

**GABRIELA CAROLINA GUIMARÃES ANDRADE**

**REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA AO MOFO BRANCO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia, área de concentração: Fitossanidade.

Orientador:

**Prof. Dr. Marcos Gomes da Cunha**

Goiânia, GO ó Brasil  
2015

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1. Identificação do material bibliográfico:**       Dissertação       Tese

**2. Identificação da Tese ou Dissertação**

Nome completo do autor: **GABRIELA CAROLINA GUIMARÃES ANDRADE**

Título do trabalho: **Í Reação de genótipos de soja ao mofo branco<sup>1</sup>.**

**3. Informações de acesso ao documento:**

Concorda com a liberação total do documento  SIM       NÃO<sup>1</sup>

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.



---

Assinatura da autora

Data: 06/04/2017

---

<sup>1</sup> Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob orientação do Sibi/UFG.

Guimarães Andrade, Gabriela Carolina  
REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA AO MOFO BRANCO  
[manuscrito] / Gabriela Carolina Guimarães Andrade. - 2015.  
LXXIV, 74 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Gomes da Cunha  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de  
Agronomia (EA) , Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia,  
2015.

Bibliografia.

Inclui gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Glicine max. 2. Sclerotinia sclerotiorum. 3. Controle. 4.  
Incidência. I. , Marcos Gomes da Cunha, orient. II. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

ESCOLA DE AGRONOMIA



**ATA DA REUNIÃO DA BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE TESE DE GABRIELA CAROLINA GUIMARÃES ANDRADE** - Aos dezoito dias do mês de junho do ano de dois mil e quinze (19.06.2015), às 08h30min, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: Prof. Dr. Marcos Gomes da Cunha - Orientador/Presidente, Prof. Dr. Riccely Ávila Garcia, Dr. Renato Carrer Filho, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Adélia Cristina Silva Fernandes e Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Alves Ferreira, para, em sessão pública realizada no auditório do PPGA da Escola de Agronomia da UFG, procederem à avaliação da defesa de Tese intitulada: **“Seleção de linhagens de soja com resistência ao mofo branco”**, de autoria de **GABRIELA CAROLINA GUIMARÃES ANDRADE**, discente do curso de **DOCTORADO**, na área de concentração em **FITOSSANIDADE**, do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Marcos Gomes da Cunha, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida a autora da Tese que, em 40 minutos apresentou o seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da Banca arguiu a examinanda, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. A Banca Examinadora alterou o título original da Tese para: **“Reação de genótipos de soja ao mofo branco”**. De acordo com a Resolução nº 1051, de 09.09.2011 do CEPEC - Conselho de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura, que regulamenta o Programa de Pós-Graduação em Agronomia, e desde que procedidas às correções recomendadas, a Tese será considerada **APROVADA** pela Banca Examinadora, estando integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **DOCTORA EM AGRONOMIA**, na área de concentração em **FITOSSANIDADE**, pela Universidade Federal de Goiás. A doutoranda deverá efetuar as modificações sugeridas pela Banca Examinadora e encaminhar a versão definitiva da Tese à secretaria do PPGA, no prazo máximo de trinta dias após a data da Defesa. A conclusão do Curso e a emissão do Diploma dar-se-ão após o cumprimento do Artigo 69, § 1º e § 2º, da Resolução CEPEC nº 1051, de 09.09.2011. A Banca Examinadora recomenda a publicação de artigo(s) científico(s), oriundo(s) dessa Tese, em periódicos de circulação nacional e, ou, internacional, depois de efetuadas as modificações sugeridas. No caso da discente titulada não providenciar a publicação de seu trabalho final em forma de artigo(s) científico(s) no prazo de seis meses, após a data da defesa, serão aplicados os dispositivos do Artigo 70, § 1º e § 2º, da mesma Resolução. Cumpridas as formalidades de pauta, às 12h21min a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Tese e, para constar eu, Welinton Barbosa Mota, Secretário do PPGA, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada, segue assinada pelos membros da Banca Examinadora, em quatro vias de igual teor.

  
Prof. Dr. Marcos Gomes da Cunha  
Presidente da Banca – EA/UFG

  
Prof. Dr. Riccely Ávila Garcia  
Membro – EESG/FAFICH

  
Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Adélia Cristina Fernandes Silva  
Membro – FESG/FAFICH

  
Dr. Renato Carrer Filho  
Membro – EA/UFG

  
Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Alves Ferreira  
Membro - DFP/UFLA

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Rodrigo, meu marido, pela espera paciente nos momentos de ausência, por toda sua capacidade de compreensão, por sua dedicação, por sua confiança em mim, enfim, pela sua presença em minha vida.

Aos meus pais, pela sabedoria em me educar, pelos seus gestos de carinho, pelo apoio constante, por ter investido e acreditado sempre na educação. Sempre foram exemplos na minha vida. Obrigada a me ensinar a não desistir dos meus sonhos.

Aos meus irmãos, pela amizade e, que apesar da distância física, que sempre posso contar para o que der e vier.

Aos meus avós, que mesmo lá de cima, continuam sempre me guiando em suas orações e me levando aos melhores caminhos da minha vida.

Ao Professor Marcos Gomes da Cunha pela orientação, ensinamentos, compreensão e grande colaboração na minha formação.

Aos amigos, que conheci durante essa jornada e que se tornaram para a vida toda, Welinton Motta, Renato Carrer e Adélia Silva, obrigada por sua colaboração e prontidão.

Aos amigos Paulo, Renata, Cassiano e Kida pela grande ajuda para que esse trabalho pudesse ser executado e concluído.

A todos os amigos da Universidade Federal de Goiás, aos colegas de classe, aos professores e funcionários que sempre fizeram meus dias de luta se tornar mais felizes.

Ao Curso de Pós-Graduação em Fitossanidade da Universidade Federal de Goiás, pela oportunidade em realizar o Curso de Doutorado.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	5
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	6
<b>RESUMO GERAL</b> .....	7
<b>GENERAL ABSTRACT</b> .....	8
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	9
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	11
2.1 A CULTURA DA SOJA NO BRASIL .....	11
2.2 IMPORTÂNCIA DAS DOENÇAS NA CULTURA DA SOJA .....	12
2.3 RESISTÊNCIA GENÉTICA .....	15
2.4 INTERAÇÃO <i>SCLEROTINIA SCLEROTIORUM</i> E SOJA .....	18
2.5 REFERÊNCIAS .....	21
<b>3 REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA AO MOFO BRANCO</b> .....	27
RESUMO .....	27
ABSTRACT .....	28
3.1 INTRODUÇÃO.....	28
3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	30
3.3 RESULTADOS .....	35
3.4 DISCUSSÃO.....	53
3.5 CONCLUSÕES .....	56
3.6 REFERÊNCIAS .....	57
<b>4 SENSIBILIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA AO ÁCIDO OXÁLICO E REAÇÃO AO TESTE DO PALITO DE DENTE EM CASA DE VEGETAÇÃO</b> .....	60
RESUMO .....	60
ABSTRACT .....	61
4.1 INTRODUÇÃO.....	61
4.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	62
4.3 RESULTADOS .....	66
4.4 DISCUSSÃO.....	69
4.5 CONCLUSÕES.....	71
4.6 REFERÊNCIAS .....	72
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	74

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 3.1.</b> Genótipos de soja plantados no Oeste Baiano nas safras 2011/12, 2012/13, 2013/14.....	31
<b>Tabela 3.2.</b> Genótipos de soja plantados em Jataí nas safras 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014.....	33
<b>Tabela 3.3.</b> Genótipos plantados na safra 2011/12 em Jataí ó GO e Barreiras - BA.....	34
<b>Tabela 3.4.</b> Incidência do mofo branco causado por <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> em 165 genótipos de soja plantadas na região de Barreiras, BA nas safras de 2011/2012.....	37
<b>Tabela 3.5.</b> Ciclo da cultura da soja (dias) de 165 genótipos plantados no município de Barreiras na safra de 2011/2012.....	39
<b>Tabela 3.6.</b> Índice de acamamento de 165 genótipos de soja plantados na região de Barreiras, BA nas safras de 2011/2012.....	41
<b>Tabela 3.7.</b> Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> ) de 165 genótipos de soja plantados na região de Barreiras, BA nas safras de 2011/2012.....	43
<b>Tabela 3.8.</b> Incidência de mofo branco causado por <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> em 63 genótipos de soja plantadas na região de Jataí, GO nas safras de 2011/2012..	46
<b>Tabela 3.9.</b> Ciclo da cultura da soja em dias de 63 genótipos plantados na região de Jataí (GO) nas safras de 2011/2012.....	47
<b>Tabela 3.10.</b> Índice de acamamento de 63 genótipos de soja plantadas na região de Jataí, GO nas safras de 2011/2012.....	48
<b>Tabela 3.11.</b> Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> ) de 63 genótipos plantados na região de Jataí na safra 2011/2012.....	50
<b>Tabela 3.12.</b> Efeito do mofo-branco causado por <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> em 37 genótipos de soja plantadas em dois locais (Barreiras e Jataí). As variáveis analisados foram incidência, índice de acamamento, ciclo da cultura (dias) e produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> ).....	51
<b>Tabela 3.13.</b> Correlação de Pearson para as variáveis: local, incidência, Índice de Acamamento, Ciclo da cultura (dias), produção (kg.ha <sup>-1</sup> ). .....	53
<b>Tabela 4.1.</b> Genótipos, reações a campo e local de avaliação dos genótipos usados para teste de concentração da solução de ácido oxálico .....	63
<b>Tabela 4.2.</b> Genótipos, reações a campo e local de avaliação dos genótipos testados quanto a sensibilidade ao ácido oxálico.....	64
<b>Tabela 4.3.</b> Genótipos, reações a campo e local de avaliação .....	65

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 3.1.** Precipitação (mm) acumulada em Barreiras (BA), nas safras de 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014..... 36
- Figura 3.2.** Precipitação (mm) na cidade de Jataí (GO) nas safras de 2011/12, 2012/13 e 2013/14. .... 45
- Figura 4.1.** Índice de murcha de plantas de soja submetidas a diferentes concentrações de ácido oxálico..... 67
- Figura 4.2.** Índice de murcha de 23 variedades de soja submetidas a 20 mM de ácido oxálico. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Skott-knot ( $P<0,05$ ). CV(%): 15,43. .... 68
- Figura 4.3.** Incidência de mofo cinzento causado por *Sclerotinia sclerotiorum* em plantas de soja em casa de vegetação. Médias seguidas pela mesma letra diferem, entre si, pelo teste de Scott-Knott ( $P<0,05$ ). CV(%): 30,38..... 69

## RESUMO GERAL

ANDRADE, G. C. G. **Reação de genótipos de soja ao mofo-branco**. 2015. 74 f. Tese (Doutorado em Agronomia ó Área de Concentração: Fitossanidade) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.<sup>1</sup>

O mofo branco causado pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum* é, atualmente, uma das principais doenças da cultura da soja, causa prejuízos econômicos significativos e apresenta difícil controle. O fungo possui mais de 400 espécies hospedeiras, dentre elas importantes culturas agrônômicas como a soja, o feijão e o girassol. A disseminação se dá principalmente pelas sementes infectadas ou pela presença de escleródios nas sementes. A resistência genética é a forma mais eficaz de controle de doenças de plantas, mas no Brasil pouco se conhece sobre a resistência genética de cultivares de soja ao mofo branco e os métodos atuais de inoculação nem sempre apresentam correlação positiva com os dados de campo. Assim, os objetivos do presente estudo foram avaliar a resistência de genótipos de soja em dois locais, Barreiras ó BA e Jataí - GO, correlacionar a precipitação com as variáveis analisadas, testar dois métodos de avaliação, um em casa de vegetação pelo método do palito e outro em laboratório usando o ácido oxálico, correlacionar os experimentos a campo com os do teste do palito em casa de vegetação e a sensibilidade ao ácido oxálico. De acordo com os dados obtidos, existe diferença entre genótipos de soja com relação à resistência ao mofo branco. Materiais mais precoces e resistentes ao acamamento foram mais resistentes, mas com variações. Houve interação significativa entre local e genótipos de soja. O local afetou, significativamente, a ocorrência da doença nos genótipos testados, sendo que a incidência correlacionou negativamente com a produtividade, ou seja, quanto maior incidência, menor a produtividade. Os genótipos ANTA82, 2011L003 e 2011L005 se mostraram mais produtivos e com maior resistência genética. Quanto aos métodos utilizados para seleção de genótipos resistentes ao mofo branco, constatou-se que o método do ácido oxálico constitui uma alternativa para seleção de genótipos resistentes, já que a variabilidade genética do patógeno não é considerada, utilizando-se as características fisiológicas dos genótipos e mostrou correlação positiva com os resultados obtidos em campo. Os experimentos de casa de vegetação não correlacionaram com os experimentos de campo devido à dificuldade de reproduzir os mesmos sintomas que ocorrem no campo. Contudo o método do ácido oxálico se mostrou como uma alternativa viável para utilização na fenotipagem de genótipos de soja, mas alguns ajustes na metodologia precisam ser realizados em testes futuros

*Palavras-chave:* *Sclerotinia sclerotiorum*, fenotipagem, *Glycine max*, controle.

---

<sup>1</sup> Orientadora: Prof. Dr. Marcos Gomes da Cunha. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos - UFG.

## GENERAL ABSTRACT

ANDRADE, G.C.G. **Reaction of soybean genotypes to white mold.** 2015. 74 f. Thesis (Doctor in Agronomy: Phytosanity) ó Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.<sup>1</sup>

White Mold, caused by *Sclerotinia sclerotiorum* fungi, is, currently, one of the most important diseases of soybean, causing considerable economic losses and is of difficult control. The Fungi has more than 400 host species, including crops of agronomical importance as soybean, common beans and sunflower. The dissemination is mainly accomplished by infected seeds or by the presence of sclerotium. Genetic resistance is the most effective of plant disease control but is not well known about the soybean varieties resistance in Brazil and the current inoculation methods do not always have good correlation with field data. The main goals of this study were the evaluation of the resistance of soybean genotypes in two environments, Barreira ó BA and Jatai ó GO, correlate the rainfall with the variables analyzed, test two different methods, one in the greenhouse using tooth pick and other in the laboratory using oxalic acid, as well as correlate the data from the experiments in the fields with the greenhouse and the sensibility to the oxalic acid. According to the data analyzed, there are differences between genotypes of soybean in respect to the resistance of white mold. Early genotypes and more resistant to lodging were more resistant to white mold, but showing variations in the results. There was interaction between environment and soybean genotypes. The environment influenced meaningfully the occurrence of the disease in the tested genotypes, where in the severity correlate negatively and meaningfully with yield, in other words, the bigger the severity, the less the yield. The genotypes ANTA82, 2011L003 and 2011L005 had higher yields and were genetically more resistant to the disease. In respect to the methods used for the selection of resistant genotypes to white mold, it was seen that the oxalic acid method is an alternative for selection of resistant genotypes, since the variability of the pathogen is not considered, using the physiological traits of the genotypes. The experiments in the greenhouse are not correlated to the experiments in the field, due to the difficulty of reproducing equal symptoms that normally occur in the field. However, the method of the oxalic acid was shown to be reliable to be used in the phenotype of soybean cultivars but methodology adjusts should be done in future tests

*Key words:* *Glycine max*, screening, *Sclerotinia sclerotiorum*, control.

---

<sup>1</sup> Adviser: Prof. Dr. Marcos Gomes da Cunha. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos - UFG.

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) apresenta grande importância econômica no cenário mundial, em função da extensão da área plantada. O Brasil é o segundo maior produtor no mundo, com produção de 96 milhões de toneladas na safra 2014/2015 (Conab, 2015). Atualmente, é a cultura agrícola mais importante do país, sendo cultivada em vinte Estados e em todas as regiões geográficas. No contexto mundial, o Brasil possui significativa participação na oferta e demanda de produtos do complexo agroindustrial da soja, o qual vem desempenhando papel fundamental para o desenvolvimento de várias regiões do país (Lazzarotto & Hirakuri, 2009).

Com a expansão da cultura da soja, um aumento crescente do ataque de pragas e doenças vem sendo relatado e são um dos principais fatores que limitam o aumento de produtividade. Já foram identificadas no Brasil aproximadamente quarenta doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus (Embrapa, 2013). Dentre as doenças que incidem na soja, o mofo-branco, causado por *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary, tem-se destacado como umas das mais importantes. Entre as recomendações para o manejo da doença estão tratos culturais, como plantio com maior espaçamento entre linhas (Steadman et al., 1973) ou baixa população de plantas (Hass & Bolwyn, 1972), controle cultural com formação da palhada para o sistema de plantio direto (SPD) (Ferraz et al., 1999) e o controle biológico com antagonistas (Menendez & Godeas, 1998).

De acordo com Yorinori (1997), a forma mais eficaz e econômica de controle das doenças em plantas é por meio de resistência genética do hospedeiro. Resistência completa ao mofo-branco não tem sido relatada na cultura da soja (Grau & Radke, 1984; Kurle et al., 2001), mas, somente resistência parcial associada a mecanismos de escape ou resistência fisiológica a *S. sclerotiorum* (Kim & Diers, 2000). Variações na resposta de cultivares de soja a *S. sclerotiorum* em condições de campo tem sido correlacionadas com arquitetura de planta e variáveis de desenvolvimento, tais como altura da cultivar, maturidade e acamamento (Boland & Hall, 1987).

Cultivares de soja foram identificados com resistência parcial a *S. sclerotiorum* em avaliações a campo (Grau & Radke, 1984; Nelson et al., 1991; Wegulo et al., 1998;

Yang et al., 1999; Kim & Diers, 2000), mas as atuais fontes de resistência das cultivares comerciais são limitadas e não impedem completamente a perda de rendimento da cultura (Hoffman et al., 1998; Yang et al., 1999). No Brasil pouco se conhece sobre a resistência parcial de variedades de soja ao mofo-branco, o que torna uma limitação para o desenvolvimento de germoplasma com resistência. E os métodos atuais usados para avaliar a resistência, usando inoculação artificial em casa de vegetação, nem sempre apresentam correlação positiva com a realidade de campo.

Assim, esse trabalho foi dividido em duas partes: i) Avaliação da reação de genótipos de soja ao mofo branco, tendo como objetivos: avaliar genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com relação a resistência a *S. sclerotiorum* e estudar a relação da incidência da doença com características fenotípicas dos genótipos; ii) Sensibilidade de genótipos de soja ao oxalato com os objetivos: avaliar uma metodologia indireta da resistência, usando ácido oxálico.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A CULTURA DA SOJA NO BRASIL

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) é originária da China, entre a região setentrional e central. A mais antiga referência na literatura está no herbário Pen tsao Kong Mu, do imperador Shen Nung, por volta de 2.300 a.C. (Ferreira et al., 1981). Plantas de soja que hoje cultivamos são muito diferentes dos seus ancestrais, pois eram plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente ao longo do rio Yangtze, na China. Sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China (Embrapa, 2004).

Apesar de conhecida e explorada no Oriente há mais de cinco mil anos, sendo uma das mais antigas plantas cultivadas do Planeta, o Ocidente ignorou o seu cultivo até a segunda década do século XX, quando os Estados Unidos (EUA) iniciaram sua exploração comercial, primeiro como forrageira e, posteriormente, como grãos. Nesta mesma época o teor de óleo e proteína do grão começou a despertar o interesse das indústrias mundiais. No entanto, as tentativas de introdução comercial do cultivo do grão na Rússia, Inglaterra e Alemanha fracassaram, provavelmente, devido às condições climáticas desfavoráveis (Embrapa, 2004).

A primeira referência da soja no Brasil data de 1882, na Bahia, por Gustavo D'Utra. Em 1892, resultados experimentais foram relatados pelo Instituto Agrônomo de Campinas. A partir da década de 1940, a área plantada não parou de crescer (Câmara, 1998). Após a crise do abastecimento da agricultura, de 1961 a 1963, e a mudança da política econômica em 1964, o governo deu início a uma política de diversificação das exportações de bens agrícolas implementando políticas de crédito rural e criando agências tecnológicas (Coelho, 1998). Estes incentivos foram, em grande parte, direcionados para a produção de soja, tendo esta cultura um desenvolvimento significativo, sobretudo voltado para exportação.

Entre 1970 e 1985, a expansão da soja ocorreu baseada na abertura e consolidação de novas áreas para agricultura nas regiões Sul e Centro-Oeste. O processo de expansão da área cultivada começa a migrar da abertura de novas áreas, para a substituição de atividades produtivas, como a bovinocultura de corte e o cultivo de arroz (Lazzarotto & Hirakuri, 2009).

O deslocamento da produção para a região Central do Brasil está ligado às melhores condições de clima, tamanho da área cultivada e nível tecnológico, onde hoje se cultivam mais de 18 milhões de hectares. Apropriada para climas quentes e úmidos e com a aplicação de fertilizantes e de calcário, o rendimento médio de grãos nessa região tem sido de aproximadamente  $3.000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (Conab, 2015).

No contexto mundial, o Brasil possui significativa participação na oferta e na demanda de produtos do complexo agroindustrial da soja, o qual vem desempenhando papel fundamental para o desenvolvimento socioeconômico de várias regiões do país (Lazzarotto & Hirakuri, 2009). A cultura da soja apresenta grande importância econômica no cenário mundial em função da extensão da área plantada. O Brasil é o segundo maior produtor no mundo, atrás apenas dos Estados Unidos da América, sendo que na safra 2013/14 atingiu 31,5 milhões de hectares plantados com essa oleaginosa, com produção de 96 milhões de toneladas (Conab, 2015).

## 2.2 IMPORTÂNCIA DAS DOENÇAS NA CULTURA DA SOJA

Para a cultura da soja, mais de 135 patógenos já foram descritos e considera-se que mais de 30 espécies podem causar danos econômicos significativos (Roy et al., 2000). Os mais nocivos são os fungos e nematóides, seguidos pelas bactérias, vírus e fitoplasmas (Vidic et al., 2013).

As doenças estão entre os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos em soja. A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região, dependendo das condições climáticas de cada safra. As perdas anuais de produção em decorrência do ataque de fitopatógenos são estimadas em cerca de 15% a 20%, entretanto, algumas doenças podem ocasionar perdas de quase 100% (Embrapa, 2013).

Dentre as doenças que infectam a cultura da soja no Brasil, o mofo-branco, causado pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, vem se destacando nas últimas safras. Os

danos causados podem chegar a 60% de perda de produtividade na região central do Brasil (Cunha et al., 2010).

O mofo branco é uma das mais antigas doenças da soja, ocorre em diversas regiões produtoras, porém merece preocupação com a expansão da soja para as regiões altas dos Cerrados. Em anos de ocorrência de chuvas acima da média, essa doença pode causar severas perdas em diversas dessas regiões (Embrapa, 2013).

*Sclerotinia sclerotiorum* é um fungo cosmopolita e um dos mais devastadores fitopatógenos. Infecta mais de 400 espécies, incluindo diversas famílias de plantas cultivadas e um grande número de plantas invasoras (Boland & Hall, 1994). Representa séria ameaça para várias dicotiledôneas como girassol, soja, feijão, canola, amendoim e vários vegetais, mas também para monocotiledôneas como a cebola (Bolton et al., 2006). Pertence a família Sclerotiniaceae, ordem Helotiales e filo Ascomycota. Esta família inclui espécies que produzem asco castanho inoperculado, apotécios que surgem de estroma esclerodial com ou associadas às plantas hospedeiras. O desenvolvimento de um estroma esclerodial, agregado de hifas, é uma característica comum de todos os membros da família. É um fungo homotálico e necrotrófico (Bolton et al., 2006).

Durante o seu ciclo de vida, *S. sclerotiorum* progride através de três estádios de desenvolvimento que incluem dormência, saprofitismo e parasitismo. De uma perspectiva de manejo durante a dormência esclerodial o patógeno é menos acessível a muitos métodos de controle. Em contrapartida, o patógeno é mais vulnerável durante a germinação micelial e carpogênica devido à habilidade saprofítica de baixa competição e alta dependência dos fatores ambientais (Kora et al., 2003). *Sclerotinia sclerotiorum* possui estratégias de adaptação durante o estágio saprofítico que contribui para seu estabelecimento na cultura. Devido à habilidade do fungo para continuar produzindo escleródio sobre restos foliares em decomposição e a habilidade para desenvolver apotécio e ascósporos em sincronia com o estágio suscetível do hospedeiro (Peltier et al., 2012).

O escleródio é um emaranhado de hifas que desempenha papel de grande importância no ciclo da doença, pois é uma estrutura de sobrevivência que pode se manter viável no solo por até oito anos (Adams & Ayers, 1979) e constitui o inóculo inicial, além da função de proteção contra condições adversas e degradação por microrganismo. O desenvolvimento esclerodial possui em três estágios: (i) iniciação (agregação de hifas para formar uma massa branca chamada de início esclerodial), (ii) desenvolvimento (crescimento hifal e aumento do tamanho da agregação) e (iii) maturação (delimitação da

superfície, deposição de melanina nas células da superfície periférica e consolidação interna). Vários fatores ambientais e nutricionais podem influenciar o completo desenvolvimento do escleródio. Em geral, ele é formado quando o crescimento micelial encontra um ambiente com limitação nutricional (Bolton et al., 2006).

Os escleródios podem germinar de forma carpogênica ou miceliogênica, dependendo das condições ambientais. Na germinação miceliogênica, o escleródio produz hifas que atacam diretamente o tecido do hospedeiro (Bardin & Huang, 2001). Na germinação carpogênica, ocorre a produção de apotécio e subsequentemente ascósporos que infectam as plantas. A maioria das doenças causadas por esse patógeno se inicia pela infecção por meio de ascósporos (Steadman, 1979). A formação do apotécio depende de fatores ambientais como temperatura e umidade do solo e também da temperatura do ar em que foi produzido o escleródio. Um ou mais apotécios podem ser formados a partir de um escleródio (Bolton et al., 2006).

Escleródios na superfície do solo, sob alta umidade e temperaturas entre 10 °C e 21 °C podem germinar e produzir apotécios. Estes produzem ascósporos que são liberados ao ar e são responsáveis pela infecção das plantas. A transmissão por semente pode ocorrer tanto por meio de micélio dormente (interno) quanto por escleródios misturados às sementes. Uma vez introduzido em uma área, o patógeno é de difícil erradicação devido à sua ampla gama de hospedeiros e a longa sobrevivência dos escleródios no solo (Embrapa, 2013).

Em condições favoráveis, os ascósporos são liberados dos ascos de forma contínua, por um período médio que 10 dias em condições de campo e com taxa de 1.600 esporos/h (Bolton et al., 2006). Muitos ascósporos são depositados no campo onde foram produzidos (Wegulo et al., 2000), mas alguns podem ser dispersos por muitos quilômetros por meio de correntes de ar. Os ascósporos podem sobreviver no tecido da planta por até duas semanas, dependendo das condições ambientais (Bolton et al., 2006). Os ascósporos podem germinar na superfície de tecido sadio, mas na ausência de fonte exógena de nutriente e filme de água a infecção pode não ocorrer. Tecidos senescentes ou necróticos servem como fonte de nutriente para iniciar a germinação do ascósporo dando origem à infecção micelial do hospedeiro (Lumsden, 1979). O florescimento do hospedeiro é considerado um fator crítico para a infecção por ascósporos porque as partes senescentes das flores servem como fonte primária de nutriente para o fungo. A infecção por meio da germinação miceliogênica ocorre somente em algumas culturas como girassol e algumas

hortaliças (Bolton et al., 2006).

A infecção de soja por *S. sclerotiorum* é iniciada pela germinação de ascósporos e em pétalas das flores (Grau & Radke, 1984). O fungo é capaz de infectar qualquer parte da planta, porém, as infecções iniciam-se com frequência a partir das inflorescências e das axilas das folhas e dos ramos laterais (Embrapa, 2013). O fungo desenvolve no interior da haste, causando abortamento de vagens e sementes (Boland & Hall, 1987; Nelson et al., 1991). Os sintomas foliares de mofo branco incluem necrose, murcha e seca, ficando as folhas, às vezes, presas à haste principal (Grau et al., 1982). O fungo produz micélio cotonoso e escleródios pretos, os quais ocorrem interna e externamente à haste e vagens (Grau & Binssonett, 1974).

A fase mais vulnerável da planta ocorre durante o florescimento, formação de vagens e enchimento de grãos (estágios de desenvolvimento entre R1 a R5). Significativa redução na produtividade ocorre em anos chuvosos durante o verão, onde a incidência da doença é intensificada (Vidic et al., 2013). Como medidas de controle, recomenda-se evitar a introdução do fungo na área utilizando semente certificada livre do patógeno. A mistura de fungicidas (contato + sistêmico) contendo benzimidazóis (tiabendazol, carbendazin ou tiofanato metílico) experimentalmente tem demonstrado eficiência de controle no tratamento de sementes. Em áreas de ocorrência da doença, fazer a rotação/sucessão de soja com espécies não hospedeiras como milho, aveia branca ou trigo; eliminar as plantas hospedeiras do fungo; fazer adubação adequada; aumentar o espaçamento entrelinhas, reduzindo a população ao mínimo recomendado, para evitar o acamamento e facilitar a ventilação e a penetração dos raios-ultravioleta do sol que reduzem a incidência do mofo-branco, estão entre as principais medidas de controle cultural (Embrapa, 2013).

## 2.3 RESISTÊNCIA GENÉTICA

O controle das doenças por meio da resistência genética é a forma mais econômica e de melhor aceitação pelo agricultor. Entretanto, para um grande número delas não existem cultivares resistentes (ex. mofo branco, tombamento e podridão radicular de rizoctonia) ou o número de cultivares resistentes é limitado (ex. nematoides de galhas e nematoide de cisto). Portanto, a convivência econômica com as doenças depende da ação de vários fatores em um sistema integrado de manejo da cultura (Embrapa, 2013).

O controle de uma doença é conseguido por meio do manejo da cultura e

depende também da participação do homem no manejo do ambiente, do parasita e do hospedeiro. Para se controlar o parasita, podem-se lançar mão de produtos químicos, porém o seu efeito é efêmero devido às mudanças na população do parasita, além do que este método é caro e requer conhecimento técnico do usuário para se evitar danos à saúde e ao meio ambiente. Assim, o uso de alterações no ambiente, desfavorecendo o desenvolvimento da doença, é uma prática cultural importante para se reduzir a taxa inicial de infecção sobre a cultura (Vale et al., 2001).

O manejo do hospedeiro pode ser genético ou não. O controle não genético consta de práticas culturais como, por exemplo, a rotação de culturas e o uso de culturas consorciadas. O manejo genético é feito pelo melhoramento de plantas, visando resistência ao parasita. O emprego da resistência genética tem merecido especial destaque num sistema integrado de controle de doenças, porque não onera o custo e nem prejudica diretamente a natureza e o produtor. Em um programa de melhoramento genético visando à obtenção de cultivares resistentes, algumas informações são necessárias, tais como, o controle genético da reação ao patógeno, a existência de variabilidade genética e metodologias para avaliação do germoplasma (Maranha et al., 2002; Botelho, 2011).

A resistência do hospedeiro é definida, dentro do contexto da fisiologia do parasitismo, como a capacidade da planta de atrasar ou de evitar a entrada e/ou subsequente atividade de um patógeno em seus tecidos. Embora as plantas, na natureza, estejam normalmente expostas a um número incalculável de microrganismos, como, por exemplo, fungos, bactérias, vírus e nematoides, a resistência mostra-se como a regra, enquanto a suscetibilidade aos agentes fitopatogênicos mostra-se como a exceção. A resistência é caracterizada pela sua natureza dinâmica e coordenada, onde a efetividade da ação depende da expressão dos seus mecanismos em sequência lógica, após o contato do patógeno em potencial com o hospedeiro (Pascholati & Leite, 1995).

Resistência completa de genótipos de soja a mofo branco não tem sido encontrada (Grau & Binssonett, 1974; Grau & Radke, 1984; Kurlle et al., 2001). Genótipos de soja com resistência parcial a *S. sclerotiorum* tem sido relatada em estudos de campo e em ambientes controlados. Em muitos estudos, a resposta de cultivares a *S. sclerotiorum* tem sido variável. Boland & Hall (1987) reportaram que a cultivar Ozzie foi mais suscetível que Maple Arrow em ambiente controlado e inoculações a campo, enquanto que Nelson et al. (1991) encontrou Ozzie com mais resistência quando comparada a Maple Arrow em avaliações em ambiente controlado e a campo. A resposta

de Ozzie foi estável em diferentes condições ambientais em dois estudos, mas foi diferente entre os dois estudos (Boland & Hall, 1987; Nelson et al., 1991). Semelhante resposta ocorreu com a cultivar de soja Evans, a qual foi avaliada como suscetível em condições ambientais controladas e a campo (Grau et al., 1982; Cline & Jacobsen, 1983; Boland & Hall, 1987; Nelson et al., 1991), mas foi detectada baixa incidência da doença em dois anos de um estudo a campo (Chun et al., 1987). Wegulo et al. (1998) também observaram variações na avaliação de campo e em condições controladas. Estas constatações levam a um interesse em procurar as causas potenciais dessa diferença na avaliação das mesmas cultivares em diferentes estudos.

Variações na resposta de cultivares de soja a *S. sclerotiorum* em condições de campo tem sido correlacionadas com arquitetura de planta e variáveis de desenvolvimento, tais como altura da cultivar, maturidade e acamamento. Cultivares mais baixas, precoces ou com pouco acamamento foram associadas a uma menor incidência da doença que cultivares altas, tardias e com maior índice de acamamento (Boland & Hall, 1987). Portanto, variáveis tais como estas parecem influenciar o desenvolvimento do patógeno ou doença, ou ambos, pela modificação das condições ambientais proporcionadas pelo dossel da cultura (Kim et al., 2000).

O tipo de inoculação também pode afetar a resposta de cultivares de soja a *S. sclerotiorum*. Kim et al. (2000; 1999) usaram três métodos de inoculação para avaliar genótipos de soja com relação a resistência a doença e encontraram respostas variadas dos diferentes métodos em diferentes ambientes. Por exemplo, a cultivar BSR 101 foi avaliada como mais e menos suscetível em diferentes anos e locais de teste (Kim & Diers, 2000) e os três métodos de inoculação usados não foram constantes (Kim et al., 2000). As cultivares NK S19-90 e Corsoy79 mostraram baixo índice de severidade da doença (DSIs) ao usar inoculação artificial e métodos de campo (Kim et al., 1999; Kim et al., 2000).

O genótipo do patógeno usado na inoculação também pode afetar diferentes respostas do hospedeiro a *S. sclerotiorum*. Pesquisadores têm começado a explorar a variação dentro de populações de *S. sclerotiorum* (Kull et al., 2001). Embora não existam raças de *S. sclerotiorum* estabelecidas, isolados variam em agressividade (Hoffman et al., 2002). Assim, com a composição de fatores da resistência parcial em soja e variações dentro das populações de *S. sclerotiorum*, novas fontes de resistência precisam ser identificadas. Dados experimentais com um isolado representando uma população selvagem de *S. sclerotiorum* isolado de *Ranunculus ficaria* foi significativamente menos

agressivo em canola (*Brassica napus* L.) que um isolado retirado da própria canola (Errampalli & Kohn, 1995).

Existem poucas informações sobre a resposta de genótipos de soja com relação à variabilidade entre isolados de *S. sclerotiorum* (Auclair et al., 2004). Resistência parcial pode promover um controle economicamente viável da doença e pode ser explorada por programas de melhoramento genético de soja. Entretanto pouco é conhecido sobre a herança da resistência a essa doença em soja e isto tem limitado o desenvolvimento de estratégias de melhoramento (Kim & Diers, 2000). Além disso, não se conhece que proporção da resistência no campo é fisiológica ou mecanismo de escape. Estes mecanismos de escape podem incluir data de florescimento, acamamento, arquitetura e maturidade, as quais têm sido significativamente associadas com a severidade da doença (Boland & Hall, 1987; Nelson et al., 1991; Kim et al., 1999).

Kim & Diers (2000) encontraram evidência genética de mecanismos de escape e resistência fisiológica. Em uma população derivada do cruzamento entre Syngenta S19-90 e Williams 82, estes autores mapearam três QTL's (Quantitative trait locus) controlando resistência a *S. sclerotiorum*. Dois desses foram significativamente associados com data de florescimento ou altura de planta e acamamento, indicando que esse loco contribui para a resistência por meio de escape. O terceiro QTL não foi associado com mecanismo de escape, indicando que pode ser um gene que contribui para a resistência fisiológica desta doença.

## 2.4 INTERAÇÃO *Sclerotinia Sclerotiorum* E SOJA

Estudos das interações de patógenos necrotróficos, como *S. sclerotiorum*, com seus hospedeiros foram diretamente ligados com o papel de enzimas que degradam a parede celular (CWDEs) e fitotoxinas secretadas pelos patógenos (Sella et al., 2005). *S. sclerotiorum* é capaz de sintetizar ácido oxálico e enzimas que degradam a parede celular (Donaldson et al., 2001) os quais são acumulados em lesões aquosas (Riou et al., 1991). A quantidade de CWDEs e endo-poligalacturonase (endo-PG) produzida por *S. sclerotiorum* é capaz de macerar tecidos intactos. Algumas propriedades bioquímicas de PG tem um papel importante na infecção em plântulas de soja (Francesco et al., 1992; Favaron et al., 1993), induzindo a morte programada de células, propriedade esta importante no caso de fungos necrotróficos (Zuppini et al., 2005). O ácido oxálico secretado por *S. sclerotiorum*

durante a infecção de plantas tem dois efeitos na atividade de PG, muda o pH para um valor mais adequado para a atividade da PG e em sub-ótimo pH tem um efeito de reforço direto na atividade da enzima (Favaron et al., 2004). Baseado nessas observações, Favaron et al. (2004) tiveram como hipótese que *S. sclerotiorum* pode modular a expressão de PGs para degradar eficientemente polímeros pécticos no ambiente da parede celular do hospedeiro onde o pH, oxalato e níveis de proteínas inibidoras da enzima poligalacturonase (PGIP) são modificados durante a infecção da planta.

Endo-PG e ácido oxálico são os principais fatores responsáveis pelos sintomas causados por *S. sclerotiorum*. As duas moléculas atuam sinergicamente, provocando a morte celular e desencadeando respostas de defesa do hospedeiro (Zuppini et al., 2005). Proteínas inibidoras da enzima poligalacturonase (PGIP) em plantas podem representar uma barreira para a atividade de endo-PG e um potencial mecanismo de defesa da planta contra o patógeno. Entretanto, para ser efetiva, a PGIP deve possuir afinidade alta com o endo-PG fúngicas e ser ativada em condições de pH do tecido da planta durante a infecção fúngica (Favaron et al., 2004).

Oxalato tem sido reportado como maior fator de patogenicidade na infecção de *S. sclerotiorum* (Cessna et al., 2000) facilitando a infecção por meio da degradação da parede celular via acidificação facilitada, lesionando a parede celular por pH ou por sequestro do íon  $\text{Ca}^{+2}$  (Dutton & Evans, 1996). Adicionalmente, o oxalato pode suprimir o rompimento oxidativo associado com a detecção do patógeno e ativar a morte programada de células (Kim et al., 2008). As respostas de defesa da planta ao ataque de *S. sclerotiorum* claramente envolve outros mecanismos incluindo defesa anatômica, compostos anti-fúngicos pré-formados e compostos anti-fúngicos pós-infecção (Zhu et al., 2013). Além disso, uma maior quantidade de compostos fenólicos, como cumarinas e cromenos, bem como o aumento da atividade de fenilalanina amonialiase foi reportada ocorrendo em genótipo tolerante de girassol quando comparado com suscetível (Pratts-Pérez et al., 2000).

Uma recente análise de expressão gênica de resposta de *Brassica napus* a *S. sclerotiorum* revelou uma expressão diferencial entre genótipo resistente e suscetível para genes associados a ácido jasmônico e vias de transdução de sinal de etileno, bem como proteínas relacionadas a parede celular de plantas e transportadores de açúcares (Zhao et al., 2009). Estudos de trocas de metabólitos entre girassol e *S. sclerotiorum* tem sido apresentado por Jobic et al. (2007).

A doença causada por *S. sclerotiorum* em colza normalmente é iniciada por

ascósporos dispersos no ar. Quando os esporos caem sobre folhas e hastes saudáveis eles não se aderem na superfície e a infecção não é estabelecida. Estudos têm mostrado que ceras cuticulares previnem a adesão de ascósporos e uma espessa cutícula pode representar uma efetiva barreira para penetração (Jamaux et al., 1995). Por outro lado, pétalas provêm um fácil acesso e fonte de nutriente suficiente para a infecção do patógeno. Quando as pétalas são infectadas caem sobre folhas, pecíolos e hastes de plantas de colza e a adesão e germinação dos ascósporos, bem como a penetração do fungo nestes tecidos serão desencadeadas. A mucilagem adesiva ao redor das estruturas do fungo pode contribuir para adesão da hifa e infecção na superfície da planta. Até agora não se sabe se os sítios de infecção são formados como respostas tigmotróficas ou como reação a sinais químicos. O desenvolvimento dos sítios de infecção pode supostamente aumentar a adesão do patógeno na superfície do hospedeiro e efetivamente penetrar na cutícula de plantas de colza. A cutícula foi perfurada pelo desenvolvimento de um fino peg de penetração de hifas achatadas no sítio de infecção (Huang et al., 2008).

As bordas lisas do local de penetração sugerem que enzimas lipolíticas podem estar envolvidas no processo de penetração. Estudos citoquímicos revelaram que enzimas lipolíticas tem um importante papel na penetração de *S. sclerotiorum* em folhas de feijão (Tariq & Jeffries, 1986). Também confirmaram que celulases, xilanases e pectinases são secretadas pelo patógeno durante a infecção e colonização de tecidos do hospedeiro (Huang et al., 2008). As CWDEs enfraquecem a parede celular, facilitando a colonização dos tecidos do hospedeiro e também fornecem fonte de carbono para o crescimento do fungo. As enzimas secretadas por *S. sclerotiorum* como celulases, proteases, glucoamilases tem sido caracterizadas, mas tem recebido menos atenção que enzimas pectinolíticas. Poligalacturonases (PGs) tem um importante papel na virulência, elas degradam polímeros pectínicos não esterificados da lamela média e parede celular primária de plantas (Fraissinet-Tachet & Fevre, 1996).

Ácido oxálico, secretado por *S. sclerotiorum* está envolvido em diferentes caminhos na patogenicidade. Ele é acumulado nos tecidos infectados e translocado com o avanço da hifa. Enquanto PGs não são capazes de hidrolizar  $\text{Ca}^{2+}$ -pectato na lamela média, ácido oxálico efetivamente quelata  $\text{Ca}^{2+}$  deixando pectatos acessíveis para serem hidrolizados por PGs e estimular o crescimento fúngico. O ácido oxálico também diminui o pH do tecido do hospedeiro a 4-5 ativando muitas enzimas hidrolíticas que degradam a parede celular (CWDEs). Devido aos baixos valores de pH causados pelo ácido oxálico,

mecanismos de defesa de plantas podem ser suprimidos, por exemplo devido a inibição da atividade de polifenoloxidasas (Huang et al., 2008).

## 2.5 REFERÊNCIAS

ADAMS, P. B.; AYERS, W. A. Ecology of *Sclerotinia* species. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 69, n. 8, p. 896-898, 1979.

AUCLAIR, J.; BOLAND, G. J.; KOHN, L. M.; RAJCAN, I. Genetic interactions between *Glycine max* and *Sclerotinia sclerotiorum* using a straw inoculation method. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 88, n. 8, p. 891-895, 2004.

BARDIN, S. D.; HUANG, H. C. Research on biology and control of *Sclerotinia* diseases in Canada. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Pinawa, v. 23, n. 1, p. 88-98, 2001.

BOLAND, G. J.; HALL, R. Evaluating soybean cultivars for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* under field conditions. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 71, n. 10, p. 934-936, 1987.

BOLAND, G. J.; HALL, R. Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Pinawa, v. 16, n. 2, p. 93-108, 1994.

BOLTON, M. D.; THOMMA, B. P. H. J.; NELSON, B. D. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. **Molecular Plant Pathology**, Londres, v. 7, n. 1, p. 1-16, 2006.

BOTELHO, L. S. **Detecção, transmissão e efeitos de *Sclerotinia sclerotiorum* em sementes de soja**. 2011. 156 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Fitotecnia)óPrograma de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

CÂMARA, G. M. S. Origem, difusão geográfica e importância da soja. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). **Soja: Tecnologia de produção**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1998. p. 1-25.

CESSNA, S. G.; SEARS, V. E.; DICKMAN, M. B.; LOW, P. S. Oxalic acid, a pathogenicity factor for *Sclerotinia sclerotiorum*, suppresses the oxidative burst of the host plant. **The Plant Cell**, Waterbury, v. 12, n. 11, p. 2191-2200, 2000.

CHUN, D.; KAO, L. B.; LOCKWOOD, J. L.; ISLEIB, T. G. Laboratory and field assessment of resistance in soybean to stem rot caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 71, n. 9, p. 811-815, 1987.

CLINE, M. N.; JACOBSEN, B. J. Methods for evaluating soybean cultivars for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 67, n. 7, p. 784-786, 1983.

COELHO, C. N. O princípio do desenvolvimento sustentado na agricultura brasileira. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 7, n. 2, p. 7-16, 1998.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2014/15**. Brasília: CONAB/ Ministério do Planejamento, Orçamento e

Gestão, 2015. 119 p. Oitavo levantamento.

CUNHA, W. G.; TINOCO, M. L. P.; PANCOTI, H. L.; RIBEIRO, R. E.; ARAGÃO, F. J. L. High resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in transgenic soybean plants transformed to express an oxalate decarboxylase gene. **Plant Pathology**, Hoboken, v. 59, n. 4, p. 654-660, 2010.

DONALDSON, P. A.; ANDERSON, T.; LANE, B. G.; DAVIDSON, A. L.; SIMMONDS, D. H. Soybean plants expressing an active oligomeric oxalate from the wheat gf-2-8 (germin) gene are resistant to the oxalate-secreting pathogen *Sclerotinia sclerotiorum*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Amsterdam, v. 59, n. 6, p. 297-307, 2001.

DUTTON, M. V.; EVANS, C. S. Oxalate production by fungi: Its role in pathogenicity and ecology in the soil environment. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 42, n. 9, p. 881-895, 1996.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de Produção de Soja: Região Central do Brasil**. Embrapa Soja. 2004. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>>. Acesso em: 19 jun. 2010.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil - 2014**. Londrina: Embrapa Soja, 2013.

ERRAMPALLI, D.; KOHN, L. M. Comparison of pectic zymograms produced by different clones of *Sclerotinia sclerotiorum* in culture. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 85, n. 3, p. 292-298, 1995.

FAVARON, F.; PERETTO, R.; BONFANTE, P.; ALGHISI, P. Differential absorption and localization of two *Sclerotinia sclerotiorum* endo-polygalacturonases in soybean hypocotyls. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Amsterdam, v. 43, n. 5, p. 353-364, 1993.

FAVARON, F.; SELLA, L.; D'AMICO, R. Relationships among endo-polygalacturonase, oxalate, pH and plant polygalacturonase-inhibiting protein (PGIP) in the interaction between *Sclerotinia sclerotiorum* and soybean. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, Saint Paul, v. 17, n. 12, p. 1402-1409, 2004.

FERRAZ, L. C.; CAFÉ FILHO, A. C.; NASSER, L. C.; AZEVEDO, J. Effects of soil moisture, organic matter and grass mulching on the carpogenic germination of sclerotia and infection of bean by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Pathology**, Hoboken, v. 48, n. 1, p. 77-82, 1999.

FERREIRA, L. P.; LEHMAN, P. S.; ALMEIDA, A. M. R. Moléstias e seu controle. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: IAC, 1981. p. 603-627.

FRAISSINET-TACHET, L.; FEVRE, M. Regulation by galacturonic acid of pectinolytic enzyme production by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Current of Microbiology**, Amsterdam, v. 33, n. 1, p. 49-53, 1996.

FRANCESCO, F.; PAOLO, A.; PAOLA, M. Characterization of two *Sclerotinia*

*sclerotiorum* polygalacturonases with different abilities to elicit glyceollin in soybean. **Plant Science**, Madison, v. 83, n. 1, p. 7-13, 1992.

GRAU, C. R.; BINSSONNETT, H. L. Wheltzelinia stem rot of soybean in Minnesota. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 58, n. s/n, p. 693-695, 1974.

GRAU, C. R.; RADKE, V. L. Effects of cultivars and cultural practices on sclerotinia stem rot of soybean. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 68, n. 1, p. 56-58, 1984.

GRAU, C. R.; RADKE, V. L.; GILLESPIE, F. L. Resistance of soybean cultivars to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 66, n. 6, p. 506-508, 1982.

HASS, J. H.; BOLWYN, B. Ecology and epidemiology of *Sclerotinia* wilt of white beans in Ontario **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 52, n. 4, p. 525-533, 1972.

HOFFMAN, D. D.; DIERS, B. W.; HARTMAN, G. L.; NICKELL, C. D.; NELSON, R. L.; PEDERSEN, W. L.; COBER, E. R.; GRAEF, G. L.; STEADMAN, J. R.; GRAU, C. R.; NELSON, B. D.; DEL RIO, L. E.; HELMS, T.; ANDERSON, T.; POYSA, V.; RAJCAN, I.; STIENSTRA, W. C. Selected soybean plant introductions with partial resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 86, n. 9, p. 971-980, 2002.

HOFFMAN, D. D.; HARTMAN, G. L.; MUELLER, D. S.; LEITZ, R. A.; NICKELL, C. D.; PEDERSEN, W. L. Yield and seed quality of soybean cultivars infected with *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 82, n. 7, p. 826-829, 1998.

HUANG, L.; BUCHENAUER, H.; HAN, Q.; ZHANG, X.; KANG, Z. Ultrastructural and cytochemical studies on the infection process of *Sclerotinia sclerotiorum* in oilseed rape. **Journal of Plant Diseases and Protection**, Rostock, v. 115, n. 1, p. 9-16, 2008.

JAMAUX, I.; GELIE, B.; LAMARQUE, C. Early stages of infection of rapeseed petals and leaves by *Sclerotinia sclerotiorum* revealed by scanning electron microscopy. **Plant Pathology**, Hoboken, v. 44 n. 1, p. 22-30, 1995.

JOBIC, C.; BOISSON, A. M.; GOUT, E.; RASCLE, C.; FEVRE, M.; COTTON, P.; BLIGNY, R. Metabolic processes and carbon nutrient exchanges between host and pathogen sustain the disease development during sunflower infection by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Planta**, Bethesda, v. 226, n. 1, p. 251-265, 2007.

KIM, H. S.; DIERS, B. W. Inheritance of partial resistance to sclerotinia stem rot in soybean. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 1, p. 55-61, 2000.

KIM, H. S.; HARTMAN, G. L.; MANANDHAR, J. B.; GRAEF, G. L.; STEADMAN, J. R.; DIERS, B. W. Reaction of soybean cultivars to sclerotinia stem rot in field, greenhouse, and laboratory evaluations. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 3, p. 665-669, 2000.

KIM, H. S.; SNELLER, C. H.; DIERS, B. W. Evaluation of soybean cultivars for resistance to sclerotinia stem rot in field environments. **Crop Science**, Madison, v. 39, n. 1, p. 64-68, 1999.

KIM, K. S.; MIN, J.-Y.; DICKMAN, M. B. Oxalic acid is an elicitor of plant programmed cell death during *Sclerotinia sclerotiorum* disease development. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, Saint Paul, v. 21, n. 5, p. 605-612, 2008.

KORA, C.; MCDONALD, M. R.; BOLAND, G. J. Sclerotinia rot of carrot: an example of phenological adaptation and bicyclic development by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 87, n. 5, p. 456-470, 2003.

KULL, L. S.; PEDERSEN, W. L.; HARTMAN, G. L. Clonality and aggressiveness of *Sclerotinia sclerotiorum*. In: Proc. XI<sup>th</sup> International Sclerotinia Workshop, 2001, York, UK. **Anais...** p. 23-24.

KURLE, J. E.; GRAU, C. R.; OPLINGER, E. S.; MENGISTU, A. Tillage, crop sequence, and cultivar effect on sclerotinia stem rot incidence and yield in soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, n. 5, p. 973-982, 2001.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. **Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 58 p. (Documentos 319).

LUMSDEN, R. D. Histology and physiology of pathogenesis in plant diseases caused by *Sclerotinia* species. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 69, n. 8, p. 890-895, 1979.

MARANHA, F. G. C. B.; RAMALHO, M. A. P.; FARIAS, F. J. C. Estratégias de análise da reação de cultivares de algodoeiro a patógenos. **Revista Brasileira Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 565-575, 2002.

MENENDEZ, A. B.; GODEAS, S. Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* attacking soybean plants. Degradation of the cell walls of this pathogen by *Trichoderma harzianum* (BAFC 742). **Mycopathologia**, Netherlands, v. 142, n. 3, p. 153-160, 1998.

NELSON, B. D.; HELMS, T. C.; OLSON, M. A. Comparison of laboratory and field evaluations of resistance in soybean to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 75, n. 7, p. 662-665, 1991.

PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Hospedeiro: mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KUMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. p. 417-452. 22 cap. v.1.

PELTIER, A. J.; BRADLEY, C. A.; CHILVERS, M. I.; MALVICK, D. K.; MUELLER, D. S.; WISE, K. A.; ESKER, P. D. Biology, yield loss and control of *Sclerotinia* stem rot of soybean. **Journal of Integrated Pest Management**, Annapolis, v. 3, n. 2, p. 1-7, 2012.

PRATTS-PÉREZ, E.; BAZZALO, M. E.; LEÓN, A.; JORRIN-NOVO, J. V. Accumulation of soluble phenolic compounds in sunflower capitula correlates with tolerance to *Sclerotinia sclerotiorum*. In: 15th International Sunflower Conference, 15<sup>th</sup>, 2000, Toulouse France. **Anais...** Toulouse France. p. 26.

RIOU, C.; FREYSSINET, G.; FEVRE, M. Production of cell wall degrading enzymes by the phytopathogenic fungus *Sclerotinia sclerotiorum*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 57, n. 5, p. 1478-1484, 1991.

ROY, K. W.; BAIRD, R. E.; ABNEY, T. S. A review of soybean (*Glycine max*) seed, pod, and flower mycofloras in North America, with methods and a key for identification of selected fungi. **Mycopathologia**, Netherlands, v. 150, n. 1, p. 15-27, 2000.

SELLA, L.; TOMASSINI, A.; D'AMICO, R.; FAVARON, F. Expression of two *Sclerotinia sclerotiorum* endo-PG genes correlates with endo-polygalacturonase activity during *Glycine max* colonization. **Journal of Plant Pathology**, Pisa, v. 87, n. 3, p. 199-205, 2005.

STEADMAN, J. R. Control of plant diseases caused by *Sclerotinia species*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 69, n. 8, p. 904-907, 1979.

STEADMAN, J. R.; COYNE, P. D.; COOK, G. E. Reduction of severity of white mold disease on great northern beans by wider spacing and determinate plant growth habit. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 57, n. s/n, p. 1070-1071, 1973.

TARIQ, V. N.; JEFFRIES, P. Ultrastructure of penetration of *Phaseolus* spp. by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 64, n. 12, p. 2909-2915, 1986.

VALE, F. X. R.; PARLEVLIET, J. E.; ZAMBOLIM, L. Concepts in plant disease resistance. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 3, p. 577-589, 2001.

VIDIC, M.; DORDEVIC, V.; PETROVIC, K.; MILADINOVIC, J. Review of soybean resistance to pathogens. **Field and Vegetable Crops Research**, Sérvia, v. 50, n. 2, p. 52-61, 2013.

WEGULO, S. N.; SUN, P.; MARTINSON, C. A.; YANG, X. B. Spread of *Sclerotinia* stem rot of soybean from area and point sources of apothecial inoculum. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 80, n. 2, p. 389-402, 2000.

WEGULO, S. N.; YANG, X. B.; MARTINSON, C. A. Soybean cultivar responses to *Sclerotinia sclerotiorum* in field and controlled environment studies. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 82, n. 11, p. 1264-1270, 1998.

YANG, X. B.; LUNDEEN, P.; UPHOFF, M. D. Soybean varietal response and yield loss caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 83, n. 5, p. 456-461, 1999.

YORINORI, J. T. Soja: Controle de doenças. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas: Grandes culturas**. Viçosa: UFV, 1997. p. 953-1024. 21 cap.

ZHAO, J.; BUCHWALDT, L.; RIMMER, S. R.; SHARPE, A.; MCGREGOR, L.; BEKKAOUI, D.; HEGEDUS, D. Patterns of differential gene expression in *Brassica napus* cultivars infected with *Sclerotinia sclerotiorum*. **Molecular Plant Pathology**, Londres, v. 10, n. 5, p. 635-649, 2009.

ZHU, W.; WEI, W.; FU, Y.; CHENG, J.; XIE, J.; LI, G.; YI, X.; KANG, Z.; DICKMAN, M. B.; JIANG, D. A secretory protein of necrotrophic fungus *Sclerotinia sclerotiorum* that suppresses host resistance. **Plos One**, San Francisco, v. 8, n. 1, p. e53901, 2013.

ZUPPINI, A.; NAVAZIO, L.; SELLA, L.; CASTIGLIONI, C.; FAVARON, F.; MARIANNI, P. An endopolygalacturonase from *Sclerotinia sclerotiorum* induces calcium-mediated signaling and programmed cell death in soybean cells. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, Saint Paul, v. 18, n. 8, p. 849-855, 2005.

### 3 REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA AO MOFO BRANCO

#### RESUMO

Entre as doenças que incidem sobre a soja, o mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) tem se destacado como uma das mais importantes. O patógeno sobrevive no solo por meio de estruturas de resistência chamadas escleródios. A doença deve ser manejada pela integração de métodos, dentre eles se destaca a resistência genética, considerada a mais importante medida de controle de doenças. Dessa maneira, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a resistência de genótipos de soja em dois locais (Barreiras, BA e Jataí, GO), analisar a interação ambiente e genótipo, verificar a correlação entre a precipitação (mm) e a incidência da doença em três safras consecutivas. O experimento foi plantado nas safras 2011/12, 2012/13 e 2013/14 e foram avaliadas quatro variáveis, incidência, índice de acamamento, ciclo da cultura (dias) e produtividade (kg.ha<sup>-1</sup>). Na região de Barreiras foram avaliados 165 genótipos e na região de Jataí, 63 genótipos. Para verificar efeito de local foram selecionados 38 genótipos plantados nas duas regiões. O mofo branco ocorreu apenas na safra de 2011/12, sendo que nas demais safras não houve incidência do patógeno devido a condições climáticas. Verificou-se que houve efeito de local para todas as variáveis estudadas. Levando-se em consideração a resistência, local e produtividade, os genótipos ANTA82, 2011L003, 2011L005 se destacaram dos demais com maior produtividade e resistência ao mofo branco.

*Palavras-chave:* *Glycine max*, *Sclerotinia sclerotiorum*, acamamento, maturidade, produtividade, incidência.

## ABSTRACT

### REACTION OF SOYBEAN GENOTYPES TO WHITE MOLD

Among the diseases that strike on soybeans, the white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) has shown to be one of the most important. The pathogen survives in the soil through resistant compositions called sclerotiums. The disease has to be managed through the integration of different methods; amongst them, the genetic resistance is crucial, considered the most important method of disease control. For that reason, the main goals of this work is to evaluate the resistance of soybean cultivars in two different environments (Barreiras, BA e Jataí, GO), analyze the interaction between genotype by environment and verify the correlation between the rainfall (mm) and the incidence of the disease in three consecutive crop seasons. The trial was implemented in the 2011/12, 2012/13 and 2013/14 crop season. Four traits were analyzed: severity, lodging index, maturity (days) and yield (kg.ha<sup>-1</sup>). A total of 165 genotypes were evaluated in Barreiras region, and 63 genotypes in Jataí region. To verify the effect of environment, 38 genotypes were selected that were planted in those two regions. The white mold just occurred in 2011/12 crop season, whereas in the other two crop season, the incidence of the pathogen was not verified due to the weather conditions. It was verified a meaningful effect of environment for all traits analyzed. Taken into consideration the resistance and yield, the ANTA 82, 2011L003 e 2011L005 genotypes were shown to be better than the others with higher yields and higher resistance to white mold.

*Key words:* *Glycine max*, *Sclerotinia sclerotiorum*, lodging, maturity, yield, severity.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merr.), atualmente, é a cultura agrícola mais importante no Brasil, sendo cultivada em vinte estados e em todas as regiões geográficas do país. O Brasil é o segundo maior produtor e o maior exportador mundial de grãos de soja (Conab, 2014). A produção, no entanto, sofre riscos fitossanitários, como a interferência de plantas daninhas e ataque de pragas e doenças. A expansão da cultura da soja vem sendo acompanhada pelo aumento da frequência de ataque de pragas e doenças, sendo estes os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos.

Grande número de microrganismos patogênicos são parasitas de soja e causam várias mudanças na planta. Vários patógenos foram descritos na cultura, sendo que aproximadamente 30 espécies patogênicas podem causar significantes danos econômicos (Roy et al., 2000).

A incidência de doenças é uma das principais causas de perdas de

produtividade na cultura (Yorinori, 2002). A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região, dependendo das condições climáticas durante cada safra. No caso da soja, as perdas anuais de produção por doenças são estimadas em 15% a 20%, entretanto, algumas doenças podem ocasionar perdas de quase 100% (Embrapa, 2010).

Dentre as doenças, o mofo-branco causado pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, é uma das mais importantes, por tratar-se de espécie sabidamente agressiva, polífaga e de difícil controle (Bolton et al., 2006). Os danos causados por *S. sclerotiorum* podem chegar a 60% na região central do Brasil (Cunha et al., 2010; Wrather et al., 2010).

Em relação ao controle, muitas das doenças são controladas com o uso de variedades resistentes e/ou aplicação de fungicidas (Wrather et al., 2010). O controle químico do mofo branco, além de economicamente inviável, não apresenta resultados satisfatórios. Para o controle mais eficiente tem sido estudada a utilização de genótipos que apresentam resistência parcial (Hoffman et al., 2002). Somente resistência parcial associada a medidas de escape ou resistência fisiológica a *S. sclerotiorum* tem sido utilizadas. Resistência completa a mofo-branco não foi relatada na cultura da soja (Grau & Radke, 1984; Kurlle et al., 2001). Resistência parcial a *S. sclerotiorum* de cultivares de soja já foram identificados em avaliações de campo (Grau & Radke, 1984; Nelson et al., 1991; Wegulo et al., 1998; Kim et al., 1999; Yang et al., 1999; Kim & Diers, 2000), mas as atuais fontes de resistência de cultivares comerciais são limitadas e não impedem completamente a perda de rendimento da cultura (Hoffman et al., 1998; Yang et al., 1999).

Um dos fatores que interferem na severidade da doença é a fisiologia do hospedeiro, principalmente em relação ao ciclo da cultura. A incidência de *S. sclerotiorum* em cultivares de soja está relacionada com os grupos de maturação (Yang et al., 1999). Por exemplo, cultivares de ciclo longo são mais suscetíveis, devido ao maior período de florescimento, o que causa maior predisposição das plantas à infecção pelos ascósporos.

No Brasil, pouco se conhece sobre a resistência parcial de variedades de soja a mofo-branco, o que torna uma limitação para o desenvolvimento de germoplasma com esse tipo de resistência. Resistência parcial pode promover controle, economicamente, viável da doença e, por isso deve ser objetivo dos programas de melhoramento soja. Entretanto, os estudos envolvendo resistência da soja ao mofo branco são escassos e isto tem limitado o desenvolvimento de estratégias de melhoramento (Kim & Diers, 2000).

Dada a importância da cultura da soja no país e a preocupação com o

comprometimento da produção às crescentes perdas de produtividade, devido ao mofo branco, a avaliação da resistência de genótipos a este fungo é um importante componente no manejo integrado da doença e, conseqüentemente, aumentar a produtividade das lavouras em áreas com a presença do patógeno. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a reação de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ao mofo-branco e estudar a relação da incidência da doença com características fenotípicas dos genótipos.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em condições de campo, em área naturalmente infestada por *S. sclerotiorum*, nos municípios de Barreiras ó BA e Jataí ó GO, nas safras 2011/12, 2012/13 e 2013/14, tendo totalizado seis experimentos.

*Resistência de genótipos de soja ao mofo branco, em Barreiras - BA.*

O experimento foi conduzido, no Oeste Baiano, no município de Barreiras, Condomínio Irmãos Gatto (latitude: 11° 50'17" sul, longitude: 46° 17'49" oeste e altitude: 870 m), local com histórico de alta incidência de mofo branco, em sistema de plantio foi convencional e sem pulverizações para controle de mofo branco.

Os plantios foram realizados em 14 de novembro de 2011, 19 de novembro de 2012 e 18 de novembro de 2013. Os genótipos foram semeados por meio de semeadora de parcelas experimentais de quatro linhas. A densidade populacional variou de 10 a 18 plantas por metro linear de acordo com recomendação para a região, conforme empresa obtentora.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 165 tratamentos (genótipos de soja) e três repetições. Dos 165 genótipos, 17 foram cultivares comerciais e 148 foram linhagens em primeiro e segundo ano de valor de cultivo e uso (VCU), de grupos de maturidade de 7.5 a 9.1 (Tabela 3.1).

As parcelas experimentais foram constituídas por quatro linhas de 6 metros de comprimento, espaçadas a 0,5 m entre si, sendo a área útil foi constituída pelas duas linhas centrais e 5 m de comprimento. A adubação foi de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

**Tabela 3.1.** Genótipos de soja plantados no Oeste Baiano nas safras 2011/12, 2012/13, 2013/14

<b>Genótipo</b>	<b>Denominação</b>	<b>Genótipo</b>	<b>Denominação</b>	<b>Genótipo</b>	<b>Denominação</b>
2010L016	Linhagem	2011L063	Linhagem	2011L122	Linhagem
2010L017	Linhagem	2011L064	Linhagem	2011L123	Linhagem
2010L019	Linhagem	2011L065	Linhagem	2011L124	Linhagem
2010L021	Linhagem	2011L066	Linhagem	2011L125	Linhagem
2010L022	Linhagem	2011L069	Linhagem	2011L126	Linhagem
2011L003	Linhagem	2011L070	Linhagem	2011L127	Linhagem
2011L005	Linhagem	2011L071	Linhagem	2011L128	Linhagem
2011L006	Linhagem	2011L072	Linhagem	2011L129	Linhagem
2011L007	Linhagem	2011L074	Linhagem	2011L130	Linhagem
2011L008	Linhagem	2011L075	Linhagem	2011L131	Linhagem
2011L009	Linhagem	2011L076	Linhagem	2011L132	Linhagem
2011L010	Linhagem	2011L077	Linhagem	2011L133	Linhagem
2011L011	Linhagem	2011L078	Linhagem	2011L134	Linhagem
2011L012	Linhagem	2011L079	Linhagem	2011L135	Linhagem
2011L013	Linhagem	2011L080	Linhagem	2011L136	Linhagem
2011L014	Linhagem	2011L081	Linhagem	2011L137	Linhagem
2011L015	Linhagem	2011L082	Linhagem	2011L138	Linhagem
2011L016	Linhagem	2011L083	Linhagem	2011L139	Linhagem
2011L017	Linhagem	2011L084	Linhagem	2011L140	Linhagem
2011L018	Linhagem	2011L085	Linhagem	2011L141	Linhagem
2011L019	Linhagem	2011L086	Linhagem	2011L142	Linhagem
2011L020	Linhagem	2011L087	Linhagem	2011L143	Linhagem
2011L021	Linhagem	2011L088	Linhagem	2011L144	Linhagem
2011L022	Linhagem	2011L089	Linhagem	2011L145	Linhagem
2011L023	Linhagem	2011L091	Linhagem	2011L146	Linhagem
2011L024	Linhagem	2011L092	Linhagem	2011L147	Linhagem
2011L025	Linhagem	2011L093	Linhagem	2011L148	Linhagem
2011L026	Linhagem	2011L094	Linhagem	2011L149	Linhagem
2011L027	Linhagem	2011L095	Linhagem	2011L151	Linhagem
2011L028	Linhagem	2011L096	Linhagem	2011L153	Linhagem
2011L029	Linhagem	2011L097	Linhagem	2011L154	Linhagem
2011L030	Linhagem	2011L098	Linhagem	2011L155	Linhagem
2011L031	Linhagem	2011L099	Linhagem	2011L156	Linhagem
2011L034	Linhagem	2011L100	Linhagem	2011L157	Linhagem
2011L035	Linhagem	2011L101	Linhagem	2011L158	Linhagem
2011L036	Linhagem	2011L102	Linhagem	2011L160	Linhagem
2011L042	Linhagem	2011L103	Linhagem	2011L161	Linhagem
2011L043	Linhagem	2011L104	Linhagem	2011L162	Linhagem
2011L044	Linhagem	2011L105	Linhagem	AS8380RR	Cultivar
2011L045	Linhagem	2011L106	Linhagem	M8230RR	Cultivar
2011L046	Linhagem	2011L107	Linhagem	M9144RR	Cultivar
2011L048	Linhagem	2011L108	Linhagem	M7639RR	Cultivar
2011L049	Linhagem	2011L109	Linhagem	M7908RR	Cultivar
2011L050	Linhagem	2011L110	Linhagem	M8527RR	Cultivar
2011L051	Linhagem	2011L111	Linhagem	ANTA82	Cultivar
2011L052	Linhagem	2011L112	Linhagem	NA7255RR	Cultivar
2011L053	Linhagem	2011L113	Linhagem	NA7337RR	Cultivar
2011L054	Linhagem	2011L114	Linhagem	P98Y11	Cultivar
2011L055	Linhagem	2011L115	Linhagem	P98Y12	Cultivar
2011L056	Linhagem	2011L116	Linhagem	P98Y30	Cultivar

Cont...

Cont...

<b>Genótipo</b>	<b>Denominação</b>	<b>Genótipo</b>	<b>Denominação</b>	<b>Genótipo</b>	<b>Denominação</b>
2011L057	Linhagem	2011L117	Linhagem	P98Y51	Cultivar
2011L059	Linhagem	2011L118	Linhagem	P98Y70	Cultivar
2011L060	Linhagem	2011L119	Linhagem	P99R03	Cultivar
2011L061	Linhagem	2011L120	Linhagem	TMG1176RR	Cultivar
2011L062	Linhagem	2011L121	Linhagem	TMG-132RR	Cultivar

*Resistência de genótipos de soja ao mofo branco, em Jataí ó GO*

O experimento foi conduzido, no Sudoeste Goiano, no município de Jataí, Fazenda Lageado (latitude: 17°49'22" Sul, longitude 51°37'34" Oeste e altitude: 855 m), local com histórico de alta incidência de mofo branco, em sistema de plantio convencional.

Os semeios foram realizados em 12 de outubro de 2011, 16 de outubro de 2012 e 22 de outubro de 2013. Os genótipos foram semeados usando semeadora de parcelas experimentais de quatro linhas. A densidade populacional variou de 10 a 18 plantas por metro linear de acordo com recomendação para a região, conforme empresa obtentora.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 63 tratamentos (genótipos de soja) e três repetições, sendo. Dos 63 genótipos, 13 foram cultivares comerciais e 50 linhagens em primeiro e segundo ano de VCU, de grupos de maturidade de 6.8 a 8.2 (Tabela 3.2).

As parcelas experimentais foram constituídas por quatro linhas de 6 metros de comprimento, espaçadas a 0,5 m entre si, sendo a área útil foi constituída pelas duas linhas centrais e 5 m de comprimento. A adubação foi de 143 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 103 Kg.ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O e 55 Kg.ha<sup>-1</sup> de N.

Em comum nos dois locais foram testados 37 genótipos, sendo 30 linhagens em primeiro e segundo ano de VCU e sete cultivares comerciais, de grupos de maturidade variando de 7.0 a 8.2 (Tabela 3.3).

**Tabela 3.2.** Genótipos de soja plantados em Jataí nas safras 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014

<b>Genótipo</b>	<b>Denominação</b>	<b>Genótipo</b>	<b>Denominação</b>
2010L005	Linhagem	2011L027	Linhagem
2010L010	Linhagem	2011L028	Linhagem
2010L011	Linhagem	2011L029	Linhagem
2010L012	Linhagem	2011L030	Linhagem
2010L013	Linhagem	2011L031	Linhagem
2010L015	Linhagem	2011L033	Linhagem
2010L017	Linhagem	2011L037	Linhagem
2010L021	Linhagem	2011L038	Linhagem
2011L003	Linhagem	2011L039	Linhagem
2011L004	Linhagem	2011L040	Linhagem
2011L005	Linhagem	2011L041	Linhagem
2011L006	Linhagem	2011L047	Linhagem
2011L007	Linhagem	2011L058	Linhagem
2011L008	Linhagem	2011L067	Linhagem
2011L009	Linhagem	2011L068	Linhagem
2011L010	Linhagem	2011L073	Linhagem
2011L011	Linhagem	2011L090	Linhagem
2011L012	Linhagem	2011L157	Linhagem
2011L013	Linhagem	AS 7307 RR	Cultivar
2011L014	Linhagem	POTENCIA-RR	Cultivar
2011L015	Linhagem	M7211RR	Cultivar
2011L016	Linhagem	M7639RR	Cultivar
2011L017	Linhagem	M7908RR	Cultivar
2011L018	Linhagem	M8230RR	Cultivar
2011L019	Linhagem	ANTA82	Cultivar
2011L020	Linhagem	NA7255RR	Cultivar
2011L021	Linhagem	NA7337RR	Cultivar
2011L022	Linhagem	P98Y11	Cultivar
2011L023	Linhagem	TMG1176RR	Cultivar
2011L024	Linhagem	TMG-123RR	Cultivar
2011L025	Linhagem	V-MAXRR	Cultivar
2011L026	Linhagem	-	-

O plantio foi realizado no dia 12 de outubro de 2011 e 14 de novembro de 2011, em Jataí e Barreiras, respectivamente, usando plantadeira de parcela de quatro linhas. A densidade populacional dos genótipos foi de 10 a 18 plantas por metro de acordo com recomendação para a região e variedades, conforme empresa obtentora. Cada unidade experimental foi constituída por quatro linhas, espaçadas entre si por 0,5 m e com 6,0 m de comprimento (5,0 m úteis). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições por tratamento.

**Tabela 3.3.** Genótipos plantados na safra 2011/12 em Jataí ó GO e Barreiras - BA

<b>Genótipo</b>	<b>Denominação</b>	<b>Genótipo</b>	<b>Denominação</b>
2010L017	Linhagem	2011L021	Linhagem
2010L021	Linhagem	2011L022	Linhagem
2011L003	Linhagem	2011L023	Linhagem
2011L005	Linhagem	2011L024	Linhagem
2011L006	Linhagem	2011L025	Linhagem
2011L007	Linhagem	2011L026	Linhagem
2011L008	Linhagem	2011L027	Linhagem
2011L009	Linhagem	2011L028	Linhagem
2011L010	Linhagem	2011L029	Linhagem
2011L011	Linhagem	2011L030	Linhagem
2011L012	Linhagem	2011L031	Linhagem
2011L013	Linhagem	M7639RR	Cultivar
2011L014	Linhagem	M7908RR	Cultivar
2011L015	Linhagem	ANTA82	Cultivar
2011L016	Linhagem	NA7255RR	Cultivar
2011L017	Linhagem	NA7337RR	Cultivar
2011L018	Linhagem	P98Y11	Cultivar
2011L019	Linhagem	TMG1176RR	Cultivar
2011L020	Linhagem	-	-

#### *Avaliação e análise de dados*

A avaliação da doença foi realizada aos 90 dias após o plantio, quando os materiais estavam nas fases R4 a R6 Fehr et al. (1971). Avaliou-se a incidência da doença nas duas linhas centrais da parcela, usando uma escala de notas, onde 1 = 0% de plantas infectadas; 2 = 1 a 10% de plantas infectadas; 3 = 11 a 20% de plantas infectadas; 4 = 21 a 35% de plantas infectadas; 5 = 36 a 50% de plantas infectadas; 6 = 51 a 65% de plantas infectadas; 7 = 66 a 75% de plantas infectadas; 8 = 76 a 85% de plantas infectadas; 9 = 85% de plantas infectadas.

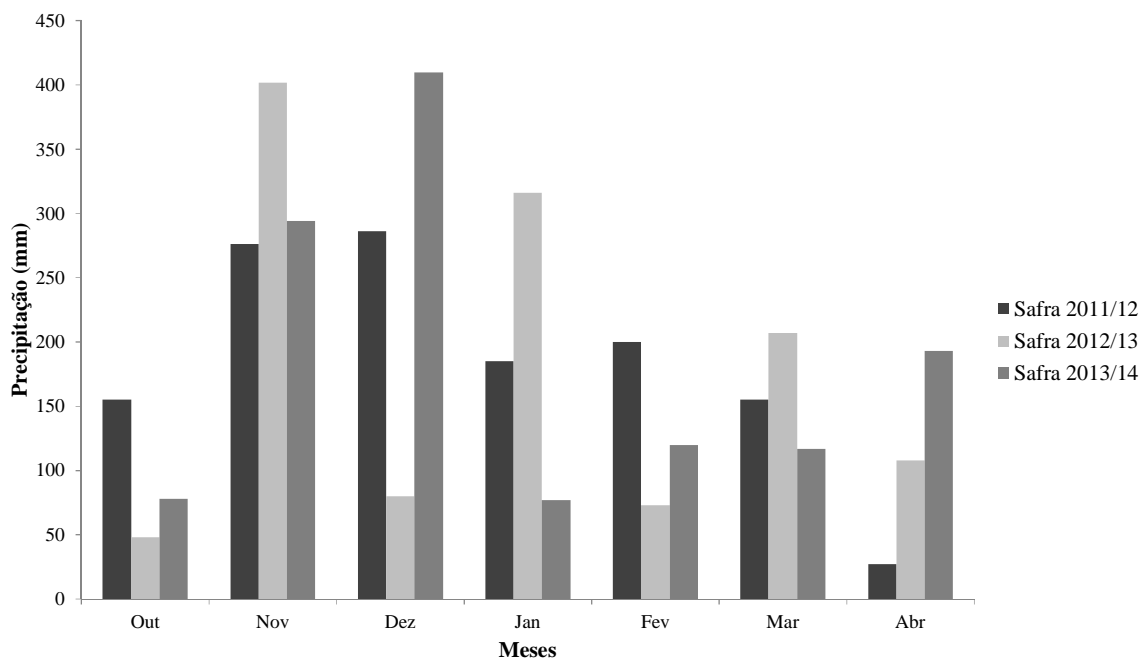
Características agrônômicas também foram avaliadas, tais como acamamento, produtividade e ciclo em cada local. Para a primeira característica utilizou-se escala de notas de 1 a 9 adaptada de Bernard et al. (1965), sendo que: 1 plantas totalmente eretas e 9 plantas extremamente acamadas. A produtividade foi obtida colhendo as duas linhas centrais das parcelas. A produção foi mensurada e a umidade dos grãos determinada com o auxílio de medidor de umidade portátil, marca Gehaka, modelo G 600i. Usou-se fator de correção igualou-se a umidade das parcelas colhidas a 13% e a produtividade calculada em kg.ha<sup>-1</sup>. O ciclo foi o número de dias do plantio à maturidade fisiológica, ou seja, estágio fenológico R7.

O sistema Sisvar 5.3 (Ferreira, 2010) foi utilizado para a análise estatística. Os dados de incidência, acamamento, produtividade e ciclo foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, as médias foram comparadas por análise de agrupamento pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). O coeficiente de correlação Pearson ( $P < 0,05$ ) entre incidência da doença, índice de acamamento, ciclo dos genótipos e produtividade ( $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), foi determinado com o auxílio do mesmo software.

### 3.3 RESULTADOS

#### *Reação de genótipos de soja em Barreiras - BA*

Na safra 2011/2012 a doença foi favorecida pelas condições climáticas da região, a quantidade de chuvas foi homogênea nos meses de dezembro e janeiro, períodos que coincidem com o florescimento da soja, não teve estiagem o que favoreceu o desenvolvimento do mofo branco na região. Nas safras 2012/2013 e 2013/2014, não foi observada a presença da doença nos ensaios, provavelmente causado pela escassez de chuva nos períodos críticos para a infecção e desenvolvimento da doença, distribuição de chuvas foi irregular. Em 2012/13 ocorreu uma estiagem no mês de dezembro, a chuva acumulada durante todo o mês foi de 55 mm desfavorecendo o desenvolvimento da cultura da soja e coincidiu com o início do período reprodutivo da soja, fase de maior suscetibilidade da soja a *S. sclerotiorum* o que pode ter comprometido o desenvolvimento da doença Na safra 2013/14 ocorreu um déficit hídrico no mês de janeiro, período também que coincidiu com o florescimento da soja e conseqüentemente prejudicou o desenvolvimento da doença na Bahia (Figura 3.1).



**Figura 3.1.** Precipitação (mm) acumulada em Barreiras (BA), nas safras de 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014

Na safra 2011/2012 constatou-se a formação de 3 grupos de incidência ( $P < 0,05$ ). O grupo 1, mais resistente, foi composto por 21 genótipos, sendo 5 cultivares comerciais e 16 linhagens. O grupo 2, com resistência intermediária, foi composto por 49 genótipos, sendo 7 cultivares comerciais e 42 linhagens e o grupo 3, mais suscetível, com 95 genótipos, sendo 5 cultivares e 90 linhagens. A nota de incidência do grupo 1 variou de 1,11 a 3,33. O grupo 2 teve resistência intermediária com índice de incidência variando de 3,67 a 5,40. O grupo 3 foi suscetível com índice variando de 5,50 a 9,00 (Tabelas 3.4). As cultivares ANTA82, P98Y12 e NA7337RR se destacaram apresentando menor incidência da doença, seguidos das linhagens 2011L84, 2011L003, M7639RR, da cultivar P98Y30 e mais outras 14 linhagens. As cultivares ANTA82 e NA7337RR são considerados de ciclo super precoces para a região, P98Y12, 2011L84, 2011L003 e M7639RR de ciclo precoce, em ambos os casos pode acarretar escape da doença. Já a cultivar P98Y30 apresenta ciclo médio na região e mostra ser uma cultivar promissora com relação à resistência ao mofo branco, pois apresentou índice de incidência da ordem de 1,93.

**Tabela 3.4.** Incidência do mofo branco causado por *Sclerotinia sclerotiorum* em 165 genótipos de soja plantadas na região de Barreiras, BA nas safras de 2011/2012

Genótipos	Índice de Incidência	Genótipos	Índice de Incidência	Genótipos	Índice de Incidência
ANTA82	1,11 a	2011L046	5,00 b	2011L144	6,67 c
P98Y12	1,33 a	2011L113	5,00 b	2011L110	6,67 c
NA7337RR	1,67 a	2011L154	5,00 b	2011L050	6,67 c
2011L084	1,67 a	2011L106	5,00 b	2011L160	6,67 c
2011L003	1,67 a	2011L127	5,00 b	2011L060	6,67 c
M7639RR	1,67 a	2011L100	5,00 b	2011L056	6,67 c
P98Y30	1,93 a	2011L013	5,00 b	2011L105	6,80 c
2011L016	2,33 a	2011L147	5,00 b	2011L034	7,00 c
2011L005	2,33 a	2011L107	5,20 b	2011L099	7,00 c
2011L029	2,33 a	2011L117	5,33 b	2011L062	7,00 c
2011L006	2,33 a	2011L024	5,33 b	2011L052	7,00 c
2011L129	2,33 a	2011L076	5,33 b	2011L049	7,00 c
2011L069	2,67 a	2011L059	5,33 b	2011L053	7,00 c
2011L155	2,67 a	2011L146	5,33 b	2011L138	7,00 c
2011L035	3,00 a	P98Y70	5,40 b	2011L119	7,00 c
2011L066	3,33 a	M 8230 RR	5,50 c	2011L072	7,33 c
2011L114	3,33 a	M7908RR	5,67 c	2011L018	7,33 c
2011L083	3,33 a	2010L019	5,67 c	2011L074	7,33 c
2011L075	3,33 a	2011L092	5,67 c	2011L080	7,33 c
2011L126	3,33 a	2011L142	5,67 c	2011L089	7,33 c
2011L071	3,33 a	2011L153	5,67 c	2011L158	7,33 c
2011L036	3,67 b	2011L145	5,67 c	2011L085	7,33 c
2011L022	3,67 b	2011L108	5,67 c	2011L151	7,33 c
2011L131	3,67 b	M8527RR	5,90 c	2011L118	7,45 c
2011L045	3,67 b	2011L082	6,00 c	2011L064	7,67 c
P98Y51	3,70 b	2011L134	6,00 c	2011L030	7,67 c
NA7255RR	4,00 b	2011L077	6,00 c	2011L157	7,67 c
2011L048	4,00 b	2011L021	6,00 c	2011L088	7,67 c
2011L044	4,00 b	2011L161	6,00 c	2011L031	7,67 c
P99R03	4,00 b	2011L042	6,00 c	2011L143	7,67 c
2011L112	4,00 b	2011L156	6,00 c	2011L093	7,67 c
TMG-132RR	4,00 b	2011L095	6,00 c	2011L043	7,67 c
2011L128	4,33 b	2011L086	6,00 c	2010L021	7,67 c
2011L097	4,33 b	2011L140	6,00 c	2011L121	7,67 c
2011L007	4,33 b	2011L115	6,00 c	2011L054	7,67 c
2011L061	4,33 b	2011L149	6,16 c	2011L132	7,67 c
2011L148	4,33 b	2011L009	6,33 c	M 9144 RR	7,80 c
2011L137	4,33 b	2011L019	6,33 c	2010L016	7,83 c
2011L133	4,33 b	2011L078	6,33 c	2011L020	8,00 c
2011L162	4,50 b	2011L065	6,33 c	2011L123	8,00 c
2011L063	4,67 b	2011L011	6,33 c	2011L122	8,00 c
2011L023	4,67 b	2011L051	6,33 c	2011L087	8,00 c
2011L141	4,67 b	2011L079	6,33 c	2011L098	8,00 c
2011L124	4,67 b	AS 8380 RR	6,40 c	2011L120	8,00 c
2011L014	4,67 b	2011L104	6,50 c	2011L096	8,00 c
2011L055	4,67 b	2011L136	6,50 c	2010L017	8,00 c
2011L111	4,67 b	2010L022	6,50 c	2011L025	8,00 c
2011L094	4,67 b	2011L125	6,67 c	2011L103	8,00 c
2011L102	4,67 b	2011L017	6,67 c	2011L130	8,00 c

Cont...

Cont...

<b>Genótipos</b>	<b>Índice de Incidência</b>	<b>Genótipos</b>	<b>Índice de Incidência</b>	<b>Genótipos</b>	<b>Índice de Incidência</b>
2011L101	4,67 b	2011L057	6,67 c	2011L116	8,00 c
TMG1176RR	4,83 b	2011L081	6,67 c	2011L028	8,33 c
2011L135	5,00 b	2011L109	6,67 c	2011L012	8,67 c
2011L008	5,00 b	2011L070	6,67 c	2011L091	8,67 c
P98Y11	5,00 b	2011L010	6,67 c	2011L026	8,67 c
2011L139	5,00 b	2011L027	6,67 c	2011L015	9,00 c
CV (%) 33,31	-	-	-	-	-

Médias seguidas pela mesma letra não diferem, entre si, pelo teste Scott-Knott ( $P < 0,05$ ).

Uma análise entre as cultivares comerciais mostra que dos 17 materiais testados, 5 foram classificados como moderadamente resistentes, 7 como moderadamente suscetíveis e 5 suscetíveis, nenhuma cultivar mostrou-se com alta resistência. Os considerados moderadamente resistentes foram ANTA82, P98Y12, NA7337RR e P98Y30, deste apenas um é de ciclo médio para a região e os demais são classificados como de ciclo precoce e super precoce (Tabela 3.5). Entre os moderadamente suscetíveis estão P98Y51, NA7255RR, P99R03, TMG-132RR, TMG1176RR, P98Y11 e P98Y70. Destes, cinco genótipos são considerados tardios, NA7255RR super precoce e P98Y11 precoce, o que demonstra que super precoce e precoce foram infectados pela doença. Os considerados suscetíveis foram M8230RR, M7908RR, M8527RR, AS8380RR e M9144RR, um é precoce, um médio e dois tardios.

O ciclo mais plantado na região é o tardio e dentre as cultivares deste ciclo nenhum se caracterizou como resistente. O material mais plantado na região, M9144RR e apresentou índice médio de incidência de 7,80.

As cultivares ANTA82, M7639RR e NA7337RR apresentaram maior resistência, sendo considerados super precoces para o local. O índice de incidência variou entre 1,67 e 9 nos três grupos de maturação considerados precoce, médio e tardio. (Tabela 3.4, 3.5).

Dentre as 17 cultivares comerciais testados, 4 foram considerados super precoces na região, ANTA82, M7639RR, NA7337RR e NA7255RR, com ciclos variando de 102 a 109 dias. As cultivares P98Y11, TMG1176RR, P98Y12 e M7908RR apresentaram ciclos precoces, variando de 110 a 119. Três foram considerados de ciclo médio, P98Y30, M8230RR, AS8380RR, com ciclos entre 122 a 127. Entre os tardios estão seis cultivares, P98Y51, TMG132RR, M8527RR, P98Y70, M9144RR e P99R03, com ciclos entre 130 e 140 (Tabela 3.5).

**Tabela 3.5.** Ciclo da cultura da soja (dias) de 165 genótipos plantados no município de Barreiras na safra de 2011/2012

Genótipos	Ciclo (dias)	Classificação	Genótipos	Ciclo (dias)	Classificação
ANTA82	101,7	Super precoce	2011L053	123,0	Médio
M7639RR	107,8	Super precoce	2011L151	123,0	Médio
NA7337RR	108,0	Super precoce	2011L142	123,3	Médio
NA7255RR	109,3	Super precoce	2011L074	123,3	Médio
2011L003	110,0	Precoce	2011L103	123,3	Médio
P98Y11	110,0	Precoce	2011L154	124,0	Médio
2011L026	110,0	Precoce	2011L145	124,0	Médio
2011L021	110,7	Precoce	2011L095	124,0	Médio
2011L016	111,0	Precoce	2011L065	124,0	Médio
2011L022	111,0	Precoce	2011L099	124,0	Médio
TMG1176RR	111,0	Precoce	2010L021	124,0	Médio
2011L024	111,0	Precoce	2011L131	124,3	Médio
2011L066	112,0	Precoce	2011L140	124,3	Médio
2011L027	112,0	Precoce	2011L156	124,7	Médio
2011L072	112,0	Precoce	2011L129	125,0	Médio
2011L036	112,7	Precoce	2011L137	125,0	Médio
P98Y12	113,0	Precoce	2011L133	125,0	Médio
2011L005	113,0	Precoce	2011L113	125,0	Médio
2011L029	113,0	Precoce	2011L127	125,0	Médio
2011L006	113,0	Precoce	2010L019	125,0	Médio
2011L009	113,0	Precoce	2011L092	125,0	Médio
2011L025	113,0	Precoce	2011L141	125,3	Médio
2011L013	113,7	Precoce	2011L146	125,3	Médio
2011L007	114,0	Precoce	2011L087	125,3	Médio
2011L014	114,0	Precoce	2011L045	126,0	Médio
2011L010	114,0	Precoce	2011L044	126,0	Médio
2011L035	114,3	Precoce	2011L102	126,0	Médio
2011L011	114,3	Precoce	2011L100	126,0	Médio
2011L030	114,3	Precoce	2011L050	126,0	Médio
2011L062	115,0	Precoce	2011L119	126,0	Médio
2011L049	115,0	Precoce	2011L132	126,7	Médio
2011L018	115,0	Precoce	2011L101	127,0	Médio
2011L020	115,0	Precoce	2011L147	127,0	Médio
2010L017	115,0	Precoce	2011L059	127,0	Médio
2011L031	115,7	Precoce	M 8230 RR	127,0	Médio
2011L075	116,0	Precoce	2011L153	127,0	Médio
2011L028	116,0	Precoce	2011L098	127,0	Médio
2011L019	116,3	Precoce	AS 8380 RR	127,4	Médio
2011L093	116,3	Precoce	2011L116	127,7	Tardio
2011L048	117,0	Precoce	2011L086	128,0	Tardio
2011L023	117,0	Precoce	2011L089	128,7	Tardio
2011L077	117,0	Precoce	2011L051	129,0	Tardio
2011L070	117,0	Precoce	2011L136	129,0	Tardio
2011L083	118,0	Precoce	2011L104	129,3	Tardio
2011L071	118,0	Precoce	2011L105	129,6	Tardio
2011L094	118,0	Precoce	P98Y51	130,0	Tardio
2011L034	118,0	Precoce	TMG-132RR	130,0	Tardio
2011L082	118,7	Precoce	2011L055	130,0	Tardio

Cont...

Cont...

<b>Genótipos</b>	<b>Ciclo (dias)</b>	<b>Classificação</b>	<b>Genótipos</b>	<b>Ciclo (dias)</b>	<b>Classificação</b>
2011L149	118,7	Precoce	2011L117	130,0	Tardio
2011L144	118,7	Precoce	2011L115	130,0	Tardio
2011L128	119,0	Precoce	2011L080	130,0	Tardio
M7908RR	119,0	Precoce	2011L052	130,3	Tardio
2011L064	119,0	Precoce	2011L162	131,0	Tardio
2011L084	119,3	Precoce	M8527RR	131,0	Tardio
2011L078	119,3	Precoce	2011L109	131,0	Tardio
2011L061	119,7	Precoce	2011L085	131,0	Tardio
2011L148	119,7	Precoce	2011L157	131,0	Tardio
2011L008	119,7	Precoce	2010L016	131,0	Tardio
2011L017	119,7	Precoce	2011L106	131,2	Tardio
2011L015	119,7	Precoce	2011L158	131,3	Tardio
2011L114	120,0	Médio	2011L155	132,0	Tardio
2011L046	120,0	Médio	2011L096	132,0	Tardio
2011L063	120,3	Médio	2011L111	133,0	Tardio
2011L139	120,3	Médio	P98Y70	133,0	Tardio
2011L143	120,3	Médio	2011L110	133,0	Tardio
2011L043	121,0	Médio	2011L122	133,0	Tardio
2011L054	121,0	Médio	2011L107	133,6	Tardio
2011L081	121,3	Médio	2011L112	134,0	Tardio
P98Y30	122,0	Médio	2011L161	134,0	Tardio
2011L126	122,0	Médio	2011L120	134,0	Tardio
2011L134	122,0	Médio	2011L118	134,5	Tardio
2011L079	122,0	Médio	2011L135	135,0	Tardio
2011L160	122,0	Médio	2011L060	135,0	Tardio
2011L138	122,0	Médio	2011L121	136,7	Tardio
2011L088	122,0	Médio	2011L124	139,0	Tardio
2011L130	122,0	Médio	2010L022	139,0	Tardio
2011L091	122,0	Médio	2011L057	140,0	Tardio
2011L069	122,3	Médio	2011L056	140,0	Tardio
2011L097	122,3	Médio	M 9144 RR	140,0	Tardio
2011L108	122,7	Médio	P99R03	140,3	Tardio
2011L042	122,7	Médio	2011L125	140,3	Tardio
2011L012	122,7	Médio	2011L123	141,0	Tardio
2011L076	123,0	Médio			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem, entre si, pelo teste Scott-Knott ( $P < 0,05$ ).

Em relação ao índice de acamamento ocorreu a formação de cinco grupos. O primeiro grupo contendo 61 genótipos, considerados os mais firmes, com 10 cultivares e 51 linhagens, em que o índice variou de 1,00 a 1,80. No segundo grupo o índice de acamamento variou de 2,00 a 2,33 e foi representado por 35 genótipos, sendo três cultivares e 32 linhagens. O terceiro grupo foi representado por 29 genótipos, sendo três cultivares e 26 linhagens, e o índice de acamamento foi de 2,67 a 3,67. O quarto grupo foi representado por 21 genótipos, sendo uma cultivar e 20 linhagens com índice de variando de 4,00 a 5,00. O quinto grupo, mais acamado, foi composto de 19 linhagens, com índice

variando de 5,33 a 7,62 (Tabela 3.6).

Houve variação de acamamento entre as cultivares comerciais e as linhagens testadas. Em geral as cultivares comerciais apresentaram índices de acamamento inferiores às linhagens. Das 17 cultivares comerciais testados 10 se enquadraram no primeiro grupo e tiveram índices de acamamento de 1,00 a 1,80. ANTA82, P98Y12, NA7337RR, NA7255RR e P98Y51 apresentaram índice igual a um, seguidos de P98Y30 e M9144RR, com índice de 1,20, P98Y11 apresentou índice de 1,50, TMG-132RR com índice de 1,73 e P98Y70 com 1,80. As cultivares M8527RR, M7639RR e P99R03 ficaram no segundo grupo, com índices de acamamento de 2,00 e 2,33, respectivamente. No terceiro grupo ficaram as cultivares AS 8380RR, M7908RR e TMG1176RR, com índices de 3,20, 3,33 e 3,67, respectivamente. M8230RR ficou no quarto grupo com índice de acamamento de 4,33. No quinto grupo nenhuma cultivar comercial se enquadrou, apenas linhagens.

Em relação à produtividade de grãos dos genótipos, verificou-se que houve a formação de dois grupos, variando de 6147 kg.ha<sup>-1</sup> a 4736 kg.ha<sup>-1</sup> no primeiro grupo, com 73 genótipos no total, sendo 66 linhagens e 7 cultivares e 4701 kg.ha<sup>-1</sup> a 2247 kg.ha<sup>-1</sup> no segundo grupo, representado por 92 genótipos, sendo 82 linhagens e 10 cultivares (Tabela 3.7). Dentre as cultivares, o mais produtivo foi P98Y51 que não diferiu estatisticamente de P98Y70, M7639RR, TMG-132RR, M8527RR, P99R03 e M9144RR. O menos produtivo foi AS8380RR que não diferiu, estatisticamente, de P98Y12, P98Y11, NA7255RR, TMG1176RR, M7908RR, M8230RR, NA7337RR, ANTA82 e P98Y30.

**Tabela 3.6.** Índice de acamamento de 165 genótipos de soja plantados na região de Barreiras, BA nas safras de 2011/2012

Genótipos	Índice de acamamento	Genótipos	Índice de acamamento	Genótipos	Índice de acamamento
ANTA82	1,00 a	2011L139	1,33 a	2011L121	3,33 c
P98Y12	1,00 a	P98Y11	1,50 a	2011L131	3,33 c
NA7337RR	1,00 a	2011L003	1,67 a	2011L132	3,33 c
2011L005	1,00 a	2011L043	1,67 a	2011L136	3,33 c
2011L029	1,00 a	TMG-132RR	1,73 a	2011L142	3,33 c
2011L006	1,00 a	P98Y70	1,80 a	2011L144	3,33 c
2011L129	1,00 a	2010L017	2,00 b	2011L153	3,33 c
2011L153	1,00 a	2010L022	2,00 b	M7908RR	3,33 c
2011L114	1,00 a	M7639RR	2,00 b	2011L104	3,50 c
2011L083	1,00 a	2011L007	2,00 b	2011L118	3,66 c
2011L075	1,00 a	2011L008	2,00 b	2011L106	3,67 c
2011L036	1,00 a	2011L016	2,00 b	2011L009	3,67 c
P98Y51	1,00 a	2011L034	2,00 b	2011L049	3,67 c
NA7255RR	1,00 a	2011L035	2,00 b	2011L149	3,67 c
Cont...					

Cont...

Genótipos	Índice de acamamento	Genótipos	Índice de acamamento	Genótipos	Índice de acamamento
2011L112	1,00 a	2011L045	2,00 b	TMG1176RR	3,67 c
2011L160	1,00 a	2011L048	2,00 b	2010L021	4,00 d
2011L063	1,00 a	2011L061	2,00 b	2011L014	4,00 d
2011L141	1,00 a	2011L064	2,00 b	2011L017	4,00 d
2011L100	1,00 a	2011L071	2,00 b	2011L021	4,00 d
2011L147	1,00 a	2011L079	2,00 b	2011L024	4,00 d
2011L108	1,00 a	2011L084	2,00 b	2011L062	4,00 d
2011L134	1,00 a	2011L087	2,00 b	2011L078	4,00 d
2011L019	1,00 a	2011L102	2,00 b	2011L082	4,00 d
2011L125	1,00 a	2011L115	2,00 b	2011L095	4,00 d
2011L057	1,00 a	2011L116	2,00 b	2011L123	4,00 d
2011L010	1,00 a	2011L126	2,00 b	2011L148	4,00 d
2011L105	1,00 a	2011L140	2,00 b	2011L107	4,20 d
2011L053	1,00 a	2011L143	2,00 b	2011L080	4,33 d
2011L119	1,00 a	2011L146	2,00 b	2011L085	4,33 d
2011L089	1,00 a	M8527RR	2,00 b	2011L127	4,33 d
2011L156	1,00 a	2011L018	2,33 b	M 8230 RR	4,33 d
2011L054	1,00 a	2011L026	2,33 b	2011L044	4,67 d
2011L103	1,00 a	2011L051	2,33 b	2011L070	5,00 d
2011L091	1,00 a	2011L055	2,33 b	2011L088	5,00 d
2010L019	1,08 a	2011L059	2,33 b	2011L109	5,00 d
P98Y30	1,20 a	2011L076	2,33 b	2011L111	5,00 d
M 9144 RR	1,20 a	2011L097	2,33 b	2011L012	5,33 e
2011L069	1,33 a	2011L151	2,33 b	2011L120	5,33 e
2011L066	1,33 a	2011L156	2,33 b	2011L011	6,00 e
2011L150	1,33 a	2011L160	2,33 b	2011L046	6,00 e
2011L128	1,33 a	P99R03	2,33 b	2011L074	6,00 e
2011L137	1,33 a	2011L020	2,67 c	2011L077	6,00 e
2011L023	1,33 a	2011L022	2,67 c	2011L099	6,00 e
2011L101	1,33 a	2011L042	2,67 c	2011L124	6,00 e
2011L139	1,33 a	2011L060	2,67 c	2011L130	6,00 e
2011L113	1,33 a	2011L093	2,67 c	2011L161	6,00 e
2011L117	1,33 a	2011L094	2,67 c	2011L110	6,33 e
2011L092	1,33 a	2011L096	2,67 c	2011L135	6,33 e
2011L086	1,33 a	2011L122	2,67 c	2011L154	6,33 e
2011L027	1,33 a	2011L133	2,67 c	2011L015	7,00 e
2011L050	1,33 a	2011L157	2,67 c	2011L065	7,00 e
2011L056	1,33 a	AS 8380 RR	3,20 c	2011L081	7,00 e
2011L030	1,33 a	2011L013	3,33 c	2011L138	7,00 e
2011L031	1,33 a	2011L052	3,33 c	2011L145	7,33 e
2011L098	1,33 a	2011L072	3,33 c	2010L016	7,62 e
CV (%) 15,23	-	-	-	-	-

Médias seguidas pela mesma letra não diferem, entre si, pelo teste Scott-Knott (P&lt;0,05).

**Tabela 3.7.** Produtividade (kg.ha<sup>-1</sup>) de 165 genótipos de soja plantados na região de Barreiras, BA nas safras de 2011/2012

Genótipos	Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> )	Genótipos	Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> )	Genótipos	Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> )
2011L101	6147 a	2011L105	4858 a	2011L074	4401 b
2011L108	5998 a	2011L148	4852 a	2011L035	4400 b
2011L102	5898 a	2011L106	4837 a	2011L081	4392 b
2011L151	5885 a	2010L021	4836 a	2011L084	4340 b
2011L094	5723 a	2011L130	4822 a	2011L012	4328 b
2011L149	5721 a	2011L092	4812 a	2011L057	4316 b
2010L022	5633 a	2011L112	4809 a	NA7337RR	4311 b
2011L079	5617 a	2011L078	4805 a	M 8230 RR	4299 b
2011L111	5614 a	2011L103	4779 a	2011L118	4293 b
2011L051	5592 a	M8527RR	4772 a	2011L143	4292 b
2011L045	5570 a	2011L154	4772 a	2011L031	4276 b
2011L026	5559 a	2011L110	4768 a	2011L007	4267 b
P98Y51	5487 a	P99R03	4766 a	M7908RR	4267 b
2011L132	5467 a	2011L003	4756 a	2011L114	4262 b
2011L155	5401 a	2011L059	4746 a	2011L077	4256 b
2011L116	5363 a	M 9144 RR	4743 a	2011L044	4253 b
P98Y70	5340 a	2011L025	4736 a	2011L139	4251 b
2011L115	5322 a	2010L019	4701 b	2011L120	4241 b
2011L119	5302 a	2011L053	4698 b	2011L048	4238 b
2011L145	5298 a	2011L091	4684 b	2011L134	4232 b
2011L054	5270 a	2011L113	4679 b	2011L098	4230 b
2011L121	5268 a	2011L144	4675 b	2011L019	4224 b
2011L140	5263 a	2011L089	4673 b	2011L087	4221 b
2011L071	5246 a	2011L046	4665 b	2011L023	4205 b
2011L011	5244 a	2011L022	4662 b	TMG1176RR	4202 b
M7639RR	5211 a	2011L126	4656 b	2011L062	4165 b
2011L086	5204 a	P98Y30	4644 b	2011L017	4148 b
2011L153	5192 a	2011L049	4643 b	2011L009	4142 b
2011L095	5174 a	2011L027	4638 b	2011L097	4124 b
2011L028	5173 a	2011L010	4637 b	NA7255RR	4113 b
2011L147	5162 a	2011L029	4637 b	2011L099	4082 b
2011L055	5152 a	2011L005	4635 b	2011L082	4078 b
2011L146	5133 a	2011L076	4613 b	2011L018	4050 b
2011L129	5124 a	2011L024	4606 b	P98Y11	4049 b
2011L013	5116 a	2011L042	4603 b	2011L088	4048 b
2011L100	5114 a	2011L124	4599 b	2011L036	4048 b
2011L138	5113 a	2011L052	4580 b	2011L122	4034 b
2011L127	5111 a	2010L017	4578 b	2011L066	3999 b
2011L156	5108 a	2011L080	4577 b	2011L128	3985 b
2011L056	5087 a	2011L096	4552 b	2011L123	3928 b
2010L016	5078 a	2011L043	4545 b	P98Y12	3878 b
2011L065	5075 a	2011L136	4534 b	2011L157	3867 b
2011L085	5067 a	2011L075	4533 b	2011L008	3840 b

Cont...

Cont...

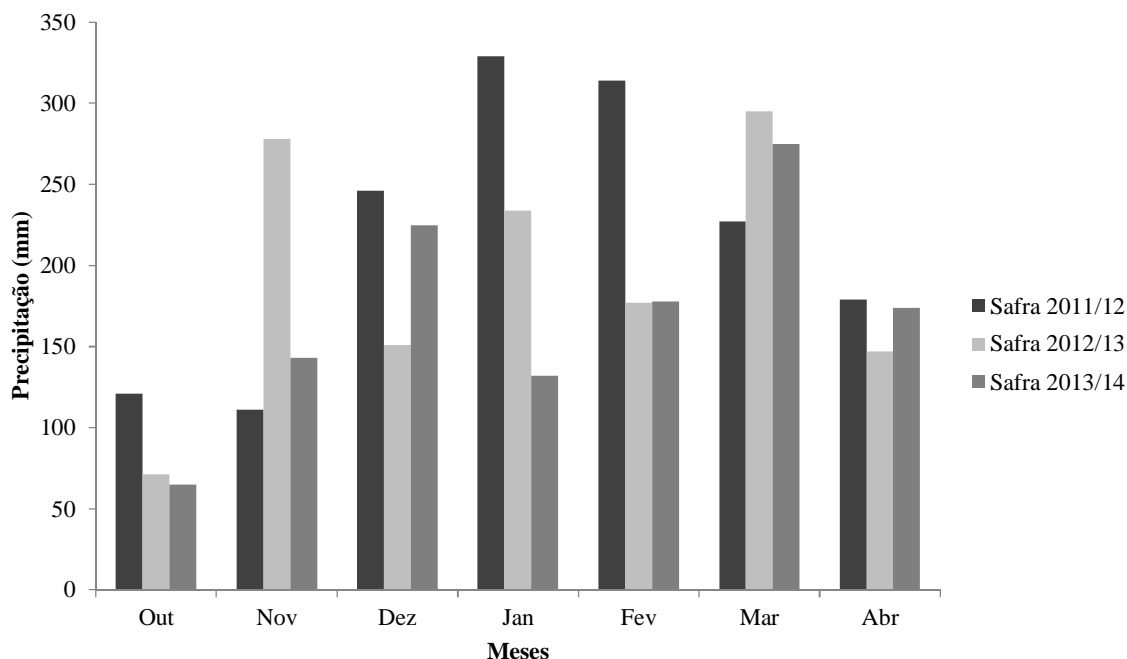
Genótipos	Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> )	Genótipos	Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> )	Genótipos	Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> )
2011L060	5067 a	2011L107	4527 b	2011L030	3838 b
2011L158	5064 a	ANTA82	4522 b	2011L072	3830 b
2011L160	5058 a	2011L070	4505 b	2011L020	3810 b
2011L014	5027 a	2011L061	4486 b	2011L125	3810 b
2011L133	5019 a	2011L161	4481 b	2011L063	3785 b
2011L006	5010 a	2011L016	4463 b	AS 8380 RR	3762 b
TMG-132RR	5002 a	2011L109	4461 b	2011L069	3714 b
2011L050	4991 a	2011L021	4445 b	2011L064	3620 b
2011L142	4939 a	2011L141	4433 b	2011L117	3535 b
2011L162	4913 a	2011L104	4431 b	2011L034	3532 b
2011L131	4884 a	2011L083	4430 b	2011L015	3527 b
2011L137	4874 a	2011L093	4421 b	2011L135	2247 b
CV (%) 25,15		-	-	-	-

Médias seguidas pela mesma letra não diferem, entre si, pelo teste Scott-Knott (P<0,05).

#### *Reação de genótipos de soja em Jataí - GO*

Na safra 2011/2012 a doença foi favorecida pelas condições climáticas da região, a chuva foi mais homogênea. Já as safras 2012/2013 e 2013/2014, não foi observada a presença da doença nos ensaios, provavelmente causado pela escassez de chuva nos períodos críticos para a infecção e desenvolvimento da doença, estágio reprodutivo, as chuvas foram mal distribuídas dentro dos meses de dezembro e janeiro, com ocorrência de veranicos (Figura 3.2).

Na safra 2011/12, assim como em Barreiras, foram observados três grupos de índice de incidência (P<0,05) considerando os 63 genótipos testados (Tabela 3.8). O grupo um, mais resistente, com índice variando de 1 a 2,33, foi composto por 12 genótipos, sendo dois cultivares comerciais, NA7337RR e ANTA82, e 10 linhagens. O grupo dois, foi considerado moderadamente suscetível, com índice variando de 3 a 4,33, sendo composto por 14 genótipos, dos quais dois cultivares, POTÊNCIA-RR e V-MAXRR, e 12 linhagens. O grupo três, mais suscetível, com índice variando de 6,77 a 8, foi composto por 37 genótipos, sendo 9 cultivares e 28 linhagens.



**Figura 3.2.** Precipitação (mm) na cidade de Jataí (GO) nas safras de 2011/12, 2012/13 e 2013/14.

Dentre os genótipos testados, as linhagens 2010L013 e 2011L003 se destacaram com média de nota de 1, seguido dos genótipos 2010L011, NA7337RR, 2011L040 e ANTA82 que apresentaram notas de 1,33 a 1,67, as quais não diferiram estatisticamente dos demais genótipos que apresentaram notas até 2,33 (Tabela 3.8). Desses, 2010L013 e 2010L011 são de ciclo precoce na região, já a linhagem 2011L003 apresentou ciclo tardio e os demais genótipos apresentaram ciclo médio. Por ser de ciclo tardio e, conseqüentemente, favorecer o desenvolvimento da doença, a linhagem 2011L003 merece atenção especial em estudos futuros já que se apresentou resistente a mofo branco na região.

As cultivares comerciais testados apresentaram diferentes reações à *S. sclerotiorum*, NA7337RR e ANTA82, apresentaram-se como moderadamente resistentes, POTÊNCIA-RR e V-MAXRR como moderadamente suscetíveis e M7211RR, NA7255RR, M7639RR, TMG1176RR, TMG-123RR, M8230RR, P98Y11, AS7307RR e M7908RR suscetíveis (Tabela 3.8).

**Tabela 3.8.** Incidência de mofo branco causado por *Sclerotinia sclerotiorum* em 63 genótipos de soja plantadas na região de Jataí, GO nas safras de 2011/2012

Genótipos	Índice de Incidência	Genótipos	Índice de Incidência
2010L013	1,00 a	2011L028	5,33 c
2011L003	1,00 a	2011L023	5,33 c
2010L011	1,33 a	NA7255RR	5,33 c
NA7337RR	1,67 a	2011L020	5,33 c
2011L040	1,67 a	M7639RR	5,67 c
ANTA82	1,67 a	2011L015	5,67 c
2010L012	2,00 a	2011L047	5,67 c
2011L019	2,33 a	2011L016	5,67 c
2011L058	2,33 a	2011L011	6,00 c
2011L005	2,33 a	TMG1176RR	6,00 c
2011L041	2,33 a	TMG-123RR	6,00 c
2010L010	2,33 a	M8230RR	6,17 c
2011L006	3,00 b	2011L012	6,33 c
2011L014	3,33 b	2011L029	6,33 c
POTENCIA-RR	3,33 b	P98Y11	6,33 c
2011L073	3,67 b	2011L018	6,33 c
2011L038	3,67 b	2010L017	6,50 c
2010L015	3,67 b	2011L010	6,67 c
V-MAXRR	3,67 b	2011L027	6,67 c
2011L022	4,00 b	2010L005	6,67 c
2011L033	4,00 b	2010L021	7,00 c
2011L039	4,33 b	2011L025	7,00 c
2011L021	4,33 b	2011L031	7,00 c
2011L157	4,33 b	2011L026	7,00 c
2011L004	4,33 b	2011L007	7,00 c
2011L068	4,33 b	2011L017	7,00 c
2011L024	4,67 c	2011L009	7,33 c
2011L037	4,67 c	2011L067	7,33 c
M7211RR	5,00 c	AS 7307 RR	7,33 c
2011L013	5,00 c	M7908RR	7,50 c
2011L090	5,00 c	2011L030	8,00 c
2011L008	5,33 c	-	-
CV (%) 50,90	-	-	-

Médias seguidas pela mesma letra não diferem, entre si, pelo teste Scott-Knott (P<0,05).

O ciclo dos materiais em Jataí variou de 107 a 138 dias. Dos 63 genótipos testados, baseado no ciclo das cultivares comerciais testados, cinco linhagens, 2011L010, 2010L012, 2010L013, 20120L011 e 2010L038, foram consideradas precoces, com ciclo variando de 106,67 a 109,67 dias, 25 de ciclo médio, variando de 110,33 a 119,00 dias e 32 tardias, com ciclo variando de 120 a 138 dias. Dentre as tardias, apenas uma se destacou no grupo dos genótipos mais resistentes, L2011L003. (Tabelas 3.8 e 3.9).

**Tabela 3.9.** Ciclo da cultura da soja em dias de 63 genótipos plantados na região de Jataí (GO) nas safras de 2011/2012

Genótipos	Ciclo (dias)	Classificação	Genótipos	Ciclo (dias)	Classificação
2010L010	106,7	Precoce	2011L009	120,3	Tardio
2010L012	107,0	Precoce	2011L022	120,7	Tardio
2010L013	107,3	Precoce	2011L067	120,7	Tardio
2010L011	108,7	Precoce	2011L003	121,0	Tardio
2011L038	109,7	Precoce	2011L014	121,3	Tardio
2011L033	110,3	Médio	TMG1176RR	121,5	Tardio
2011L040	112,3	Médio	2011L029	122,7	Tardio
2010L005	113,3	Médio	2011L006	123,0	Tardio
TMG-123RR	113,5	Médio	NA7337RR	123,3	Tardio
2011L058	113,7	Médio	2011L039	123,7	Tardio
2010L015	113,7	Médio	2011L004	123,7	Tardio
V-MAXRR	113,7	Médio	2011L018	124,0	Tardio
2011L157	113,7	Médio	2011L023	125,3	Tardio
M7211RR	113,7	Médio	2011L007	125,3	Tardio
AS 7307 RR	113,7	Médio	M7908RR	125,8	Tardio
POTENCIA-RR	115,0	Médio	2011L005	126,7	Tardio
2011L068	116,3	Médio	2011L031	127,0	Tardio
2011L019	116,7	Médio	2011L026	127,0	Tardio
NA7255RR	116,7	Médio	2011L030	127,0	Tardio
ANTA82	117,0	Médio	2011L028	127,3	Tardio
2011L037	117,0	Médio	2011L025	127,3	Tardio
2011L090	117,3	Médio	2011L017	127,3	Tardio
2011L041	117,7	Médio	2011L015	128,0	Tardio
2011L024	118,3	Médio	2011L012	128,0	Tardio
2011L013	118,7	Médio	2011L008	128,3	Tardio
M7639RR	118,7	Médio	2011L027	128,7	Tardio
2011L047	118,7	Médio	2011L010	129,0	Tardio
2011L016	118,7	Médio	2010L017	129,3	Tardio
2011L011	118,7	Médio	2010L021	135,0	Tardio
2011L020	119,0	Médio	2011L073	136,3	Tardio
P98Y11	119,7	Tardio	M8230RR	138,0	Tardio
2011L021	120,3	Tardio	-	-	-
CV (%) 1,33	-	-	-	-	-

Médias seguidas pela mesma letra não diferem, entre si, pelo teste Scott-Knott ( $P < 0,05$ ).

Das cultivares comerciais testados, nenhum foi precoce em Jataí. TMG-123RR, V-MAXRR, M7211RR, AS7307RR, POTENCIA-RR, NA7255RR, ANTA82 e M7639RR apresentaram ciclo médio variando de 113,5 a 119,67 dias e as cultivares P98Y11, TMG1176RR, NA7337RR, M7908RR e M8230RR foram tardias, com ciclo variando de 120,33 a 138 dias.

Em Jataí houve a formação de três grupos, com base no índice de acamamento, sendo o primeiro grupo com menor índice, variando de 1 a 2,33, composto por 44 dos 63

genótipos testados (Tabela 3.10). O segundo grupo com 10 genótipos, variando de 2,67 a 3,67 de acamamento e o terceiro grupo com 9 genótipos, variando de 4,0 a 5,5. Observou-se que as linhagens 2010L013 e 2010L011 que apresentaram baixo índice de incidência também tiveram baixo índice de acamamento. Em contrapartida, as cultivares NA7255RR, AS7307RR e P98Y11 apresentaram baixo índice de acamamento, mas foram suscetíveis à doença.

**Tabela 3.10.** Índice de acamamento de 63 genótipos de soja plantadas na região de Jataí, GO nas safras de 2011/2012

Genótipos	Índice de acamamento	Genótipos	Índice de acamamento
2010L013	1,00 a	2011L027	1,67 a
2011L003	1,00 a	2011L031	1,67 a
2010L011	1,00 a	2011L073	2,00 a
2010L012	1,00 a	2010L015	2,00 a
2011L005	1,00 a	2011L033	2,00 a
2010L010	1,00 a	2011L021	2,00 a
2011L038	1,00 a	2011L007	2,00 a
2011L004	1,00 a	M7908RR	2,00 a
NA7255RR	1,00 a	2011L030	2,00 a
2011L020	1,00 a	2010L017	2,17 a
2010L005	1,00 a	2011L037	2,33 a
2011L009	1,00 a	2011L008	2,33 a
2011L067	1,00 a	POTENCIA-RR	2,67 b
AS 7307 RR	1,00 a	2011L157	2,67 b
P98Y11	1,17 a	2011L011	2,67 b
ANTA82	1,22 a	M8230RR	2,83 b
NA7337RR	1,33 a	2011L025	3,00 b
2011L040	1,33 a	M7639RR	3,33 b
2011L019	1,33 a	2011L015	3,33 b
2011L006	1,33 a	2011L047	3,33 b
2011L014	1,33 a	2011L028	3,67 b
V-MAXRR	1,33 a	2011L012	3,67 b
2011L022	1,33 a	2011L068	4,00 c
2011L039	1,33 a	2011L010	4,00 c
2011L024	1,33 a	2011L058	4,33 c
M7211RR	1,33 a	2011L041	4,33 c
2011L013	1,33 a	2011L090	4,33 c
2011L016	1,33 a	2010L021	4,33 c
2011L017	1,33 a	TMG1176RR	4,50 c
2011L023	1,67 a	2011L026	4,67 c
2011L029	1,67 a	TMG-123RR	5,50 c
2011L018	1,67 a	-	-
CV (%) 21,04	-	-	-

Médias seguidas pela mesma letra não diferem, entre si, pelo teste Scott-Knott (P<0,05).

As cultivares comerciais NA7255RR, AS7307, P98Y11, ANTA82, NA7337RR, V-MAXRR, apresentaram menores índices de acamamento, variando de 1 a

2. As cultivares POTENCIA RR, M8230RR e M7639RR apresentaram índices intermediários de 2,67, 2,83 e 3,33, respectivamente, e as cultivares TMG1176RR e TMG123RR com índices mais elevados, 4,50 e 5,50, respectivamente.

Para produtividade de grãos, GO, observou-se também a formação de dois grupos. O primeiro grupo variou de 5764 kg.ha<sup>-1</sup> a 7484 kg.ha<sup>-1</sup> e no segundo grupo variou de 2839 kg.ha<sup>-1</sup> a 5184 kg.ha<sup>-1</sup> (Tabela 3.11). As linhagens 2010L011 e 2011L033 foram as que apresentaram maiores produtividades, 7484 kg.ha<sup>-1</sup> e 6970 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. A linhagem 2010L011 foi precoce na região, apresentou baixo índice de incidência e acamamento e maior produtividade, sendo esse um material promissor para a região. A cultivar M8230RR foi o que menos produziu, 2839 kg.ha<sup>-1</sup>, e apresentou alto índice de incidência, 6,17 da doença.

As cultivares comerciais que apresentaram maiores produtividades foram AS7307RR, V-MAX-RR, POTENCIA-RR, com produtividades médias de 6635 kg.ha<sup>-1</sup>, 6549 kg.ha<sup>-1</sup> e 6402 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, não diferindo estatisticamente de TMG123RR e ANTA82. As cultivares M7211RR, NA7337RR, P98Y11, NA7255RR, TMG1176RR, M7639RR, M798RR e M8230RR apresentaram menores produtividades, e não diferiram estatisticamente entre si.

Ao analisar 37 genótipos plantados em ambos os locais (Barreiras e Jataí) verificou-se que houve interação significativa entre local e genótipo ( $P < 0,05$ ) em relação à incidência de mofo branco. No desdobramento variedade dentro de cada local constatou-se a formação de três grupos de incidência em Barreiras e três grupos em Jataí. Em Barreiras o índice de incidência variou de 1,11 a 9,00. O grupo um foi composto por 8 genótipos considerados mais resistentes, ANTA82, 2011L003, NA7337RR, 2011L003, 2011L006, M7639RR, 2011L016 e 2011L029. Os genótipos ANTA82, 2011L003, NA7337RR e 2011L005 mantiveram o grau de resistência quando plantadas em Jataí. O grupo dois foi moderadamente suscetível em Barreiras, com 10 genótipos. O grupo 3 foi suscetível com índices de incidência variando de 5,67 a 9,00. Em Jataí três grupos foram constatados, o primeiro com cinco genótipos, considerado mais resistentes, a incidência variou de 1,00 a 2,33, no grupo dois, moderadamente suscetível, com 4 genótipos, o índice de incidência foi de 3,00 a 4,33 e o grupo três, suscetível, com 28 genótipos, variando de 4,67 a 8,00 (Tabela 3.12).

**Tabela 3.11.** Produtividade (kg.ha<sup>-1</sup>) de 63 genótipos plantados na região de Jataí na safra 2011/2012

Genótipos	Produtividade kg.ha <sup>-1</sup>	Genótipos	Produtividade kg.ha <sup>-1</sup>
2010L011	7484 b	2011L015	4794 a
2011L033	6971 b	2011L006	4778 a
AS 7307 RR	6635 b	2011L021	4756 a
V-MAXRR	6549 b	2011L020	4667 a
POTENCIA-RR	6402 b	2011L014	4618 a
2010L015	6321 b	2011L018	4504 a
2010L010	6302 b	NA7337RR	4500 a
2011L037	6297 b	P98Y11	4496 a
2011L041	6123 b	2010L017	4473 a
2010L012	5974 b	2011L007	4461 a
2010L005	5956 b	NA7255RR	4458 a
2011L038	5893 b	TMG1176RR	4443 a
2011L090	5819 b	2011L011	4385 a
2011L068	5814 b	2011L029	4376 a
2011L005	5701 b	2011L039	4376 a
TMG-123RR	5672 b	2011L023	4330 a
2011L058	5504 b	2011L026	4262 a
ANTA82	5498 b	2011L024	4241 a
2011L013	5480 b	M7639RR	4226 a
2011L004	5464 b	2011L028	4197 a
2011L022	5184 a	2011L008	4187 a
2011L003	5150 a	2011L012	3979 a
2011L040	5134 a	2011L031	3966 a
M7211RR	5132 a	M7908RR	3805 a
2011L157	5029 a	2011L025	3710 a
2011L067	4995 a	2011L027	3644 a
2010L013	4977 a	2010L021	3600 a
2011L017	4968 a	2011L073	3438 a
2011L016	4952 a	2011L010	3431 a
2011L009	4857 a	2011L030	3198 a
2011L019	4833 a	M8230RR	2839 a
2011L047	4829 a	-	-
CV (%) 34,54	-	-	-

Médias seguidas pela mesma letra não diferem, entre si, pelo teste Scott-Knott (P<0,05).

**Tabela 3.12.** Efeito do mofo-branco causado por *Sclerotinia sclerotiorum* em 37 genótipos de soja plantadas em dois locais (Barreiras e Jataí). As variáveis analisadas foram incidência, índice de acamamento, ciclo da cultura (dias) e produtividade (kg.ha<sup>-1</sup>)

Genótipos	Incidência		Índice de Acamamento		Ciclo		Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> )	
	Barreiras	Jataí	Barreiras	Jataí	Barreiras	Jataí	Barreiras	Jataí
2011L003	1,67 a A	1,00 a A	1,67 a A	1,00 a A	110,0	121,0	4756 b A	5150 a A
ANTA82	1,11 a A	1,67 a A	1,00 a A	1,22 a A	101,7	117,0	4522 a A	5498 b A
NA7337RR	1,67 a A	1,67 a A	1,00 a A	1,33 a A	108,0	123,3	4311 a A	4500 a A
2011L005	2,33 a A	2,33 a A	1,00 a A	1,00 a A	113,0	126,7	4635 a A	5701 b B
2011L019	6,33 c A	2,33 a B	1,00 a A	1,33 a A	116,3	116,7	4224 a A	4833 a A
2011L006	2,33 a A	3,00 b A	1,00 a A	1,33 a A	113,0	123,0	5010 b A	4778 a A
2011L014	4,67 b A	3,33 b A	4,00 d A	1,33 a A	114,0	121,3	5027 b A	4618 a A
2011L022	3,67 b A	4,00 b A	2,67 c A	1,33 a A	110,7	120,7	4662 a A	5184 a A
2011L021	6,00 c A	4,33 b B	4,00 d A	2,00 a B	110,7	120,3	4445 a A	4756 a A
2011L024	5,33 b A	4,67 c A	4,00 d A	1,33 a A	111,0	118,3	4607 a A	4241 a A
2011L013	5,00 b A	5,00 c A	3,33 c A	1,33 a A	113,0	118,3	5116 b A	5480 b A
NA7255RR	4,00 b A	5,33 c A	1,00 a A	1,00 a A	109,3	116,7	4113 a A	4458 a A
2011L023	4,67 b A	5,33 c A	1,33 a A	1,67 a A	117,0	125,3	4205 a A	4330 a A
2011L008	5,00 b A	5,33 c A	2,00 b A	2,33 a A	119,7	128,3	3839 a A	4187 a A
2011L020	8,00 c A	5,33 c B	2,67 c A	1,00 a A	115,0	119,0	3810 a A	4667 a A
2011L028	8,33 c A	5,33 c B	1,33 a A	3,67 b B	116,0	127,3	5173 b A	4197 a A
M7639RR	1,67 a A	5,67 c B	2,00 b A	3,33 b A	107,8	118,3	5211 b A	4226 a A
2011L016	2,33 a A	5,67 c B	2,00 b A	1,33 a A	111,0	118,3	4463 a A	4952 a A
2011L015	9,00 c A	5,67 c B	7,00 e A	3,33 b B	119,7	128,0	3527 a A	4794 a B
TMG1176RR	4,83 b A	6,00 c B	3,67 d A	4,50 c A	110,7	121,5	4202 a A	4443 a A
2011L011	6,33 c A	6,00 c A	6,00 e A	2,67 b B	114,3	118,3	5244 b A	4385 a A
2011L029	2,33 a A	6,33 c B	1,00 a A	1,67 a A	113,0	122,7	4637 a A	4376 a A
P98Y11	5,00 b A	6,33 c A	1,50 a A	1,17 a A	110,0	119,7	4049 a A	4496 a A
2011L018	7,33 c A	6,33 c A	2,33 b A	1,67 a A	115,0	124,0	4050 a A	4504 a A
2011L012	8,67 c A	6,33 c A	5,33 e A	3,67 b B	122,7	128,0	4328 a A	3979 a A
2010L017	8,00 c A	6,50 c A	2,00 b A	2,17 a A	115,0	129,3	4578 a A	4473 a A
2011L010	6,67 c A	6,67 c A	1,00 a A	4,00 c B	114,0	129,0	4637 a A	3431 a A
2011L027	6,67 c A	6,67 c A	1,33 a A	1,67 a A	112,0	128,7	4638 a A	3644 a B
2011L007	4,33 b A	7,00 c B	2,00 b A	2,00 a A	114,0	125,3	4267 a A	4461 a A
2011L017	6,67 c A	7,00 c A	4,00 d A	1,33 a A	119,7	127,3	4148 a A	4968 a A
2010L021	7,67 c A	7,00 c A	4,00 d A	4,33 c A	124,0	135,0	4836 b A	3600 a B
2011L031	7,67 c A	7,00 c A	1,33 a A	1,67 a A	115,7	127,0	4276 a A	3966 a A
2011L025	8,00 c A	7,00 c A	1,33 a A	3,00 b B	113,0	127,3	4736 b A	3710 a A
2011L026	8,67 c A	7,00 c A	2,33 b A	4,67 c B	110,0	127,0	5559 b A	4262 a A
2011L009	6,33 c A	7,33 c A	3,67 d A	1,00 a B	113,0	120,3	4142 a A	4857 a A
M7908RR	5,67 c A	7,50 c B	3,33 c A	2,00 a A	119,0	125,3	4267 a A	3805 a A
2011L030	7,67 c A	8,00 c A	1,33 a A	2,00 a A	114,3	127,0	3838 a A	3198 a A
CV(%)	27,35		40,74		1,33		34,29	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical diferem entre si pelo teste de Scott-knott (P<0,05) considerando cada variável analisada; Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal diferem entre si pelo teste de t (P<0,05) considerando cada variável analisada.

Para o índice de acamamento, verificou-se a formação de cinco grupos para Barreiras, considerando 165 genótipos e três grupos em Jataí considerando 63 genótipos. Na análise conjunta com os dois locais, quando se avaliou 37 genótipos em ambos locais, verificou-se que houve interação significativa entre genótipo e local com base no índice de acamamento ( $P < 0,05$ ). Dos 37 genótipos analisadas, nove diferiram entre locais, sendo que para a maioria o índice de acamamento foi maior para Barreiras.

Quanto ao ciclo da cultura, os genótipos foram classificados em super precoce, precoce, médio e tardio. Avaliando-se 37 genótipos plantados em ambos os locais, constatou-se que houve interação significativa entre variedade e local considerando-se o ciclo das variedades analisadas ( $P < 0,05$ ). Os ciclos de todas as variedades foram maiores em Jataí quando comparada com Barreiras.

Em relação à produtividade de grãos, houve a formação de dois grupos considerando os dois locais avaliados. Entre os 37 genótipos plantados nos dois locais, constatou-se que houve interação significativa entre local e variedade. Ao avaliar cada genótipo, foi observado que 17 foram apresentaram produtividades superiores em Barreiras, sendo que para quatro as diferenças foram superiores a  $1000 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  em Barreiras, 2011L010, 2011L025, 2011L026 e 2011L021, com incremento de 35%, 28%, 30% e 34% de produtividade, respectivamente, em relação às mesmas variedades plantadas em Jataí. Em Jataí, 21 genótipos foram mais produtivos que em Barreiras, sendo que duas linhagens, 2011L005 e 2011L015 obtiveram diferenças de produtividade superiores a  $1000 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , com aumento de 23% e 36%, respectivamente.

#### *Correlação entre as variáveis analisadas*

Foi observada correlação positiva significativa ( $P < 0,05$ ) entre acamamento e incidência da doença (0,379) e ciclo dos genótipos e severidade (0,346), ou seja, quanto maior o índice acamamento e o ciclo da cultura, maior foi a incidência da doença. Já entre a produtividade de grãos e incidência da doença, houve correlação negativa significativa, utilizando o coeficiente de Pearson de 0,409 ( $P < 0,05$ ), ou seja, quanto maior a incidência, menor a produtividade (Tabela 3.13).

**Tabela 3.13.** Correlação de Pearson para as variáveis: local, incidência, Índice de Acamamento, Ciclo da cultura (dias), produção (kg.ha<sup>-1</sup>).

	Local	Incidência	Acamamento	Ciclo	Produção
Local	1				
Incidência	0,002 <sup>ns</sup>	1			
Acamamento	-0,131 <sup>ns</sup>	0,379**	1		
Ciclo	0,716**	0,346**	0,225 <sup>ns</sup>	1	
Produção	-0,058 <sup>ns</sup>	-0,409**	-0,249 <sup>ns</sup>	-0,376 <sup>ns</sup>	1

\*\* Significativo (P<0,05); <sup>ns</sup>Não significativo (P>0,05)

### 3.4 DISCUSSÃO

O índice de acamamento é uma variável que deve ser levada em consideração, visto que cultivares resistentes ao acamamento, com plantas eretas, boa circulação de ar e rápido secamento dentro do dossel da cultura são fatores que podem reduzir, significativamente, a intensidade de mofo branco na soja (Boland & Hall, 1987; Nelson et al., 1991; Kim et al., 1999).

O ciclo da cultura é outro fator que interfere na severidade final da doença. Quanto maior o tempo da cultura no campo, maior é a chance de ocorrer doença. De acordo com Yang et al. (1999), a incidência de *S. sclerotiorum* em cultivares de soja está relacionada com os grupos de maturação. Segundo estes autores, cultivares de ciclo longo são mais suscetíveis, devido ao maior período de florescimento, o que causa maior predisposição das plantas à infecção pelos ascósporos. No presente estudo, a cultivar ANTA82 apresentou maior resistência, menor índice de acamamento e foi classificado no grupo de maturação super precoce na região de Barreiras (BA), o que poderia ter ocasionado um escape da doença, mas em Jataí esta cultivar apresentou ciclo médio e o comportamento continuou como moderadamente resistente o que pode levar a concluir que outros fatores além do ciclo podem ter desfavorecido o desenvolvimento da doença.

As condições ambientais interferem na fisiologia do hospedeiro (Boland & Hall, 1987; Nelson et al., 1991; Kim et al., 1999). Por exemplo, os genótipos de grupos de maturidade tardios podem expressar alto grau de suscetibilidade e quando as condições climáticas são favoráveis para o desenvolvimento da doença, o aparecimento de mofo branco é mais intenso (Vidic et al., 2013). Em genótipos de grupos de maturidade mais precoces não aparecem sintomas da doença ou aparecem em menor quantidade. Entretanto, genótipos precoces expressam alto nível de suscetibilidade quando inoculados sob condições controladas. Portanto, genótipos com curto período vegetativo não tem uma

completa resistência fisiológica, por isso evitam o ataque do patógeno no campo, já que os ascósporos necessitam de um maior período de florescimento para causar danos mais significativos (Vidic et al., 2013).

Nesse estudo, verificou-se variação no grau de incidência da doença considerando os dois locais estudados e os três anos de testes, onde nos dois últimos não foi observada a presença de sintomas da doença, devido à natureza esporádica de ataques do patógeno que é altamente dependente de condições ambientais, tais como alta umidade no solo e temperatura amena, entre 15°C a 21°C (Kurozawa & Pavan, 2005). Assim a precisão de detecção da resistência a campo é muitas vezes problemática. Além disso, não se sabe quanto da resistência a campo é resultado de resistência genética ou quanto é devido a mecanismos de escape, como época de florescimento, arquitetura da planta e época de maturação, que estão associados com incidência (Boland & Hall, 1987). Contudo, os dados de campo podem fornecer informações importantes para programas de melhoramento genético visando resistência ao patógeno. Como observado nesse estudo, 29 genótipos mantiveram seu graus de incidência nos diferentes locais avaliados. Vários autores verificaram que a resistência parcial tem sido expressa em avaliações a campo

(Grau & Radke, 1984; Wegulo et al., 1998; Kim et al., 1999; Yang et al., 1999; Kim & Diers, 2000). Kim & Diers (2000) observaram interação genótipo ambiente significativa ( $P < 0.05$ ) em uma população de genótipos de soja avaliados em quatro ambientes em Michigan, EUA. Esses resultados indicam que a reação de cultivares a *S. sclerotiorum* pode ser influenciada por fatores ambientais (Hoffman et al., 2002), como também foi observado no presente estudo.

Os resultados se mostraram consistentes em relação à ocorrência do mofo branco nos diferentes locais na safra 2011/12, o que pode ter sido favorecido pela maior precipitação e pela distribuição mais homogênea das chuvas durante esta safra, principalmente nos meses de dezembro e janeiro, meses em que ocorre a maior parte dos florescimentos, já que o patógeno infecta a partir da formação da inflorescência (Abawi & Grogan, 1975). Em condições de campo, inflorescências de feijoeiro e soja usualmente servem como fonte de energia para o patógeno. Entretanto, ascósporos podem infectar mecanicamente plantas com injúrias, porém menos frequentemente (Abawi & Grogan, 1975; Embrapa, 2013). O mesmo não foi observado para as safras 2012/13 e 2013/14 onde ocorreram estiagens e a distribuição das chuvas não foi homogênea como na safra 2011/12. Além disso, a chuva acumulada nos meses críticos para a doença, dezembro e

janeiro, foram inferiores à safra 2011/12, meses em que ocorre a maior parte dos florescimentos.

A escolha de genótipos com características específicas, como ciclo precoce e resistência ao acamamento, podem reduzir o risco de infecção e oferecer maior flexibilidade na seleção varietal, tendo em vista a dificuldade de se encontrar variedades com resistência a essa doença (Lu, 2003). O uso de variedades de tomate mais eretas, que permitem maior aeração do microambiente formado sob a folhagem, foi considerado medida auxiliar que pode ser utilizada no controle do mofo-branco (Lopes & Ávila, 2005), visto que a circulação de ar sob o dossel das plantas impede a manutenção de uma umidade elevada e, conseqüentemente impede a infecção dos tecidos e/ou retarda a expansão das lesões (Tu, 1989).

As perdas de produtividade em soja variam de acordo com a incidência de doenças, região de plantio, ciclo da cultura, índice de acamamento e genótipos. Nesse estudo, constataram-se médias de produtividade de grãos para as linhagens da ordem de 4.673 kg.ha<sup>-1</sup> e para as cultivares 4.510 kg.ha<sup>-1</sup> na Bahia. Em Jataí as linhagens apresentaram média de 4.832 kg.ha<sup>-1</sup> e as cultivares 5.235 kg.ha<sup>-1</sup>. Nesse caso, mesmo com alta incidência de mofo branco nas áreas, as médias foram superiores às médias de produtividade da mesma safra na Bahia e em Goiás que foram de 2.860 kg.ha<sup>-1</sup> e 3.120 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Conab, 2013). Dois genótipos foram mais produtivos em Barreiras, 2011L027 e 2011L021, com aumento de 27 e 34% na produção em relação a mesmas variedades plantadas em Jataí. As linhagens 2011L005 e 2011L015 obtiveram maior produtividade em Jataí quando comparada a Barreiras. Isso pode ser explicado devido a adaptabilidade e estabilidade de variedades de soja em diferentes locais. Além disso, a avaliação de genótipos visando à recomendação de materiais superiores em diferentes ambientes é considerada como etapa de grande importância porque exige a condução de experimentos com precisão em diversas condições ambientais (Prado et al., 2001; Maia et al., 2006; Silva & Duarte, 2006; Barros et al., 2009).

Apesar de ter sido constatada produtividade alta em relação à média de produtividade para a safra 2011/12, a resistência parcial tem sido identificada em cultivares de soja e as atuais fontes de resistência das cultivares comerciais são limitadas e não impedem completamente a perda de rendimento da cultura (Hoffman et al., 1998; Yang et al., 1999). Contudo, evidências genéticas para resistência fisiológica e mecanismos de prevenção foram definidas por Kim & Diers (2000) no processo de

mapeamento de três genes QTL. Dois locus estão relacionados com mecanismos de prevenção e estão, primariamente, associados com época de florescimento, a altura da planta e ou índice de acamamento. O terceiro locus provavelmente responde pela resistência fisiológica parcial da planta.

### 3.5 CONCLUSÕES

Existe diferença entre genótipos de soja com relação à resistência ao mofo branco. Materiais mais precoces e resistentes ao acamamento foram mais resistentes à doença, mas com variações. Houve interação entre local e genótipos de soja. O local afetou, significativamente, a ocorrência da doença nos genótipos testados, mas quatro genótipos foram mais resistentes no dois locais, 2011L003, Anta82, NA7337RR, 2011L005. Dois genótipos foram mais produtivos em Barreiras, 2011L027 e 2011L021, com aumento de 27 e 34% na produção em relação a mesmas variedades plantadas em Jataí. As linhagens 2011L005 e 2011L015 obtiveram maior produtividade em Jataí, quando comparadas a Barreiras, 23 e 36% superiores, respectivamente. Os demais genótipos não variaram em produtividade, contudo a incidência correlacionou negativamente com a produtividade, ou seja, quanto maior incidência, menor a produtividade. Apesar de não ter sido encontrada resistência genética completa, vários genótipos mostraram-se promissoras em relação à resistência parcial à doença. As condições climáticas desfavoreceram a incidência da doença nas safras 2012/13 e 2013/14 impossibilitaram análise mais precisa sobre a resistência dos genótipos estudados.

Em Barreiras, 10 linhagens apresentaram resistência parcial e alta produtividade acima de 4400 Kg/ha. Três delas apresentaram problemas com acamamento. Assim, sete foram promissoras para a região, 2011L129, 2011L006, 2011L003, 2011L005, 2011L016, 2011L083 e 2011L035. Dentre os cultivares M7639RR, P98Y11 e Anta82 se destacaram. Já em Jataí 10 linhagens foram selecionadas por produtividade e incidência, sendo que duas apresentaram-se com maior tendência ao acamamento. As mais promissoras foram 2010L011, 2010L010, 2010L012, 2011L005, 2011L003, 2011L040, 2011L013 e 2011L019. Dentre os cultivares comerciais, destaque para Anta82 e NA7337RR. Quando se analisa os dois locais os genótipos 2011L005, 2011L003 e Anta82 apresentaram estabilidade com baixa incidência e alta produtividade nos dois locais onde foram avaliadas.

### 3.6 REFERÊNCIAS

ABAWI, G. S.; GROGAN, R. G. Source of primary inoculum and effects of temperature and moisture on infection of beans by *Whetzelinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 65, n. 3, p. 300-309, 1975.

BARROS, B. H.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S.; CRUZ, C. D. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja no estado do Mato Grosso **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 3, p. 119-128, 2009.

BERNARD, R. L.; CHAMBERLAIN, D. W.; LAWRENCE, R. D. **Result of the cooperative uniform soybeans tests**. Washington: USDA, 1965.

BOLAND, G. J.; HALL, R. Evaluating soybean cultivars for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* under field conditions. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 71, n. 10, p. 934-936, 1987.

BOLTON, M. D.; THOMMA, B. P. H. J.; NELSON, B. D. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. **Molecular Plant Pathology**, Londres, v. 7, n. 1, p. 1-16, 2006.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2012/2013**. 2013. Disponível em: <Erro! A referência de hiperlink não é válida.>. Acesso em: 23 mai. 2015.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2013/2014**. 2014. Disponível em: <Erro! A referência de hiperlink não é válida.>. Acesso em: 23 mai. 2015.

CUNHA, W. G.; TINOCO, M. L. P.; PANCOTI, H. L.; RIBEIRO, R. E.; ARAGÃO, F. J. L. High resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in transgenic soybean plants transformed to express an oxalate decarboxylase gene. **Plant Pathology**, Hoboken, v. 59, n. 4, p. 654-660, 2010.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja região Central do Brasil 2011**. Londrina: Embrapa Soja, Embrapa Cerrados e Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. Centro Nacional de Pesquisa de Soja.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil - 2014**. Londrina: Embrapa Soja, 2013.

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

FERREIRA, D. F. **Programa computacional Sisvar, versão 5.3**. Lavras: UFLA, 2010.

GRAU, C. R.; RADKE, V. L. Effects of cultivars and cultural practices on sclerotinia stem

rot of soybean. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 68, n. 1, p. 56-58, 1984.

HOFFMAN, D. D.; DIERS, B. W.; HARTMAN, G. L.; NICKELL, C. D.; NELSON, R. L.; PEDERSEN, W. L.; COBER, E. R.; GRAEF, G. L.; STEADMAN, J. R.; GRAU, C. R.; NELSON, B. D.; DEL RIO, L. E.; HELMS, T.; ANDERSON, T.; POYSA, V.; RAJCAN, I.; STIENSTRA, W. C. Selected soybean plant introductions with partial resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 86, n. 9, p. 971-980, 2002.

HOFFMAN, D. D.; HARTMAN, G. L.; MUELLER, D. S.; LEITZ, R. A.; NICKELL, C. D.; PEDERSEN, W. L. Yield and seed quality of soybean cultivars infected with *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 82, n. 7, p. 826-829, 1998.

KIM, H. S.; DIERS, B. W. Inheritance of partial resistance to sclerotinia stem rot in soybean. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 1, p. 55-61, 2000.

KIM, H. S.; SNELLER, C. H.; DIERS, B. W. Evaluation of soybean cultivars for resistance to sclerotinia stem rot in field environments. **Crop Science**, Madison, v. 39, n. 1, p. 64-68, 1999.

KURLE, J. E.; GRAU, C. R.; OPLINGER, E. S.; MENGISTU, A. Tillage, crop sequence, and cultivar effect on sclerotinia stem rot incidence and yield in soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, n. 5, p. 973-982, 2001.

KUROZAWA, C.; PAVAN, M. A. Doenças do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; A., B. F.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 607-626.

LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. **Doenças do tomateiro**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005.

LU, G. Engineering *Sclerotinia sclerotiorum* resistance in oilseed crops. **African Journal of Biotechnology**, Lagos, v. 2, n. 12, p. 509-516, 2003.

MAIA, M. C. C.; VELLO, N. A.; ROCHA, M. M.; PINHEIRO, J. B.; SILVA JUNIOR, N. F. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens experimentais de soja selecionadas para caracteres agronômicos através de método uni-multivariado. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 215-226, 2006.

NELSON, B. D.; HELMS, T. C.; OLSON, M. A. Comparison of laboratory and field evaluations of resistance in soybean to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 75, n. 7, p. 662-665, 1991.

PRADO, E. E. P.; HIRIMOTO, D. M.; GODINHO, V. P. C.; UTUMI, M. M.; RAMALHO, A. R. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 4, p. 625-635, 2001.

ROY, K. W.; BAIRD, R. E.; ABNEY, T. S. A review of soybean (*Glycine max*) seed, pod, and flower mycofloras in North America, with methods and a key for identification of selected fungi. **Mycopathologia**, Netherlands, v. 150, n. 1, p. 15-27, 2000.

SILVA, W. C. J.; DUARTE, J. B. Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 23-30, 2006.

TU, J. C. Management of white mold of white beans in Ontario. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 73, n. 3, p. 281-285, 1989.

VIDIC, M.; DORDEVIC, V.; PETROVIC, K.; MILADINOVIC, J. Review of soybean resistance to pathogens. **Field and Vegetable Crops Research**, Sérvia, v. 50, n. 2, p. 52-61, 2013.

WEGULO, S. N.; YANG, X. B.; MARTINSON, C. A. Soybean cultivar responses to *Sclerotinia sclerotiorum* in field and controlled environment studies. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 82, n. 11, p. 1264-1270, 1998.

WRATHER, A.; SHANNON, G.; BALARDIN, R.; CARREGAL, L.; ESCOBAR, R.; GUPTA, G. K.; MA, Z.; MOREL, W.; PLOPER, D.; TENUTA, A. Effect of diseases on soybean yield in the top eight producing countries in 2006. **Plant Health Progress**, Saint Paul, 2010.

YANG, X. B.; LUNDEEN, P.; UPHOFF, M. D. Soybean varietal response and yield loss caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 83, n. 5, p. 456-461, 1999.

YORINORI, J. T. Situação atual das doenças potenciais no cone sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja. p. 171-187.

#### **4            SENSIBILIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA AO ÁCIDO OXÁLICO E REAÇÃO AO TESTE DO PALITO DE DENTE EM CASA DE VEGETAÇÃO**

##### **RESUMO**

A cultura da soja é considerada uma das mais importantes no Brasil e está sujeita ao ataque de diversas pragas e doenças. Dentre as doenças que atacam a cultura, atualmente, o mofo branco, causado por *Sclerotinia sclerotiorum*, vem se destacando como das mais importantes. Métodos para seleção de genótipos resistentes têm sido estudados, contudo, muitas vezes, não possuem eficiência desejada. Dessa maneira, objetivou-se com este trabalho, avaliar genótipos de soja quanto a sensibilidade ao ácido oxálico e inoculados pelo método do palito de dente em casa de vegetação. Para método do ácido oxálico 23 genótipos foram colocados em contato com solução de 20 mM do ácido e índice de murcha avaliado. Para o teste do palito de dente, em casa de vegetação, 19 genótipos foram inoculados e a incidência avaliada. No teste de sensibilidade ao ácido oxálico, as médias baseadas no índice de murcha foram agrupadas em dois grupos. No primeiro foi observada maior sensibilidade ao ácido oxálico de 14 genótipos e no segundo, 10 genótipos apresentaram menor sensibilidade. Para o teste do palito de dente, verificou-se que houve a formação de dois grupos em função da incidência do mofo branco. O grupo 1 foi o mais resistente com seis linhagens de soja. A incidência para esse grupo variou de 33,3 a 66,6%. O segundo grupo apresentou maior suscetibilidade variando de 77,7 a 100% de incidência de plantas infectadas. O método do ácido oxálico apresentou correlação com os resultados observados nos testes a campo, já o teste do palito de dente não apresentou correlação com os dados observados a campo. Dessa maneira, neste estudo, o teste de sensibilidade ao ácido oxálico foi considerado o melhor método para seleção de genótipos resistentes ao mofo branco.

*Palavras-chave:* Mofo-branco, fenotipagem, *Glycine max*, seleção.

## ABSTRACT

### SOYBEAN GENOTYPES SENSIBILITY TO OXALIC ACID AND TOOTH PICK METHOD REACTION IN THE GREENHOUSE

Soybean is considered one of the most important crops in Brazil and is vulnerable to the incidence of many plagues and diseases. Among the diseases that strike the culture, currently, white mold has been playing one of the most important. Methods for the selection of resistant genotypes have been studied, however, those are not with the desirable efficiency. Therefore, the objective of this study is to evaluate genotypes of soybean inoculated with toothpick method and oxalic acid method. The concentration of oxalic acid used was 20 Mm and 23 soybean genotypes were tested for the sensibility to this acid. For the test in the glasshouse, 19 genotypes were inoculated with the toothpick method. The mean based upon the withering index were grouped in two different sets. Bigger oxalic acid sensibility were detected in 14 genotypes, considered as susceptible. For the method used in the glasshouse, it was observed the formation of two groups due to the incidence of white mold. Group 1 was the most resistant composing of six soybean genotypes. The incidence for this group varied from 33.3% to 66.6%. The second group showed bigger susceptibility varying from 77.7% to 100% of incidence of infected plants. However, there was not meaningful correlation between the two methods studied. The oxalic acid method showed meaningful correlation with the results observed in field tests. Therefore, it is considered the best selection method for the resistant genotypes to white mold.

*Key words:* White mold, phenotype, *Glycine max*, screening.

#### 4.1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja apresenta grande importância econômica no cenário mundial em função da extensão da área plantada, por ser a principal fonte de proteína utilizada atualmente na indústria de produção animal e também por ser a segunda oleaginosa mais importante do planeta (Dall'agnol et al., 2010). O Brasil na safra 2014/15 plantou 31,5 milhões de hectares com essa oleaginosa com produção de 96 milhões de toneladas na produção (Conab, 2015).

Os problemas fitossanitários, como o ataque de pragas e patógenos, estão entre os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos na cultura. Aproximadamente quarenta doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus já foram identificadas no Brasil (Embrapa, 2013).

Dentre as doenças que incidem sobre a soja, o mofo-branco, causado por

*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary, tem-se destacado como umas das mais importantes. Este patógeno é polífago, infecta mais de 400 espécies de plantas, incluindo importantes culturas, tais como girassol, feijão e canola, além de grande número de plantas daninhas (Boland & Hall, 1994). Possui uma estrutura de resistência, denominada escleródio, que permite sua sobrevivência no solo por até oito anos (Bolton et al., 2006), o que dificulta o controle da doença.

Vários experimentos para verificar a resistência de soja ao mofo branco tem sido realizados (Kim et al., 1999; Kim & Diers, 2000; Hoffman et al., 2002), porém as técnicas de inoculação e métodos de seleção em condições controladas não têm sido consistentes para prever as reações das cultivares em condições de campo, tanto em soja (Nelson et al., 1991; Wegulo et al., 1998; Kim et al., 1999) quanto em feijão (Boland & Hall, 1994). No estudo da resistência ao mofo branco, um dos métodos utilizados visa identificar a resistência fisiológica, por meio da reação ao ácido oxálico. Sua vantagem é a avaliação de uma ampla gama de genótipos em um curto período de tempo, a independência da necessidade de manuseio do patógeno e dos erros advindos da variabilidade patogênica, além de evitar o efeito do ambiente na avaliação feita em condições de campo (Leite, 2014).

Muitos pesquisadores têm desenvolvido e aplicado metodologias que detectem diferenças significativas entre genótipos com relação à resistência ao mofo branco em câmara de crescimento, casa de vegetação e laboratório, mas tem sido difícil identificar um método que produza reações consistentes e correlacionadas com resultados a campo. Portanto os objetivos do presente trabalho foram avaliar uma metodologia indireta da resistência, usando ácido oxálico e outra usando o método de inoculação com palito de dente em casa de vegetação e correlacionar com os resultados obtidos em campo.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

### *Sensibilidade de genótipos de soja ao ácido oxálico*

Para determinar a concentração de ácido oxálico, a ser utilizada como padrão de quantificação, para o teste de sensibilidade de genótipos ao ácido oxálico, oito genótipos de soja foram utilizados. As sementes dos genótipos (Tabela 4.1), previamente avaliados a campo quanto à resistência ao mofo branco, foram semeados, no dia 05 de

junho de 2013, individualmente em bandejas de plástico com 60 células de 5 cm x 5 cm, contendo substrato do tipo Plantmax® e mantidas em casa de vegetação. Plantas em estágio fenológico V2, aproximadamente 20 dias após o plantio, foram cortadas na base da haste e utilizadas nos experimentos. De acordo com Kolkman & Kelly (2000), as raízes devem ser retiradas para maior eficácia na absorção do ácido oxálico.

**Tabela 4.1.** Genótipos, reações a campo e local de avaliação dos genótipos usados para teste de concentração da solução de ácido oxálico

<b>Denominação</b>	<b>Reação ao Mofo Branco</b>	<b>Local de avaliação</b>
P98Y12	MR	Barreiras - BA
M7639RR	S e MR	Jataí ó GO e Barreiras - BA
2010L015	MS	Jataí - GO
2010L019	S	Barreiras - BA
M9144RR	S	Barreiras - BA
P98Y70	MS	Barreiras - BA
P98Y11	S e MS	Jataí - GO e Barreiras - BA
P99R01	MR	Barreiras - BA

As plantas foram mantidas em chapa de isopor perfurada, envolvidas com tira de espuma acima do colo, deixando imersa somente a parte inferior do caule (2 cm). Essa chapa foi colocada sobre bandeja plástica de 44 cm de largura por 70 cm de comprimento por 15 cm de altura, contendo 5 litros de solução de ácido oxálico nas concentrações de 10 mM, 20 mM ou 40 mM, com pH ajustado para 4.0 com NaOH.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com 10 repetições, sendo cada parcela representada uma planta o controle negativo constiuu de um Becker, contendo 1 litro de água destilada com pH 4.0, ajustado com HCl, porém sem ácido oxálico. O experimento foi instalado ao final da tarde para minimizar o efeito da transpiração e evitar a murcha prematura das plantas.

Após 18 horas da imersão, os genótipos foram avaliados quanto à reação ao ácido oxálico, de acordo com a chave descritiva de notas de incidência proposta por Kolkman & Kelly (2000) sendo:

- 1 ó sem sintomas visíveis;
- 2 ó 1 folha com sintoma de murcha;
- 3 ó 2 folhas com sintoma de murcha;
- 4 ó três ou mais folhas com sintomas;
- 5 ó colapso de pecíolos;
- 6 ó colapso da haste principal.

Posteriormente, 23 genótipos, previamente avaliados a campo (Tabela 4.2), foram analisados utilizando-se solução de ácido oxálico na concentração de 20 mM.

**Tabela 4.2.** Genótipos, reações a campo e local de avaliação dos genótipos testados quanto a sensibilidade ao ácido oxálico

Denominação	Reação ao Mofo Branco	Local de avaliação
M7639RR	S e MR	Jataí ó GO e Barreiras - BA
P98Y51	MS	Barreiras - BA
M8849RR	MS	Barreiras - BA
2010L15	MS	Barreiras - BA
M7908RR	S	Jataí ó GO e Barreiras - BA
2010L021	S	Barreiras- BA
M-SOY 6101	—	—
2010L019	S	Barreiras - BA
ANTA82	MR	Jataí ó GO e Barreiras - BA
M9144RR	S	Barreiras - BA
2010L017	S	Barreiras - BA
2010L012	MR	Jataí - GO
P98Y70	MS	Barreiras - BA
NA7337RR	MR	Jataí ó GO e Barreiras - BA
2010L005	S	Jataí - GO
P98Y11	MS	Jataí - GO e Barreiras - BA
P99R01	MR	Barreiras - BA
P98Y12	MR	Barreiras - BA
M-SOY 9350	—	—
P98Y30	MR	Barreiras - BA
2010L011	MR	Jataí - GO
M7211RR	S	Jataí - GO
BMX POTÊNCIA RR	MR	Jataí - GO

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando essa análise foi significativa, as notas submetidas a teste de médias. Foi realizada análise de agrupamento e as notas de incidência foram agrupadas pelo teste de Scott-Knot ( $P < 0,05$ ), utilizando o programa Sisvar, versão 5.3 (Ferreira, 2010).

*Reação de genótipos de soja a Sclerotinia sclerotiorum em casa de vegetação, inoculados pelo método do palito de dente*

Vinte e um genótipos de soja em fase de VCU de segundo ano e uma cultivar, adaptados a região Central do Brasil, com diferentes reações ao mofo branco a campo foram avaliados quanto à sensibilidade ao mofo branco (Tabela 4.3). O delineamento

experimental foi inteiramente casualizado com 6 repetições, sendo que cada repetição foi representada por um tubete com três plantas, o que totalizou 18 plantas por tratamento.

**Tabela 4.3.** Genótipos, reações a campo e local de avaliação

<b>Denominação</b>	<b>Reação ao Mofo Branco</b>	<b>Local de avaliação</b>
2010L015	MS	Jataí - GO
2011L160	S	Barreiras - BA
2011L091	S	Barreiras - BA
2010L011	R	Jataí - GO
2011L016	R/S	Barreiras ó BA e Jataí - GO
2011L149	S	Barreiras - BA
2010L021	S	Barreiras ó BA e Jataí - GO
2011L151	S	Barreiras ó BA
2010L005	S	Jataí - GO
2010L019	S	Barreiras - BA
2011L156	S	Barreiras - BA
2011L094	MS	Barreiras - BA
2011L040	R	Jataí - GO
2011L018	S	Jataí - GO
2011L031	S	Barreiras ó BA e Jataí - GO
2011L066	R	Barreiras - BA
2011L128	MS	Barreiras - BA
2011L142	S	Barreiras - BA
2011L054	S	Barreiras - BA
2011L161	—	
M7211RR	S	Jataí - GO

O semeio foi realizado em tubetes com capacidade para 500 cm<sup>3</sup> de solo, usando mistura de solo e areia esterilizados na proporção de 3:1, no dia 11 de novembro de 2013. Em cada tubete semeadas cinco sementes, os quais foram mantidos em casa de vegetação a temperatura de 20 °C a 27 °C, umidade relativa mínima de 60% e máxima de 80%, com iluminação natural.

O isolado de *S. sclerotiorum* usado na inoculação teste foi obtido da coleção do núcleo de pesquisa em fitopatologia da UFG. O fungo foi cultivado em placas de petri contendo meio de batata-dextrose-agar (BDA), onde foram colocados 50 palitos-de-dente esterilizados. Os palitos foram previamente fervidos por 5 minutos, com duas trocas de água, a fim de eliminar a resina que por ventura pode vir a prejudicar o crescimento do fungo. Após secar, as duas extremidades dos palitos foram cortados em ¼ do tamanho normal e espetados em folha de papel filtro com diâmetro de 8 cm, idêntico ao diâmetro da placa de petri, tendo como guia uma chapa metálica perfurada. Posteriormente, os discos

com os palitos foram colocados em placas de petri esterilizadas em autoclave. O BDA foi então vertido na placa contendo os palitos na posição vertical e cinco discos de micélio com 7 dias de idade foram colocados entre os palitos.

As placas foram acondicionadas em câmara de incubação à temperatura de 25 °C (+/- 2 °C) e 12 horas de fotoperíodo, durante 7 dias. Posteriormente, os palitos colonizados foram retirados dos discos de papel e espetados cerca de 1 cm abaixo do nó cotiledonar, em plantas com 10 dias de idade.

Aos 10 dias de idade, as plantas foram inoculadas espetando-se o palito colonizado cerca de 1 cm abaixo do nó cotiledonar. Após a inoculação as plantas foram mantidas sob saturação, com aspersões intermitentes, por 48 horas. A umidade foi mantida em torno de 70 a 80% até o momento da avaliação. Após 20 dias foi realizada a avaliação da incidência da doença nas plantas, contando o número de plantas mortas por parcela.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). Foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson ( $P < 0,05$ ) entre os índices de doença a campo, em casa de vegetação e o método do ácido oxálico. Foi utilizado o programa Sisvar 5.3 (Ferreira, 2010) para a análise dos dados.

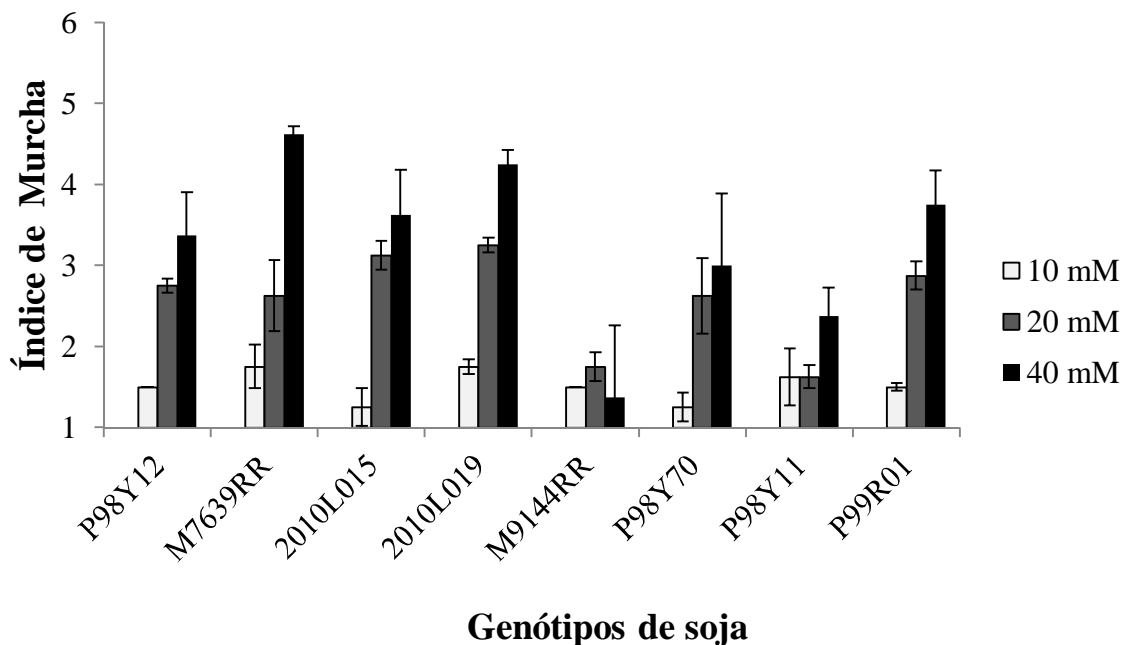
### 4.3 RESULTADOS

#### *Sensibilidade de genótipos de soja ao ácido oxálico*

Após 18 horas de exposição a diferentes concentrações de ácido oxálico todos os genótipos de soja testados, exibiram sintomas de murcha em todas as concentrações testadas, exceto a M9144RR que não apresentou sintomas na concentração de 10 mM. O índice de murcha aumentou com o aumento da concentração de oxalato. Todos os genótipos foram sensíveis às concentrações utilizadas (Figura 4.1).

Na concentração de 10 mM as médias do índice de murcha variaram de 1 a 1,82, sendo que a cultivar M9144RR foi o que apresentou menor índice de murcha e a linhagem L2010L019 o maior índice. Na concentração de 20 mM, as médias do índice de resistência variaram de 1,75 a 3,60, sendo que as cultivares P99R01 e M7639RR apresentaram menor e maior índice, respectivamente. Na concentração de 40 mM, as

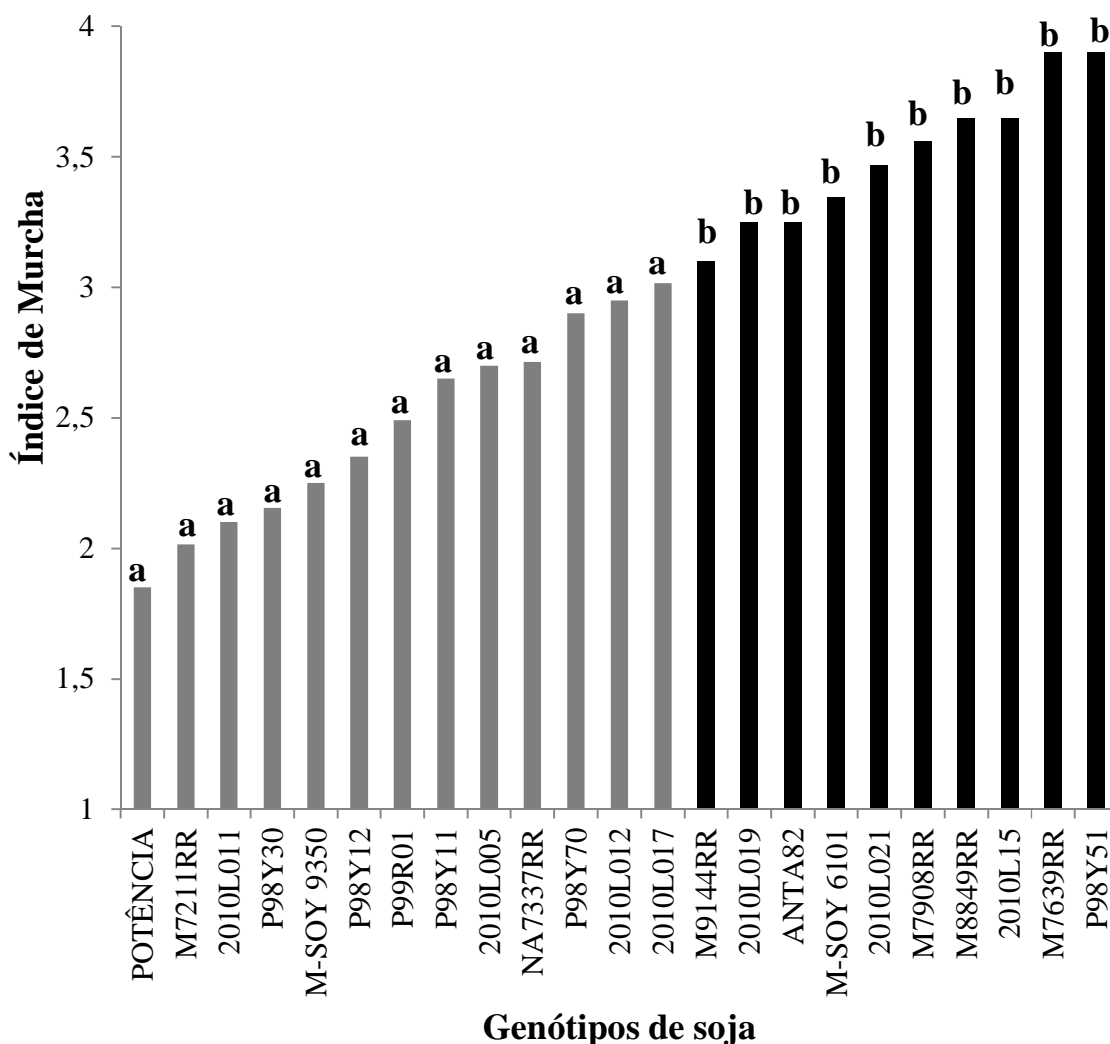
médias variaram de 3,38 a 4,57, as cultivares M9144RR e M7639RR apresentaram as menores e maiores médias, respectivamente.



**Figura 4.1.** Índice de murcha de plantas de soja submetidas a diferentes concentrações de ácido oxálico.

No teste de sensibilidade em diferentes concentrações de oxalato, a dosagem de 20 mM apresentou maior variação entre os índices de murcha avaliados, apresentando uma diferença de 1,85 do maior para o menor índice e os genótipos mais suscetíveis e menos suscetíveis nessa concentração apresentaram reações de resistência e suscetibilidade correspondentes na avaliação a campo. Já na concentração de 10 mM e 40 mM as faixas de índice de murcha foram menores, apresentando uma diferença entre os maiores e menores índices de 0,82 e 1,19, respectivamente. Sendo assim, a dosagem de 20 mM foi selecionada para o experimento posterior com 23 genótipos.

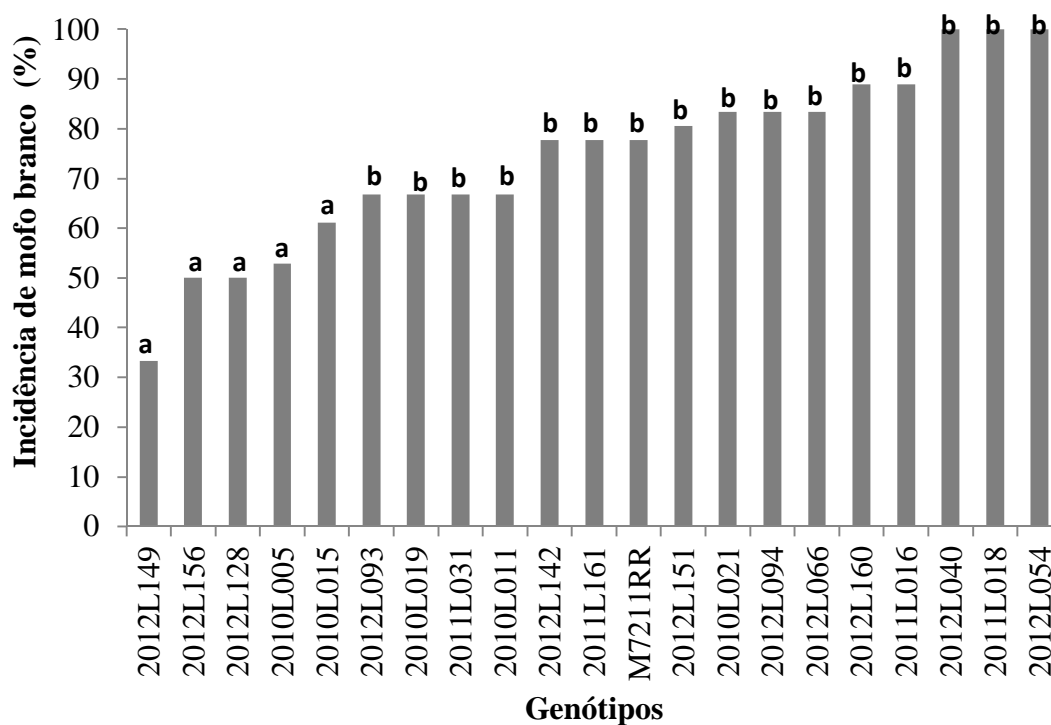
Em relação à sensibilidade ao ácido oxálico, houve diferença estatística entre os genótipos de soja, o mais resistente foi a cultivar POTÊNCIA e apresentou nota média de 1,85, mas não diferiu estatisticamente de outros nove genótipos. Já os mais sensíveis foram as cultivares P98Y51 e M7639RR, com média de 3,9, mas não diferiram estatisticamente de outros 11 genótipos. As médias baseadas no índice de murcha foram agrupadas em dois grupos, sendo que o grupo com menor sensibilidade ao ácido oxálico foi formado por 10 genótipos. As demais variedades foram agrupadas no segundo grupo com maior índice de murcha, ou seja, maior sensibilidade ao ácido oxálico (Figura 4.2).



**Figura 4.2.** Índice de murcha de 23 variedades de soja submetidas a 20 mM de ácido oxálico. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Skott-knot ( $P < 0,05$ ). CV(%): 15,43.

*Reação de genótipos de soja a S. sclerotiorum em casa de vegetação, inoculados pelo método do palito de dente*

Pelo método de inoculação usando palito de dente, verificou-se que houve a formação de dois grupos em função da incidência de mofo branco. O grupo um, com seis linhagens, foi o mais resistente, com incidência variando de 33,3 a 66,6%. O segundo grupo apresentou maior suscetibilidade variando de 77,7 a 100% de incidência de plantas infectadas (Figura 4.3).



**Figura 4.3.** Incidência de mofo cinzento causado por *Sclerotinia sclerotiorum* em plantas de soja em casa de vegetação. Médias seguidas pela mesma letra diferem, entre si, pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). CV(%): 30,38.

Não houve correlação significativa considerando os 18 genótipos de soja quanto à incidência de *S. sclerotiorum* em casa de vegetação e campo. Entretanto, observou-se correlação significativa de 0,50 ( $P < 0,05$ ) entre os experimentos com ácido oxálico e a campo.

#### 4.4 DISCUSSÃO

A concentração de oxalato que melhor diferenciou os genótipos foi de 20 mM, assim como observado em estudos realizados com feijão (Gonçalves & Santos, 2010; Gonçalves, 2012). O genótipo mais resistente ao ácido oxálico foi a cultivar Potência e apresentou média de 1,85, já os mais sensíveis foram as cultivares P98Y51 e M7639RR, com média de 3,9. Os extremos foram correspondentes às reações das três cultivares a campo. Wegulo et al. (1998) analisou dois diferentes métodos baseados na resposta de hastes de soja ao ácido oxálico e constataram que os resultados tiveram repetibilidade entre os experimentos e correlacionaram com a performance no campo. Gonçalves (2012) ao analisar genótipos de feijoeiro verificou que o método foi eficiente para segregar pelas

reações ao oxalato. O autor também inferiu que o método é vantajoso por não utilizar o agente etiológico, eliminando assim a variabilidade do patógeno.

Ácido oxálico, secretado por *S. sclerotiorum* está envolvido na patogenicidade (Dutton & Evans, 1996). Ele acumula nos tecidos infectados e é translocado com o crescimento da hifa. Enquanto as poligalacturonases (PGs) não são capazes de hidrolizar  $\text{Ca}^{2+}$ -pectato na lamela média, ácido oxálico efetivamente quelata  $\text{Ca}^{2+}$  deixando pectatos acessíveis para serem hidrolizados por PGs e estimular o crescimento fúngico. O ácido oxálico reduz o pH do tecido do hospedeiro ativando muitas enzimas hidrolíticas que degradam a parede celular. Devido aos baixos valores de pH causados pelo ácido oxálico, mecanismos de defesa de plantas podem ser suprimidos, por exemplo devido a inibição da atividade de polifenoloxidasas (Huang et al., 2008). O método do ácido oxálico tem potencial para selecionar cultivares e linhagens resistentes ao mofo branco como visto nesse estudo. Como os surtos de *S. sclerotiorum* são dependentes de condições ambientais, o método do ácido oxálico pode ser usado para confirmação do índice de resistência de determinado genótipo com características comercialmente importantes.

Nesse estudo observou-se que não houve correlação entre os experimentos de campo e casa-de-vegetação quanto à incidência do mofo branco. Geralmente as avaliações a campo e em casa de vegetação, para determinar resistência de genótipos de soja a *S. sclerotiorum*, apresentam baixa correlação, já que em a reprodução de sintomas em casa de vegetação é impossibilitada devido à dificuldade de inoculação por ascóporos (Nelson et al., 1991; Wegulo et al., 1998; Kim et al., 1999) e diferentes experimentos tem mostrado inconsistência na avaliação de resposta de cultivares ao patógeno (Cline & Jacobsen, 1983; Chun et al., 1987). Isso torna importante a avaliação de metodologias, nas condições do Brasil, comparando a reação com as observadas em campo. A resistência a campo a *S. sclerotiorum* em algumas culturas tem sido correlacionada com a resistência ao ácido oxálico (Kolkman & Kelly, 2000). Assim, uma estratégia de defesa contra *S. sclerotiorum* pode ser a utilização de plantas transgênicas que especificamente degradam o ácido oxálico produzido pelo patógeno. Plantas de soja transgênicas codificam uma proteína oligomérica, a oxalato oxidase, que oxida ácido oxálico para dióxido de carbono e peróxido de hidrogênio e têm apresentado maior resistência ao patógeno. Entretanto, ainda há efeitos negativos na produtividade dessas culturas após a incorporação dessa enzima (Donaldson et al., 2001).

A falta de reprodutibilidade de experimentos em casa de vegetação e em

condições de campo é, provavelmente, devido a infecção ascospórica ser a forma natural para infecção primária em inflorescências a campo. Os ascósporos são difíceis de serem manipulados para produção *in vitro*. Além disso, a inoculação com ascósporos em condições de casa de vegetação produz resultados inconsistentes (Cline & Jacobsen, 1983). Conseqüentemente a seleção utilizando a inoculação em casa de vegetação, na maioria das vezes, não correlaciona com as condições naturais de infecção a campo. Dessa maneira o método é ineficiente para seleção de cultivares em um programa de melhoramento.

Não houve correlação significativa entre os experimentos de campo e casa de vegetação, considerando 18 genótipos de soja quanto ao ataque *S. sclerotiorum*. Entretanto, observou-se correlação ( $P < 0.05$ ) significativa (0,50) entre os experimentos com ácido oxálico e a campo. Kim et al. (2000) reportaram reação a doença com semente de aveia infestada. Disco de micélio e métodos de inoculação foliar se correlacionou ( $P < 0.05$ ) com a reação da doença a campo de 18 cultivares com correlação de 0,47 a 0,51. Wegulo et al. (1998) reportaram que reações à doença com os métodos de folha destacada, inoculação de micélio em folhas e ácido oxálico correlacionaram, significativamente, com reação a campo de 12 cultivares com correlações variando de 0,40 a 0,55. Entretanto, moderada correlação foi encontrada entre os métodos de Wegulo et al. (1998) e Kim et al (2000), assim métodos mais eficientes precisam ser testados em casa de vegetação e laboratório para ter mais acurácia com as reações de campo dos germoplasmas de soja a *S. sclerotiorum*. Apesar do método do ácido oxálico ter baixa correlação, se trata de um método que tem potencial de uso para seleção de grande quantidade de genótipos quando comparado ao método de inoculação em casa de vegetação.

#### 4.5 CONCLUSÕES

O método do ácido oxálico se mostrou eficiente para selecionar genótipos resistentes de soja, correlacionando significativamente com os experimentos a campo, mas um refinamento da metodologia para a cultura da soja precisa ser realizado. A avaliação utilizando inoculação pelo método do palito de dente, em casa de vegetação, não apresentou correlação com os experimentos de campo. O teste de campo ainda é a melhor alternativa para a avaliação de genótipos quanto à resistência ao mofo branco, mas é muito dependente de condições climáticas, portanto o teste de sensibilidade ao ácido

oxálico com posterior avaliação a campo seria a melhor alternativa.

#### 4.6 REFERÊNCIAS

BOLAND, G. J.; HALL, R. Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Pinawa, v. 16, n. 2, p. 93-108, 1994.

BOLTON, M. D.; THOMMA, B. P. H. J.; NELSON, B. D. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. **Molecular Plant Pathology**, Londres, v. 7, n. 1, p. 1-16, 2006.

CHUN, D.; KAO, L. B.; LOCKWOOD, J. L.; ISLEIB, T. G. Laboratory and field assessment of resistance in soybean to stem rot caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 71, n. 9, p. 811-815, 1987.

CLINE, M. N.; JACOBSEN, B. J. Methods for evaluating soybean cultivars for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 67, n. 7, p. 784-786, 1983.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2014/15**. Brasília: CONAB/ Ministério do Palnejamento, Orçamento e Gestão, 2015. 119 p. Oitavo levantamento.

DALL'AGNOL, A.; LAZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. Desenvolvimento, mercado e rentabilidade da soja brasileira. **Circular Técnica 74**, Embrapa, p. 18, 2010.

DONALDSON, P. A.; ANDERSON, T.; LANE, B. G.; DAVIDSON, A. L.; SIMMONDS, D. H. Soybean plants expressing an active oligomeric oxalate from the wheat *gf-2-8* (*germin*) gene are resistant to the oxalate-secreting pathogen *Sclerotinia sclerotiorum*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Amsterdam, v. 59, n. 6, p. 297-307, 2001.

DUTTON, M. V.; EVANS, C. S. Oxalate production by fungi: Its role in pathogenicity and ecology in the soil environment. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 42, n. 9, p. 881-895, 1996.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil - 2014**. Londrina: Embrapa Soja, 2013.

FERREIRA, D. F. **Programa computacional Sisvar, versão 5.3**. Lavras: UFLA, 2010.

GONÇALVES, P. R. C. **Reação de progênies de feijão derivadas de seleção recorrente para mofo-branco, ao ácido oxálico**. 2012. 56 f. Dissertação (Mestre em genética e melhoramento de plantas)óPrograma de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

GONÇALVES, P. R. C.; SANTOS, J. B. Physiological resistance of common bean cultivars and lines to white mold based on oxalic acid reaction. **Annual Report of Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 53, n. s/n, p. 236-237, 2010.

HOFFMAN, D. D.; DIERS, B. W.; HARTMAN, G. L.; NICKELL, C. D.; NELSON, R.

L.; PEDERSEN, W. L.; COBER, E. R.; GRAEF, G. L.; STEADMAN, J. R.; GRAU, C. R.; NELSON, B. D.; DEL RIO, L. E.; HELMS, T.; ANDERSON, T.; POYSA, V.; RAJCAN, I.; STIENSTRA, W. C. Selected soybean plant introductions with partial resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 86, n. 9, p. 971-980, 2002.

HUANG, L.; BUCHENAUER, H.; HAN, Q.; ZHANG, X.; KANG, Z. Ultrastructural and cytochemical studies on the infection process of *Sclerotinia sclerotiorum* in oilseed rape. **Journal of Plant Diseases and Protection**, Rostock, v. 115, n. 1, p. 9-16, 2008.

KIM, H. S.; DIERS, B. W. Inheritance of partial resistance to sclerotinia stem rot in soybean. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 1, p. 55-61, 2000.

KIM, H. S.; HARTMAN, G. L.; MANANDHAR, J. B.; GRAEF, G. L.; STEADMAN, J. R.; DIERS, B. W. Reaction of soybean cultivars to sclerotinia stem rot in field, greenhouse, and laboratory evaluations. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 3, p. 665-669, 2000.

KIM, H. S.; SNELLER, C. H.; DIERS, B. W. Evaluation of soybean cultivars for resistance to sclerotinia stem rot in field environments. **Crop Science**, Madison, v. 39, n. 1, p. 64-68, 1999.

KOLKMAN, J. M.; KELLY, J. D. An indirect test using oxalate to determine physiological resistance to white mold in common bean. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 1, p. 281-285, 2000.

LEITE, M. E. **Seleção recorrente em feijoeiro visando a resistência à *Sclerotinia sclerotiorum* e respostas bioquímicas associadas à defesa contra o patógeno**. 2014. 153 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)óPrograma de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

NELSON, B. D.; HELMS, T. C.; OLSON, M. A. Comparison of laboratory and field evaluations of resistance in soybean to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 75, n. 7, p. 662-665, 1991.

WEGULO, S. N.; YANG, X. B.; MARTINSON, C. A. Soybean cultivar responses to *Sclerotinia sclerotiorum* in field and controlled environment studies. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 82, n. 11, p. 1264-1270, 1998.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido à importância da soja no cenário mundial, medidas de controle são necessárias para monitoramento do mofo branco para a cultura. Com esse trabalho verificou-se que a incidência e incidência variam de acordo com o local de plantio, pois está intimamente relacionada com as condições ambientais da região e as características fisiológicas do hospedeiro. Também foi verificado que a produtividade foi influenciada pela ocorrência da doença em determinados genótipos. Isso implica na utilização de novos critérios para verificar a resistência parcial em condições de campo levando-se em consideração a características de cada local.

Os métodos utilizados para seleção de genótipos resistentes ao mofo branco, muitas vezes, são inconsistentes com os resultados de campo. Nesse estudo, constatou-se que o método do ácido oxálico constitui uma alternativa viável para seleção de genótipos, pois a variabilidade genética do patógeno não é levada em consideração, pois se utiliza apenas as características fisiológicas do hospedeiro. Além disso, verificou-se que os experimentos de casa de vegetação não correlacionam com os experimentos de campo. A falta de repetibilidade de experimentos em casa de vegetação, muito se deve à maneira como as plantas são inoculadas. Geralmente são utilizados métodos a partir de micélio do fungo e sabe-se que a maior parte das infecções naturais ocorre pelos ascósporos, assim a reprodução da doença é dificultada já que a produção de ascósporos é difícil em condições de laboratório. Nesse sentido, protocolos mais elaborados para a produção de ascósporos são necessários para a fenotipagem de genótipos de soja para *S. sclerotiorum*.