sementes (2 subamostras de 50 sementes) para cada repetição de campo (bloco). O resultado do teste de tetrazólio foi obtido pela porcentagem média das sementes em consideração a viabilidade, o vigor e a ocorrência de danos (FRANÇA NETO et al., 1998). Considerando os danos mecânicos (DM), por umidade (DU) e por percevejo (DP).

3.5.3 Análise de isoflavonas como indução à resistência da planta ao estresse por percevejo

Para a avaliação deste experimento foram utilizadas vagens e sementes imaturas (entre os estádios R5 e R6) do cultivar CD215 (suscetível) e da linhagem LQ1050 (resistente) do segundo ano de cultivo (ano agrícola 2013/14), no sistema de produção sem controle químico dos percevejos. A escolha dos genótipos advém da consideração de genótipos contrastantes quanto a resistência aos percevejos. A identificação e a quantificação de isoflavonas foram determinados pelo o método de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC).

3.5.3.1 Obtenção das vagens

No campo de produção de sementes de soja, ano agrícola 2013/14, conduzido com infestação natural de percevejo e sem o controle químico de insetos, foram coletadas vagens de soja entre os estádios de formação da semente R5-R6 das plantas (Figura 3). Após a colheita das vagens, foram imediatamente embaladas em sacos de papel alumínio, identificadas e inseridas diretamente no nitrogênio líquido, sendo posteriormente armazenadas no *freezer* a - 80 °C.

As amostras foram liofilizadas durante três dias e enviadas para o National Soybean Research Center, na University of Illinois Urbana-Champaign, IL, USA.



Figura 3 – Esquema do procedimento da coleta das vagens no momento de formação das sementes nos estágios entre R5-R6

3.5.3.2 Preparo da extração e análise dos compostos fenólicos

As vagens e as sementes provenientes de cada genótipo foram separadas e maceradas manualmente até formar um pó fino (Figura 4). Considerou-se triplicata de cada amostra. Posteriormente, para extração dos compostos fenólicos, 100 mg deste pó foram acondicionado em tubo de ensaio com tampa e adicionou-se 1mL de solução de metanol 80% (20 volume do peso seco). Em seguida as amostras foram agitadas rapidamente em *vortex* por um minuto e mantidas em constante agitação durante a noite. No dia seguinte, as amostras foram centrifugadas a 12000 rpm por dez minutos e o sobrenadante foi recolhido em tubo de 2 mL. Com o extrato precipitado seguiu-se o mesmo procedimento de extração com metanol conforme citado acima, porém as amostras foram mantidas no agitador durante 2 horas, centrifugadas a 12000 rpm por 15 minutos e combinado com a primeira extração. As frações do sobrenadante obtidas a partir deste processo foram, então, transferidas para novos tubos para serem analisados pelo método de HPLC.

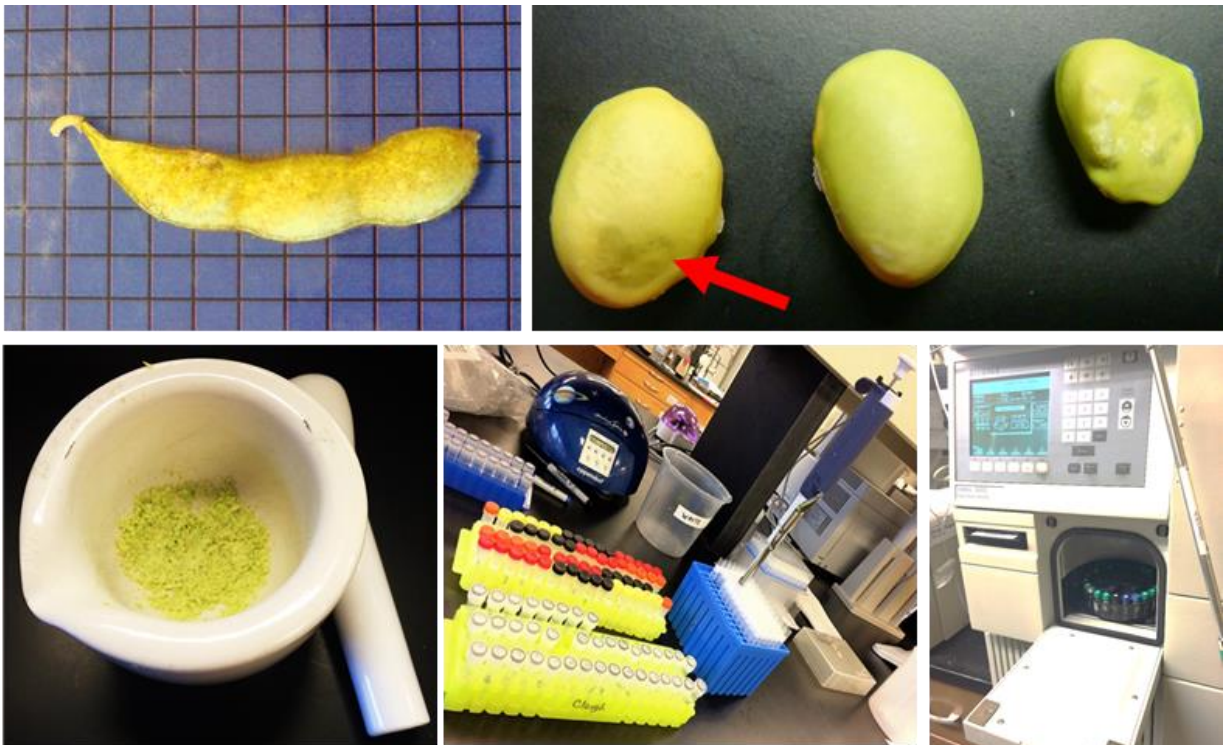


Figura 4 - Sequência do preparo das amostras de sementes e vagens. As sementes retiradas da vagem e maceradas manualmente. Em seguida o preparo das amostras para extração e análise por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). Em destaque nas sementes, uma lesão visível causada por percevejo

Após a extração dos compostos fenólicos, as amostras foram analisadas por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) como descrito por Zernova et al. (2009). A separação e a quantificação de isoflavonas foram realizadas de acordo com a metodologia preconizada por Lozovaya et al. (2004, 2007) e obtida por cromatógrafo líquido da marca Waters, modelo 2695 (Waters Corp., Milford, MA, USA). A detecção das isoflavonas foi realizada utilizando o detector de arranjo de foto diodo da marca Waters, modelo 996, ajustado o intervalo de aquisição dos dados no comprimento de onda igual de 210 nm a 400 nm. A identificação de isoflavonas e gliceolinas foi realizada de acordo com Lozovaya et al. (2004), e efetuada por compostos padrão como daidzeína, genisteína, gliciteína, seus 7-O-glicosídeos de daidzina, genistina e glicitina e acetilo glicosídeos adquiridos a LC Laboratories, Woburn, MA, EU. A isoflavona e gliceolinas foram monitorados por comprimento de onda igual à 260 nm. A quantificação de formas de malonil foi baseada em fatores de resposta de 7-O-glicosídeos corrigidos por extinção molar de cada um deles. Os resultados da análise do HPLC são valores médios e cada amostra teve de duas a quatro repetições de análise. Resultados expressos em $\mu\text{g.g}^{-1}$.

3.6 Análise Estatística

Os dados foram submetidos a análises de variância, uni e/ou multivariada (de acordo com o experimento), segundo o modelo de análise conjunta de experimentos (sistema de controle I e II), considerados os fatores genótipos (G), sistema de controle (S), bloco (manejo) e interação GxS. Quando identificadas diferenças significativas pelo teste F, as médias foram agrupadas utilizando-se o teste de Scott-Knott, à 5% de probabilidade de erro. As exigências do modelo de análise de variância foram verificadas previamente. Todas as análises foram realizadas com o ambiente R versão 3.2.1 (R CORE TEAM, 2015).

Dentre as técnicas de análise multivariada foi utilizada a análise de componentes principais (ACP) com o intuito de avaliar a importância de cada variável estudada sobre a variação total contida entre os genótipos avaliados. A escolha dessa avaliação reside na possibilidade de destacar as variáveis que contribuem para a discriminação dos genótipos avaliados, caracterizando os genótipos sem perda significativa da informação geral (MANLY, 2008). Este tipo de

estudo tem sido amplamente utilizado com o objetivo de identificar grupos de cultivares com maior similaridade. Torna-se interessante essa análise para selecionar genótipos superiores com base em múltiplas características, como relacionados aos parâmetros fisiológicos das sementes.

A ACP foi feita sobre a matriz de correlação de Pearson que é igual à matriz de covariâncias para as variáveis padronizadas. Para as variáveis analisadas, foram obtidas as médias ajustadas e padronizadas para se ter médias zero e desvios padrão unitários. Os gráficos de *biplo*t foram baseados na análise de componentes para interpretação dos resultados (EVERITT; HOTHORN, 2010).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 População dos percevejos nos anos agrícolas 2012/13 e 2013/14

A partir do momento que a maioria dos genótipos iniciaram o período de formação das sementes, compreendendo os estádios R5-R7, foi observado um aumento crescente do número de insetos por amostragem em ambos os cultivos (Figuras 5 e 7).

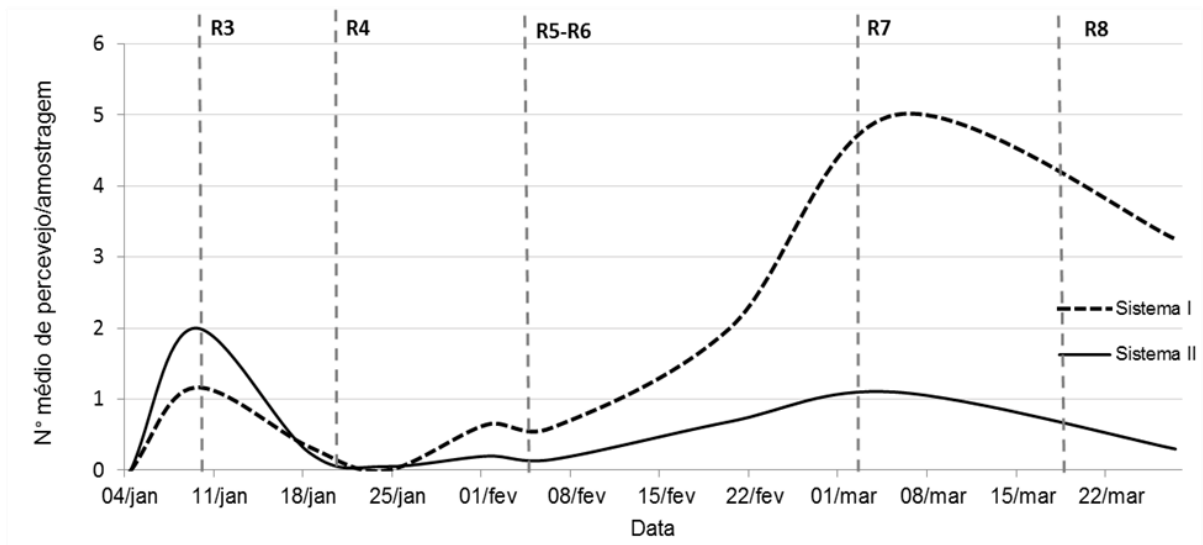


Figura 5 - Média da densidade populacional de percevejos por amostragem na área experimental no ano agrícola 2012/13 em sistema I (sem nenhum controle de insetos) e sistema II (com controle) durante o período entre os estágios reprodutivos R3 e R8 dos diferentes genótipos de soja

Este período é considerado crítico, uma vez que a planta de soja está mais suscetível ao ataque dos percevejos (CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI,1999), podendo ocorrer danos irreversíveis nas sementes (Figura 6). Embora, os percevejos estejam presentes durante a fase vegetativa, é durante a formação das vagens e das sementes que pode haver o comprometimento da qualidade das sementes no processo produção (CORRÊA-FERREIRA et al., 2012).



Figura 6 - Vagens e sementes com destaque para lesão causada pelo percevejo na vagem no período de formação da semente (R5-R6)

A população de percevejos do sistema I (experimento sem controle químico de insetos) variou, em média, de zero a cinco insetos por amostragem no ano agrícola 2012/13 e zero a quatro no ano agrícola 2013/14. No sistema II (experimento com controle químico), o número de percevejos atingiu 1,2 e 1,8, nos respectivos anos agrícola, números consideráveis para produção de sementes. Em geral, os números de percevejos no segundo ano foram menores, porém foram compatíveis ao nível de dano econômico. Já que de acordo com Corrêa-Ferreira e Panizzi (1999), no campo de produção de sementes, o nível de controle deve ser efetuado quando a população atinge dois percevejos (ninfas acima de terceiro ínstar e adultos) por pano de batida (dois metros de fileira). Assim, as infestações de percevejos nos dois anos de cultivo foram suficientes para avaliar o desempenho dos genótipos e permitir a distinção entre eles nos sistemas de controle I e II.

Medida de controle para percevejos na fase final do período vegetativo ao florescimento da soja, não se justificam, de acordo com Córrea-Ferreira (2005). Em pesquisa o autor afirmou que os efeitos das populações de *E. heros* e *P. guildinii*, presentes nas lavouras de soja nos meses de novembro e dezembro, antes do

aparecimento das vagens, não causam reduções no rendimento e na qualidade das sementes.

Nos dois anos de cultivo, observa-se que a população de percevejos atingiu seu máximo crescimento no momento em que os diferentes genótipos atingiram a maturação, entre os estágios R7 e R8. Isto pode ser explicado tanto pela presença de vagens como pela colheita dos genótipos de soja em períodos diferentes de outros experimentos próximos, o que fez com que os percevejos das áreas já colhidas migrassem para área da pesquisa. É na colheita que ocorre a dispersão dos percevejos para plantas hospedeiras para finalizar o seu ciclo de vida (CORRÊA-FERREIRA et al., 2009). Além disso, o crescimento populacional é decorrente da intensa migração de insetos adultos, provenientes de lavouras recém colhidas, em busca de melhores condições de abrigo, alimentação e reprodução (GAZZONI, 1998).

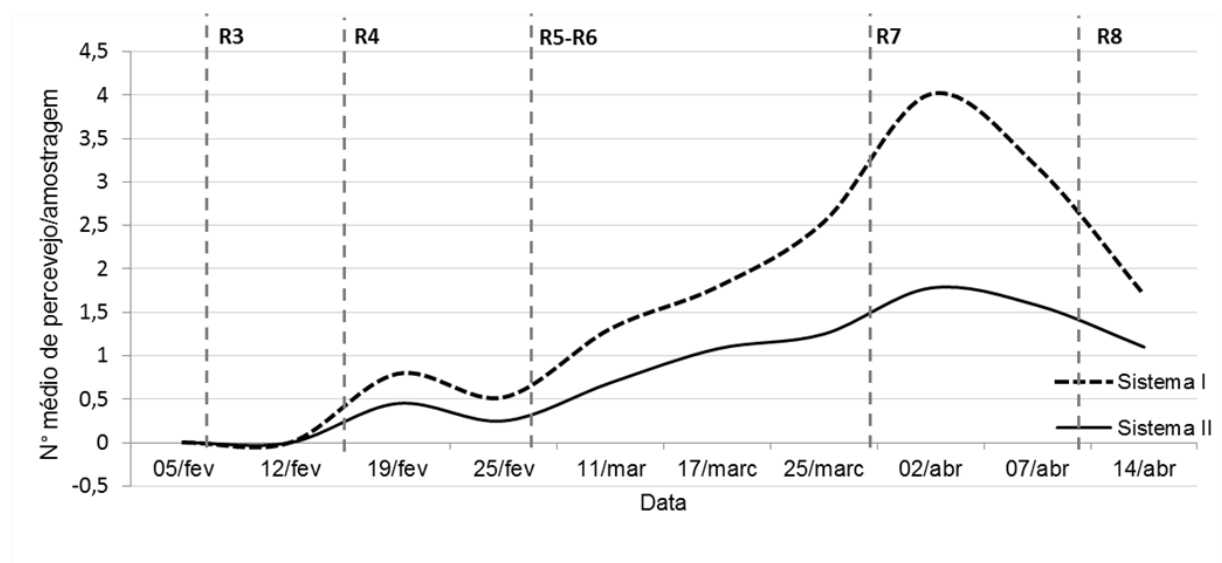


Figura 7 - Média das populações de percevejos por amostragem na área experimental no ano agrícola 2013/14 em sistema I (sem nenhum controle de insetos) e sistema II (com controle) durante o período entre os estágios reprodutivos R3 e R8 dos diferentes genótipos de soja

No cultivo da soja em 2013/14, os percevejos somente foram observados após a segunda avaliação. Esse segundo ano de cultivo foi instalado nas últimas semanas do intervalo de semeadura com a perspectiva de se obter um elevado número de percevejos. Porém, alguns fatores podem ter interferido no crescimento populacional do inseto, como a não ocorrência de cultivo de soja nas áreas ao redor,

que poderia favorecer a migração, a seca e elevadas temperaturas durante o ano agrícola. Contudo, o número de percevejos observados após os estádios R5-R6 foi adequado para comparação dos potenciais níveis de danos causados por estes insetos no que se refere à qualidade de sementes.

4.2 Primeiro Ano Agrícola de Cultivo 2012/13

Neste experimento foram avaliados vinte e quatro genótipos de soja, oriundos do banco de germoplasma do Laboratório de Diversidade Genética e Melhoramento, do Departamento de Genética da ESALQ/USP, incluindo cultivares comerciais, cultivares resistentes ao complexo de percevejos, além de linhagens do programa de melhoramento de soja deste mesmo laboratório.

4.2.1 Seleção de genótipos de soja quanto ao desempenho agrônômico e a resistência ao complexo de percevejos

A ideia geral desta primeira etapa foi avaliar e selecionar genótipos contrastantes quanto a resistência ao complexo de percevejos (ano agrícola 2012/13), visando avaliar os possíveis impactos dos danos causados por estes insetos, na segunda etapa deste trabalho.

Com base na análise de variância (Tabela 1), foi possível observar diferenças significativas entre genótipos para todas as variáveis estudadas. Já em relação às diferenças entre os sistemas de condução, não foram observadas diferenças significativas, somente para as variáveis PMS, NV, ALT, PROD e PSB, havendo interação significativa entre Genótipos (G) x Sistemas (S) para RF, IA e VA, o que indica que houve um desempenho diferenciado entre cultivares e linhagens, dependendo do sistema de controle adotado para estas últimas variáveis mencionadas. Houve também, efeito significativo de genótipos sobre o ciclo das plantas, PFS, ALT, NV, PMS, PROD e PSB. Para a maioria das características avaliadas os valores do coeficiente de variação (CV) estiveram abaixo de 20% o que indica uma boa precisão experimental.

Produtividade é a principal meta e a característica mais desejada nos programas de melhoramento. As linhagens produtivas são superiores e compatíveis em sua maioria com os cultivares estudados (Anexo B, Tabela 1). Essa média de

produtividades elevada entre as linhagens, é esperada pelo progresso genético (ganho de seleção) obtido durante sucessivas etapas (ciclos) de seleção para a resistência e o rendimento.

Apesar da produtividade ser um componente relevante, a seleção de genótipos mais produtivos não garante que sejam identificados aqueles que têm maior resistência e qualidade das sementes superior. Os genótipos com altos rendimentos na ausência ou presença de percevejos, podem ter também uma elevada porcentagem de sementes descartadas após a classificação das mesmas no equipamento espiral para obtenção da característica de resistência: peso de sementes boas (PSB) (Figura 8). As sementes descartadas e danificadas por percevejos não só representam sementes manchadas, mas também deformadas, o que representa porções variáveis em genótipos resistentes e suscetíveis ao complexo de percevejos.

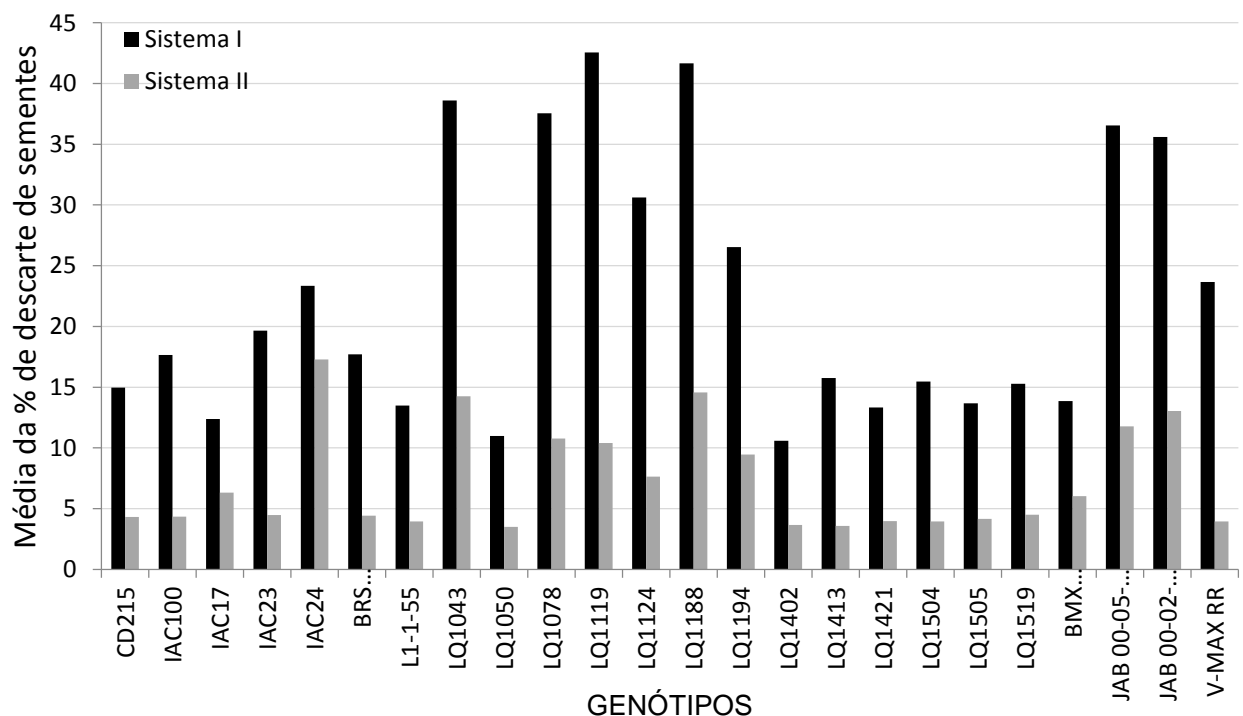


Figura 8 - Média da porcentagem de descarte de sementes de soja dos vinte e quatro genótipos no sistema de controle I e II (ausência de controle químico do inseto e com, respectivamente) após a classificação das sementes quanto a alteração da forma utilizando o equipamento espiral

No sistema de controle I, as linhagens LQ1119, LQ1188, LQ1043, LQ1078, JAB 00-05-6/763D e JAB 00-02-2/2J3D apresentaram uma média de porcentagem de descarte de sementes superior a 35%. Uma porcentagem consideravelmente

alta. Em contrapartida para algumas linhagens, como LQ1050 e LQ1402 o descarte de sementes foi inferior a 15%. Esse contraste entre os sistemas de controle I e II, sugere uma visualização de genótipos candidatos e predispostos à resistência e a suscetibilidade ao complexo de percevejos.

Assim, em concordância com a produtividade, o peso de sementes boas gera uma eficiência na seleção de genótipos de soja resistentes ao percevejo. A seleção simultânea para produtividade e peso de sementes boas leva-se a ter alta produtividade e resistência aos percevejos. Conforme afirmaram Rocha et al. (2014), é um critério, que em conjunto a produtividade, torna-se eficiente para estimar um índice de seleção para avaliar a resistência ao complexo de percevejos em soja. Além, de se caracterizar como um dos critérios mais eficientes para avaliar uma gama de genótipos.

Para a seleção dos genótipos a serem utilizados na segunda etapa deste trabalho, todas as características foram consideradas, fazendo uma avaliação geral baseada em critérios não somente técnicos, mas também considerando a inclusão de cultivares de importância comercial ou que são referências de resistência ou suscetibilidade ao complexo de percevejos. Quanto aos critérios técnicos, a principal variável considerada foi o peso de sementes boas (PSB), sendo que este tem sido considerado como uma das principais características indicadoras de resistência à percevejos, de grande correlação a produtividade (ROCHA et al., 2014) e importante para os atributos da qualidade das sementes. Isto se deve por eliminar uma grande porção de sementes manchadas (GODOI; PINHEIRO, 2009) e com má formação da produção total no processo de classificação de sementes no equipamento de espiral.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para vinte e quatro genótipos de soja, em dois sistema de controle (sem controle químico de insetos e sem nenhum controle), considerando as características: Produtividade (PROD em kg/parcela), Peso de Sementes Boas (PSB em kg/parcela), Peso de Mil Sementes (PMS em g), Número de Vagens por Planta (NV), Altura (ALT em cm), Retenção Foliar (RF em escala de nota 1-5), Valor Agronômico (VA em escala de nota 1-5), Acamamento (IA em escala de nota 1-5), Período de Formação das Sementes (PFS em dias) e Ciclo (em dias), avaliados no ano 2012/13

FV	GL	PROD	PSB	PMS	NV	ALT	RF	VA	IA	PFS	CICLO
Bloco/Sistema	8	0,02	0,04	714,75	51,39	84,20	1,46	1,10**	0,33	31,39	22,14
Genótipo (G)	23	0,16**	0,23**	1137,01**	1157,29**	2701,13**	2,76**	1,40**	3,60**	257,80**	310,48**
Sistema (S)	1	6,13**	12,57**	185,29	150,20	64,79	165,00**	1,50*	6,34**	324,34**	697,00**
G x S	23	0,02	0,03	345,78	135,20	72,17	2,44**	0,58*	0,71**	37,73	15,49
Erro	184	0,02	0,02	383,17	181,93	71,14	0,74	0,35	0,44	47,15	11,84
CV (%)		11,54	14,25	12,06	21,31	9,35	39,80	13,14	44,81	17,61	2,66
μ		1,30	1,12	162,29	62,41	90,22	2,16	4,49	1,49	40,00	130,00

*significativo a 5% e **significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott

Com relação ao PSB, não havendo interação, o teste de Scott-Knott agrupou os genótipos em 4 grupos diferentes (Tabela 2), sendo que aqueles de maior valor possuem médias variando de 1,39 até 1,35 kg/parcela (3,475 até 3375 kg ha⁻¹) (grupo A), onde o segundo grupo apresentou médias com valores de 1,26 até 1,13 kg/parcela (3,150 até 2,825 kg ha⁻¹) (grupo B). Já os genótipos que mostraram os menores valores de PSB variaram de 1,07 até 1,00 kg/parcela (2675 até 2500 kg ha⁻¹) (grupo C) sendo as menores médias representadas pelos valores de 0,95 até 0,84 kg/parcela (2,375 até 2,100 kg ha⁻¹) (grupo D).

Com base nos resultados de PSB, foram selecionados os genótipos BMX Potência RR e CD215 por serem materiais comerciais com elevados valores para as características PSB e VA. O cultivar V-Max RR foi selecionado devido ao fato desta representar o material comercial que possui o menor valor de PSB, sendo então adotado como uma das referências de suscetibilidade ao complexo de percevejos. Embora o cultivar IAC-100 não tenha apresentado altos valores de PSB, este cultivar, já obsoleto no mercado, foi selecionado por ser uma já conhecida fonte e referência de resistência aos percevejos.

Dentre os genótipos não comerciais avaliados, as linhagens LQ1050 e LQ1402 foram selecionadas por possuírem os maiores valores de PSB (grupo A). Já a linhagem LQ1504 por ter sido agrupada em relação ao PSB juntamente com os cultivares comerciais BMX Potência RR e CD215, possuindo valores consideráveis para esta variável. Por fim, a linhagem JAB 00-02-2/2J3D foi escolhida por apesar de ser produtiva possuir baixo valor de PSB, sendo incluída nos padrões de suscetibilidade à percevejos.

Dessa forma, considerando em geral o desempenho dos genótipos com as características agronômicas e de resistência avaliadas, e sobretudo a PROD e o PSB foram selecionadas as linhagens resistentes LQ1050, LQ1402, LQ1504 e a suscetível JAB 00-02-2/2J3D. Além do cultivar IAC-100 (padrão de resistência aos percevejos) e os cultivares comerciais BMX Potência RR, V-Max RR e CD215. Estes genótipos foram selecionados para um segundo experimento, visando a avaliação da qualidade de sementes e sua correlação com os diferentes níveis de resistência ao complexo de percevejos.

Tabela 2 - Desempenho de vinte e quatro genótipos de soja em dois sistemas de controle (SI: nenhum controle químico de insetos e SII: com controle) avaliados no ano agrícola 2012/13, considerando o Peso de Sementes Boas (PSB em kg/parcela)

Genótipos	PSB		
	SI	SII	μ_s
BMX Potência RR	0,94	1,31	1,13 B
BRS Invernada	1,08	1,61	1,35 A
CD215	0,97	1,38	1,18 B
IAC-100	0,80	1,24	1,02 C
IAC-17	0,97	1,31	1,14 B
IAC-23	0,79	1,26	1,02 C
IAC-24	0,90	1,21	1,06 C
JAB 00-02-2/2J3D	0,77	1,24	1,00 C
JAB 00-05-6/7G3D	0,69	1,16	0,93 D
L1-1-55	1,07	1,45	1,26 B
LQ1043	0,76	1,37	1,07 C
LQ1050	1,28	1,49	1,38 A
LQ1078	0,80	1,30	1,05 C
LQ1119	0,49	1,19	0,84 D
LQ1124	0,63	1,15	0,89 D
LQ1188	0,77	1,25	1,01 C
LQ1194	0,88	1,25	1,06 C
LQ1402	1,17	1,60	1,39 A
LQ1413	0,99	1,47	1,23 B
LQ1421	0,98	1,52	1,25 B
LQ1504	0,97	1,43	1,20 B
LQ1505	1,04	1,34	1,19 B
LQ1519	0,94	1,50	1,22 B
V-Max RR	0,64	1,27	0,95 D
μ_G	0,89 b	1,35 a	1,12

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, para cada genótipo, pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. μ_G = média dos genótipos para cada sistema; μ_s = média dos genótipos para ambos os sistemas

Novamente, vale ressaltar que embora o PSB tenha sido o principal critério para selecionar uma amostra de genótipos para a avaliação da qualidade de sementes, as demais características também foram consideradas. Além disso, foram também utilizados critérios relativos à experiência deste grupo de pesquisa com os materiais mencionados. As médias e a análise de agrupamento para todas as demais características podem ser consultadas no anexo B.

4.3 Segundo Ano Agrícola de Cultivo 2013/14

Uma vez selecionados os oito genótipos de soja, os quais apresentam diferentes níveis de resistência ao complexo de percevejos, estes foram utilizados para uma análise ampla sobre qual seria o impacto de tais diferenças na qualidade de sementes. A principal abordagem envolvida neste estudo é verificar se existe algum grau de associação entre os genótipos resistentes aos percevejos e a qualidade de sementes. Assim, com base na avaliação realizada no experimento anterior, os genótipos IAC-100, LQ1050, LQ1402 e LQ1504 foram considerados resistentes; e os genótipos CD215, BMX Potência RR, V-Max RR e JAB 00-02-2/2J3D como suscetíveis ao complexo de percevejos. Contudo, tal classificação não é absoluta, pois os níveis de resistência podem variar de acordo com a presença de outros tipos de estresses bióticos e abióticos e também conforme o nível de infestação e distribuição de percevejos na área.

4.3.1 Características agrônômica das plantas e de resistência ao complexo de percevejos

Inicialmente é necessário traçar o perfil das principais diferenças entre os genótipos selecionados, para que estas características possam ser posteriormente correlacionadas com a qualidade de sementes. Assim, na Tabela 3 é apresentado o resumo da ANOVA para produtividade (PROD), peso de sementes boas (PSB), peso de mil sementes (PMS), retenção foliar (RF), índice porcentual de danos nas vagens (IPDV), índice de acamamento (IA), valor agrônômico (VA), altura (ALT), período de formação das sementes (PFS) e ciclo (CICLO), avaliados em oito genótipos de soja conduzidos nos sistemas de controle I e II, no ano agrícola de 2013/14.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância da produtividade (PROD em kg/parcela), peso de sementes boas (PSB em kg/parcela), peso de mil sementes (PMS em g), retenção foliar (RF em notas 1-5), índice porcentual de danos nas vagens (IPDV em porcentagem), índice de acamamento (IA em notas 1-5), valor agrônômico (VA em notas 1-5), altura (ALT em cm), período de formação das sementes (PFS em dias) e ciclo (dias) avaliados de oito genótipos de soja produzidas no sistema de controle I e II, ano agrícola 2013/14

FV	GL	PROD	PSB	PMS	RF	IPDV	IA	VA	ALT	PFS	CICLO
Bloco/Sistema	8	0,02	0,04	53,69	0,30	24,36	1,21*	0,56	124,55	3,99	16,49
Genótipo (G)	7	0,04*	0,25**	2264,35**	2,57**	195,37**	5,86**	4,83**	823,75**	133,25**	681,86**
Sistema (S)	1	0,58**	1,32**	97,55	9,80**	299,00**	0,31	0,01	220,02	5,00	108,11*
G x S	7	0,01	0,04	47,02	0,46	12,51	0,23	0,33	94,43	20,31	9,94
Erro	56	0,02	0,02	47,02	0,62	13,68	0,47	0,29	64,60	17,57	16,31
CV (%)		8,08	9,69	3,74	42,61	21,88	37,30	14,21	11,88	12,69	3,47
μ		1,65	1,49	142,26	1,85	16,90	1,84	3,84	67,68	33,02	116,46
Unidade		kg/par	kg	g	nota	%	nota	nota	cm	dias	dias

*significativo a 5% e **significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott

De acordo com as análises apresentadas na Tabela 3, foram encontradas diferenças significativas entre os genótipos para todas as características, o que já era esperado, uma vez que os genótipos selecionados são relativamente contrastantes entre si. Já em relação às diferenças entre sistemas, foram identificadas diferenças significativas entre PROD, PSB, RF, IPDV e CICLO. As diferenças observadas quanto ao sistema de condução dos experimentos são coerentes, pois refletem as diferenças devidas ao impacto dos danos causados pelos percevejos. De forma geral, valores do Coeficiente de Variação (CV) foram adequados, exceto para as características RF e IA, que apresentaram CVs mais elevados (42,61% e 37,30%, respectivamente), sendo esta variação inerente à própria natureza destas variáveis.

Uma vez que o foco deste trabalho é estabelecer um paralelo entre a variação entre as características agronômicas e os parâmetros relacionados à qualidade de sementes, não será apresentada a discussão sobre as diferenças obtidas entre as médias dos genótipos nos dois diferentes sistemas de manejo. Tais informações foram utilizadas em conjunto para uma análise ampla e integrada, envolvendo a correlação de características expressas no desdobramento de componentes principais. Contudo, as médias com a respectiva análise de agrupamento pelo teste de Scott-Knott podem ser consultadas no anexo C.

Análise de Componentes Principais (ACP)

As análises de componentes principais realizadas a partir da matriz de correlação de oito características agronômicas e de resistência da planta, e oito genótipos estão nas Tabelas 4 e 5. Conforme o critério de normalização de Kaiser (1960), selecionaram-se apenas os dois primeiros componentes principais, componente principal um (CP1) e dois (CP2).

No sistema de controle I, o CP1 conseguiu explicar 39,06% de variabilidade total dos genótipos, enquanto que o CP2 37,84%, e juntos a análise explicou 76,90% do total da variabilidade dos dados. Já no sistema de controle II, o plano bidimensional formado pelos componentes CP1(49,29%) e CP2 (29,16%) reteve 78,45% do total das informações contidas nos dados.

Tabela 4 - Valores de autovalores brutos, cumulativo e autovetores dos componentes principais obtidos por meio da análise de componentes principais dos dados agrônômicos e de resistência do sistema de controle I, ano agrícola 2013/14

	Auto Valor	Variância	Acumulada	RF	IPDV	PMS	PROD	PSB	CICLO	PFS	VA
CP1	1,77	0,396	0,391	-0,27	-0,43	-0,02	0,36	0,46	-0,48	-0,14	0,38
CP2	1,74	0,378	0,767	0,46	-0,23	-0,39	0,29	0,31	0,02	0,51	-0,38
CP3	0,99	0,124	0,893	-0,13	0,26	-0,61	0,37	0,07	0,49	-0,36	0,21
CP4	0,73	0,067	0,960	-0,14	-0,50	-0,55	-0,59	-0,15	-0,07	-0,18	-0,13
CP5	0,44	0,037	0,983	-0,64	0,37	-0,07	-0,14	0,43	-0,07	0,18	-0,45
CP6	0,33	0,014	0,997	0,31	0,54	-0,35	-0,28	0,09	-0,51	0,09	0,36
CP7	0,14	0,003	1,000	0,17	0,12	-0,03	0,28	-0,18	-0,44	-0,58	-0,57
CP8	0,00 (5 ⁻¹⁶)	0,000	1,000	0,37	-0,01	0,22	-0,35	0,67	0,25	-0,43	-0,05

Tabela 5 - Valores de autovalores, cumulativo e autovetores dos componentes principais obtidos por meio da análise de componentes principais dos dados agrônômicos e de resistência do sistema de controle II, ano agrícola 2013/14

	Auto Valor	Variância	Acumulada	RF	IPDV	PMS	PROD	PSB	CICLO	PFS	VA
CP1	1,99	0,4929	0,4929	0,33	0,47	0,07	-0,43	-0,47	0,44	-0,04	-0,26
CP2	1,53	0,2916	0,7845	-0,33	0,09	0,46	-0,20	-0,22	0,07	-0,53	0,55
CP3	1,03	0,1326	0,917	0,44	-0,09	0,67	0,01	-0,06	-0,24	0,51	0,16
CP4	0,68	0,0583	0,9753	-0,42	0,37	0,21	0,58	-0,07	0,44	0,33	0,06
CP5	0,38	0,0177	0,9930	-0,38	-0,57	0,11	-0,47	0,01	0,44	0,32	-0,02
CP6	0,21	0,0056	0,9987	0,48	-0,36	0,10	0,33	0,17	0,56	-0,38	0,15
CP7	0,10	0,0010	1,0000	-0,01	0,39	0,23	-0,30	0,83	0,12	-0,05	-0,05
CP8	0,00 (8 ⁻¹⁶)	0,0000	1,0000	0,18	0,16	-0,47	-0,15	0,04	0,13	0,32	0,76

Em ambos os casos, os dois primeiros componentes explicaram mais de 70% da variação, sendo então a análise pelo gráfico *biplot* adequada para se fazer inferências sobre as associações a agrupamento das variáveis.

Os gráficos de *biplot* para os componentes principais CP1 e CP2 das variáveis estudadas em ambos os sistemas (sistema I e sistema II) são apresentados na Figura 9 A e B. A partir destes gráficos, é possível analisar o desempenho dos genótipos em função dos parâmetros estudados.

A contribuição de cada variável em cada eixo dos componentes no sistema de controle I (Tabela 4) influenciou na dispersão dos genótipos nos quadrantes do gráfico. As variáveis com mesmo sinal atuam de forma direta. Assim, na Tabela 4, as variáveis que apresentaram maior poder discriminatório na CP1 foram PSB (0,46), IPDV (-0,43), CICLO (-0,48) e PROD (0,36). No CP2 as características que mais que contribuíram foram RF (0,46) e PFS (0,51), estas cinco características podem ajudar na discriminação entre genótipos mais resistentes e mais suscetíveis ao complexo de percevejos.

No gráfico de *biplot* do sistema de controle I (Figura 9 A) é possível visualizar que a linhagem JAB 00-02-2/2J3D está mais distante da origem do eixo no sentido da progressão do caráter IPDV e PMS. Isso indica que a linhagem possui uma alta suscetibilidade ao dano nas vagens devido ao ataque dos percevejos, além de ser um dos genótipos com maior PMS, com sementes de maior tamanho. O cultivar IAC-100, o qual é considerado como uma das referências em resistência à percevejos, está plotado em sentido oposto ao PMS, o que remete que suas sementes possuem menor PMS. De fato, o reduzido tamanho dessas sementes, associado ao seu aumento em número total, constituem um dos mecanismos de resistência deste cultivar ao complexo de percevejos, havendo uma diluição do dano causado por estes insetos. O menor PMS reportado para as sementes do genótipo IAC-100 também visto no anexo C é que prediz um dos mecanismos de pseudo-resistência à percevejos desse genótipo, em função de produzir um volume maior de sementes por planta (ROSSETO; LARA, 1991). Corrobora com Godoi et al. (2002), que notaram que genótipos de soja com sementes menores e altamente produtivos possuem uma capacidade de diluição do dano do percevejo.

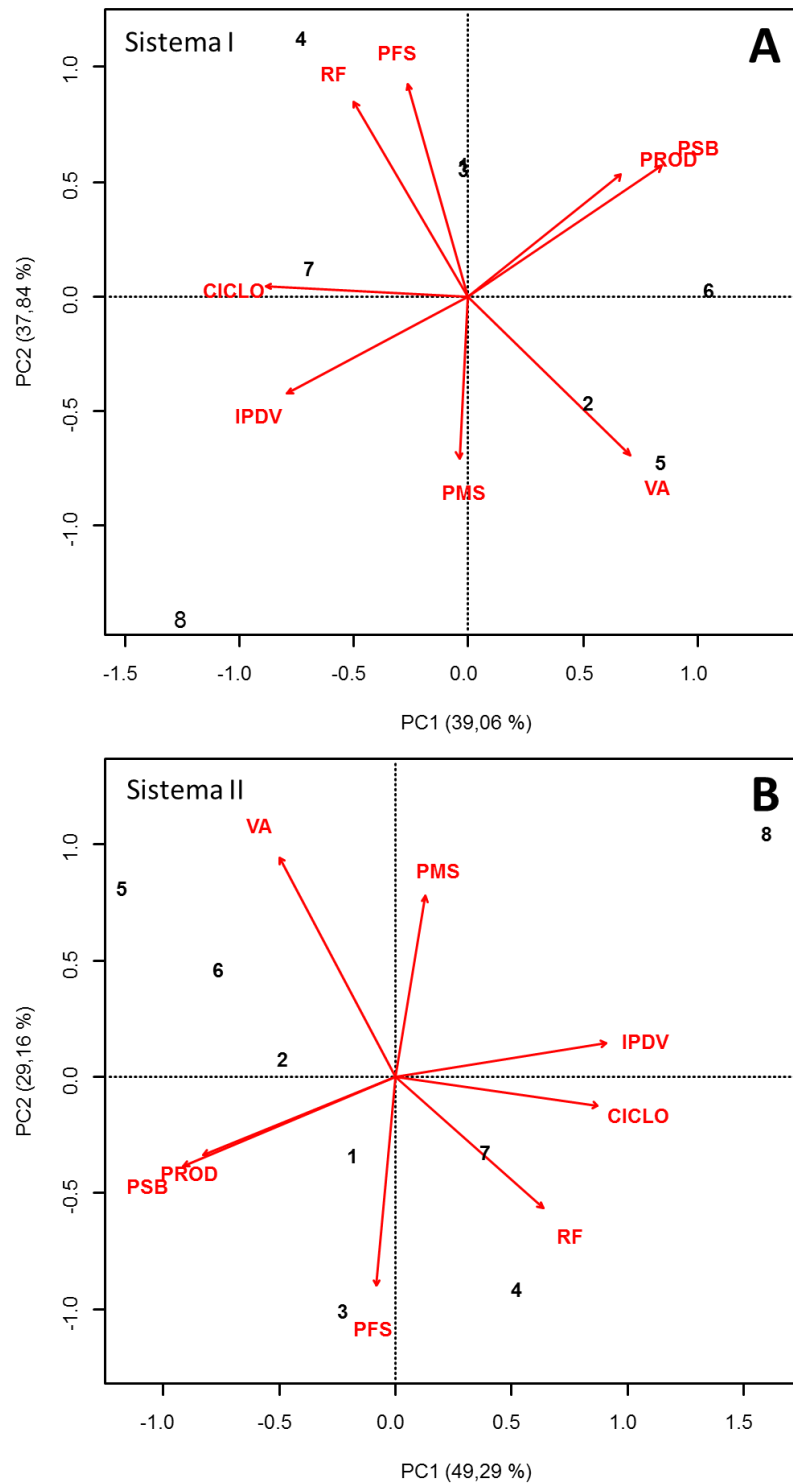


Figura 9 - Gráfico de *Biplot* com a dispersão de oito genótipos de soja entre os dois primeiros componentes principais para as características produtividade (PROD), peso de sementes boas (PSB), peso de mil sementes (PMS), retenção foliar (RF), índice porcentual de danos nas vagens (IPDV), índice de acamamento (IA), valor agrônômico (VA), altura (ALT), período de formação das sementes (PFS) e ciclo no sistema de controle I – sem controle químico dos insetos (A) e II – com controle (B), ano agrícola 2013/14. Genótipos: 1- IAC-100; 2- LQ1050; 3- LQ1402; 4- LQ1504; 5- CD215; 6- BMX Potência RR; 7- V-Max RR e 8- JAB 00-02-2/2J3D

Segundo Godoi e Pinheiro (2009), para o IPDV a seleção pode ser efetuada nos ensaios finais para a identificação de plantas com desempenho superior para a característica de resistência. Vyavhare, Way e Medina (2015), também, encontraram a maior incidência de vagens planas em plantas infestadas com o percevejo *P. guildinii*, em estudos com impacto do dano do percevejo nas vagens nos estádios de desenvolvimento da planta do R2 até R6 e relação com ocorrência de vagens planas.

No quadrante oposto da JAB 00-02-2/2J3D estão as características PROD e PSB que correlacionam-se negativamente com IPDV. Não por coincidência, JAB 00-02-2/2J3D é o genótipo com menor produtividade e maior suscetibilidade ao percevejo. É essencial destacar que essas características são aquelas não desejáveis na seleção de genótipos resistentes ao complexo de percevejos. No entanto, dentre os três genótipos deste quadrante, foi um dos mais produtivos BMX Potência RR, sendo também um dos mais discriminativos. Porém, o genótipo BMX Potência RR, sendo oposto à projeção do CICLO, mostrou-se de ciclo precoce para esta variável.

A diferença no estágio de desenvolvimento de plantas semi-precoce, precoce e tardia, de alguns genótipos, coincide com o período de crescimento populacional do percevejo e com a época de dispersão para as plantas hospedeiras. Em geral, foi observado no monitoramento no campo, pouca ou nenhuma população de percevejos no período vegetativo da planta, que aumentou progressivamente na fase reprodutiva, com um crescimento exponencial e acelerado no final do ciclo da planta (Figuras 5 e 7), o que afeta particularmente, genótipos de ciclo médio ou tardio.

A informação do ciclo das linhagens pode favorecer as estratégias de semeadura que evitem e/ou coincidam com a exposição da planta ao pico populacional da praga.

No campo de produção de sementes a recomendação apropriada da época de semeadura é importante para se obter sementes de qualidade e promover o escape do ciclo ao ataque de percevejos (KRZYZANOWSKI et al., 2015). De um modo geral, a espécie de percevejo mais abundante, *E. heros*, começa sua colonização nas plantas de soja em meados de outubro à novembro. Produz até três gerações durante o ciclo da soja e entra mais tarde em diapausa (PANIZZI; VIVAN, 1997; CORRÊA-FERREIRA; PANIZZI, 1999).

Lourenção et al. (2010), em pesquisa com genótipos de soja com ciclos precoces, semi-precoces e médios, com infestação de lagarta e percevejo, reportou que a maior flutuação de percevejos se deu no final do ciclo, o que incluiu plantas de ciclos semi-precoces e médios. Genótipos que apresentam ciclo precoce, geralmente, estão propensos a ter menos danos causados por percevejos. É explicado pela passagem rápida das plantas pela fase em que se encontram mais suscetíveis ao complexo de percevejos. Pode-se inferir nesta pesquisa, que o CD215, com ciclo precoce, teve um escape da fase de pico populacional do percevejo no campo

A linhagem LQ1504, embora com elevado potencial produtivo, apresentou uma correlação positiva com as características RF e PFS, as quais são indesejáveis no programa de melhoramento visando resistência aos percevejos. Isto se deve ao fato de que, quanto maior o ataque de percevejos, maior é a RF (Figura 10). De forma adicional, PFS também leva ao maior tempo de exposição das vagens e sementes a estes insetos, aumentando assim a probabilidade de danos.

Por outro lado, a linhagem LQ1050 mostrou correlação positiva com o VA, destacando-se por estar na direção da projeção desta característica, tal como o cultivar CD215, o qual conhecidamente possui bom desempenho em campo.

Retenção foliar é caracterizado por plantas que apresentam sementes secas (prontas para a colheita) e com folhas ou caules verdes, sendo uma das características relevantes para avaliar o genótipo resistente ao percevejo. Além disso, é evitada por prejudicar na colheita e no pós-colheita, o beneficiamento e armazenamento das sementes, afetando a qualidade das mesmas (SILVA et al., 2013a).

Em trabalhos com infestação artificial, Sosa-Gómez e Moscardi (1995), observaram que o índice de retenção foliar depende de qual percevejo realizou a punctura. Visto que em função da espécie, o distúrbio fisiológico na planta é notável.



Figura 10 - Plantas de soja, nos estágios R7-R8, com haste e folhas verdes e vagens amarelas caracterizando a retenção foliar

O PFS entre os estádios R5 e R7 é a fase de maior suscetibilidade ao ataque de percevejos (Figura 11).

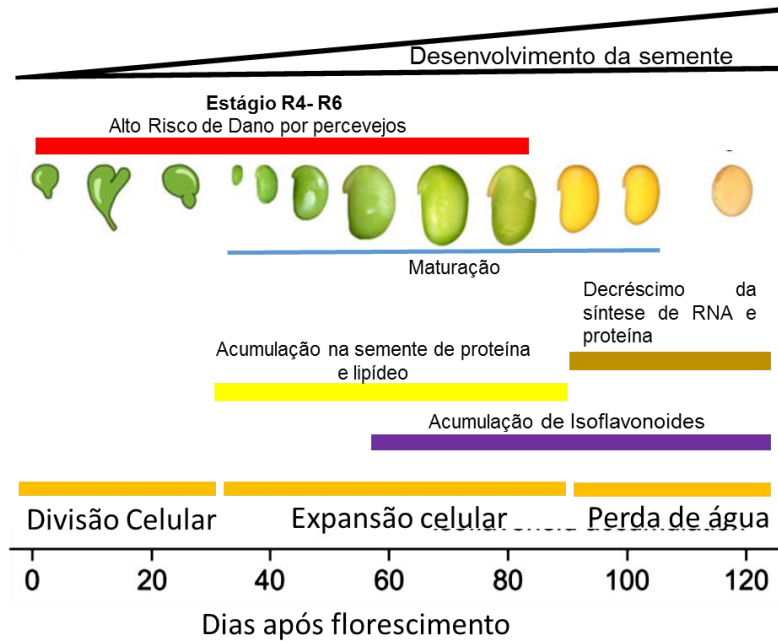


Figura 11 - Desenvolvimento de sementes após o florescimento. Modificado por Le et al. (2007) e Dastmalchi e Dhaubhadel (2015)

É durante o período de desenvolvimento das sementes que se tem o crescimento exponencial da população de percevejos. A capacidade de causar dano é alta nessa fase. O que pode ser totalmente prejudicial aos processos fisiológicos das sementes, já que os fatores que afetam a germinação são programados geneticamente e codificados durante o processo de sua formação (LE et al., 2007).

Além disso, pode afetar o equilíbrio de proteína, lipídeo, carboidratos e isoflavonoides armazenados a partir dessa fase nas sementes. Compostos extremamente importantes na composição química das sementes de soja (DASTMALCHI; DHAUBHADEL, 2015; LI, et al. 2015). De acordo com Corrêa-Ferreira et al. (2012), a qualidade de sementes é afetada negativamente pelos percevejos durante o período de formação da semente.

No sistema de controle II, onde foi utilizado o controle químico de insetos para redução da infestação por percevejos, as variáveis que mais contribuíram para a variabilidade do CP1 foram PSB (-0,47) e IPDV (0,47); e do CP2 foram VA (0,55) e PFS (-0,53) (Tabela 5). No gráfico de *biplot* (Figura 9 B), observa-se que a linhagem JAB 00-02-2/2J3D foi discriminada distante do eixo principal e correlacionada positivamente com IPDV e PMS, igual ao sistema I já mencionado.

A característica PFS contribuiu para diferenciar a linhagem LQ1402 das demais, o que indica que é uma linhagem com maior período de formação das

sementes. Além disso, está associada negativamente com o PMS, o que mostra que possui menor peso de mil sementes.

Os genótipos CD215, LQ1050 e BMX Potência RR estão mais correlacionados positivamente com a característica VA e agrupados com genótipos com maiores escores para essa característica. Já a característica de RF contribuiu para distinguir a LQ1504, onde se infere que esta linhagem teve mais danos por percevejos, embora, o controle de percevejos tenha sido empregado.

De forma geral, a análise de agrupamento das variáveis para ambos os sistemas foi similar, o que é coerente com o fato de que não houve interação significativa entre genótipos e sistemas para estas variáveis. Assim, era esperado que o comportamento dos genótipos em relação a cada sistema fosse similar, havendo alterações mais na magnitude das associações observadas. Os resultados dos genótipos IAC-100, LQ1050 e LQ1402, além do cultivar BMX Potência RR, aparecem relativamente próximos dos eixos de PROD e PSB, indicando bom potencial produtivo relativo destes genótipos, tanto no sistema com controle de percevejos, quanto no sistema sem o controle destes insetos.

Uma vez identificadas as diferenças entre os genótipos no que se refere as características agronômicas e suas possíveis relações com mecanismos de resistência, cabe agora traçar um paralelo entre as diferenças observadas e as variações nos parâmetros relacionados à qualidade de sementes.

4.3.2 Qualidade de sementes de genótipos de soja com diferentes níveis de resistência ao complexo de percevejos

Na Tabela 6 é apresentada a ANOVA dos testes de germinação (G), primeira contagem da germinação (PC), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e emergência da plântula (E), que são algumas das características associadas à qualidade de sementes. Para PC e EA foram detectadas diferenças significativa na interação entre genótipos e sistemas, indicando diferenças do vigor das sementes, dependendo dos sistemas de controle dos percevejos. Para os parâmetros G e E foram encontradas diferenças significativas tanto entre genótipos quanto entre sistemas, não havendo efeito de interação para estas variáveis. Já para CE, somente foram detectadas diferenças significativas entre genótipos.

Tabela 6 - Resumo da análise de variância dos resultados das avaliações de germinação (G), primeira contagem da germinação (PC), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e emergência (E) em sementes de oito genótipos de soja produzidas no sistema de controle I e II, ano agrícola 2013/14

FV	GL	G	PC	EA	CE	E
Bloco/Sistema	8	39,90	38,16	37,0	60,85	17,26
Genótipo (G)	7	205,68**	504,74**	875,1**	819,73**	100,05**
Sistema (S)	1	1125,00**	1767,20**	4104,1**	242,45	470,45**
G x S	7	78,69	173,77**	200,4**	41,57	24,11
Erro	56	45,16	54,93	52,2	145,24	30,45
CV (%)		8,00	9,79	11,05	14,22	6,22
μ		84,02	75,72	65,39	84,75	88,62
Unidade		-----	% -----	-----	$\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$	%

*significativo a 5% e **significativo a 1% de probabilidade pelo teste Scott-Knott

Sementes com alto vigor apresentam maior velocidade nos processos metabólicos, possuem um sistema de membranas bem estruturado e todo aparato pronto para a germinação. Assim, a qualidade da semente está diretamente relacionada com a velocidade de germinação (MARCOS FILHO, 2015), sendo que a primeira contagem da germinação (PC) seria um dos parâmetros para esta mensuração. Com isso, por meio dos valores médios obtidos para o caráter PC, é possível observar que a classificação dos genótipos, em diferentes níveis de qualidade fisiológica, variou na presença e ausência do controle de percevejos (Tabela 7).

Considerando a velocidade de germinação, a PC de BMX Potência RR, V-Max RR e JAB 00-02-2/2J3D foi afetada significativamente em função da presença do estresse por percevejos, visto que estas apresentaram menores valores no sistema de controle I em relação ao sistema II. A redução do vigor das sementes desses genótipos condiz com a suscetibilidade dos mesmos ao ataque de percevejos. Embora a BMX Potência RR seja um cultivar que apresenta boa produtividade, ainda assim observa-se que a qualidade das sementes foi reduzida.

Tabela 7 - Germinação (G) e primeira contagem da germinação (PC), em porcentagem, de sementes de oito genótipos de soja produzidas no sistema de controle I e II (SI e SII), ano agrícola 2013/14

Genótipos	G			PC		
	SI	SII	μ_s	SI	SII	μ_s
IAC-100	82	92	87 A	77 Aa	86 Aa	81
LQ1050	84	89	87 A	77 Aa	83 Aa	80
LQ1402	88	86	87 A	79 Aa	77 Ba	78
LQ1504	81	82	81 B	75 Aa	77 Ba	76
CD215	84	92	88 A	76 Aa	83 Aa	80
BMX Potência RR	80	93	86 A	70 Ab	87 Aa	79
V-Max RR	74	89	82 B	67 Ab	80 Ba	73
JAB 00-02-2/2J3D	69	80	75C	47 Bb	72 Ba	59
μ_G	80b	88 a	84	71	80	76

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada genótipo, pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. μ_G = média dos genótipos para cada sistema; μ_s = média dos genótipos para ambos os sistemas

A linhagem JAB 00-02-2/2J3D diferiu dos outros genótipos nos sistemas de controle I e II pela baixa qualidade das sementes, sendo esta também indicada como tendo menor resistência ao complexo de percevejos. Em contrapartida, dentre as linhagens, a LQ1050 é aquela cujas as sementes têm qualidade superior, apresentando também elevado nível de produtividade. A variabilidade de resultados entre as sementes dos cultivares e das linhagens de soja quanto à qualidade de sementes sugere que alguns genótipos são mais afetados pelo ataque de percevejos em relação à outros, havendo um indício de que os genótipos mais resistentes ao percevejo também perdem menos em qualidade de sementes e vice-versa.

Por outro lado, quando a contagem final da germinação (G) foi analisada, todos os genótipos diferiram em relação ao sistema de controle, uma vez que as maiores médias foram obtidas para o sistema de controle II, onde o controle dos insetos foi realizado. Assim, fica claro que o dano causado por percevejos afeta todos os genótipos estudados, em maior ou menor magnitude.

Nas sementes dos genótipos IAC-100, LQ1050 LQ1402, CD215 e BMX Potência RR foram observados valores médios iguais ou superiores a 86% de germinação e menores para JAB 00-02-2/2J3D com 75%.

Todos genótipos do sistema de controle I tiveram uma tendência de produzir sementes com baixa germinação. Teste de germinação é rotineiramente utilizado pela facilidade de padronização comercial, porém, apenas fornece informações sobre o potencial de germinação em condições ideais, sendo que não é possível detectar o progresso de deterioração das sementes.

Pelo resultado da emergência de plântulas (E), referente a porcentagem final de plântulas emergidas (Tabela 8), a taxa de emergência foi significativamente superior no sistema de controle II, em relação ao sistema I. Tal resultado é provavelmente consequência das diferenças dos níveis de vigor apontadas anteriormente. Contudo, uma vez que houve interação, não foi possível traçar uma associação entre genótipos com diferentes níveis de resistência e variações na E. As únicas diferenças observadas foram relativas às diferenças entre os próprios genótipos.

Tabela 8 - Emergência de plântulas (E) em porcentagem, de sementes de oito genótipos de soja produzidas no sistema de controle I e II (SI e SII), ano agrícola 2013/14

Genótipos	E		
	SI	SII	μ_s
IAC-100	86	90	88 B
LQ1050	92	92	92 A
LQ1402	86	92	89 B
LQ1504	85	90	87 B
CD215	85	87	86 B
BMX Potência RR	92	96	94 A
V-Max RR	85	94	89 B
JAB 00-02-2/2J3D	79	88	84 B
μ_G	86 b	91 a	89

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada genótipo, pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. μ_G = média dos genótipos para cada sistema; μ_s = média dos genótipos para ambos os sistemas

Maiores porcentagens de emergência de plântulas foram verificadas para as sementes dos genótipos LQ1050 e BMX Potência RR, sendo os outros genótipos semelhantes. O mesmo comportamento foi observado no teste de germinação. Quando em condições favoráveis, a emergência da plântula em campo corresponde

ao teste de germinação, o que daria uma ideia do comportamento destes genótipos com base nestes testes.

Quanto à condutividades elétrica (Tabela 9), os valores padrões a serem considerados, conforme Vieira e Krzyzanowski (1999), devem ser até 70-80 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, para lotes de sementes de soja de alto vigor. Porém, quanto mais próximos destes valores, maior a tendência de apresentarem médio vigor, o que indica genótipos de soja com uma maior eficiência na reorganização de membranas, não significando propriamente em danos (JOSÉ et al., 2004). O teste de condutividade elétrica tem sido proposto para a avaliação do vigor das sementes, sendo relacionado com a integridade das membranas celulares.

Evidências de variabilidade genética para a permeabilidade das membranas celulares em sementes de soja foram constatadas por Kryzanowski et al. (1997).

Tabela 9 - Envelhecimento Acelerado (EA) em porcentagem, e condutividade elétrica (CE) de sementes de oito genótipos de soja produzidas no sistema de controle I e II (SI e SII), ano agrícola 2013/14

Genótipos	EA			CE		
	SI	SII	μ_s	SI	SII	μ_s
IAC-100	36 Cb	72 Ba	54	93,23	98,63	95,93 A
LQ1050	70 Ab	80 Aa	75	76,49	81,25	78,87 B
LQ1402	54 Bb	70 Ba	62	90,97	94,61	92,79 A
LQ1504	56 Bb	69 Ba	62	71,63	70,05	70,84 B
CD215	74 Aa	81 Aa	78	85,26	93,90	89,58 A
BMX Potência RR	70 Ab	79 Aa	75	83,39	91,04	87,22 A
V-Max RR	50 Ba	59 Ca	54	75,58	72,75	74,16 B
JAB 00-02-2/2J3D	56 Bb	71 Ba	64	87,47	89,67	88,57 A
μ_G	58	73	65	83,00 a	86,49 a	84,75

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada genótipo, pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. μ_G = média dos genótipos para cada sistema; μ_s = média dos genótipos para ambos os sistemas

Assim, na Tabela 9, os maiores valores da condutividade foram observados nas sementes dos genótipos IAC-100, LQ1402, CD215, JAB 00-02-2/2J3D, BMX Potência RR. Entre estes, somente os genótipos JAB 00-02-2/2J3D, BMX Potência RR apresentaram desempenho inferior da qualidade das sementes. Embora os

outros genótipos citados terem também apresentado altos valores de condutividade, não houve relação destes com a redução da qualidade das sementes.

A linhagem LQ1050 destaca-se entre os menores valores de condutividade elétrica e melhor desempenho em todos os testes de qualidade das sementes. Ressalta-se que, dependendo do teste utilizado, há algumas inversões de comportamento.

No teste de envelhecimento acelerado, a taxa de deterioração das sementes é aumentada por meio de sua exposição às condições adversas de temperatura e umidade relativa, provocando alterações degenerativas no metabolismo das sementes. A deterioração nas sementes de todos genótipos foi mais severa no sistema de controle I, exceto para o genótipo CD215 (Tabela 9). Esta deterioração pode ter sido desencadeada por uma maior perda de integridade do sistema de membranas celulares, promovendo um descontrole do metabolismo e, conseqüentemente, redução da viabilidade dessas sementes, o que não foi detectado no teste de germinação. Mais uma vez, fica evidente o quanto que as condições de exposição ao estresse pelo ataque de percevejos podem promover o declínio da produção de sementes de qualidade.

A seleção de plantas de genótipos de soja que produzem sementes de alto vigor mesmo em condições de estresse por percevejo deve ser considerada um fator importante no melhoramento.

Áreas cultivadas com sementes de soja com alto vigor tendem a apresentar melhores índices produtivos (KOLCHINSKI; SCHUCH; PESKE, 2005). Também, Scheeren et al. (2010), verificaram que as plantas provenientes de sementes de soja com alto vigor, cresceram mais até 75 dias após a semeadura e a produtividade pode alcançar 9% a mais do que lotes de baixo vigor.

Análise de Componentes Principais (ACP)

Na análise de componentes principais realizada para o sistema de controle I e II (Tabelas 10 e 11), através da matriz de correlação dos dados, selecionou-se o plano bidimensional formado pelos componentes principais 1 e 2 que, juntos, retiveram 78,8% e 79,8% da variabilidade dos genótipos no sistema de controle I e II respectivamente.

Tabela 10 - Valores de autovalores, cumulativo e autovetores dos componentes principais obtidos por meio da análise de componentes principais dos dados dos testes de sementes do sistema de controle I, ano agrícola 2013/14

	Autovalor	Variância	Acumulada	G	PC	EA	CE	E
CP1	2,58	0,5150	0,515	-0,57	-0,56	-0,27	0,08	-0,53
CP2	1,36	0,2730	0,788	0,29	0,26	-0,59	0,69	-0,18
CP3	0,70	0,1410	0,928	-0,03	0,31	-0,66	-0,68	-0,07
CP4	0,33	0,067	0,995	0,37	0,22	0,34	-0,16	-0,82
CP5	0,02	0,005	1,000	0,68	-0,69	-0,19	-0,17	0,08

Tabela 11 - Valores de autovalores, cumulativo e autovetores dos componentes principais obtidos por meio da análise de componentes principais dos dados dos testes de sementes do sistema de controle II, ano agrícola 2013/14

	Autovalor	Variância	Acumulada	G	PC	EA	CE	E
CP1	2,55	0,5110	0,5110	0,58	0,59	0,40	0,36	0,19
CP2	1,43	0,2870	0,7970	0,21	0,18	-0,46	-0,47	0,70
CP3	0,56	0,1120	0,9090	-0,01	-0,23	-0,48	0,80	0,28
CP4	0,41	0,0830	0,9920	-0,40	-0,27	0,61	0,07	0,63
CP5	0,04	0,0080	1,0000	0,68	-0,71	0,15	-0,11	0,00

A importância de um componente principal é avaliada por meio de sua contribuição, isto é, pela proporção de variância total explicada pelo componente. Assim, na Tabela 10, para os sistemas de controle I, as variáveis que apresentaram maior poder discriminatório em CP1 (51,5%) foram G (-0,57) e PC (-0,56) e no CP2 (27,3%), a CE (0,69) e EA (-0,59).

Dentre os cinco parâmetros de sementes avaliados, aqueles que mais contribuíram para a variabilidade dos genótipos no sistema de controle II no CP1 (51,07%) foram PC (0,59), G (0,58) e EA (0,40) e no CP2 (28,65%) foram E (0,70), CE (-0,47) e EA (-0,46) (Tabela 11).

Com base na análise do gráfico *biplot* (Figura 12 A), verifica-se no sistema de controle I que a linhagem LQ1402 foi mais discriminada de acordo com os parâmetros de germinação e primeira contagem, ou seja, nas mesmas condições de estresse de percevejos conseguiu sobressair com sementes com maior vigor e viabilidade dentre os genótipos estudados. O genótipo IAC-100 também neste mesmo quadrante é associado com esses parâmetros. Em um quadrante oposto, a linhagem JAB 00-02-2/2J3D está distribuída mais distante da origem do eixo e no sentido oposto do crescimento da importância de todos parâmetros de vigor e

viabilidade das sementes. Portanto, é uma linhagem suscetível que não suporta o ataque de percevejos e, por conseguinte, a qualidade de suas sementes é inferior.

O genótipo V-Max RR também, tem um comportamento semelhante ao da linhagem JAB 00-02-2/2J3D, em função da qualidade das sementes. Os outros genótipos, por estarem agrupados no quadrante esquerdo inferior, tiveram desempenho fisiológico das sementes similar e discriminados com maiores valores para a emergência de plântula e envelhecimento acelerado. A projeção do vetor da CE indica uma certa independência dessa variável, ou seja, ausência de correlação com as outras variáveis, corroborando com a análise de correlação na Tabela 14.

É importante salientar que a escolha de um único teste para avaliar os parâmetros fisiológicos das sementes não reflete o seu potencial, já que cada teste avalia sementes de um modo particular. Por isso, a análise multivariada permite compreender a dependência contida nas variáveis e também caracterizar grupos de genótipos de soja segundo características específicas.

No gráfico de *biplot* do sistema de controle II (Figura 12 B), pode-se visualizar uma maior dispersão dos genótipos em relação às variáveis que definem os componentes. Nos quadrantes do lado esquerdo do gráfico estão discriminados os genótipos LQ1050, BMX Potência RR, IAC-100 e CD215, que são genótipos que em geral apresentam sementes com qualidade fisiológica superior. Também são os mais associados com parâmetros relacionados com a viabilidade e o vigor das sementes. Já as linhagens dispersas no quadrante do lado direito do gráfico são as que tiveram menor associação das sementes com os parâmetros de qualidade fisiológica avaliados.

Com base na análise geral envolvendo características de sementes para avaliação da qualidade fisiológica, é possível dizer que houve variação do comportamento entre os genótipos estudados. Contudo, há uma tendência de que os genótipos que são classificados como sendo mais resistentes ao complexo de percevejos, são também aqueles que apresentam maior qualidade de sementes.

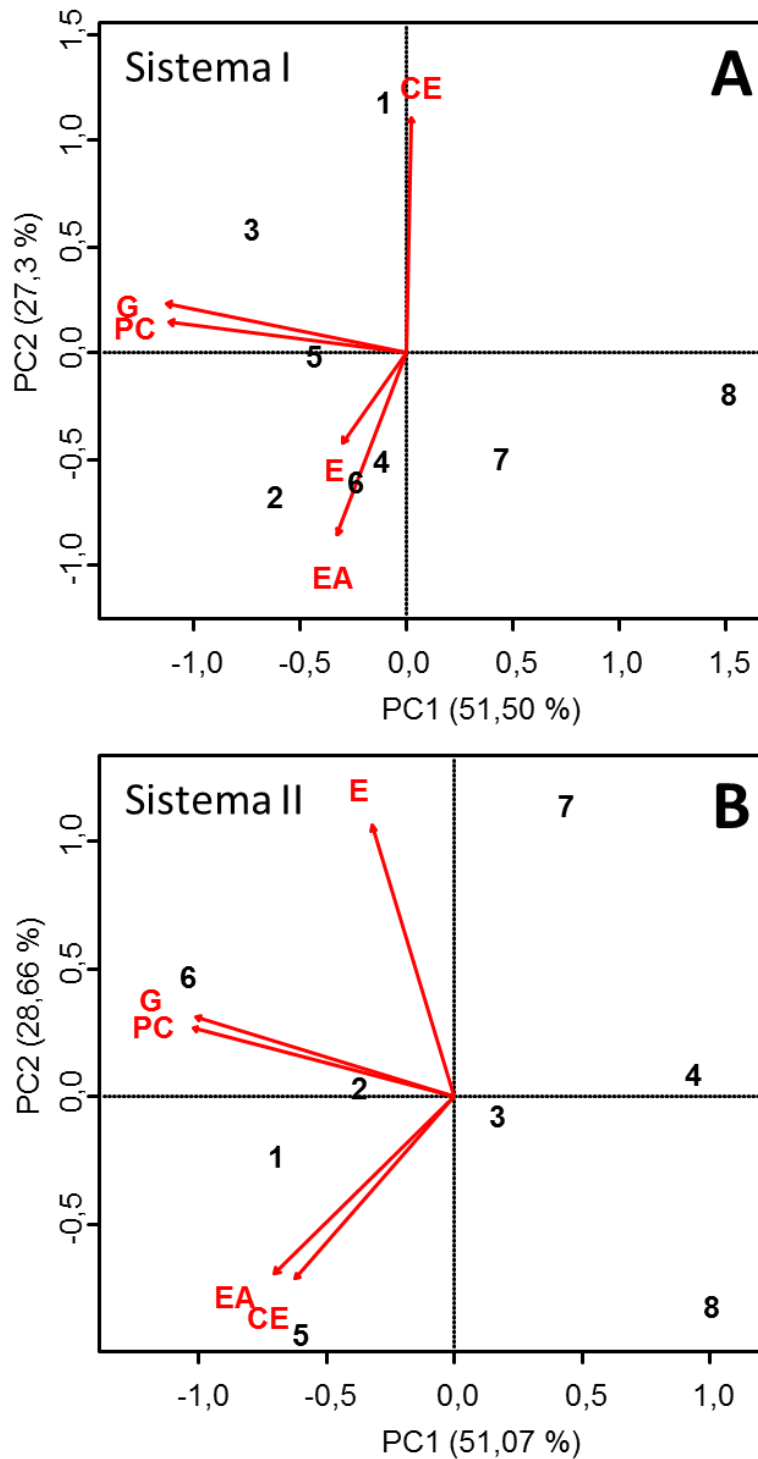


Figura 12 - Gráfico de *Biplot* dos genótipos dispersos entre os dois primeiros componentes principais para as características: germinação (G) e primeira contagem da germinação (PC), em porcentagem, envelhecimento acelerado (EA) em porcentagem, e condutividade elétrica (CE) de sementes e emergência de plântulas (E) de oito genótipos de soja produzidas no sistema de controle I (A) e II (B), ano agrícola 2013/14. Genótipos: 1-IAC-100; 2- LQ1050; 3- LQ1402; 4- LQ1504; 5- CD215; 6- BMX Potência RR; 7- V-Max RR e 8- JAB 00-02-2/2J3D

4.3.3 Teste de tetrazólio

Tetrazólio é um teste que tem sido constantemente adotado para avaliação nas diversas etapas de produção da semente de soja, por ser rápido, preciso e que, além da viabilidade e vigor das sementes, também fornece o diagnóstico das possíveis causas da redução da qualidade (Figura 13).

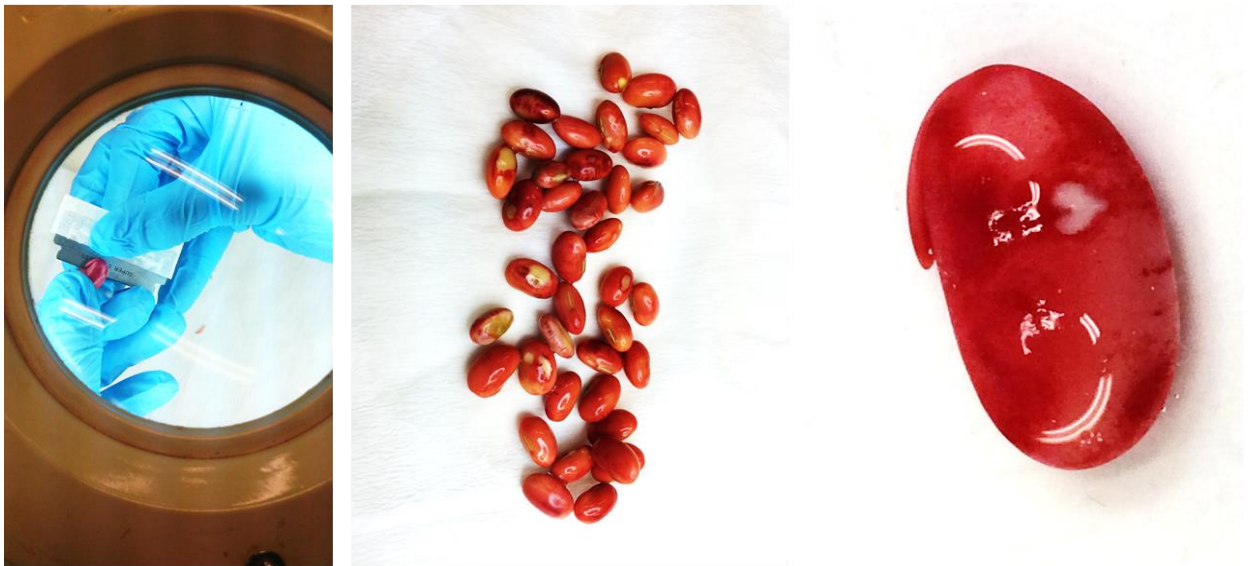


Figura 13 - Análise do teste de tetrazólio e sementes de soja com danos causados por percevejo no ano agrícola 2013/14

Para estimar a viabilidade das sementes e o vigor, este teste baseia-se em alterações de cor do tecido das sementes com vida, que são colocadas em contato com uma solução de cloreto de 2,3,5 trifenil tetrazólio, refletindo assim o grau de atividade do sistema da enzima desidrogenase, intimamente relacionado com a respiração e viabilidade da semente (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI, 2009; MARCOS FILHO, 2015).

Assim, foi realizada uma análise com as características referentes aos danos causados por percevejo (DP1 e DP2), danos mecânicos (DM1 e DM2), danos causados por umidade (DU1 e DU2) e resultados da viabilidade (VIA) e do vigor (VIG). Os danos do tipo 1 (DP1, DM1 e DU1) referem-se às notas entre 1 até 8 (presença do dano na semente na somatória de todas as classes) e os danos tipo 2 (DP2, DM2 e DU2) referem-se a notas entre 6 até 8 (presença de dano que inviabilizam a semente).

Para as características DP1, DP2 e DU1 foram detectadas diferenças significativas pela ANOVA (Tabela 12), para a interação entre genótipos e sistemas, sendo também identificadas diferenças significativas entre os sistemas para as características DM1, DU2 e VIA. Já para a variável VIG, só foram identificadas diferenças entre genótipos, não havendo efeito do sistema sobre esta. Em relação ao DM2, não foram observadas diferenças significativas para nenhum fator.

Os resultados obtidos de VIG e VIA confirmaram a diferença na qualidade fisiológica das sementes dos genótipos entre os dois sistemas de controle (Tabela 13). O VIG dos genótipos foi em média 71,08% e 87,03% e VIA 90,80% e 96,45% nos sistemas de controle I e II, respectivamente.

Entre os três danos encontrados nas sementes, os de percevejos foram aqueles de maior incidência nesta pesquisa, com médias de 28,15% de DP1 e 3,82% DP2. Na Tabela 13, a incidência de DP1 nos genótipos variou em média de 19,60% até 49,60% no sistema de controle I, ao passo que foram observados de 21% até 30,80% no sistema de controle II. Já para o DP2, dano que caracteriza as sementes inviáveis, a ocorrência variou em média de 2,20% até 8,85% no sistema de controle I e de 1,6 até 4% no sistema de controle II. Menor incidência de percevejos foi detectada no sistema de controle II devido ao adequado monitoramento e controle dos insetos no campo.

Para os danos totais por percevejos (notas 1-8) e para sementes inviáveis (notas 6-8) os genótipos V-Max RR e JAB 00-02-2/2J3D apresentaram os maiores valores no sistema de controle I. A linhagem LQ1504 foi aquela com menor ocorrência de danos por percevejo (DP1 = 19,6% e DP2 = 3%). Ressalta-se que a intensidade de danos por percevejos foi suficiente para afetar o VIG e a VIA das sementes destes genótipos. Costa et al. (1994) salientaram em sua pesquisa que para o grupo de cultivares de soja precoce, os danos causados por percevejos são menos prejudiciais à qualidade das sementes do que os danos mecânicos e a deterioração por umidade.

A dimensão da área danificada, sua localização e a extensão do dano na semente são aspectos que determinam a viabilidade e o vigor. Na Figura 14 observa-se diferentes localizações de danos por percevejo nas estruturas das sementes de soja.

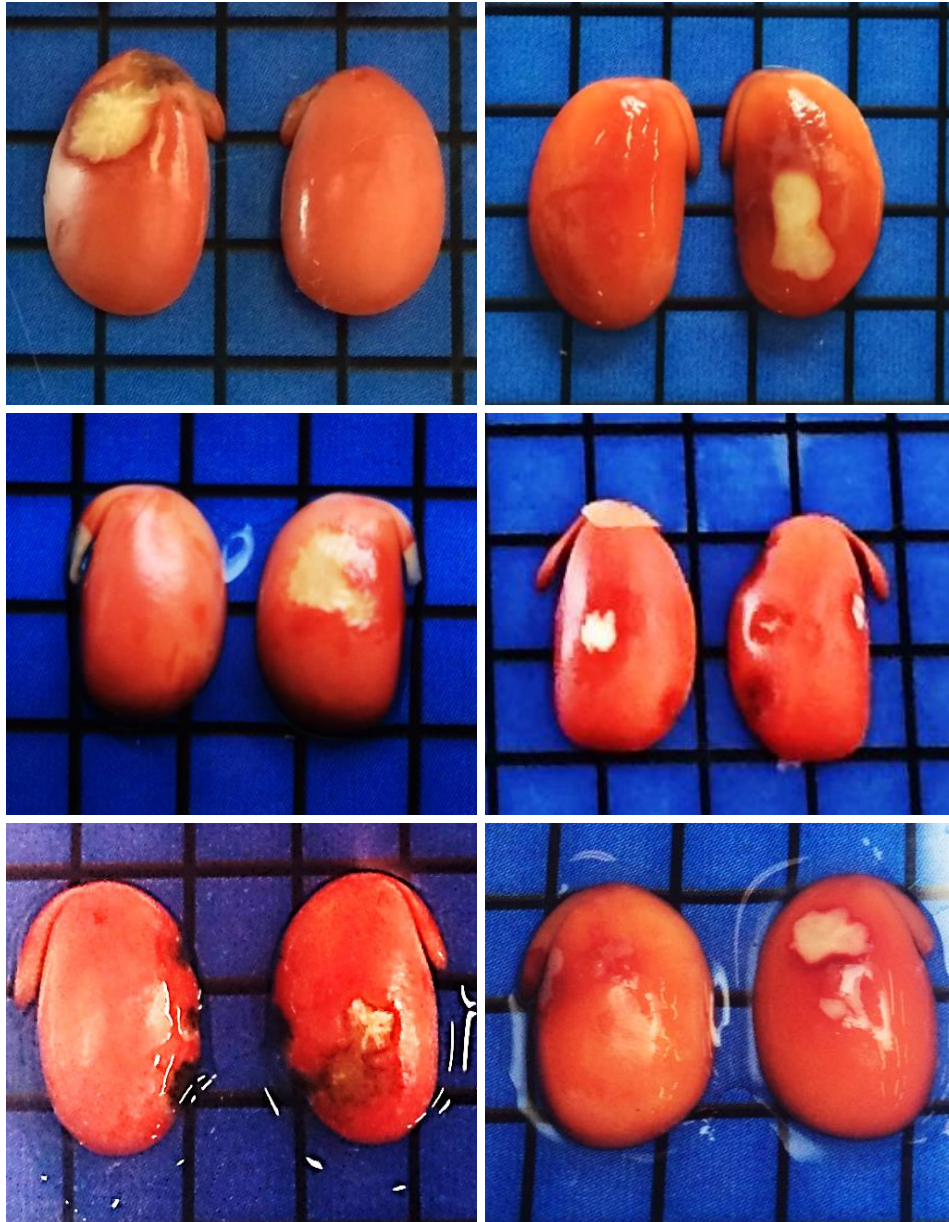


Figura 14 – Análise de sementes de soja pelo teste de tetrazólio. Danos por percevejos localizados em diferentes áreas da estrutura das sementes: cotilédones, eixo embrionário e radícula

Tabela 12 - Resumo da análise de variância, em porcentagem, dos danos por percevejo (DP1 e DP2), danos mecânicos (DM1 e DM2), danos por umidade (DU1 e DU2), vigor (VIG) e viabilidade (VIA) avaliados pelo teste tetrazólio em sementes de oito genótipos de soja produzidas no sistema de controle I e II, ano agrícola 2013/14

FV	GL	DP1	DP2	DM1	DM2	DU1	DU2	VIG	VIA
Bloco/Sistema	8	47,18	8,44	0,0048	0,00063	75,41	0,0021	80,70	152,57
Genótipo (G)	7	281,06**	9,56	0,0047	0,00130	239,53**	0,0032	283,90*	109,22
Sistema (S)	1	451,25**	84,05**	0,0332**	0,00036	505,01**	0,0123*	5088,10**	638,45*
G x S	7	215,19**	14,88**	0,0039	0,00037	129,84**	0,0031	181,30	134,94
Erro	56	42,03	4,77	0,0034	0,00073	40,40	0,0018	98,60	113,01
CV (%)		23,03	57,08	42,10	32,82	29,14	43,00	12,56	11,35
μ		28,15	3,82	1,79	0,25	21,81	0,69	79,05	93,62

*significativo a 5% e **significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott. Danos tipo 1: notas 1-8; Danos tipo 2: notas 6-8, Vigor: notas 1-2 e Viabilidade: notas 1-5. Nota 1: sementes sem danos, notas 2-3: sementes com danos leves que não afetaram o vigor e viabilidade, nota 4-5: sementes com danos severos que afetaram o vigor e não a viabilidade, nota 6: sementes com danos que afetaram a viabilidade e /ou sementes inviáveis

Tabela 13 – Valores médios, em porcentagem, de danos por percevejo (DP1 e DP2), danos mecânicos (DM1 e DM2), danos por umidade (DU1 e DU2), vigor (VIG) e viabilidade (VIA) avaliados pelo teste tetrazólio em sementes de oito genótipos de soja produzidas no sistema de controle I e II (SI e SII), ano agrícola 2013/14. Danos tipo 1: notas 1-8; Danos tipo 2: notas 6-8, vigor: notas 1-3 e viabilidade: notas 1-5

Genótipos	(continua)					
	DP1			DP2		
	SI	SII	μ_s	SI	SII	μ_s
IAC-100	28,8 Ca	22,8 Aa	25,8	4,6 Ba	2,2 Aa	3,4
LQ1050	23,8 Ca	24,0 Aa	23,9	2,2 Ba	3,0 Aa	2,6
LQ1402	27,4 Ca	27,0 Aa	27,2	4,2 Ba	4,0 Aa	4,1
LQ1504	19,6 Ca	26,6 Aa	23,1	3,0 Ba	2,6 Aa	2,8
CD215	27,2 Ca	21,0 Aa	24,1	4,4 Ba	2,6 Aa	3,5
BMX Potência RR	29,0 Ca	28,8 Aa	28,9	5,0 Ba	2,6 Aa	3,8
V-Max RR	49,6 Aa	25,2 Aa	37,4	8,8 Aa	1,6 Ab	5,2
JAB 00-02-2/2J3D	38,8 Ba	30,8 Aa	34,8	6,6 Aa	3,8 Aa	5,2
μ_G	30,52	25,77	28,15	4,85	2,80	3,82

Genótipos						
	DM1			DM2		
	SI	SII	μ_s	SI	SII	μ_s
IAC-100	1,8	1,0	1,4 A	0,8	0,6	0,7 A
LQ1050	4,2	1,8	3,0 A	0,0	0,0	0,0 A
LQ1402	2,6	0,6	1,6 A	0,2	0,0	0,1 A
LQ1504	0,2	1,4	0,8 A	0,2	0,6	0,4 A
CD215	1,6	0,4	1,0 A	0,2	0,2	0,2 A
BMX Potência RR	3,0	1,0	2,0 A	0,0	0,0	0,0 A
V-Max RR	3,2	1,0	2,1 A	0,2	0,0	0,1 A
JAB 00-02-2/2J3D	3,4	1,4	2,4 A	0,8	0,2	0,5 A
μ_G	2,50 a	1,07 a	1,79	0,3 a	0,2 a	0,25

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada genótipo, pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. μ_G = média dos genótipos para cada sistema; μ_s = média dos genótipos para ambos os sistemas

Tabela 13 – Valores médios, em porcentagem, de danos por percevejo (DP1 e DP2), danos mecânicos (DM1 e DM2), danos por umidade (DU1 e DU2), vigor (VIG) e viabilidade (VIA) avaliados pelo teste tetrazólio em sementes de oito genótipos de soja produzidas no sistema de controle I e II (SI e SII), ano agrícola 2013/14. Danos tipo 1: notas 1-8; Danos tipo 2: notas 6-8, vigor: notas 1-3 e viabilidade: notas 1-5

Genótipos	(conclusão)					
	DU1			DU2		
	SI	SII	μ_s	SI	SII	μ_s
IAC-100	25,0 A	19,6 B	22,3	1,6	0,2	0,9 A
LQ1050	12,6 B	18,8 B	15,7	0,0	1,0	0,5 A
LQ1402	22,0 A	28,8 A	25,4	0,4	0,4	0,4 A
LQ1504	22,0 Ab	31,8 Aa	26,9	2,6	0,4	1,5 A
CD215	25,0 A	17,8 B	21,4	1,8	0,2	1,0 A
BMX Potência RR	9,2 Bb	18,4 Ba	13,8	0,0	0,0	0,0 A
V-Max RR	22,4 Ab	31,6 Aa	27,0	0,6	0,0	0,3 A
JAB 00-02-2/2J3D	16,2 Bb	27,8 Aa	22,0	1,2	0,6	0,9 A
μ_G	19,30	24,32	21,85	1,02 a	0,35 b	0,69

Genótipos	VIG			VIA		
	SI	SII	μ_s	SI	SII	μ_s
	IAC-100	74,8	83,6	79,2 A	92	95,8
LQ1050	82,4	91,2	86,8 A	96,2	97,2	96,7 A
LQ1402	75,6	83,2	79,4 A	94,6	95,2	94,9 A
LQ1504	56,6	86,6	71,6 B	74,6	97,6	86,1 A
CD215	79,0	88,6	83,8 A	93,2	95,8	94,5 A
BMX Potência RR	73,0	90,0	81,5 A	94,6	97,4	96,0 A
V-Max RR	66,8	90,0	78,4 A	90,6	98,4	94,5 A
JAB 00-02-2/2J3D	60,4	83,0	71,7 B	90,6	94,2	92,4 A
μ_G	71,08 b	87,03 a	79,05	90,80 b	96,45 a	93,62

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada genótipo, pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. μ_G = média dos genótipos para cada sistema; μ_s = média dos genótipos para ambos os sistemas

Análise de Componentes Principais (ACP)

De forma a agrupar todas as variáveis e analisar as informações conjuntamente, foi realizada a análise de componentes principais para cada sistema (Tabelas 14 e 15), onde representou-se apenas em componentes principais 1 e 2.

Para o sistema de controle I, o valor acumulado do CP1 (44,6%) mais CP2 (29,8%), foi de 74,4% da variabilidade sendo explicada com relação aos parâmetros estudados.

O poder de discriminação das variáveis em cada componente principal é medido pela correlação entre cada variável e o componente principal. Assim, a variável que mais contribuiu com a variabilidade dos genótipos em CP1 (-0,15 DP1 - 0,06 DP2 -0,48 DM1 +0,19 DM2 +0,51 DU1 -0,34 VIG -0,47 VIA) foi o dano por umidade (classe 1-8) e as variáveis que mais contribuíram com a variabilidade no CP2 (-0,61 DP1 -0,62 DP2 - 0,15 DM1 - 0,35 DM2 - 0,14 DU1 + 0,0 DU2 + 0,30 VIG - 0,02 VIA) foram danos por percevejos das classes 1-8 e classes 6-8 que inviabiliza as sementes (Tabelas 14 e 15).

Tabela 14 - Valores de autovalores, cumulativo e autovetores dos componentes principais obtidos por meio da análise de componentes principais dos dados do teste de tetrazólio do sistema de controle I, ano agrícola 2013/14

	Autovalor	Variância	Acumulada	DP1	DP2	DM1	DM2	DU1	DU2	VIG	VIA
CP1	3,57	0,4460	0,4460	-0,15	-0,06	-0,48	0,19	0,34	0,51	-0,34	-0,47
CP2	2,38	0,2980	0,7440	-0,61	-0,62	-0,15	-0,35	-0,14	0,00	0,30	-0,02
CP3	1,13	0,1420	0,8860	-0,02	-0,04	-0,08	0,36	0,60	0,13	0,55	0,42
CP4	0,69	0,0870	0,9720	0,23	0,27	-0,23	-0,79	0,39	-0,05	0,17	-0,08
CP5	0,13	0,0160	0,9880	0,13	-0,41	0,67	-0,04	0,46	-0,08	-0,10	-0,38
CP6	0,08	0,0090	0,9980	-0,23	-0,01	-0,30	0,16	0,30	-0,81	-0,29	0,00
CP7	0,02	0,0020	1,0000	-0,27	0,00	0,19	-0,23	0,21	0,24	-0,59	0,63
CP8	0,00	0,0000	1,0000	0,65	-0,61	-0,33	-0,02	-0,08	-0,03	-0,16	0,25

Tabela 15 - Valores de autovalores, cumulativo e autovetores dos componentes principais obtidos por meio da análise de componentes principais dos dados agronômicos e de resistência do teste de tetrazólio do sistema de controle II, ano agrícola 2013/14

	Autovalor	Variância	Acumulada	DP1	DP2	DM1	DM2	DU1	DU2	VIG	VIA
CP1	2,79	0,3490	0,3490	-0,35	-0,54	-0,08	-0,04	-0,16	-0,29	0,47	0,50
CP2	1,84	0,2300	0,5790	0,23	0,09	0,63	-0,28	0,03	0,50	0,38	0,27
CP3	1,42	0,1780	0,7570	-0,42	0,21	-0,14	-0,21	-0,72	0,30	0,15	-0,30
CP4	1,28	0,1600	0,9160	0,34	0,20	-0,38	-0,76	0,07	-0,29	0,18	0,01
CP5	0,49	0,0610	0,9780	-0,60	0,12	-0,25	-0,20	0,62	0,38	0,00	0,08
CP6	0,13	0,0160	0,9940	-0,12	-0,62	0,33	-0,44	0,08	-0,03	-0,29	-0,46
CP7	0,05	0,0060	1,0000	-0,14	0,13	0,12	-0,25	-0,24	-0,04	-0,69	0,60
CP8	0,00	0,0000	1,0000	0,39	-0,45	-0,50	0,04	-0,11	0,59	-0,13	0,14

No gráfico *biplot* (Figura 15) é possível identificar quais variáveis agrupar e quais são fortemente correlacionadas. Os genótipos que estão na periferia da origem do eixo principal são os mais explicados para as variáveis que definiram os componentes.

É possível verificar pela análise de componentes principais e o resumo de análise da variância onde as características que influenciaram na discriminação dos genótipos JAB 00-02-2/2J3D e V-Max RR foram DP1 e DP2 (Figura 15 A), caracterizando-os como genótipos mais suscetíveis à incidência de dano por percevejo. Também, observa-se que os danos por percevejos podem afetar a qualidade fisiológica das sementes desses genótipos que estão distantes dos parâmetros de vigor e viabilidade. Ao contrário, os genótipos plotados opostos às projeções do DP1 e DP2 foram os que tiveram menor incidência do dano por percevejos. Como no caso da CD215, que mesmo suscetível, não foi dentre os genótipos, aquele mais afetado com a incidência do dano por percevejos.

As características de vigor e viabilidade influenciaram no agrupamento dos genótipos BMX Potência RR, LQ1402 e LQ1050. De acordo com a posição da LQ1050 no gráfico (discriminada na periferia e no sentido crescente da projeção do vetor do vigor) destaca-se com maior nível de qualidade fisiológica das sementes. Ressalta-se, também que a população de percevejos não inferiu na qualidade das sementes do mesmo. Porém, em oposição essas características e distante das mesmas, a linhagem LQ1504 é que foi menos correlacionada com as características das sementes avaliadas pelos testes de vigor e viabilidade. Apesar da linhagem LQ1504, que é uma das mais produtivas, ter menor incidência de danos por percevejos, estes foram suficientes para afetar o vigor e viabilidade das sementes.

Em contrapartida, a dispersão dos genótipos no gráfico de *biplot* da análise de componentes principais do sistema controle II é diferenciada pela importância das variáveis neste sistema (Figura 15 B). O primeiro componente principal (CP1 = 34,90%) e o segundo componente (CP2 = 23%) reteve 57,90% do total da variabilidade dos dados obtidos no sistema de controle II.

Pela Tabela 15, pode-se inferir que os parâmetros que mais influenciaram para a variabilidade no CP1 (-0,35 DP1 -0,54 DP2 -0,08 DM1 -0,04 DM2 -0,29 DU1 +0,47 VIG +0,50 VIA) foram o DP2 (notas 6-8) e a VIA. Já para o CP2 (+0,23 DP1 +0,09 DP2 +0,63 DM1 -0,28 DM2 +0,03 DU1 +0,50 DU2 +0,38 VIG +0,27 VIA) foram o DM1 (notas 1-8) e o DU2 (notas 6-8).

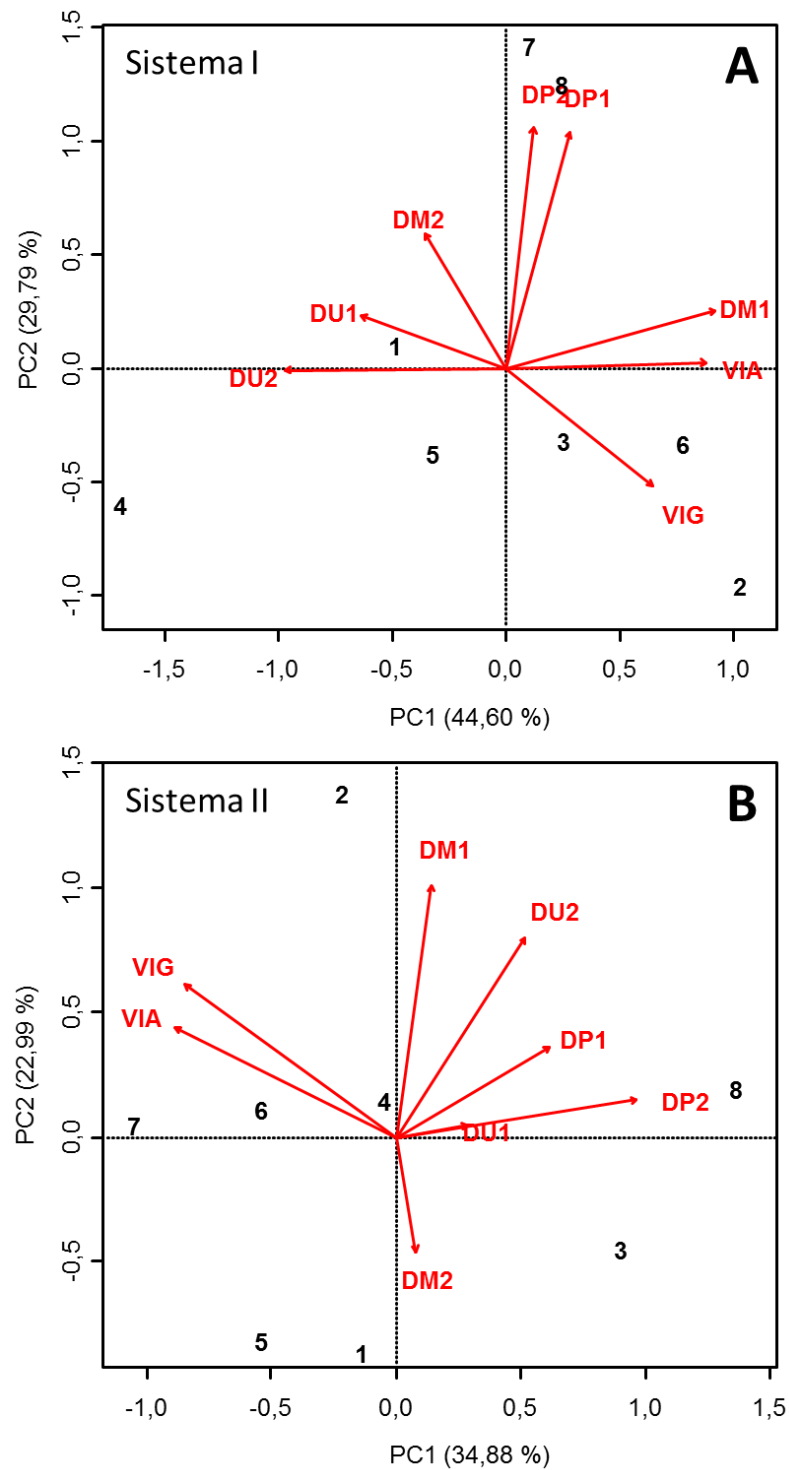


Figura 15 - Gráfico de *Biplot* das dispersão dos genótipos entre os dois primeiros componentes principais para as características danos por percevejo (DP1 e DP2), danos mecânicos (DM1 e DM2), danos por umidade (DU1 e DU2), vigor (VIG) e viabilidade (VIA) avaliados pelo teste tetrazólio em sementes de oito genótipos de soja produzidas no sistema de controle I e II (SI e SII), ano agrícola 2013/14. Genótipos: 1-IAC-100; 2- LQ1050; 3- LQ1402; 4- LQ1504; 5- CD215; 6- BMX Potência RR; 7- V-Max RR e 8- JAB 00-02-2/2J3D

Através da análise de componentes principais (Figura 15 B) observa-se que a linhagem JAB 00-02-2/2J3D, tal como no sistema de controle I, pode ser destacada pela correlação positiva com danos por percevejos 1 e 2 (DP1 e DP2) e negativamente com VIG e VIA. Além disso, está associada também com menor proporções para as outras variáveis de danos nas sementes neste quadrante. A linhagem LQ1402 está agrupada no quadrante oposto das projeções de VIG e VIA, indicando que tem uma correlação negativa para esses parâmetros, ou seja, possui menor qualidade das sementes. No quadrante das projeções crescentes do vetor do VIG e da VIA das sementes, o genótipo mais discriminante foi LQ1050, que mostra mais uma vez, uma qualidade fisiológica das sementes superior as demais.

De forma geral, os gráficos de *biplot* tanto do sistema I quanto do sistema II mostram uma tendência de agrupamento dos genótipos que apresentam melhor qualidade das sementes, em direções opostas àquelas ocupadas pelos diferentes tipos de danos. De maneira análoga, os genótipos com menor vigor de sementes acabaram ficando mais próximos das variáveis associadas aos danos.

Dentre as linhagens estudadas, LQ1050 e JAB 00-02-2/2J3D foram discriminadas em maior e menor qualidade fisiológica das sementes, respectivamente. Contudo, fica claro que a associação entre genótipos que apresentam maior resistência ao complexo de percevejos e os parâmetros ligados à qualidade de sementes é de certa forma forte, mas não é total. Isso quer dizer que há uma tendência de que os genótipos que apresentam maior resistência ao complexo de percevejos e maiores rendimentos, também apresentem maior vigor e qualidade de sementes. Porém, uma boa parte das variáveis que afetam a qualidade de sementes são relativas às características do próprio genótipo ou ao manejo que é dado à estes durante a produção das sementes.

Para uma visão ampla sobre as associações entre todas as variáveis estudadas até este momento, é apresentada a seguir uma matriz de correlação dos dados destas variáveis, na qual alguns pontos destacados na análise de componentes principais podem ser reforçados.

4.3.4 Análise de correlação

A análise de correlação entre características agronômicas, de resistência e de qualidade de sementes está apresentada na Tabela 14. Com base na matriz de

correlação, pode-se notar que no sistema de controle I, houve uma correlação significativa e positiva ($r = 0,41$) entre o VIG e PSB, onde infere-se que um dos parâmetros utilizados para avaliar a resistência ao complexo de percevejos (peso de sementes boas - PSB), está relacionado com maior qualidade fisiológica de sementes. Ou seja, além dos genótipos resistentes possuírem maior potencial de rendimento de grãos, estes também são aqueles que apresentam maior vigor de sementes. Uma correlação positiva com PSB é vista também com os parâmetros G ($r = 0,52$), PC ($r = 0,65$) e E ($r = 0,59$), ou seja, fica evidente que existe um grau de associação entre maior resistência ao complexo de percevejos e maior qualidade de sementes.

De maneira análoga, as características que estão associadas à suscetibilidade aos percevejos, também estão correlacionadas negativamente aos parâmetros de qualidade fisiológica das sementes. Assim, tem-se que o VIG está negativamente correlacionado com IPDV ($r = -0,31$) e RF ($r = -0,42$), onde os genótipos com maior incidência de danos por percevejos nas vagens apresentam também, baixo vigor de sementes. Outra correlação notável é constatada entre PMS e danos por percevejo (DP1 e DP2). Neste caso, temos PMS e DP1 apresentando uma correlação de $r = 0,60$ e PMS e DP2 uma correlação de $r = 0,39$. Isso indica que genótipos com sementes de tamanho maior tiveram uma alta incidência de danos por percevejos e conseqüentemente, ocorre a perda de vigor de sementes.

É interessante notar que a incidência do dano por percevejos está proporcionalmente associada ao tamanho das sementes, ou seja, quanto maior o PMS maior a incidência de sementes com dano. Não é coincidência que essa característica PMS esteja envolvida com a resistência ao complexo de percevejos, atuando de maneira a mitigar a ação do inseto. Esta observação corrobora com um dos mecanismos de resistência do genótipo IAC-100 (menor PMS entre os genótipos) de diluição de danos, denominado mecanismo de pseudo-resistência (LARA, 1991). Por ter menor PMS e maior número de sementes por plantas, o número de sementes com danos também é proporcionalmente reduzido. Isso é coerente com genótipos que possuem sementes pequenas serem mais resistentes ao complexo de percevejos, por conta da diluição no nível de danos causados por estes insetos.

Tabela 14 - Análise de matriz de correlação de características agronômicas, de resistência e de sementes avaliadas no sistema de controle I (diagonal inferior) e sistema de controle II (diagonal superior) o ano agrícola 2013/14

	RF	IPDV	PM	P	PSB	CICLO	VA	IA	PEG	ALT	G	PC	EA	CE	E	DP1	DP2	DM1	DM2	DU1	DU2	VIG	VIA
RF	-	0,20	-0,02	0,15	-0,07	<u>0,33</u>	<u>-0,45</u>	<u>0,38</u>	0,2	0,17	-0,24	-0,22	<u>-0,66</u>	-0,06	0,08	0,27	-0,12	0,08	0,00	<u>0,37</u>	-0,04	-0,17	0,14
IPDV	0,11	-	0,13	-0,22	<u>-0,46</u>	<u>0,70</u>	-0,27	-0,02	-0,16	<u>0,66</u>	<u>-0,51</u>	<u>-0,52</u>	-0,20	-0,18	-0,12	0,29	0,17	<u>0,32</u>	0,11	<u>0,35</u>	0,27	-0,24	-0,22
PM	-0,19	0,27	-	-0,12	-0,21	-0,05	<u>0,46</u>	<u>-0,61</u>	-0,12	-0,02	0,01	-0,07	0,08	-0,14	0,18	0,22	-0,05	0,00	<u>-0,37</u>	-0,07	0,04	0,26	0,09
P	0,08	-0,27	-0,23	-	<u>0,79</u>	-0,13	-0,07	0,20	0,18	-0,31	0,14	0,13	0,09	0,21	0,01	0,06	0,18	0,09	-0,04	-0,26	0,16	-0,16	-0,20
PSB	0,02	-0,51	<u>-0,37</u>	<u>0,82</u>	-	<u>-0,34</u>	0,00	0,14	0,23	<u>-0,41</u>	<u>0,36</u>	<u>0,35</u>	0,20	0,15	0,09	-0,17	-0,01	0,04	0,01	<u>-0,36</u>	0,17	0,06	-0,13
CICLO	0,27	<u>0,53</u>	-0,17	-0,17	<u>-0,51</u>	-	<u>-0,54</u>	<u>0,35</u>	-0,05	<u>0,59</u>	<u>-0,59</u>	<u>-0,52</u>	<u>-0,44</u>	-0,02	-0,16	0,22	0,11	0,24	0,18	<u>0,47</u>	0,23	<u>-0,37</u>	-0,14
VA	<u>-0,32</u>	0,02	0,23	0,10	0,13	<u>-0,32</u>	-	<u>-0,56</u>	<u>-0,38</u>	<u>-0,35</u>	0,29	0,25	<u>0,54</u>	0,09	-0,10	0,02	0,08	-0,13	-0,05	<u>-0,58</u>	0,00	0,24	-0,18
IA	0,30	-0,16	<u>-0,56</u>	0,05	0,07	<u>0,33</u>	<u>-0,74</u>	-	0,25	0,18	<u>-0,35</u>	-0,23	<u>-0,44</u>	-0,07	-0,21	0,18	0,02	0,04	<u>0,46</u>	<u>0,38</u>	0,16	<u>-0,32</u>	0,03
PEG	0,28	-0,11	-0,20	-0,03	0,10	0,12	<u>-0,39</u>	0,30	-	-0,16	0,07	-0,01	-0,24	-0,20	0,27	0,04	-0,04	0,11	-0,14	0,22	0,02	0,19	0,21
ALT	0,19	-0,06	-0,29	0,21	-0,01	0,28	<u>-0,37</u>	<u>0,32</u>	0,18	-	<u>-0,47</u>	<u>-0,40</u>	-0,23	-0,11	-0,07	0,26	0,10	0,11	0,24	<u>0,37</u>	0,04	<u>-0,33</u>	-0,11
G	0,00	-0,23	<u>-0,39</u>	<u>0,36</u>	<u>0,52</u>	-0,22	<u>0,31</u>	0,04	0,04	-0,16	-	<u>0,92</u>	<u>0,41</u>	0,22	0,25	<u>-0,49</u>	-0,26	-0,19	-0,25	<u>-0,53</u>	-0,06	<u>0,40</u>	0,07
PC	0,08	<u>-0,41</u>	<u>-0,51</u>	<u>0,38</u>	<u>0,65</u>	<u>-0,40</u>	0,11	0,16	0,20	-0,08	<u>0,85</u>	-	<u>0,42</u>	0,18	0,20	<u>-0,42</u>	-0,29	-0,19	-0,14	<u>-0,59</u>	-0,04	<u>0,40</u>	0,12
EA	-0,39	-0,07	0,29	0,00	0,11	<u>-0,43</u>	<u>0,50</u>	<u>-0,44</u>	<u>-0,32</u>	-0,30	0,04	-0,02	-	0,23	-0,11	<u>-0,32</u>	-0,04	-0,14	-0,22	<u>-0,62</u>	0,10	<u>0,34</u>	-0,02
CE	-0,12	-0,24	-0,12	-0,02	-0,06	0,02	0,09	-0,08	-0,05	0,12	0,06	0,14	-0,23	-	<u>-0,33</u>	-0,03	0,04	-0,15	-0,1	-0,28	-0,03	-0,27	<u>-0,32</u>
E	<u>-0,24</u>	-0,11	-0,12	<u>0,41</u>	<u>0,59</u>	<u>-0,35</u>	0,18	-0,08	0,18	-0,04	<u>0,48</u>	<u>0,46</u>	0,28	-0,23	-	-0,05	0,00	-0,05	<u>-0,36</u>	0,01	0,00	0,13	0,25
DP1	-0,10	0,16	<u>0,60</u>	<u>-0,43</u>	<u>-0,49</u>	0,06	-0,19	-0,13	-0,08	-0,07	<u>-0,34</u>	<u>-0,37</u>	-0,16	0,13	-0,27	-	0,26	-0,04	0,11	0,01	0,03	<u>-0,48</u>	-0,29
DP2	-0,13	-0,10	<u>0,39</u>	-0,11	-0,23	-0,02	-0,08	-0,21	-0,02	0,06	-0,30	-0,30	-0,19	0,29	<u>-0,38</u>	<u>0,65</u>	-	0,19	0,07	-0,01	0,20	<u>-0,61</u>	<u>-0,69</u>
DM1	-0,22	0,25	0,27	-0,13	-0,16	0,00	0,18	-0,24	-0,03	-0,17	0,01	-0,07	-0,02	0,11	-0,06	0,19	0,14	-	<u>0,38</u>	-0,05	0,27	-0,03	-0,15
DM2	0,06	0,14	-0,04	<u>-0,33</u>	<u>-0,37</u>	0,31	-0,04	-0,13	-0,04	0,06	<u>-0,32</u>	<u>-0,34</u>	-0,24	0,29	<u>-0,49</u>	0,22	0,30	0,15	-	-0,04	0,07	-0,26	-0,25
DU1	0,24	0,11	-0,21	-0,06	-0,05	0,01	-0,19	0,23	0,20	0,02	0,04	0,13	<u>-0,49</u>	0,16	-0,15	0,16	0,13	-0,11	0,11	-	-0,03	-0,13	0,24
DU2	0,27	0,14	-0,23	-0,07	-0,17	0,12	-0,05	0,11	0,16	0,17	-0,11	-0,02	-0,30	0,13	<u>-0,31</u>	-0,03	0,09	-0,05	0,09	<u>0,71</u>	-	-0,01	-0,03
VIG	<u>-0,42</u>	<u>-0,31</u>	-0,06	0,24	<u>0,41</u>	<u>-0,37</u>	0,28	-0,12	-0,07	-0,25	<u>0,53</u>	<u>0,46</u>	0,13	0,16	<u>0,49</u>	0,01	-0,09	0,15	-0,15	0,16	-0,12	-	<u>0,66</u>
VIA	<u>-0,33</u>	-0,11	0,15	0,04	0,10	-0,14	0,17	-0,14	-0,07	-0,24	0,27	0,13	0,05	0,15	<u>0,34</u>	<u>0,33</u>	0,04	0,12	-0,05	0,27	-0,01	<u>0,85</u>	-

Valores de correlações sublinhados são significativos à 5% de probabilidade de erro

Já no sistema II, no qual foi realizado o controle de percevejos, correlações positivas entre VIG são encontradas entre os parâmetros EA e VA ($r = 0,54$) e PC e PSB ($r = 0,35$). São notadas também, correlações inversas entre PC e IPDV ($r = -0,52$) e EA e RF ($r = -0,66$). Todas essas correlações indicam um alto grau de inter-relação, positiva e negativa entre as características associadas a resistência dos genótipos e qualidade fisiológica das sementes.

É notório, a ocorrência de correlação inversa do vigor das sementes em relação às características de resistência ao complexo de percevejos, tais como retenção foliar (RF) e índice de porcentagem de dano nas vagens (IPDV). Quanto maior os valores de RF e IPDV, menores as quantidades de sementes viáveis e com alto vigor. Assim, é claro que os percevejos afetam não só produção de sementes, mas também a qualidade das mesmas. Embora haja uma correlação significativa entre PSB e maior qualidade de sementes, vale ressaltar que tal correlação não é absoluta, sendo que genótipos que apresentam menor resistência ao complexo de percevejos também podem apresentar sementes de qualidade.

4.4 Análise de isoflavonas em resposta à defesa da planta ao estresse por percevejo

4.4.1 Identificação e quantificação de isoflavonas em vagens e sementes de soja

Na Figura 16 está apresentado o total de isoflavonas e seus compostos derivados identificados e quantificados em sementes e vagens imaturas dos genótipos de soja CD215 e LQ1050, produzidas em condições de estresse pelo complexo de percevejos no campo de produção do ano agrícola 2013/14.

Nas sementes e vagens de soja imaturas dos genótipos CD215 e LQ1050, não houve diferença significativa para o conteúdo total de isoflavona e seus compostos entre os genótipos estudados.

A comparação entre o teor total de isoflavona (soma de todas as formas de isoflavonas) identificadas nas sementes dos genótipos foi em média $1,784 \mu\text{g.g}^{-1}$ para a CD215 e de $1,696 \mu\text{g.g}^{-1}$ para a LQ1050. Para as vagens foram constatadas um total de isoflavona de $1,099 \mu\text{g.g}^{-1}$ na CD215 e $953 \mu\text{g.g}^{-1}$ na LQ1050. Em soja, esses valores podem variar de acordo com o genótipo, o estágio da planta e

condições ambientais. Na soja, as isoflavonas podem ser variáveis em concentração e composição de acordo com a defesa da planta contra o ataque de insetos (CARRÃO-PANIZZI; KITAMURA, 1995). De acordo com Hoffmann-Campo (1995) estes compostos são mais abundantes nos genótipos resistentes às pragas.

Sementes maduras, em geral, possuem mais isoflavonas, que são acumuladas no período de desenvolvimento das sementes. A acumulação de isoflavonas em sementes de soja é crescente durante os estágios de maturação das sementes (KIM; CHUNG, 2007; DHAUBHADEL et al., 2007) e pesquisas sugerem que seus níveis são influenciados por estresse durante esse período.

Nas sementes de soja de ambos genótipos foram constatadas oito formas de isoflavonas: agliconas (genisteína e daidzeína), glicosídeos (genistina, daidzina e glicitina) e malonilglicosídeos (6"-O-malonildaidzina, 6"-O-malonilgenistina e 6"-O-malonilglicitina). Normalmente, estes compostos em soja são os mais comuns na planta e fazem parte da concentração de isoflavonas constitutivas que são acumuladas no desenvolvimento das sementes (HOFFMANN-CAMPO et al., 2001; DASTMALCHI; DHAUBHADEL, 2014).

Porém, nas vagens de soja, foram detectadas, além de seis formas de isoflavonas identificadas nas sementes, exceto glicitina e malonil glicitina, as formas coumestrol e gliceolinas. A presença destas duas últimas formas, em muitos trabalhos estão relacionados ao mecanismo de defesa da planta contra patógenos e insetos. Têm-se relatos na síntese desse composto em folhas e raízes, porém ainda é um assunto incipiente em se tratando da vagem da soja e também na defesa contra percevejos.

Em sementes, as concentrações das agliconas, genisteína e daidzeína foram de 28 e 56 $\mu\text{g.g}^{-1}$ para CD215 contra 36 e 72,33 $\mu\text{g.g}^{-1}$ para LQ1050. O conteúdo de genisteína e daidzeína apresentou uma maior tendência da concentração na linhagem LQ1050. Nas vagens as proporções foram de genisteína (30,33 e 23,33 $\mu\text{g.g}^{-1}$) e daidzeína (30 e 44,67 $\mu\text{g.g}^{-1}$) nos respectivos genótipos CD215 e LQ1050.

Para os glicosídeos, as formas genistina (179 e 152,67 $\mu\text{g.g}^{-1}$), daidzina (200 e 212 $\mu\text{g.g}^{-1}$) e glicitina (41 e 30,67 $\mu\text{g.g}^{-1}$), respectivamente nos genótipos CD215 e LQ1050 foram encontrados em sementes. Porém em vagens, foram quantificadas apenas as formas genistina (99,67 e 85,67 $\mu\text{g.g}^{-1}$) e daidzina (123 e 81 $\mu\text{g.g}^{-1}$) nos genótipos CD215 e LQ1050 e não encontrada a forma glicitina.

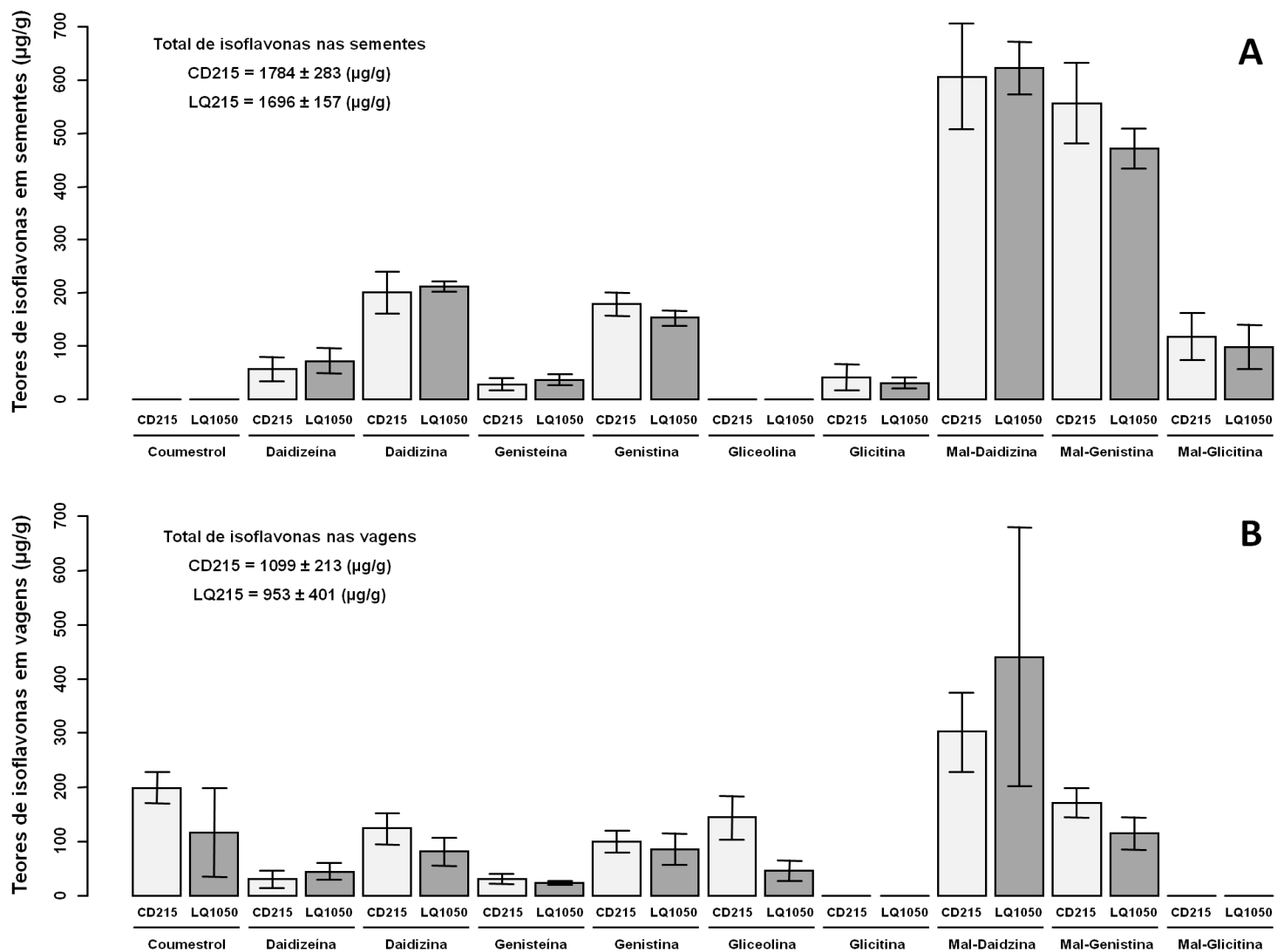


Figura 10 - Concentração do teor total de isoflavonas e seus compostos ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) em A: sementes e B: vagens imaturas (entre estágio R5 e R6) de soja dos genótipos CD215 e LQ1050 durante a infestação natural no campo no ano agrícola 2013/14

As formas maloniladas foram as mais abundantes, tanto em sementes como em vagens. Nas sementes representam juntas cerca de 71,74% do total de isoflavonas para a CD215 e 70,30% para LQ1050. O mesmo foi visualizado por Lee et al. (2002) que encontraram em sementes de soja, essas formas juntas elevadas, representado em média cerca de 65% do teor total de isoflavonas.

Em vagens, as formas maloniladas foram cerca de 43% do total de isoflavonas para CD215 e 55% para LQ1050. Apesar de não ter sido identificado a forma malonil glicitina, como nas sementes, no conjunto confere as maiores frações do teor total de isoflavonas.

Em sementes, as concentrações de daidizeína, genisteína são acumuladas na proporção de 4:5. E, em geral, as formas derivadas do malonil são as mais acumuladas nas sementes (WANG et al., 1994; DASTMALCHI; DHAUBHADEL, 2014).

A concentração de coumestrol e gliceolinas, identificadas apenas nas vagens, foram de 199 e 116,33 $\mu\text{g.g}^{-1}$ coumestrol e 144 e 46 $\mu\text{g.g}^{-1}$ gliceolinas nos respectivos genótipos de soja CD215 e LQ1050. Apesar de não haver diferenças significativas nas concentrações entre os genótipos, CD215 (suscetível) e LQ1050 (resistente), observa-se nesta pesquisa que são concentrações relativamente consideráveis em se tratando a um composto fenólico de defesa da planta contra insetos. Entretanto, a identificação desses dois compostos, que normalmente são expressos em condições de ataque de patógenos e insetos, foi relevante para inferir que houve a indução da síntese em ambos genótipos em condições de estresse do percevejo. O que pode estar relacionado com o mecanismo de defesa da planta de soja, seja ela constitutiva ou induzida. Assim, a presença de coumestrol e gliceolinas nas vagens são indícios que asseguram a relação do mecanismo de defesa da planta de soja contra o ataque de percevejos nas vagens. É uma importante informação, que deve ser considerada em experimentos futuros, visto que os compostos fenólicos estão relacionados à resistência da soja a insetos.

Em resposta à estresses bióticos por patógenos e insetos vários genótipos de soja aumentam a produção de compostos fenólicos, especialmente os genótipos resistentes, podendo ocorrer a produção de gliceolinas (HOFFMANN-CAMPO, 2007; LYGIN et al., 2010).

Daidzeína e genistina são reportadas como formas constitutivas, porém a daidzeína entra como uma precursora na produção de fitoalexinas como as gliceolinas e coumestrol. Em soja, está relacionada a defesa das plantas a insetos, como inibidor da biologia dos herbívoros (GRAHAM; KIM; GRAHAM, 1990; ZHOU et al., 2011).

As formas coumestrol e gliceolinas são reconhecidas por atuarem na defesa da planta contra lepidópteros e patógenos em diferentes tecidos da planta (HOFFMANN-CAMPO et al., 2001). O fato desses compostos estarem presentes na maioria dos tecidos com injúrias por patógenos e insetos, reforçam indícios que os mesmos são induzidos como defesa da planta. É um fator que deve ser analisado no ataque de percevejos à plantas de soja.

Ainda não está bem esclarecido em pesquisas o papel destes compostos na resistência à insetos o que leva a necessidade de estudos futuros para relacionar com a resistência da planta ao complexo de percevejos.

Ueda et al. (2014), em pesquisas com a indução de compostos fenólicos em genótipos de soja em consequência de herbivoria por *Anticarsia gemmatalis*, obtiveram resultados que indicaram que os danos causados pelo inseto aumentaram as concentrações das formas de isoflavonas constitutivas nas folhas. Além disso, identificaram que o composto fitoalexina coumestrol foi induzido em todos os genótipos em estudo e aumentou a sua concentração após a injúria. É um indicativo que a síntese desse composto pode ser relacionada à resistência da planta a estresse por inseto.

Outros autores salientaram que as isoflavonas agliconas e seus conjugados, incluindo a fitoalexina gliocelina são induzidos em consequência à herbivoria foliar. Relataram ainda, que existe diferença de concentração entre genótipos de soja (MURAKAMI et al., 2014).

Pesquisas indicam a importância de isoflavona e as fitoalexinas (coumestrol e gliocelina) em soja na atuação da defesa da planta ao ataque por patógenos. De acordo com Lozovaya et al. (2004) e Lygin (2013), as fitoalexinas gliocelina são induzidas nos genótipos de soja em reação à infecção por patógenos. Além de identificar sua presença em raízes e folhas, observaram um rápido acúmulo desse composto em defesa da planta de soja durante a infecção do patógeno.

A concentração do isoflavonoide genistina (genisteína 7-O-β-Dglicosídeos) foi em menores frações na maioria dos extratos foliares dos genótipos de soja

estudados por Piubelli et al. (2005). Entretanto, sua identificação foi importante já que a mesma é reportada como um dos compostos mais evidentes como fonte de resistência a insetos desfoliadores.

Ainda, em soja, após o dano em sementes imaturas (coletadas entre os estádios R5-R6) causada pelo percevejo verde (*Nezara viridula*), foi verificado em vários genótipos de soja o aumento do conteúdo de daizina e genestina (PIUBELLI et al., 2003a). Também, em estudos com a mosca branca (*Bemisia tabaci*), lagartas *Anticarsia gemmatalis* e *Helicoverpa armigera*, a soja aumenta a concentração de isoflavonas glicosídicas (constitutivas), como nas formas malonil e acetil, e/ou induz a produção de agliconas e de fitoalexinas (coumestrol e gliceolinas) (HOFFMANN-CAMPO et al., 2001, 2006; PIUBELLI et al., 2005; VIEIRA et al., 2011; DIAS et al., 2015).

5 CONCLUSÕES

A seleção de genótipos mais produtivos não garante que aqueles de maior resistência ao percevejo e com qualidade das sementes sejam identificados.

A linhagem LQ 1050 teve o desempenho superior em relação ao rendimento, resistência aos percevejos e qualidade das sementes.

Existe variabilidade genética entre genótipos de soja resistentes e suscetíveis ao complexo de percevejos para os parâmetros de qualidade fisiológica avaliada por meio dos testes de germinação e vigor.

Parâmetros utilizados para avaliação da qualidade fisiológica podem ser correlacionados com a resistência da planta ao complexo de percevejos.

Pode-se inferir que houve indução de compostos fenólicos sintetizados a partir de reação das plantas de soja atacada por percevejos. Em vagens dos genótipos contrastantes (CD215 e LQ1050) foram identificados os compostos fitoalexinas (coumestrol e gliocelina) relacionados ao mecanismo de defesa da planta. Os mesmos não foram identificados em sementes.

A ativação de vias metabólicas de defesa da planta não é exclusiva do genótipo de soja considerado resistente, entretanto, o nível de compostos fenólicos sintetizado deve ser considerado em reação a defesa da planta em pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIACAO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS. **Anuário**. 2014a. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2013/09/Anu%C3%A1rio-Abrasem-2014.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2015.
- _____. **Estatísticas**. 2014b. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/site/estatisticas/#>>. Acesso em: 21 out. 2015.
- ÁVILA, M.R.; ALBRECHT, L.P. Isoflavonas e a qualidade das sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes. Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n. 1/2, p.15-29, 2010.
- BASAL, R.; JUN, T.H.; MIAN, M.A.R.; MICHEL, A.P. Soybean pest resistance In: **Developing host-plant resistance hemipteran soybean pests: lessons from soybean aphid and stink bugs**. 2013. chap. 2, p. 20-46. (Agricultural and Biological Sciences). Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/soybean-pest-resistance/developing-host-plant-resistance-for-hemipteran-soybean-pests-lessons-from-soybean-aphid-and-stink-b>>. Acesso em: 21 set. 2014.
- BELORTE, L.C.C.; RAMIRO, Z.A.; FARIA, A.M. Levantamento de percevejos pentatomídeos em cinco cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill, 1917] na região de Araçatuba, SP. **Arquivo Instituto de Biologia**, São Paulo, v. 70, n. 4, p. 447-451, 2003.
- BERNARD, R.L.; CHAMBERLAIN, D.W.; LAWRECE, R.D. **Results of the cooperative uniform soybeans tests**. Washington: USDA, 1965. 134 p.
- BILGIN, D.D.; ZAVALA, J.A.; ZHU, J.; CLOUGH, S.J.; ORT, D.R.; DeLUCIA, E.H. Biotic stress globally downregulates photosynthesis genes. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 33, n. 10, p. 1597–1613, 2010.
- BOETHEL, D.J.; RUSSIN, J.S.; WIER, A.T.; LAYTON, M.B.; MINK, J.S.; BOYD, M.L. Delayed maturity associated with southern green stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) injury at various soybean phenological stages. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, p. 707-712, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. 399 p.
- BRUNETTI, C.; GEORGE, R.M.; TATTINI, M.; FIELD, K.; DAVEY, M.P. Metabolomics in plant environmental physiology. **Journal of Experimental Botany**, Cambridge, v. 64, n. 13, p. 4011–4020, 2013.
- BUNDY, C.S.; MCPHERSON, R.M. Dynamics and seasonal abundance of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) in a cotton-soybean ecosystem. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, n. 3, p. 697–706, 2000.

CARRÃO-PANIZZI, M.C.; SIMÃO, A.S.; KIKUCHI, A. Efeitos de genótipos, ambientes e de tratamentos hidrotérmicos na concentração de isoflavonas agliconas em grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 8, p. 897-902, 2003.

CARRÃO-PANIZZI, M.C.; KITAMURA, K. Isoflavone content in Brazilian soybean cultivars. **Breeding Science**, Tokyo, v. 45, n. 3, p. 295-300, 1995.

CHEN, M.S. Inducible direct plant defense against insect herbivores: a review. **Insect Science**, Manhattan, v. 15, p. 101-114, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quarto levantamento, outubro 2015**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_10_16_10_52_19_safras_outu_2015.pdf>. Acesso em: 20 out. 2015.

COOPERATIVA CENTRAL AGROPECUÁRIA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E ECONÔMICO LTDA. **Cultivar CD 215**, 2014. Disponível em: <http://www.coodetec.com.br/php/detalhes_cultivar.php?id=29>. Acesso em: 15 fev. 2015.

CORRÊA-FERREIRA, B.S. Suscetibilidade da soja a percevejos na fase anterior ao desenvolvimento das vagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 11, p. 1067-1072, 2005.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; AZEVEDO, J. Soybean seed damage by different species of stink bugs. **Agricultural and Forest Entomology**, Malden, v. 4, n. 2, p. 145-150, 2002.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; PANIZZI, A.R. **Percevejos da soja e seu manejo**. Londrina: EMBRAPA, CNPSO, 1999. 45 p.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; KRZYZANOWSKI, F.C.; MINAMI, C.A. **Percevejos e a qualidade da semente de soja: série sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 15 p. (Embrapa Soja: Circular Técnica, 67).

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; CASTRO, L.C. de; ROGGIA, S.; CESCINETTO, N.L.; COSTA, J.M. da; OLIVEIRA, M.C.N. de. **MIP-soja: resultados de uma tecnologia eficiente e sustentável no manejo de percevejos no atual sistema produtivo da soja**. 2012. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/87596/1/Doc-341.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2015.

COSTA, N.P.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C. Zoneamento ecológico do Estado do Paraná para produção de sementes de cultivares precoces de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 12-19, 1994.

COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; MAURINA, A.C.; FRANÇANETO, J.B.; PEREIRA, J.E.; BORDINGNON, J.R.; KRZYZONOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Efeito da colheita mecânica da soja nas características físicas, fisiológicas e químicas das sementes em três estados do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 140-145, jan./fev. 2001.

DASTMALCHI, M.; DHAUBHADEL, S. Soybean seed isoflavonoids: biosynthesis and regulation. *Phytochemicals – biosynthesis, function and application*. In: JETTER, R. (Ed.). **Phytochemicals: biosynthesis, function and application**. Amsterdam: Springer International, 2014. p. 1–21. (Recent Advances in Phytochemistry, 44).

_____. Soybean chalcone isomerase: evolution of the fold, and the differential expression and localization of the gene family. **Planta**, Ottawa, v. 241, p. 507–523. 2015.

DEPIERI, R.A.; PANIZZI, A.R. Rostrum length, mandible serration, and food and salivary canals areas of selected species of stink bugs (Heteroptera, Pentatomidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 54, n. 4, p. 584-587, 2010.

_____. Duration of feeding and superficial and in-depth damage to soybean seed by selected species of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, p. 197-203, 2011.

DHAUBHADEL, S.; GIJZEN, M.; MOY, P.; FARHANGKHOEE, M. Transcriptome analysis reveals a critical role of CHS7 and CHS8 genes for isoflavonoid synthesis in soybean seeds. **Plant physiology**, Rockville, v. 143, p. 326–338, Jan. 2007.

DIAS, B.F.; GRAÇA, J.P.; GHIZONI, P.A.; UEDA, T.E.; SALVADOR, M.C.; ABELHA, A.C.; OLIVEIRA, M.C.N.; NUNES, E.O.; HOFFMANN-CAMPO, C.B. Desempenho de *Helicoverpa armigera* em genótipos de soja com diferentes perfis de metabólitos secundários. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA E MERCOSOJA, 7., 2015, Florianópolis. **Anais...** Londrina: Embrapa-Soja, 2015. 1 CD ROM.

DIAS, M.A.N.; PINTO, T.L.F.; CICERO, S.M.; MONDO, V.H.V.; PEDRINI, L.G. Direct effects of soybean seed vigor on weed competition. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 346-351, 2011.

DIXON, R.; PAIVA, N. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. **The Plant Cell**, Oklahoma, v. 7, n. 7, p. 1085–1097, 1995.

EGLI, D.B. Relationship of uniformity of soybean seedling emergence to yield. **Journal of Seed Technology**, East Lansing, v. 17, n. 1, p. 22-28, 1993.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

_____. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina, 2011. 262 p. (Sistemas de Produção, 15).

ERENO, D. **Armadilhas biológicas**: percevejo-marrom da soja pode ser monitorado com feromônio sintético desenvolvido pela Embrapa. 2012. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=4560&bd=1&pg=1&lg>>. Acesso em: 12 fev. 2013.

EVERITT, B.S.; HOTHORN, T. **A handbook of statistical analyses using R**. 2nd ed. Boca Raton: Chapman & Hall; CRC Press, 2010. 348 p.

FAO. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 16 out. 2015.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 12 p. (Special Report, 80).

FEUSSNER, I.; POLLE, A. What the transcriptome does not tell: proteomics and metabolomics are closer to the plants' patho-phenotype. **Current Opinion in Plant Biology**, Berlin, v. 26, p. 26–31, 2015. doi: 10.1093/jxb/ert244.

FRANCA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. Estratégias do melhoramento para produção de sementes de soja no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 7., 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2003. 1 CD ROM.

_____. The tetrazolium test for seed vigor determination. In: BAALBAKI, R.; ELIAS, S.; MARCOS-FILHO, J.; McDONALD, M.B. (Ed.). **Seed vigor testing handbook**. Ithaca: OASA, 2009. p. 100-104. (Contribution to the Handbook on Seed Testing, 32).

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

FRANCA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PÁDUA, G.P.; COSTA, N.P.; **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**: série sementes. Londrina: Embrapa-Soja, 2007. 12 p. (Circular Técnica, 40).

FUNDERBURK, J.; MCPHERSON, R.; BUNTIN, D. Soybean insect management. In: HEATHERLY, L.G.; HODGES, H.F. (Ed.). **Soybean production in the midsouth**. Boca Raton: CRC Press, 1999. p. 273-290.

GAZZONI, D.L. Efeito de populações de percevejos na produtividade, qualidade da semente e características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 8, p. 1229-1237, 1998.

GAZZONI, D.L.; MOSCARDI, F. Effect of defoliation levels on recovery of leaf area, on yield and agronomic traits of soybeans. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 4, p. 411-424, 1998.

GODOI, C.R.C.; PINHEIRO, J.B. Genetic parameters and selection strategies of soybean genotypes resistant to stink bug complex. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 32, n. 2, p. 328-336, 2009.

GODOI, C.R.C.; PEREIRA, F.S.; UMENO, F.; ÁZARA, N.A.; LIMA, P.M.S.; SILVA, R.P.; OLIVEIRA, A.B.; ARAÚJO, I.M.; ZUCCHI, M.I.; PINHEIRO, J.B. Resistência a insetos em populações de soja com diferentes proporções gênicas de genitores resistentes. **Revista Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 1, n. 1, p. 47-55, 2002.

GORE, J.; ABEL, C.A.; ADAMCZYK, J.J.; SNODGRASS, G. Influence of soybean planting date and maturity group on stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) populations. **Environmental Entomology**, Annapolis, v. 35, n. 2, p. 531-536, 2006.

GRAHAM, T.L.; KIM, J.E.; GRAHAM, M.Y. Role of constitutive isoflavone conjugates in the accumulation of glyceollin in soybean infected with *Phytophthora megasperma*. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, Saint Paul, 1990. v. 3, p. 157–166, 1990.

GUEDES, J.V.C.; ARNEMANN, J.A.; STÜRMER, G.R.; MELO, A.A.; BIGOLIN, M.; PERINI, C.R.; SARI, B.G. Percevejos da soja: novos cenários, novo manejo. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 127, n. 1, p. 24-30, 2012.

GUTIERREZ-GONZALEZ, J.J.; GUTTIKONDA, S.; ALDRICH, D.L.; TRAN, L.S.P.; ZHONG, R.; YU, O.; NGUYEN, H.T.; SLEPER, D.A. Differential expression of isoflavone biosynthetic genes in soybean during water deficits. **Plant and Cell Physiology**, Kyoto, v. 51, p. 936–948, 2010.

HARTMAN, G.L.; CHANG, H.-X.; LEANDRO, L.F. Research advances and management of soybean sudden death syndrome. **Crop Protection**, Guildford, v. 73, p. 60–66, 2015.

HARTMAN, G.L.; WEST, E.D.; HERMAN, T.K. Crops that feed the World 2. Soybean-worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. **Food Security**, Verfügung, v. 3, n. 1, p. 5–17, 2011

HOFFMANN-CAMPO, C.B. **Role of the flavonoids in the natural resistance of soybean to *Heliothis virescens* (F.) and *Trichoplusia ni* (Hübner)**. 1995. 165 p. Dissertation (PhD) - The University of Reading, Reading, 1995.

_____. Respostas da soja a estresses bióticos e abióticos. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECOLOGIA QUÍMICA, 5., 2007, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2007. p. 40.

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; HARBONE J.B; MCAFFERY A.R. Pre-ingestive and post-ingestive effects of soya bean extracts and rutin on *Trichoplusia ni* growth. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.98, p. 181-194, 2001.

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; RAMOS NETO, J.A.; OLIVEIRA, M.C.N. de; OLIVEIRA, L.J. Detrimental effect of rutin on a main soybean defoliator pest, *Anticarsia gemmatalis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 10, p. 1453-1459, 2006.

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; OLIVEIRA, L.J.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; PANIZZI, A.R.; CORSO, I.; GAZZONI D.L.; OLIVEIRA, E.B. de. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 2000. 70 p. (Circular Técnica, 30).

HOOKS, C. **Stink bug and their soybean obsession**. University of Maryland Extension, 2011. (Agronomy News). Disponível em: <http://www.mdcrops.umd.edu/UMDextension/AgronomyNewsAugust_18_2011.pdf> . Acesso em: 08 dez. 2014.

HUANG, J.S.; BARKER, K.R. Glyceollin I in soybean-cyst nematode interactions. Spatial and temporal distribution in roots of resistant and susceptible soybeans. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 96, p. 1302-1307, 1991.

JEANDET, P.; CLEMENT, C.; COUROT, E.; CORDELIER, S. Modulation of phytoalexin biosynthesis in engineered plants for disease resistance. **International Journal of Molecular Sciences**, Remis, v. 14, p. 14136–14170, 2013.

JOSÉ, S.C.B.R.; VON-PINHO, É.V.R.; VON-PINHO, R.G.; SILVEIRA, C.M. da. Tolerância de sementes de linhagens de milho a alta temperatura de secagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1107-1114, set./out. 2004.

KAISER, H.F. The application of electronic computers to factor analysis. **Educational and Psychological Measurement**, Santa Barbara, v. 20, p. 141-151, 1960.

KAMMINGA, K.; KOPPEL, A.L.; HERBERT, D.A. JR.; KUHAR, T.P. Biology and management of the green stink bug. **Journal of Integrated Pest Management**, Annapolis v. 3, n. Underhill 1934, p. C1–C8, 2012.

KIM, J.A.; CHUNG, I.M. Change in isoflavone concentration of soybean (*Glycine max* L.) seeds at different growth stages. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 87 p. 496–503, 2007.

KIMURA, S. Yeast-spot disease of soybean [*Glycine max*] caused by *Eremothecium coryli* (Peglion) kurtzman in Japan. **Japanese Journal of Phytopathology**, Tokyo, v. 73, n. 4, p. 283-288, 2007.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Seeds vigor and intraspecific competition in soybean. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1248-1256, 2005.

_____. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 163-166, 2006.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, N.P.; HENNIG, A.A.; KASTER, M. Permeabilidade de membrana de célula de sementes de soja. In: _____. **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja 1996**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1997. p. 145-148. (Documentos, 104).

KRZYŻANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; FRANÇA-NETO, J.B.; LORINI, I.; HENNING, F.A.; GAZZIERO, D.L.P. **Tecnologias para produção de sementes de soja**. Londrina, EMBRAPA Soja, 2015. 30 p. Disponível online: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/117793/1/CATALOGO-SEMENTES-2015-OL1.pdf>. Acesso em: 10 out. 2015.

KUDOU, S.; FLEURY, Y.; WELTI, D.; MAGNOLATO, D.; UCHIDA, T.; KITAMURA, K.; OKUBO, K. Malonil isoflavone glycosides in soybeans seeds (*Glycine max* (L.) Merrill). **Agricultural and Biology Chemistry**, London, v. 55, n. 9, p. 2227-2233, 1991.

LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

LE, B.H.; WAGMAISTER, J.A.; KAWASHIMA, T.; BUI, A.Q.; HARADA, J.J.; GOLDBERG R.B. Using genomics to study legume seed development. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 144, p. 562–574, 2007.

LEE, S.J.; YAN, W.; AHN, J.K.; CHUNG, M. Effects of year, site, genotype and their interactions on various soybean isoflavones. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 4150, p. 1-12, 2002.

LI, L.; HUR, M.; LEE, J.Y.; ZHOU, W.; SONG, Z.; RANSOM, N.; CUMHUR YUSUF DEMIRKALE, C.Y.; DAN NETTLETON, D.; WESTGATE, M.; ARENDSEE, Z.; IYER, V.; SHANKS, J.; NIKOLAU, B.; WURTELE, E.S. A systems biology approach toward understanding seed composition in soybean. **BMC Genomics**, London, v. 16, suppl. 3, p. S9, 2015.

LI, Y.; ZOU, J.; LI, M.; BILGIN, D.D.; VODKIN, L.O.; HARTMAN, G.L.; CLOUGH, S.J. Soybean defense responses to the soybean aphid. **New Phytologist**, Cambridge, v. 179, n. 1, p. 185–195, 2008.

LIN, H.; RAO, J.; SHI, J.; HU, C.; CHENG, F.; WILSON, Z.A.; ZHANG, D.; QUAN, S. Seed metabolomic study reveals significant metabolite variations and correlations among different soybean cultivars. **Journal of Integrative Plant Biology**, Malden, v. 56, n. 9, p. 826–836, 2014.

LOPES, E.C.A.; DESTRO, D.; MONTALVÁN, R.; VENTURA, M.U.; GUERRA, E.P. Genetic gain and correlations among traits for stink bug resistance in soybeans. **Euphytica**, Dordrecht, v. 97, n. 2, p. 161-166, 1997.

LOURENÇÃO, A.L.; RECO, P.C.; BRAGA, N.R.; VALLE, G.E. do; PINHEIRO, J.B. Produtividade de genótipos de soja sob infestação da lagarta-da-soja e de percevejos. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, p. 275-281, 2010.

LOURENÇÃO, A.L.; BRAGA, N.R.; MIRANDA, M.A.C.; VALLE, G.E.; PEREIRA, J.C.V.N.Z.; RECO, P.C. Avaliação de danos de percevejos e de desfolhadores em genótipos de soja de ciclos precoce, semiprecoce e médio. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 623-630, 2002.

LOZOVAYA, V.V.; LYGIN, A.V.; ZERNOVA, O.V.; LI, S.; HARTMAN, G.L.; WIDHOLM, J.M. Isoflavonoid accumulation in soybean hairy roots upon treatment with *Fusarium solani*. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v. 42, n. 7/8, p. 671–679, 2004.

LOZOVAYA, V.V.; LYGIN, A.V.; ZERNOVA, O.V.; ULANOV, A.V.; LI, S.; HARTMAN, G.L.; WIDHOLM, J.M. Modification of phenolic metabolism in soybean hairy roots through down regulation of chalcone synthase or isoflavone synthase. **Planta**, Berlin, v. 225, n. 3, p. 665–679, 2007.

LYGIN, A.V.; HILL, C.B.; ZERNOVA, O.V.; CRULL, L.; WIDHOLM, J.M.; HARTMAN, G.L.; LOZOVAYA, V.V. Response of soybean pathogens to glyceollin. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 100, p. 897-903, 2010.

LYGIN, A.V.; ZERNOVA, O.V.; HILL, C.B.; KHOLINA, N.A.; WIDHOLM, J.M.; HARTMAN, G.L.; LOZOVAYA, V.V. Glyceollin is an important component of soybean plant defense against *Phytophthora sojae* and *Macrophomina phaseolina*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 103, p. 984–994, 2013.

MAIA, L.G.S.; SILVA, C.A.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, F.B. Variabilidade genética associada à germinação e vigor de sementes de linhagens de feijoeiro comum. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 2, p. 361-367, mar./abr. 2011.

MAIA, M.C.C.; VELLO, N.A.; ROCHA, M.M.; FONSECA, JÚNIOR, N.S.; LAVORANTE, O.J.; PINHEIRO, J.B.; DIAS, C.T.S.; ASSIS, G.M.L. Seleção de linhagens experimentais de soja para características agrônômicas e tolerância a insetos. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 85-97, 2009.

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

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, Comitê de Vigor de Sementes, 1999. cap. 3, p.1 24.

_____. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 72, n. 4, p. 363-374, 2015.

MARSHALL, A. Quality traits reach market. **Nature Biotechnology**, New York, v. 33, n. 5, p. 441, 2015.

McPHERSON, R.M.; BUSS, G.R.; ROBERTS, P.M. Assessing stink bug resistance in soybean breeding lines containing genes from germplasm IAC 100. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 100, n. 4, p. 1456-1463, 2007.

McPHERSON, R.M.; TODD, J.W.; YEARGAN, K.V. Stink bugs. In: HIGLEY, L.G.; BOETHEL, D.J. (Ed.). **Handbook of soybean insect pests**. Lanham: Entomology Society America, 1994. p. 87-90.

MIRANDA, M.A.C.; LOURENÇÃO, A.L. Melhoramento genético da soja para a resistência a insetos: uma realidade para aumentar a eficiência do controle integrado de pragas e viabilizar a soja orgânica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA E MERCOSOJA, 2., 2002, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa-Soja, 2002. p. 52-60.

MIRANDA, M.A.C.; BRAGA, N.R.; MIRANDA, F.T.S.; UNEDA, S.H.; LOURENÇÃO, A.L.; ITO, M.F. IAC-23 e IAC-24: cultivares de soja resistentes a insetos para o estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1., 2001, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBMP, 2001. p. 12.

MOHAMMADI, R.; AMRI, A. Analysis of genotype x environment interactions for grain yield in durum wheat. **Crop Science**, Madison, v. 49, n. 4, p. 1177-1186, 2009. Disponível em <<https://www.crops.org/publications/cs/articles/49/4/1177>>. Acesso em: 22 jul. 2013. doi: 10.2135/cropsci2008.09.0537.

MURAKAMI, S.; NAKATA, R.; ABOSHI, T.; YOSHINAGA, N.; TERAISHI, M.; OKUMOTO, Y.; ISHIHARA, A.; MORISAKA, H.; HUFFAKER, A.; SCHMELZ, E.A.; MORI, N. Insect-Induced daidzein, formononetin and their conjugates in soybean leaves. **Metabolites**, Basel, v. 4, n. 3, p. 532–546, 2014.

MUSSER, F.R.; CATCHOT, A.L.; GIBSON, B.K.; KNIGHTEN, K.S. Economic injury levels for southern green stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in R7 growth stage soybeans. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 30, n. 1, p. 63-69, 2011.

ODEGARD, Y.R.; VOET, E. van der. The future of food: scenarios and the effect on natural resource use in agriculture in 2050. **Ecological Economics**, New Hampshire, v. 97, p. 51–59, 2014.

OERKE, E.-C. Crop losses to pests. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 144, n. 1, p. 31, 2006.

PANIZZI, A.R.; VIVAN, L.M. Seasonal abundance of the Neotropical brown stink bug, *Euschistus heros*, in overwintering sites, and the breaking of dormancy. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 82, p. 213-217, 1997.

PANIZZI, A.R.; BUENO, A.F.; SILVA, F. A.C. Insetos que atacam vagens e grãos. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Londrina: Embrapa Soja, 2012. cap. 5, p. 335-420.

PANIZZI, A.R.; SMITH, J.G.; PEREIRA, L.A.G.; YAMASHITA, J. Efeito dos danos de *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) no rendimento e qualidade da soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DA SOJA, 1., 1978, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 1979. v. 2, p. 59-78.

PANOBIANCO, M. **Variação na condutividade elétrica de sementes de diferentes genótipos de soja e relação com o conteúdo de lignina no tegumento**. 1997. 59 p. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 1997.

PINHEIRO, J.B. **Dialelo parcial entre parentais de soja resistentes e suscetíveis a insetos**. 1993. 143 p. Dissertação (Mestrado Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

PINHEIRO, J.B.; VELLO, N.A.; ROSSETTO, C.J.; ZUCCHI, M.I. Potential of soybean genotypes as insect resistance sources. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 5, p. 293-300, 2005.

PIUBELLI, G.C. **Bioatividade de genótipos de soja resistentes a *A. gemmatilis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) e interações de suas substâncias químicas com inimigos naturais**. 2004. 152 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

PIUBELLI, G.C.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; DE ARRUDA, I.C.; FRANCHINI, J.C.; LARA, F.M. Flavonoid increase in soybean as a response to *Nezara viridula* injury and its effect on insect-feeding preference. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 29, p. 1223–1233, 2003.

PIUBELLI, G.C.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; MOSCARDI, F.; MIYAKUBO, S.H.; DE OLIVEIRA, M.C. Are chemical compounds important for soybean resistance to *Anticarsia gemmatilis*? **Journal of Chemical Ecology**, Berlin, v. 31, n. 7, p. 1509–1524, 2005.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 18 jun. 2015.

RASOLOHERY, C.A.; BERGER, M.; LYGIN, A.V.; LOZOVAYA, V.V.; NELSON, R.L.; DAYDÉ, J. Effect of temperature and water availability during late maturation of the soybean seed on germ and cotyledon isoflavone content and composition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 88, n. 2, p. 218–228, 2008.

RAY, D.K.; MUELLER, N.D.; WEST, P.C.; FOLEY, J.A. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, Washington, v. 8, n. 6, e.66428, 2013.

RIVERA-VARGAS, L.I.; SCHMITTHENNER, A.F.; GRAHAM, T.L. Soybean flavonoid effects on and metabolism by *Phytophthora sojae*. **Phytochemistry**, New York, v. 32, n. 4, p. 851–857, 1993.

ROCHA, F.; BERMUDEZ, F.; FERREIRA, M.C.; OLIVEIRA, K.C.; PINHEIRO, J.B. Effective selection criteria for assessing the resistance of stink bugs complex in soybean. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 14, n. 3, p. 174-179, 2014.

ROGGIA, S.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BUENO, A.F.; ALVES, J.B. Efeito de inseticidas reguladores de crescimento sobre a sobrevivência, desempenho reprodutivo e atividade alimentar do percevejo marrom da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 32, 2011, São Pedro. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2011. Resumo 44.

ROSSETTO, C.J. Breeding for resistance to stink bugs, In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 4, 1989. Buenos Aires. **Proceedings...** Buenos Aires: Asociacion Argentina de la Soja Press, 1989. v. 4, p. 2046-2060.

ROSSETTO, C.J.; LARA, F.M. Diluição de dano, mecanismo de pseudoresistência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 13, 1991, Recife. **Resumos...** Recife: Sociedade Entomológica do Brasil, 1991. p. 525.

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

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

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 305-312, 2000.

SILVA, A.J.; CANTERI, M.G.; SILVA, A.L. Haste verde e retenção foliar na cultura da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 39, n. 3, p. 151-156, 2013.

SILVA, F.A.C.; SILVA, J.J.; DEPIERI, R.A.; PANIZZI, A.R. Feeding activity, salivary amylase activity, and superficial damage to soybean seed by adult *Edessa meditabunda* (F.) and *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 41, n. 5, p. 386-390, 2012.

SILVA, J.P.G.F.; BALDIN, E.L.L.; SOUZA, E.S.; CANASSA, V.F.; LOURENÇÃO, A.L. Characterization of antibiosis to the redbanded stink bug *Piezodorus guildinii* (Hemiptera: Pentatomidae) in soybean entries. **Journal of Pest Science**, Berlin, v. 86, n. 4, p. 649-657, 2013.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; MOSCARDI, F. Retenção foliar diferencial em soja provocada por percevejos (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 401-404, 1995.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; CORSO, I.C.; MORALES, L. Insecticide resistance to endosulfan, monocrotophos and metamidophos in the Neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (F.). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 317-320, 2001.

SOUSA, L.B.; CAVALCANTE, A.K.; HAMAWAKI, O.T.; ROMANATO, F.N. Desempenho produtivo de linhagens de soja em ensaio regional. **Revista Verde**, Mossoró, v. 5, n. 4, p. 195-199, 2010.

STÜRMER, G.R.; CARGNELUTTI-FILHO, A.; STEFANELO, L.S.; GUEDES, J.V.C. Eficiência de métodos de amostragem de lagartas e de percevejos na cultura de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 12, p. 2105-2111, 2012.

TEMPLE, J.H.; DAVIS, J.A.; MICINSKI, S.; HARDKE, J.T.; PRICE, P.; LEONARD, B.R. Species composition and seasonal abundance of stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in Louisiana soybean. **Environmental Entomology**, Annapolis, v. 42, n. 4, p. 648-657, 2013.

TREUTTER, D. Significance of flavonoids in plant resistance and enhancement of their biosynthesis. **Plant Biology**, New York, v. 7, n. 6, p. 581–591, 2005.

_____. Significance of flavonoids in plant resistance: a review. **Environmental Chemistry Letters**, Amsterdam, v. 4, n. 3, p. 147–157, 2006.

TRUMPER, E.V.; EDELSTEIN, J.D. **El complejo de chinches fitofagos em soja: revision y avances em el estudio de su ecologia y manejo**. Manfredi: INTA, 2008. 190 p.

UEDA, T.E.; GRAÇA, J.P.; GOIS, M.S.; OLIVEIRA, M.C.N. de; VENTURA, M.U.; HOFFMANN-CAMPO, C.B. Ativação da rota dos fenilpropanoides em genótipos de soja em consequência de herbivoria por *Anticarsia gemmatilis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 25., 2014, Goiânia. **Resumos...** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1003538/ativacao-da-rota-dos-fenilpropanoides-em-genotipos-de-soja-em-consequencia-de-herbivoria-por-anticarsia-gemmatilis>>. Acesso em: 10 set. 2015.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **World agricultural supply and demand estimates WASDE-537**. 2015. Disponível em: <<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2015.

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

VEIGA, R.F.A.; ROSSETO, C.J.; RAZERA, L.F.; GALLO, P.B.; BORTOLETO, N.; MEDINA, P.F.; TISSELLI FILHO, O.; CIONE J. **Caracterização morfológica e agrônômica do cultivar de soja IAC-100**. São Paulo: Instituto Agrônômico de Campinas, 1999. 23 p. (Boletim Técnico, 177).

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 103-132.

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.

VIEIRA, S.S.; BUENO, A.F.; BOFF, M.I.C.; BUENO, R.C.O.F.; HOFFMANN-CAMPO, C.B. Resistance of soybean genotypes to biotype B of the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae), **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, n. 1, p. 117-122, 2011.

VILLAS-BÔAS, G.L.; GAZZONI, D.L.; OLIVEIRA, M.C.N.; COSTA, N.P.; ROESSING, A.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A. **Efeito de diferentes populações de percevejos sobre o rendimento e seus componentes, características agrônômicas e qualidade de semente de soja**. Londrina: Embrapa, CNPSo, 1990. 43 p. (Boletim de Pesquisa, 1).

VYAVHARE, S.S.; WAY, M.O.; MEDINA, R.F. Determination of growth stage-specific response of soybean to red banded stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) and its relationship to the development of flat pods. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 108, p. 1770-1778, 2015.

WANG, H.; MURPHY, P.A. Isoflavone composition of American and Japanese soybeans in Iowa: effects of variety, crop year, and location. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 42, n. 515, p. 1674-1677, 1994.

WANG, Y.; CHEN, S.; YU, O. Metabolic engineering of flavonoids in plants and microorganisms. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Berlin, v. 91, n. 4, p. 949-956, 2011.

WAR, A.R.; PAULRAJ, M.G.; WAR, M.Y.; IGNACIMUTHU, S. Jasmonic acid-mediated induced resistance in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) against *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal Plant Growth Regulation**, New York, v. 30, p. 512-523, 2011.

WAR, A.R.; PAULRAJ, M.G.; WAR, M.Y.; IGNACIMUTHU, S.; SHARMA, H.C. Defensive responses in groundnut against chewing and sap-sucking insects. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v. 32, n. 2, p. 259-272, 2013.

WAR, A.R.; PAULRJ, M.G.; AHMAD, T; BUHROO, A.A.; HUSSAIN, B.; SHARMA, H.C. Mechanisms of plant defense against insect herbivores. **Plant Signaling & Behavior**, Patancheru, v. 7, p. 1306-1320, 2012.

WEGULO, S.N.; YANG, X.B.; MARTINSON, C.A.; MURPHY, P.A. Effects of wounding and inoculation with *Sclerotinia sclerotiorum* on isoflavone concentrations in soybean. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 85, n. 4, p. 749-760, 2005.

YU, O.; SHI, J.; HESSION, A.O.; MAXWELL, C.A.; MCGONIGLE, B., ODELL, J.T. Metabolic engineering to increase isoflavone biosynthesis in soybean seed. **Phytochemistry**, New York, v. 63, p. 753-763, 2003.

ZERNOVA, O.V.; LYGIN, A.V.; WIDHOLM, J.M.; LOZOVAYA, V.V. Modification of isoflavones in soybean seeds via expression of multiple phenolic biosynthetic genes. **Plant Physiology and Biochemistry**, New Delhi, v. 47, n. 9, p. 769-777, 2009.

ZERNOVA, O.V.; LYGIN, A.V.; PAWLOWSKI, M.L.; HILL, C.B.; HARTMAN, G.L.; WIDHOLM, J.M.; LOZOVAYA, V.V. Regulation of plant immunity through modulation of phytoalexin synthesis. **Molecules**, Basel, v. 19, n. 6, p. 7480–7496, 2014.

ZHAO, G.; JIANG, Z.; LI, D.; HAN, Y.; HU, H.; WU, L.; WANG, Y.; GAO, Y.; TENG, W.; LI, Y.; ZENG, G.; MENG, F.; LI, W. Molecular loci associated with seed isoflavone content may underlie resistance to soybean pod borer (*Leguminivora glycinivorella*). **Plant Breeding**, Berlin, v.134, p. 78-84, 2015. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/pbr.12233/full>>. Acesso em: 28 maio 2015.

ZHOU, Y.Y.; LUO, S.H.; YI, T.S.; LI, C.H.; LUO, Q.; HUA, J.; LIU, Y.; LI, S.H. Secondary metabolites from Glycine soja and their growth inhibitory effect against *Spodoptera litura*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 59, n. 11, p. 6004–6010, 2011.

ANEXOS

Anexo A - Figuras

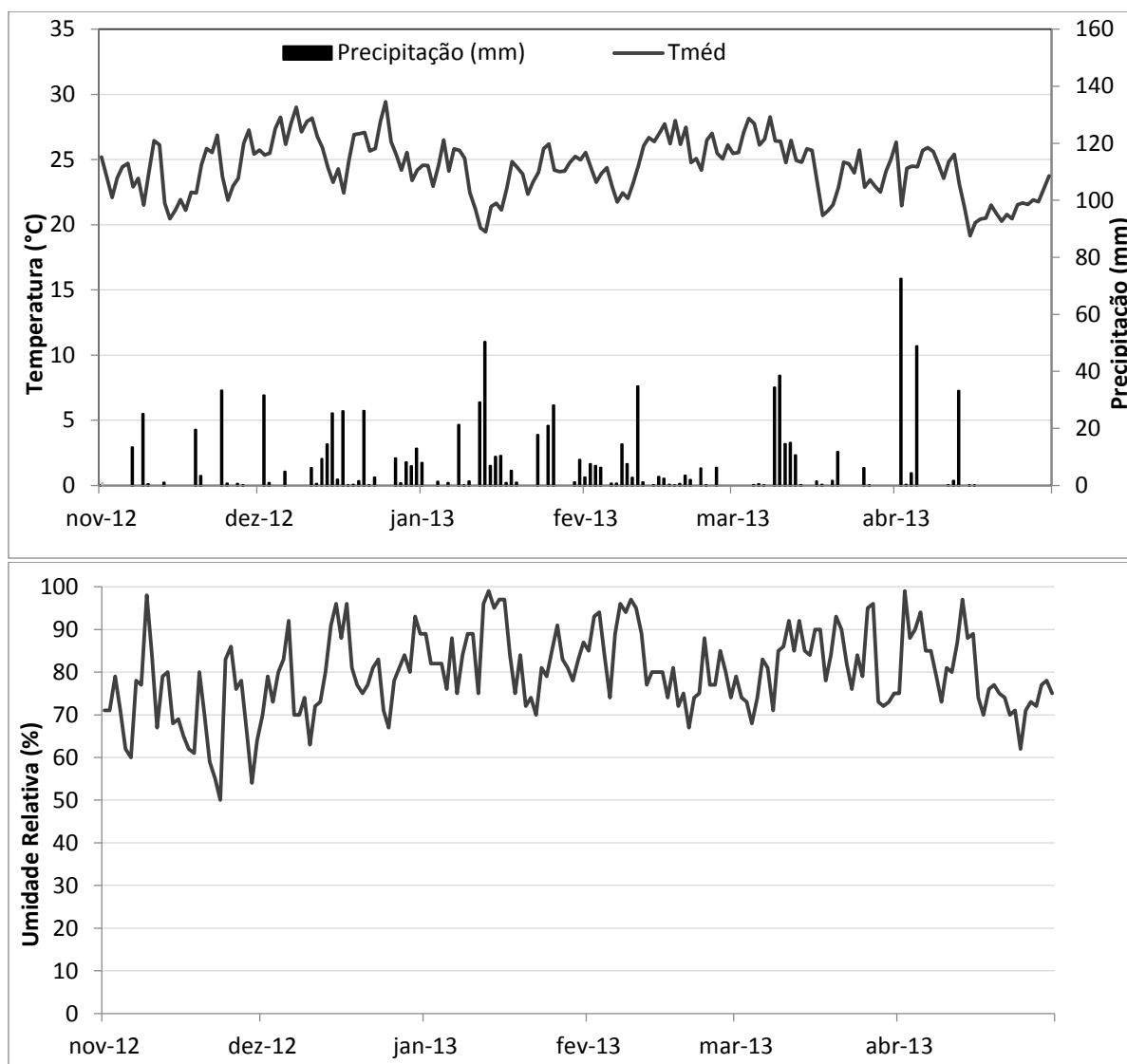


Figura 1 - Precipitação pluviométrica (mm), temperatura média (°C) e umidade relativa do ar (%) diárias de novembro de 2012 a abril de 2013, Piracicaba, SP (Estação Meteorológica da ESALQ, Departamento de Engenharia de Biossistema (LEB), ESALQ/USP)

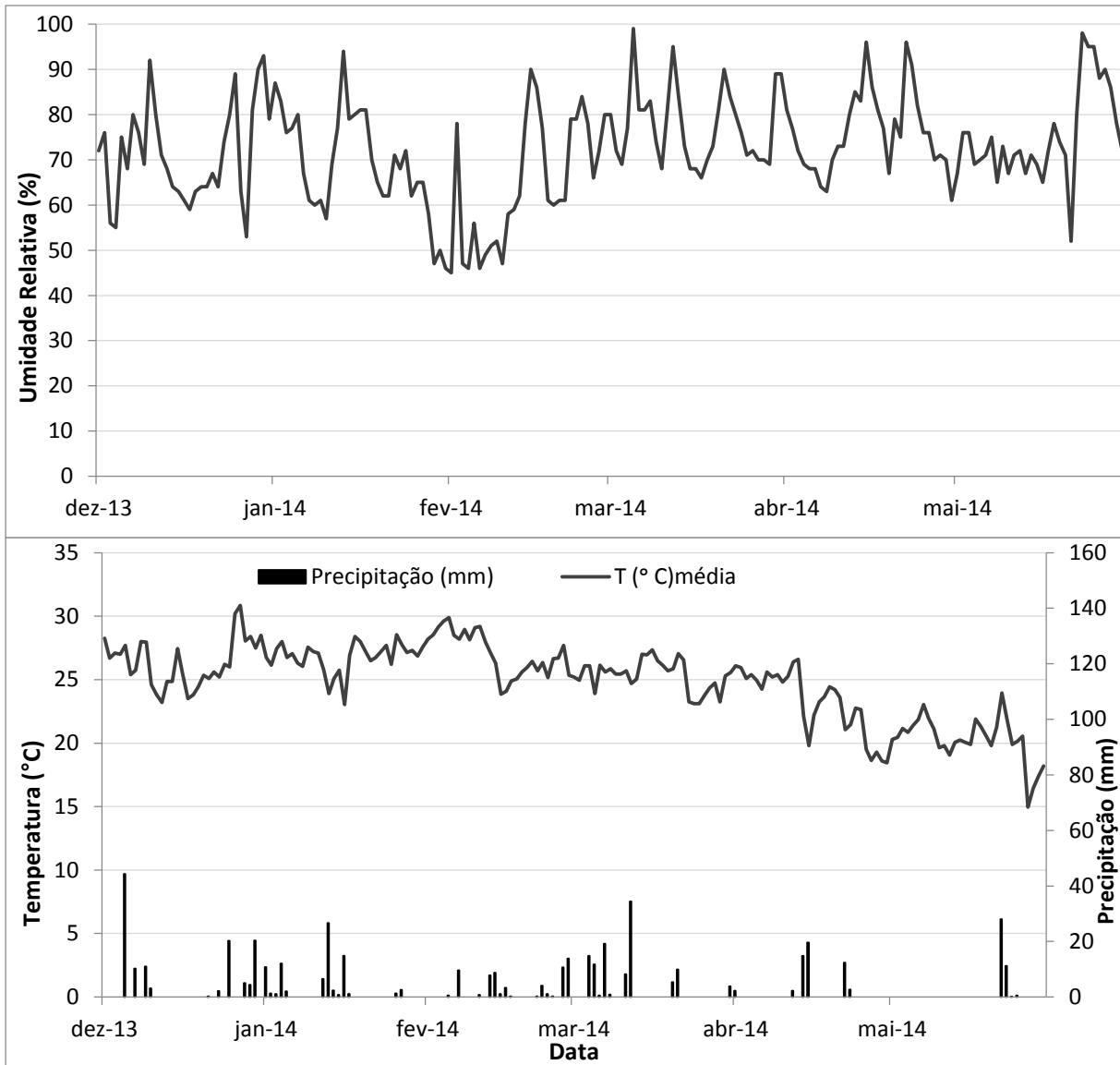


Figura 2 - Precipitação pluviométrica (mm), temperatura média (°C) e umidade relativa do ar (%) diárias de dezembro de 2013 a maio de 2014, Piracicaba, SP (Estação Meteorológica da ESALQ, Departamento de Engenharia de Biossistema (LEB), ESALQ/USP)

Anexo B - Tabelas: Primeiro Ano (Safrá 2012/13)

Tabela 1 - Desempenho de 24 genótipos de soja em dois sistemas de controle (SI: nenhum controle químico de insetos e SII: com controle) avaliados na safra 2012/13, considerando as características: Produtividade (PROD em kg/parcela), Peso de Sementes Boas (PSB em kg/parcela), Peso de Mil Sementes (PMS em g), Número de Vagens por Planta (NV), Altura (ALT em cm), Retenção Foliar (RF em nota), Valor Agronômico (VA em nota), Acamamento (IA em nota), Período de Formação das Sementes (PFS em dias) e Ciclo (C em dias)

(continua)

Genótipos	PROD			PSB		
	SI	SII	μ_s	SI	SII	μ_s
BMX POTÊNCIA RR	1,09	1,39	1,24 C	0,94	1,31	1,13 A
BRS INVERNADA	1,32	1,69	1,50 A	1,08	1,61	1,35 A
CD215	1,17	1,49	1,33 B	0,97	1,38	1,18 B
IAC-100	0,98	1,29	1,13 D	0,8	1,24	1,02 C
IAC-17	1,11	1,39	1,25 C	0,97	1,31	1,14 B
IAC-23	0,98	1,31	1,15 D	0,79	1,26	1,02 C
IAC-24	1,18	1,46	1,32 B	0,90	1,21	1,06 C
JAB 00-02-2/2J3D	1,20	1,42	1,31 B	0,77	1,24	1,00 C
JAB 00-05-6/7G3D	1,08	1,32	1,20 C	0,69	1,16	0,93 D
L1-1-55	1,24	1,50	1,37 B	1,07	1,45	1,26 B
LQ1043	1,28	1,59	1,44 A	0,76	1,37	1,07 C
LQ1050	1,44	1,54	1,49 A	1,28	1,49	1,38 A
LQ1078	1,20	1,51	1,35 B	0,80	1,30	1,05 C
LQ1119	0,86	1,32	1,09 D	0,49	1,19	0,84 D
LQ1124	0,89	1,25	1,07 D	0,63	1,15	0,89 D
LQ1188	1,16	1,57	1,37 B	0,77	1,25	1,01 C
LQ1194	1,20	1,37	1,29 B	0,88	1,25	1,06 C
LQ1402	1,31	1,66	1,49 A	1,17	1,60	1,39 A
LQ1413	1,18	1,52	1,35 B	0,99	1,47	1,23 B
LQ1421	1,13	1,58	1,36 B	0,98	1,52	1,25 B
LQ1504	1,15	1,48	1,32 B	0,97	1,43	1,20 B
LQ1505	1,21	1,40	1,30 B	1,04	1,34	1,19 B
LQ1519	1,11	1,57	1,34 B	0,94	1,50	1,22 B
V-MAX RR	0,83	1,32	1,08 D	0,64	1,27	0,95 D
μ_G	1,14 b	1,46 a	1,30	0,89 b	1,35 a	1,12

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada genótipo, pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. μ_G = média dos genótipos para cada sistema; μ_s = média dos genótipos para ambos os sistemas

Tabela 1 - Desempenho de 24 genótipos de soja em dois sistemas de controle (SI: nenhum controle químico de insetos e SII: com controle) avaliados na safra 2012/13, considerando as características: Produtividade (PROD em kg/parcela), Peso de Sementes Boas (PSB em kg/parcela), Peso de Mil Sementes (PMS em g), Número de Vagens por Planta (NV), Altura (ALT em cm), Retenção Foliar (RF em nota), Valor Agronômico (VA em nota), Acamamento (IA em nota), Período de Formação das Sementes (PFS em dias) e Ciclo (C em dias)

Genótipos	(continuação)					
	PMS			NV		
	SI	SII	μ_s	SI	SII	μ_s
BMX POTÊNCIA RR	159,07	168,41	163,74 A	47,78	60,16	53,97 C
BRS INVERNADA	181,27	172,74	177,00 A	50,03	51,64	50,84 C
CD215	167,8	163,17	165,48 A	64,92	54,96	59,94 C
IAC-100	134,8	118,45	126,63 B	69,08	78,78	73,93 B
IAC-17	164,33	174,09	169,21 A	48,20	55,90	52,05 C
IAC-23	167,04	168,49	167,76 A	44,29	50,75	47,52 C
IAC-24	150,35	152,98	151,66 A	83,92	94,00	88,96 A
JAB 00-02-2/2J3D	152,91	164,18	158,55 A	55,72	54,41	55,06 C
JAB 00-05-6/7G3D	158,68	160,48	159,58 A	66,84	73,56	70,20 B
L1-1-55	154,2	164,42	159,31 A	56,08	66,87	61,48 C
LQ1043	159,15	164,37	161,76 A	57,47	58,18	57,83 C
LQ1050	179,65	182,85	181,25 A	57,65	54,54	56,09 C
LQ1078	150,87	166,21	158,54 A	61,62	55,75	58,69 C
LQ1119	157,87	173,93	165,90 A	76,23	79,16	77,69 B
LQ1124	155,77	170,2	162,98 A	71,38	69,61	70,49 B
LQ1188	150,58	158,82	154,70 A	61,88	50,82	56,35 C
LQ1194	172,98	167,97	170,48 A	58,00	67,98	62,99 C
LQ1402	152,92	158,7	155,81 A	58,10	61,96	60,03 C
LQ1413	168,42	168,75	168,59 A	62,14	64,41	63,28 C
LQ1421	155,54	168,09	161,81 A	63,40	60,30	61,85 C
LQ1504	155,62	153,72	154,67 A	58,04	58,53	58,29 C
LQ1505	165,93	164,00	164,97 A	54,86	55,30	55,08 C
LQ1519	182,27	171,48	176,88 A	85,86	90,10	87,98 A
V-MAX RR	175,81	139,47	157,64 A	65,38	49,18	57,28 C
μ_G	161,41a	163,17a	162,29	61,62a	63,20a	62,41

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada genótipo, pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. μ_G = média dos genótipos para cada sistema; μ_s = média dos genótipos para ambos os sistemas

Tabela 1 - Desempenho de 24 genótipos de soja em dois sistemas de controle (SI: nenhum controle químico de insetos e SII: com controle) avaliados na safra 2012/13, considerando as características: Produtividade (PROD em kg/parcela), Peso de Sementes Boas (PSB em kg/parcela), Peso de Mil Sementes (PMS em g), Número de Vagens por Planta (NV), Altura (ALT em cm), Retenção Foliar (RF em nota), Valor Agronômico (VA em nota), Acamamento (IA em nota), Período de Formação das Sementes (PFS em dias) e Ciclo (C em dias)

Genótipos	(continuação)					
	ALT			RF		
	SI	SII	μ_s	SI	SII	μ_s
BMX POTÊNCIA RR	99,24	91,25	95,25 E	4,2 Aa	1,2 Ab	2,7
BRS INVERNADA	112,52	107,15	109,83C	2,6 Ba	1,0 Ab	1,8
CD215	74,50	73,08	73,79 G	2,0 Ba	1,4 Aa	1,7
IAC-100	77,27	74,20	75,74 G	1,8 Ba	2,0 Aa	1,9
IAC-17	71,17	71,75	71,46 G	1,8 Ba	1,4 Aa	1,6
IAC-23	70,96	73,49	72,22 G	2,0 Ba	1,2 Aa	1,6
IAC-24	80,05	78,51	79,28 G	1,8 Ba	1,2 Aa	1,5
JAB 00-02-2/2J3D	96,66	105,01	100,84D	2,2 Ba	1,2 Aa	1,7
JAB 00-05-6/7G3D	127,55	126,81	127,18A	4,6 Aa	1,2 Ab	2,9
L1-1-55	76,46	83,63	80,04 G	2,4 Ba	1,2 Ab	1,8
LQ1043	116,73	117,94	117,33B	3,8 Aa	1,0 Ab	2,4
LQ1050	82,09	75,60	78,85 G	2,0 Ba	1,2 Aa	1,6
LQ1078	101,57	110,05	105,81D	3,8 Aa	1,0 Ab	2,4
LQ1119	83,77	85,13	84,45 F	2,6 Ba	1,2 Ab	1,9
LQ1124	95,95	92,56	94,25 E	3,0 Ba	1,4 Ab	2,2
LQ1188	111,80	113,63	112,71C	4,6 Aa	1,4 Ab	3,0
LQ1194	115,05	112,68	113,87C	2,4 Ba	1,2 Ab	1,8
LQ1402	75,12	87,17	81,14 G	3,2 Ba	1,6 Ab	2,4
LQ1413	75,36	75,41	75,38 G	2,6 Ba	1,6 Aa	2,1
LQ1421	77,34	77,83	77,59 G	3,8 Aa	1,6 Ab	2,7
LQ1504	72,70	83,87	78,28 G	2,8 Ba	1,2 Ab	2,0
LQ1505	81,61	78,03	79,82 G	3,2 Ba	1,0 Ab	2,1
LQ1519	89,43	95,27	92,35 E	3,6 Aa	1,6 Ab	2,6
V-MAX RR	87,96	87,76	87,86 F	5,0 Aa	2,0 Ab	3,5
μ_G	89,7 a	90,74 a	90,22	2,99	1,33	2,16

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada genótipo, pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. μ_G = média dos genótipos para cada sistema; μ_s = média dos genótipos para ambos os sistemas

Tabela 1 - Desempenho de 24 genótipos de soja em dois sistemas de controle (SI: nenhum controle químico de insetos e SII: com controle) avaliados na safra 2012/13, considerando as características: Produtividade (PROD em kg/parcela), Peso de Sementes Boas (PSB em kg/parcela), Peso de Mil Sementes (PMS em g), Número de Vagens por Planta (NV), Altura (ALT em cm), Retenção Foliar (RF em nota), Valor Agronômico (VA em nota), Acamamento (IA em nota), Período de Formação das Sementes (PFS em dias) e Ciclo (C em dias)

Genótipos	VA			IA		
	SI	SII	μ_s	SI	SII	μ_s
BMX POTÊNCIA RR	4,6 Aa	4,4 Ba	4,5	1,0 Ba	1,6 Ba	1,3
BRS INVERNADA	3,8 Ba	3,8 Ba	3,8	3,0 Aa	3,2 Aa	3,1
CD215	5,0 Aa	5,0 Aa	5,0	1,0 Ba	1,2 Ba	1,1
IAC-100	4,4 Aa	5,0 Aa	4,7	1,0 Ba	1,0 Ba	1,0
IAC-17	5,0 Aa	5,0 Aa	5,0	1,0 Ba	1,0 Ba	1,0
IAC-23	4,8 Aa	5,0 Aa	4,9	1,0 Ba	1,0 Ba	1,0
IAC-24	4,2 Bb	5,0 Aa	4,6	1,0 Ba	1,0 Ba	1,0
JAB 00-02-2/2J3D	3,6 Bb	5,0 Aa	4,3	1,6 Ba	1,2 Ba	1,4
JAB 00-05-6/7G3D	4,4 Aa	4,2 Ba	4,3	1,4 Bb	2,4 Aa	1,9
L1-1-55	4,2 Ba	4,4 Ba	4,3	1,2 Ba	2,0 Ba	1,6
LQ1043	4,0 Bb	4,8 Aa	4,4	1,4 Ba	1,8 Ba	1,6
LQ1050	5,0 Aa	5,0 Aa	5,0	1,0 Ba	1,0 Ba	1,0
LQ1078	4,0 Ba	4,4 Ba	4,2	1,0 Ba	1,8 Ba	1,4
LQ1119	4,6 Aa	4,8 Aa	4,7	1,6 Ba	1,4 Ba	1,5
LQ1124	3,6 Ba	3,4 Ba	3,5	2,6 Aa	3,2 Aa	2,9
LQ1188	4,2 Ba	4,0 Ba	4,1	1,4 Ba	1,6 Ba	1,5
LQ1194	4,4 Aa	4,0 Ba	4,2	1,8 Bb	3,0 Aa	2,4
LQ1402	4,8 Aa	4,8 Aa	4,8	1,0 Ba	1,2 Ba	1,1
LQ1413	4,8 Aa	4,8 Aa	4,8	1,2 Ba	1,2 Ba	1,2
LQ1421	4,8 Aa	4,2 Ba	4,5	1,2 Ba	1,2 Ba	1,2
LQ1504	4,6 Aa	4,8 Aa	4,7	1,0 Ba	1,2 Ba	1,1
LQ1505	4,2 Bb	5,0 Aa	4,6	1,2 Ba	1,0 Ba	1,1
LQ1519	4,6 Aa	4,0 Ba	4,3	1,2 Bb	3,2 Aa	2,2
V-MAX RR	4,2 Ba	4,8 Aa	4,5	1,0 Ba	1,2 Ba	1,1
μ_G	4,41	4,57	4,49	1,32	1,65	1,49

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada genótipo, pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. μ_G = média dos genótipos para cada sistema; μ_s = média dos genótipos para ambos os sistemas

Tabela 1 - Desempenho de 24 genótipos de soja em dois sistemas de controle (SI: nenhum controle químico de insetos e SII: com controle) avaliados na safra 2012/13, considerando as características: Produtividade (PROD em kg/parcela), Peso de Sementes Boas (PSB em kg/parcela), Peso de Mil Sementes (PMS em g), Número de Vagens por Planta (NV), Altura (ALT em cm), Retenção Foliar (RF em nota), Valor Agronômico (VA em nota), Acamamento (IA em nota), Período de Formação das Sementes (PFS em dias) e Ciclo (C em dias)

Genótipos	(conclusão)					
	PFS			CICLO		
	SI	SII	μ_s	SI	SII	μ_s
BMX Potência RR	34,0	37,0	35,5 B	128,6	126,8	127,7 C
BRS Invernada	32,8	28,0	30,4 C	126,2	126,2	126,2 D
CD215	29,0	25,4	27,2 C	125,2	125,2	125,2 D
IAC-100	38,8	43,0	40,9 A	132,4	129,4	130,9 C
IAC-17	36,2	30,8	33,5 B	122,0	120,8	121,4 E
IAC-23	35,8	34,8	35,3 B	132,0	129,0	130,5 C
IAC-24	32,6	34,0	33,3 B	132,2	127,4	129,8 C
JAB 00-02-2/2J3D	42,2	45,2	43,7 A	121,2	120,8	121,0 E
JAB 00-05-6/7G3D	45,2	41,2	43,2 A	137,0	129,0	133,0 B
L1-1-55	44,8	38,0	41,4 A	135,8	134,0	134,9 B
LQ1043	45,4	38,8	42,1 A	135,0	132,0	133,5 B
LQ1050	32,4	38,4	35,4 B	138,0	135,0	136,5 A
LQ1078	41,2	39,6	40,4 A	135,0	128,2	131,6 C
LQ1119	45,0	43,2	44,1 A	136,4	129,0	132,7 B
LQ1124	37,6	39,2	38,4 A	136,4	130,0	133,2 B
LQ1188	48,4	40,4	44,4 A	132,6	129,0	130,8 C
LQ1194	43,4	40,4	41,9 A	136,0	128,2	132,1 C
LQ1402	45,0	41,2	43,1 A	133,4	128,2	130,8 E
LQ1413	47,8	41,2	44,5 A	134,0	133,0	133,5 B
LQ1421	42,0	42,8	42,4 A	120,2	117,2	118,7 E
LQ1504	45,0	40,2	42,6 A	121,6	120,4	121,0 E
LQ1505	42,0	38,6	40,3 A	120,8	119,0	120,1 E
LQ1519	44,4	38,6	41,5 A	139,8	136,8	138,3 A
V-Max RR	32,8	28,0	30,4 C	137,0	132,0	134,5 B
μ_G	40,16 a	37,83 b	40,00	131,2a	127,8b	130,00

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada genótipo, pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. μ_G = média dos genótipos para cada sistema; μ_s = média dos genótipos para ambos os sistemas

Anexo C – Tabelas: Segundo Ano (Safrá 2013/14)

Tabela 1 - Produtividade (PROD em kg/parcela), peso de sementes boas (PSB em kg/parcela), peso de mil sementes (PMS em g), retenção foliar (RF em notas 1-5), índice porcentual de danos nas vagens (IPDV em porcentagem), índice de acamamento (IA em notas 1-5), valor agrônômico (VA em notas 1-5), altura (ALT em cm), período de formação das sementes (PFS em dias) e ciclo (dias) avaliados de oito genótipos de soja produzidas no sistema de controle I e II

(continua)

Genótipos	PROD			PSB		
	SI	SII	μ_s	SI	SII	μ_s
IAC-100	1,55	1,72	1,64 A	1,44	1,67	1,56 A
LQ1050	1,63	1,81	1,72 A	1,53	1,67	1,60 A
LQ1402	1,63	1,79	1,71 A	1,45	1,67	1,56 A
LQ1504	1,61	1,73	1,67 A	1,37	1,59	1,48 A
CD215	1,52	1,78	1,65 A	1,39	1,72	1,55 A
BMX POTÊNCIA RR	1,69	1,75	1,72 A	1,57	1,66	1,62 A
V-MAX RR	1,47	1,69	1,58 B	1,25	1,59	1,42 A
JAB 00-02-2/2J3D	1,44	1,63	1,54 B	0,88	1,37	1,13 B
μ_G	1,57 b	1,74 a	1,65	1,36 b	1,62 a	1,49

Genótipos	PM			RF		
	SI	SII	μ_s	SI	SII	μ_s
IAC-100	119,84	121,38	120,61 E	2,2	1,2	1,7 B
LQ1050	140,66	149,19	144,92 C	1,4	1,2	1,3 B
LQ1402	131,1	134,95	133,02 D	2,6	1,6	2,1 A
LQ1504	121,36	125,22	123,29 E	3,4	2,0	2,7 A
CD215	145,35	146,44	145,90 C	1,6	1,0	1,3 B
BMX POTÊNCIA RR	152,24	154,66	153,45 B	2,0	1,2	1,6 B
V-MAX RR	162,64	155,72	159,18 A	2,6	2,2	2,4 A
JAB 00-02-2/2J3D	156,08	159,38	157,73 A	1,8	1,6	1,7 B
μ_G	141,16a	143,17 a	142,26	2,20 a	1,50 b	1,85

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada genótipo, pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. μ_G = média dos genótipos para cada sistema; μ_s = média dos genótipos para ambos os sistemas

Tabela 1 - Produtividade (PROD em kg/parcela), peso de sementes boas (PSB em kg/parcela), peso de mil sementes (PMS em g), retenção foliar (RF em notas 1-5), índice porcentual de danos nas vagens (IPDV em porcentagem), índice de acamamento (IA em notas 1-5), valor agrônômico (VA em notas 1-5), altura (ALT em cm), período de formação das sementes (PFS em dias) e ciclo (dias) avaliados de oito genótipos de soja produzidas no sistema de controle I e II, safras 2013/14

Genótipos	(continuação)					
	IPDV			IA		
	SI	SII	μ_s	SI	SII	μ_s
IAC-100	15,22	12,98	14,10 D	2,8	2,4	2,6 A
LQ1050	21,33	16,07	18,70 B	1,4	1,4	1,4 B
LQ1402	18,10	12,63	15,37 C	2,2	2,6	2,4 A
LQ1504	20,51	18,79	19,65 B	3,2	3,0	3,1 A
CD215	15,21	8,62	11,92 D	1,2	1,2	1,2 B
BMX Potência RR	14,80	10,87	12,84 D	1,0	1,0	1,0 B
V-Max RR	19,88	14,39	17,13 C	2,0	1,4	1,7 B
JAB 00-02-2/2J3D	25,64	25,41	25,52 A	1,4	1,2	1,3 B
μ_G	18,84 a	14,97 b	16,90	1,90 a	1,78 a	1,84

Genótipos	ALT			PEG		
	SI	SII	μ_s	SI	SII	μ_s
	IAC-100	74,60	70,27	72,43 A	34,4	30,8
LQ1050	58,83	55,50	57,17 C	30,4	34,0	32,2 B
LQ1402	66,63	59,60	63,12 B	35,6	38,4	37,0 A
LQ1504	79,97	76,30	78,13 A	38,2	34,0	36,1 A
CD215	61,50	51,83	56,67 C	29,2	27,8	28,5 C
BMX Potência RR	69,43	65,00	67,22 B	32,4	33,2	32,8 B
V-Max RR	67,90	62,83	65,36 B	38,4	36,2	37,3 A
JAB 00-02-2/2J3D	75,84	86,83	81,34 A	27,6	27,8	27,7 C
μ_G	69,34 a	66,02 a	67,68	33,27 a	32,77 a	33,02

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada genótipo, pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. μ_G = média dos genótipos para cada sistema; μ_s = média dos genótipos para ambos os sistemas

Tabela 1 - Produtividade (PROD em kg/parcela), peso de sementes boas (PSB em kg/parcela), peso de mil sementes (PMS em g), retenção foliar (RF em notas 1-5), índice porcentual de danos nas vagens (IPDV em porcentagem), índice de acamamento (IA em notas 1-5), valor agrônômico (VA em notas 1-5), altura (ALT em cm), período de formação das sementes (PFS em dias) e ciclo (dias) avaliados de oito genótipos de soja produzidas no sistema de controle I e II, safras 2013/14

Genótipos	(conclusão)					
	CICLO			VA		
	SI	SII	μ_s	SI	SII	μ_s
IAC-100	119,6	117,8	118,7 B	3,2	3,4	3,3 C
LQ1050	115,2	114,0	114,6 C	4,4	4,2	4,3 B
LQ1402	122,0	119,4	120,7 B	3,8	3,2	3,5 C
LQ1504	124,0	117,8	120,9 B	3,0	2,8	2,9 C
CD215	105,6	104,0	104,8 D	4,8	5,0	4,9 A
BMX POTÊNCIA RR	109,0	104,8	106,9 D	4,4	4,6	4,5 A
V-MAX RR	115,0	114,0	114,5 C	3,0	3,6	3,3 C
JAB 00-02-2/2J3D	130,6	130,6	130,6 A	4,0	4,0	4,0 B
μ_G	117,62 a	115,30 b	116,46	3,82 a	3,85 a	3,84

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, para cada genótipo, pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. μ_G = média dos genótipos para cada sistema; μ_s = média dos genótipos para ambos os sistemas