

LEONARDO HUMBERTO SILVA E CASTRO

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE SOJA A ISOLADOS DE *Sclerotinia sclerotiorum* EM CASA DE VEGETAÇÃO E CÂMARA DE CRESCIMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador  
Prof. Dr. Fernando Cezar Juliatti

UBERLÂNDIA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2015

LEONARDO HUMBERTO SILVA E CASTRO

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE SOJA A ISOLADOS DE *Sclerotinia sclerotiorum* EM CASA DE VEGETAÇÃO E CÂMARA DE CRESCIMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 21 de agosto de 2015.

Profa. Dra. Maria Amelia dos Santos UFU

Profa. Dra. Juliana Araújo Santos Martins IFTM

Dra. Adriana de Andrade Figueiró UFU

Prof. Dr. Fernando Cezar Juliatti  
ICIAG-UFU  
(Orientador)

UBERLÂNDIA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Sistema de  
Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

C355r Castro, Leonardo Humberto Silva e, 1988-  
2015 Resistência de genótipos de soja a isolados de *Sclerotinia sclerotiorum* em casa de  
vegetação e câmara de crescimento / Leonardo Humberto Silva e Castro. - 2015.  
58 f. : il.  
Orientador: Fernando Cezar Juliatti.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de  
Pós-Graduação em Agronomia.  
Inclui bibliografia.  
1. Agronomia - Teses. 2. Soja - Resistência a doenças e pragas - Aspectos  
genéticos - Teses. 3. *Sclerotinia sclerotiorum* - Teses. I. Juliatti, Fernando Cezar. II.  
Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.  
III. Título.

---

CDU: 631

*Coragem não é a ausência do medo, mas a decisão de que algo é mais importante que o medo. O corajoso pode não viver para sempre, mas o cauteloso nunca vive plenamente.*

Meg Cabot

*A DEUS, Pai e bondade infinita.*

*À minha família, em especial à minha mãe, Márcia Euflásia da Silva Castro (in memoriam), ao meu pai, Luiz Humberto de Castro e ao meu irmão, Luiz Gustavo Silva e Castro. À minha magnífica e amável companheira, Mariana Mapelli de Paiva. Aos meus amigos e mestres, os quais me auxiliaram em minha trajetória acadêmica até aqui. E a todos que influenciaram direta ou indiretamente para que eu chegassem até aqui.*

*O meu MUITO OBRIGADO!*

## AGRADECIMENTOS

A DEUS e à espiritualidade amiga por me darem o suporte em minha vida, me mostrando o caminho correto a ser trilhado, com muito amor, humildade e serenidade. Às pessoas mais importantes da minha vida, minha mãe, Márcia Euflásia da Silva Castro *in memóriam*, meu pai, Luiz Humberto de Castro e meu irmão, Luiz Gustavo Silva e Castro. À minha companheira de todas as horas e situações, Mariana Mapelli de Paiva, que sempre me deu o suporte amoroso, me ensina a ser mais cauteloso em minhas ações e que influenciou para que eu fizesse o mestrado.

À Universidade Federal de Uberlândia, ao Instituto de Ciências Agrárias e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por me darem a oportunidade de cursar esse mestrado. Ao meu orientador Professor Dr. Fernando Cezar Juliatti, o qual me acolheu e me deu o suporte necessário para a realização desse trabalho e no aprimoramento acadêmico e pessoal neste período. À equipe do Laboratório de Micologia e Proteção de Plantas (LAMIP), em especial à Adriana de Andrade Figueiró, Roberto Resende Santos, Igor Forigo Beloti e Renata Leandra Almeida Castro. Aos meus colegas da UFU, em especial ao Ernane Miranda Lemes e Rafael Tadeu de Assis, por sempre acreditarem em mim e no meu potencial. A todos os professores da pós-graduação em Agronomia da UFU, que me deram grandiosos e valiosos conhecimentos e ensinamentos para a vida, especialmente à Ana Paula Oliveira Nogueira, Larissa Barbosa de Sousa, Osvaldo Toshiyuki Hamawaki e à equipe do Programa de Melhoramento Genético de Soja da UFU, Denise Garcia de Santana, Maria Amelia dos Santos e João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha.

Aos meus grandes amigos do Pensionato Umuarama, os quais fizeram com que esse período fosse cheio de alegrias, momentos importantes e amizade. Em especial ao José Luizinaldo Gomes (Naldin), José Ueber Esteves Junior, Carlos Fiocco Junior e ao Flávio André. E aos meus eternos amigos incondicionais da Velha Guarda da Casa do Caminho, e aos amigos do Centro Espírita Estudantes do Evangelho, Centro Espírita Luz da Seara e Centro Espírita Joana D'arc.

À Letícia Ane Sizuki Nociti e Josiane Cristina de Assis, por me influenciarem na realização do mestrado e ao Aluízio Borém pela amizade. Enfim, a todos que fazem parte da minha vida desde o meu nascimento, o meu MUITO OBRIGADO!

## RESUMO

CASTRO, LEONARDO HUMBERTO SILVA E. **Resistência de genótipos de soja a isolados de *Sclerotinia sclerotiorum* em casa de vegetação e câmara de crescimento.** 2015. 58p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia<sup>1</sup>.

As doenças são um dos principais entraves para o sucesso produtivo da cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill). Nos últimos anos, o mofo branco causado pelo fungo necrotrófico *Sclerotinia sclerotiorum* Lib. De Bary, tem assumido grande importância pelos seus danos provocados principalmente em ambiente variável. Os objetivos deste trabalho foram avaliar a resistência de genótipos de soja à *S. sclerotiorum*, verificar a eficácia de diferentes ambientes na incubação das plantas de soja, após a inoculação do fungo e a agressividade de isolados. Dois experimentos foram conduzidos na Universidade Federal de Uberlândia (UFU) – Instituto de Ciências Agrárias, o primeiro em casa de vegetação (23-25 °C), entre os meses de outubro a novembro de 2014, e o segundo em câmara de crescimento ( $\pm 20^{\circ}\text{C}$ ), entre os meses de janeiro a fevereiro de 2015. Os genótipos de soja avaliados foram EMGOPA-316, com resistência parcial, M7908RR, com suscetibilidade ao patógeno e 101 linhagens do Laboratório de Desenvolvimento de Germoplasma da UFU (LAGER-UFU). O primeiro experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados e o segundo foi inteiramente casualizado, com cinco repetições cada. A inoculação foi realizada pelo método *straw test* utilizando dois isolados do fungo no primeiro experimento e apenas um no segundo. Os isolados foram oriundos de campos produtivos de soja do município de Uberaba-MG e Jataí-GO. Avaliou-se o tamanho médio da lesão (cm) causada por *S. sclerotiorum* cinco dias após a inoculação. Esta variável foi utilizada para a classificação dos genótipos quanto à resistência ao patógeno. Os dados foram submetidos à análise de variância, ao teste de Scott-Knott a 0,05 de significância, posteriormente foi realizada a análise conjunta e análise multivariada. Foi verificado que o genótipo mais resistente foi o EMGOPA-316, o qual é indicado como padrão de resistência, e o LAGER-29 foi o mais suscetível, sendo indicado como padrão de suscetibilidade. Os parâmetros genéticos permitiram verificar que o ambiente de incubação, câmara de crescimento, e a inoculação realizada com o isolado de Jataí foi mais confiável que o de casa de vegetação. E com base nos métodos UPGMA e agrupamento de Tocher foi verificado que os genótipos avaliados são divergentes entre si.

**Palavras-chave:** mofo branco, variabilidade, ambientes de incubação, inoculação

<sup>1</sup>**Comitê Orientador:** Prof. Fernando Cezar Juliatti – UFU

## ABSTRACT

CASTRO, Leonardo Humberto Silva e. **Soybean genotypes resistance to isolates of *Sclerotinia sclerotiorum* in the greenhouse and growth chamber.** 2015. 54p. Uberlandia: UFU, 2015. 58p. Dissertation (Master Program Agronomy/Crop Science) – Federal University of Uberlandia, Uberlândia<sup>1</sup>.

Diseases are one of the biggest constraints for the successful production of soybeans (*Glycine max* L. Merrill). In recent years, white mold caused by the necrotrophic fungus *Sclerotinia sclerotiorum* Lib. De Bary has become very important due to their damage caused mainly by changing environments. The objectives of this study were to evaluate the resistance of soybean genotypes to *S. sclerotiorum*, verify the effectiveness of different environments in the incubation of soybean plants after the inoculation with the fungus and the resistance and aggressiveness of the isolates. Two experiments were conducted at the Federal University of Uberlândia (UFU) - Institute of Agricultural Sciences, the first in a greenhouse (23-25 °C), between the months from October to November 2014 and the second in growth chamber ( $\pm$  20 °C), between January and February 2015. The evaluated soybean genotypes were EMGOPA-316 with partial resistance, M7908RR with susceptibility to the pathogen and 101 lines of Germplasm Development Laboratory at UFU (LAGER-UFU). The first experiment was conducted in a randomized block design and the second was completely randomized, with five repetitions each. The inoculation was performed by straw test method using two isolates of the fungus in the first experiment and only one in the second. The isolates were derived from soybean producing fields in the city of Uberaba –Minas Gerais State and Jataí – Goiás State. It was evaluated the average lesion size (cm) caused by *S. sclerotiorum* five days after inoculation. This variable was used for the classification of genotypes for resistance to the pathogen. Data was subjected to analysis of variance, the Scott-Knott test at 0.05 significance, joint analysis and multivariate analysis was subsequently performed. It was found that the most resistant genotype was the EMGOPA-316 which is indicated as standard resistance and the LAGER-29 was the most susceptible being indicated as susceptibility standard. Genetic parameters allowed to verify that the incubation environment of growth chamber and the inoculation carried out with the Jataí isolate was more reliable than the greenhouse. And based on UPGMA and Tocher grouping methods it was found that the genotypes are divergent.

**Keywords:** white mold, variability, incubation environments, incubation

<sup>1</sup>**Supervisor:** Prof. Dr. Fernando Cezar Juliatti – UFU

## LISTA DE TABELAS

|                 |   |    |
|-----------------|---|----|
| <b>Tabela 1</b> | Genótipos de soja utilizados no experimento de avaliação da resistência à <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> .....   | 20 |
| <b>Tabela 2</b> | Tamanho médio de lesão (cm) após a inoculação com diferentes isolados de <i>S. sclerotiorum</i> em genótipos de soja, Uberlândia – MG, 2015.....  | 28 |
| <b>Tabela 3</b> | Tamanho médio de lesão (cm) após a inoculação com <i>S. sclerotiorum</i> em genótipos de soja, Uberlândia – MG, 2015.....   | 34 |
| <b>Tabela 4</b> | Grupos do teste estatístico, genótipos e cruzamentos.....   | 38 |
| <b>Tabela 5</b> | Agrupamento de 103 genótipos de soja pelo método de agrupamento de Tocher, utilizando a distância Euclidiana, como medida de distância genética, obtida do tamanho médio da lesão (cm) após a inoculação com <i>S. sclerotiorum</i> avaliado em diferentes ambientes de incubação (casa de vegetação e câmara de crescimento), Uberlândia-MG, 2015..... | 45 |

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Ciclo da doença com destaque no papel das sementes como fonte de inóculo inicial e meio de disseminação de *S. sclerotiorum*..... 13
- Figura 2** Dendrograma ilustrativo da análise de 103 genótipos de soja pelo método da ligação média entre grupo (UPGMA) obtido com a distância Euclidiana a partir da matriz de dissimilaridade do complemento da coincidência simples das avaliações do tamanho da lesão de dois isolados *S. sclerotiorum*, avaliações realizadas em condições de casa de vegetação (isolados Uberaba e Jataí) e câmara de crescimento (isolado de Jataí). Coeficiente de correlação cofenética ( $r$ ) de 0,7404, Uberlândia-MG, 2015..... 43

## SUMÁRIO

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>10</b> |
| <b>2</b>   | <b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>   | <b>12</b> |
| <b>2.1</b> | <b>Mofo branco da soja: etiologia, epidemia, ciclo de vida e sintomas.....</b>  | <b>12</b> |
| <b>2.2</b> | <b>Manejo integrado de <i>S. sclerotiorum</i> em soja.....</b>  | <b>15</b> |
| <b>2.3</b> | <b>Resistência de plantas a fitopatógenos.....</b>  | <b>16</b> |
| <b>2.4</b> | <b>Avaliação fenotípica da resistência da soja à <i>S. sclerotiorum</i>.....</b>  | <b>17</b> |
| <b>2.5</b> | <b>Diversidade genética.....</b>  | <b>18</b> |
| <b>3</b>   | <b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>  | <b>20</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Local e época dos experimentos.....</b>  | <b>20</b> |
| <b>3.2</b> | <b>Germoplasma.....</b>   | <b>20</b> |
| <b>3.3</b> | <b>Obtenção de isolados de <i>S. sclerotiorum</i>.....</b>  | <b>23</b> |
| <b>3.4</b> | <b>Inoculação das plantas de soja com <i>S. sclerotiorum</i>.....</b>   | <b>23</b> |
| <b>3.5</b> | <b>Experimento conduzido em casa de vegetação.....</b>  | <b>23</b> |
| <b>3.6</b> | <b>Experimento conduzido em câmara de crescimento.....</b>  | <b>23</b> |
| <b>3.7</b> | <b>Analises estatísticas e parâmetros genéticos.....</b>  | <b>24</b> |
| <b>4</b>   | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>  | <b>28</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Experimento conduzido em casa de vegetação.....</b>  | <b>28</b> |
| <b>4.2</b> | <b>Experimento conduzido em câmara de crescimento.....</b>  | <b>33</b> |
| <b>4.3</b> | <b>Parâmetros genéticos.....</b>  | <b>41</b> |
| <b>4.4</b> | <b>Diversidade genética entre genótipos de soja quanto à resistência à <i>S. sclerotiorum</i> por análises multivariadas.....</b> | <b>42</b> |
| <b>5</b>   | <b>CONCLUSÃO.....</b>   | <b>47</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>48</b> |
|            | <b>ANEXOS.....</b>  | <b>57</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma cultura estratégica no cenário do agronegócio mundial, devido às suas características nutritivas e a diversidade de formas de uso, além da sua capacidade de adaptação a diferentes latitudes, solos e condições climáticas (MORCELI et al., 2008; EMBRAPA, 2013). A expansão de áreas produtoras dessa leguminosa no Brasil tem acontecido e, pela ocorrência de diversas condições climáticas brasileiras, a ocorrência de doenças nas lavouras de soja tem agravado. As doenças são um dos principais entraves para o sucesso produtivo da cultura, a exemplo das epidemias de doenças fúngicas, que podem causar danos médios de até 50% (BEDENDO; AMORIM, 2005; WANG et al., 2010; CHAWLA et al., 2013).

O mofo branco ou podridão branca da haste é causado pelo fungo necrotrófico *Sclerotinia sclerotiorum* Lib. De Bary, que é uma importante doença no Centro Oeste norte americano e brasileiro, no Sul do Canadá e nas áreas altas, úmidas e com temperaturas amenas do México e Guatemala (GUO et al., 2008; CUNHA et al., 2010; SCHWARTZ; SINGH, 2013). O primeiro relato da doença no Brasil ocorreu no estado de São Paulo em uma área produtora de batata. A partir desse relato, a doença se expandiu para várias regiões do país, principalmente no Sul, Sudeste, Centro Oeste e Nordeste. Os danos causados pela doença podem variar entre 30% a 100%, desde que não sejam utilizadas medidas de prevenção à ação patogênica do fungo (CHAVES, 1964; YAMASHITA et al., 1978; YORINORI, 2002; HENNING, 2004; JULIATTI et al., 2013; REIS et al., 2014).

A doença ocorre quando o patógeno encontra condições ambientais propícias ao seu desenvolvimento, tais como alta umidade, temperaturas baixas, entre 10 °C a 21 °C, e áreas acima de 800 m de altitude. Outro fator importante é o elevado número de hospedeiros do fungo, em torno de 400 espécies vegetais, entre elas, o algodoeiro, feijoeiro, batateira, tomateiro, ervilha, e, também, plantas infestantes, dificultando a rotação de culturas (JULIATTI; JULIATTI, 2010; BASTIEN et al., 2012). Na cultura da soja, a ação do fungo se inicia no florescimento, seguindo até a formação das vagens, o que pode ocorrer até o enchimento de grãos. O manejo de *S. sclerotiorum* no solo é difícil, sendo quase impossível sua erradicação em áreas contaminadas, uma vez que ainda não foram desenvolvidas medidas de controle eficazes. Sendo assim, é indicada a união de técnicas de manejo, denominada por manejo integrado, associando o controle

cultural, biológico, químico e genético (CUNHA et al., 2010; LOBO JÚNIOR, 2013; BASTIEN; SONAH; BELZILE, 2014).

A resistência genética da planta é a melhor forma de controle do mofo branco. Normalmente, a resistência à *S. sclerotiorum* é do tipo parcial ou quantitativa, que é uma forma incompleta de resistência, mas que permite uma menor taxa de infecção do patógeno e o avanço do patógeno nos tecidos da planta. Os principais componentes são a redução da eficiência infecciosa, período latente longo e menor quantidade de doença na planta ou menor evolução dos sintomas (POLAND et al., 2009). O melhoramento genético da soja visando à resistência à *S. sclerotiorum* se depara com entraves para o desenvolvimento de genótipos capazes de impedir os danos causados pelo patógeno na cultura, uma vez que a resistência genética é complexa, de baixa herdabilidade. Poucos genótipos com resistência parcial estão disponíveis por haver baixa correlação entre ensaios de avaliação da resistência ao patógeno no campo, casa de vegetação e laboratório (HOFFMAN et al., 1998; WELUGO; YANG; MARTINSON, 1998; YANG; LUNDEEN; UPHOFF, 1999; KIM et al., 2000; VUONG; HARTMAN, 2003; HUYNH et al., 2010).

Os objetivos deste trabalho foram avaliar fenotipicamente a resistência de genótipos de soja à *S. sclerotiorum* em diferentes ambientes de incubação das plantas de soja após a inoculação com isolados do fungo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1Mofo branco da soja: etiologia, epidemia, ciclo de vida e sintomas

Uma doença fúngica muito severa nas áreas produtoras de soja em todo o mundo, conhecida como mofo branco, podridão da cabeça, podridão aquosa e podridão da haste (PURDY, 1979), cujo agente etiológico é o fungo necrotrófico *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib. De Bary). Essa é uma das principais doenças no Centro-Oeste norte americano e também brasileiro, além do Sul do Canadá e nas terras altas, úmidas e com temperaturas adequadas ao patógeno, também no México e Guatemala (GUO et al., 2008; CUNHA et al., 2010; SCHWARTZ; SINGH, 2013). O fungo é pertencente à subdivisão Ascomycota, classe Leotimycetes, ordem Helotiales e família Sclerotiniaceae (CABI, 2015).

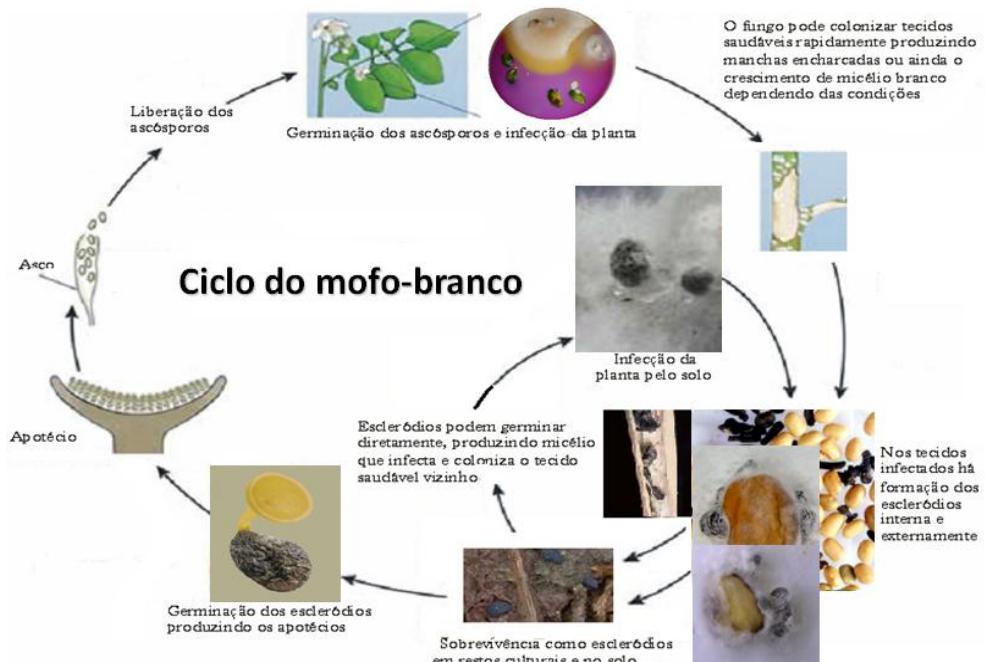
A primeira detecção do fungo foi no ano de 1924 na Hungria e, posteriormente, em 1946 nos Estados Unidos; a partir desse período foi relatado em outros países (GRAU, 1989). No Brasil, o primeiro relato da doença foi constatado em campos produtivos de batata no estado de São Paulo e a primeira epidemia da doença ocorreu no estado do Paraná, no ano de 1976. Na década de 1980 toda região Sul do Brasil foi afetada pela doença. A partir da década de 1990, a doença se expandiu nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste.

As condições ambientais são o principal fator para a ação infecciosa do patógeno. Os surtos da doença ocorrem de forma esporádica sob alta umidade relativa do ar (acima de 70%), temperaturas baixas (10 °C a 21 °C) e altitudes acima de 800 m. Outro fator agravante é a gama de hospedeiros suscetíveis à doença, em torno de 400 espécies, o que dificulta a rotação de culturas, destacando-se as culturas do algodoeiro, feijoeiro, batateira, tomateiro e ervilha, além de plantas infestantes. A semeadura de espécies da família Poaceae é uma opção para a rotação de culturas (LEITE, 2005; JULIATTI; JULIATTI, 2010; BASTIEN et al., 2012).

*S. sclerotiorum* possui elevada capacidade de sobrevivência através de suas estruturas de resistência (escleródios). Os escleródios possuem formato irregular, com variações de diâmetro e comprimento. Inicialmente, possuem colocação branca, que, com o passar do tempo, se tornam negros e duros (AGRIOS, 1997; SCHWARTZ et al., 2005).

O início do ciclo de vida de *S. sclerotiorum* (Figura 1) é verificado a partir da presença de escleródios no solo. Segundo Steadman (1983), a viabilidade dessas estruturas no solo pode variar entre três a cinco anos. Juliatti; Juliatti (2010) relatam que a presença de escleródios no solo pode alcançar dez anos se forem semeadas culturas hospedeiras do fungo. A dormência dessas estruturas é quebrada quando as condições ambientais forem favoráveis (BARDIN; HUANG, 2001), e esse processo acontece sob temperaturas amenas, entre 10 °C e 20 °C, alta umidade relativa do ar (acima de 70%) e umidade do solo, com tensão acima de 5 Bar, 5,07 atm ou 5,1 Kgf cm<sup>-2</sup> (WILLETTS; WONG, 1980; BOLAND; HALL, 1987; LEITE, 2005).

**Figura 1.** Ciclo da doença com destaque no papel das sementes como fonte de inóculo inicial e meio de disseminação de *S. sclerotiorum*.



Fonte: Juliatti et al. (2015)

Duas formas de disseminação de *S. sclerotiorum* são observadas, que são por meio da mistura de escleródios a sementes ou por meio de micélio em dormência. O processo de disseminação, germinação dos escleródios e infecção da planta, pode ocorrer de duas formas, miceliogênica e carpogênica. A germinação miceliogênica está ligada à germinação do micélio de escleródios presentes no solo, a colonização no colo e raízes da planta (ABAWI; GROGAN, 1979; COOK; STEADMAN; BOOSALIS, 1975; STEADMAN, 1983). A germinação carpogênica ocorre quando os apotécios são originados dos escleródios, os quais produzem ascósporos, que irão infectar a parte

aérea da planta (PRATT; ROWE, 1991). As temperaturas ótimas para esse processo são entre 18 °C a 25 °C. O micélio, ao invadir as células vegetais e os espaços intercelulares, pode atingir o sistema vascular (LUMSDEN, 1979).

Após a formação dos apotécios pela germinação carpogênica, em seu interior podem conter centenas de ascos cilíndricos, onde são encontrados oito ascósporos ovóides, em cada asco, com largura entre 4 a 10 mm e comprimento de 9 a 16 mm (SCHWARTZ; STEADMAN, 1989). Dos apotécios são liberados os ascósporos em um período entre 2 a 17 dias. Entre o quarto e o nono dia da vida ativa do apotécio ocorre a produção máxima de ascósporos, em um intervalo de 2 a 3 dias, e essa produção de ascósporos pode atingir em média dois milhões por apotécio (SCHWARTZ; STEADMAN, 1978).

O vento e as abelhas são alguns dos diversos agentes que disseminam os ascósporos, porém, as sementes são os principais meios de disseminação (YANG; LUNDEEN; UPHOOF, 1998), que podem associar ao micélio dormente (HENNING, 2004) ou até mesmo aos escleródios em lotes de sementes infectadas. Os escleródios podem se disseminar através da água de sistemas de irrigação, pelo transporte de solo contaminado, associado ao solo em implementos agrícolas e fezes de animais (TU, 1988).

O desenvolvimento de *S. sclerotiorum* ocorre devido a seus mecanismos de patogenicidade, que são o ácido oxálico e as enzimas pectolíticas produzidas pelo fungo. A penetração do ácido nos tecidos da planta se dá em torno da lesão formada, o que acidifica o pH da região de 6,8 para 4,0, aproximadamente, e favorece a ação das enzimas pectolíticas (ECHANDI; WALKER, 1957; MAXWELL; LUMSDEN, 1970). Os diferentes níveis de resistência à ação do ácido oxálico podem gerar um aspecto variável de encharcamento em torno das lesões do patógeno (TU; BEVERS DORF, 1982). Embora o ácido seja importante na patogênese do fungo e interação com o hospedeiro, na avaliação da resistência da planta esta correlação não é direta. (JULIATTI et al., 2013; JULIATTI; SAGATA; JACCOUD FILHO, 2014).

Inicialmente, o mofo branco se desenvolve em reboleiras nas áreas cultivadas, principalmente quando a densidade de plantas é alta e cultivares de hábito indeterminado. Os primeiros sintomas resultam do apodrecimento das hastes infectadas, murchando as plantas, denominadas manchas de anasarca. Essas manchas se evoluem tornando-se castanho-claro. Posteriormente, os sintomas podem ser observados nas folhas, hastes e vagens, pela formação de manchas úmidas, e em seguida, pode ser

observado o crescimento de micélio branco e cotonoso. Após o progresso dos sintomas, o micélio se transforma nas estruturas de resistência do patógeno, os escleródios. As partes das plantas infectadas ficam secas, leves e quebradiças, e as sementes infectadas não se desenvolvem, sendo então, observadas sementes pequenas, sem brilho, descoloridas, enrugadas e leves, mesmo sem serem observados os sintomas externos (SAGATA, 2010; XIMENES, 2013).

Ao analisar as plantas de soja infectadas, é possível observar que a maior concentração dos sintomas se localiza no terço inferior das plantas, o que indica que o inóculo está na lavoura de maneira interna (BOLAND; HALL, 1988). Quando as infecções são observadas no terço superior das plantas de soja, é considerado que a infecção ocorreu a partir da liberação tardia de ascósporos, mas estes também podem ter vindo de áreas próximas (ABAWI; GROGAN, 1975).

## 2.2 Manejo integrado de *S. sclerotiorum* em soja

O período de desenvolvimento da soja em que a doença é mais importante vai desde o florescimento até a formação das vagens, o que pode perdurar até o enchimento dos grãos. O manejo da doença é extremamente difícil e, dessa forma, a eliminação do patógeno em uma área infestada com o mesmo não é fácil, uma vez que ainda não existem métodos de controles eficientes, sendo a ação preventiva o mais indicado. A adoção de maiores espaçamentos entre plantas e essas com porte ereto são importantes práticas relacionadas ao controle cultural (escape da doença) de *S. sclerotiorum*, além da adoção da rotação de culturas, controle de plantas daninhas, utilizando plantas não hospedeiras como cobertura e fazendo o manejo correto da irrigação (CIVARDI, 2014).

O controle biológico de *S. sclerotiorum* ainda não é suficiente para ser adotado de maneira isolada. Os principais e mais eficientes organismos antagonistas empregados e estudados são os do gênero *Trichoderma* spp. (REZENDE, 2011). Outros organismos antagonistas foram relatados a fim de reduzir o número de escleródios no solo, tais como *Coniothyrium minitans*, *Streptomyces lydicus*, *Gliocladium roseum*, *Ulocladium atrum* e espécies de bactérias do gênero *Bacillus* spp. e *Pseudomonas* spp. (PHILLIPS, 1986; TRINDADE; COSTA; COSTA, 1999; OLIVEIRA; COSTA, 2000; LI; HUANG; ACHARYA, 2003; FIGUEIRÉDO, 2005; FERNANDO et al., 2007; CUNHA et al., 2010; BASTIEN et al., 2012; LOBO JUNIOR, 2013; BASTIEN; SONAH; BELZILE, 2014).

O controle químico ainda ineficaz se concentra no uso de poucos ingredientes ativos de fungicidas registrados no Brasil e no manejo com herbicidas. Este método é bastante empregado, mas é dificultado pelo alto custo de aquisição, a ineficiência e a alta toxidez dos produtos (LU, 2003). Os fungicidas destinados ao controle de *S. sclerotiorum* têm limitações de movimento nas plantas, o que contribui para a ineficiência deste método quando utilizado de maneira exclusiva (PELTIER et al., 2012). A eficácia do uso de fungicidas é aumentada quando aplicados de maneira adequada no estádio R1, o qual é mais eficiente do que aplicações mais tardias no estádio R3 (MUELLER et al., 2002). Herbicidas são empregados para o controle químico da doença, atuando principalmente na modificação do dossel das plantas de soja pelo retardo ou redução do florescimento e no aumento da produção de compostos de defesa, como as fitoalexinas (SUTTON; DEVERALL, 1984; DANN; DIERS; HAMMERSCHMIDT, 1999; NELSON; RENNER; HAMMERSHMDIT, 2002; VRISMAN et al., 2014).

Portanto, para o manejo de *S. sclerotiorum* é indicada, então, a adoção de diversas práticas agronômicas de controle de maneira integrada para que seja diminuída a pressão de seleção sobre o inóculo e sejam criadas condições desfavoráveis ao desenvolvimento do patógeno, denominadas em conjunto por manejo integrado, o qual une os controles cultural, químico, biológico e genético (CUNHA et al., 2010; JULIATTI; JULIATTI, 2010; BASTIEN; SONAH; BELZILE, 2014; MEYER et al., 2014).

### **2.3 Resistência de plantas a fitopatógenos**

Resistência é a habilidade do hospedeiro em causar dificuldades para o processo infeccioso dos organismos fitopatogênicos (PARLEVLIET, 1997). A durabilidade da resistência é transitória, devido ao seu constante processo de coevolução, uma vez que há uma constante pressão de seleção entre patógeno e hospedeiro (PARLEVLIET, 2002). Dessa forma, a resistência parcial ou quantitativa é a forma mais estudada na atualidade (POLAND et al., 2009). Essa é uma forma incompleta de resistência, a qual tem como principais componentes a diminuição na taxa de infecção do patógeno, a não especificação a raças dos patógenos, período latente longo e a promoção da redução da capacidade de esporulação dos fitopatógenos (PARLEVLIET, 1975; 1979; WANG; HARTMAN, 1992).

A resistência, de acordo com suas características, pode ser do tipo vertical ou horizontal. A resistência vertical é qualitativa, pode ser monogênica ou oligogênica, expressa genes maiores, é um tipo de resistência que especifica raças fisiológicas dos patógenos e geralmente tem pouca estabilidade. Os patógenos facilmente superam os genes ligados à resistência, o que está ligado aos mecanismos de geração de variabilidade genética, que são as mutações e recombinação (VAN DER PLANK, 1982; JOHNSON, 1984).

A resistência horizontal ou parcial é quantitativa, pode ser caracterizada pela baixa penetração e esporulação do fitopatógeno, o que permite a diminuição da sua taxa média de infecção obtida pela redução no número de esporos iniciais, menor produção de esporos, não se especifica as raças dos patógenos e aumento do período de latência. Esse tipo de resistência não impede a infecção do patógeno, mas retarda esse processo, o que é rapidamente observado em genótipos suscetíveis (PARLEVLIET; ZADOKS, 1977; HOFFMAN et al., 2006). Esse tipo de resistência age de maneira muito semelhante contra a diversidade de raças fisiológicas do patógeno. Por esses fatores, a resistência parcial é uma estratégia de proteção durável dos genótipos, de maneira a não eliminar o patógeno, mas promover meios eficazes para que não ocorram danos prejudiciais à cultura hospedeira (THOMÉ et al., 1999).

#### **2.4 Avaliação fenotípica da resistência da soja à *S. sclerotiorum***

Uma das etapas para a identificação de genótipos resistentes à *S. sclerotiorum* é a avaliação fenotípica da resistência. Essa avaliação verifica os sintomas nas plantas para fazer a classificação dos genótipos. Para que a avaliação seja eficiente, este procedimento geralmente é conduzido sob condições controladas, o que facilita a identificação da variabilidade entre possíveis raças do patógeno ou grupos de compatibilidade do patógeno (MASCARENHAS; ITO, 1998).

Um indicador de sucesso nas avaliações fenotípicas da resistência a fitopatógenos é o conhecimento de suas formas biológicas especializadas, uma vez que esses podem apresentar uma diversidade de raças fisiológicas, e também pelo conhecimento da interação patógeno x hospedeiro influenciada pelas condições ambientais locais (BUENO; MENDES; CARVALHO, 2006; BORÉM; MIRANDA, 2013; JULIATTI; SAGATA; JACCOUD FILHO, 2014). Em relação à *S. sclerotiorum*, o tipo de avaliação depende de 10 fatores principais: a idade da planta a ser inoculada, a agressividade do isolado (JULIATTI et al., 2013), ascósporos *versus* inoculante

micelial, o método de inoculação empregado, a variação da pressão de inóculo, o período de contato com o patógeno inoculado, a taxa de crescimento do fungo na planta, a medição do comprimento da lesão *versus* o número de internódios infectados, a medição da incidência *versus* severidade e o tempo entre a inoculação e a classificação (SINGH; TERÁN, 2008; GARCIA, 2008; SAGATA, 2010; CAIRES, 2011; JULIATTI et al., 2013).

Diversos métodos foram desenvolvidos para a avaliação do mofo branco: pulverização de micélio, inoculação no cotilédone, corte em hastes, inoculação em folha destacada, imersão em ácido oxálico e o *straw test* (método da ponteira) (CHUN et al., 1987; PETZOLT; DICKSON, 1996; WELUGO; YANG; MARTINSON, 1998; KIM et al., 2000; COBER et al., 2003; CHEN; WANG, 2005; SINGH; TERÁN, 2008; SAGATA, 2010; JULIATTI; SAGATA; JACCOUD FILHO, 2014).

O método *straw test* (PETZOLT; DICKSON, 1996) é uma boa opção para avaliações quanto à resistência à *S. sclerotiorum*. Sua eficiência é verificada em estudos de melhoramento genético, para a identificação, caracterização e seleção de genótipos resistentes ao patógeno. Nos últimos tempos, o método sofreu modificações, com o intuito de agilizar o processo de avaliação e minimizar a ação dos mecanismos de escape (SINGH; TERÁN, 2008).

## 2.5 Diversidade genética

As análises da diversidade genética são essenciais para o melhoramento genético de plantas. Esse tipo de estudo permite a identificação de genitores superiores de uma população segregante com variabilidade genética. O método também permite verificar a dissimilaridade de genótipos em relação aos diversos caracteres agronômicos (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012), além dos estudos relacionados à resistência à fitopatógenos.

Um dos métodos utilizados para o agrupamento de genótipos para resistência à fitopatógenos é a análise multivariada. Os métodos de agrupamentos hierárquicos e de otimização estão entre os mais utilizados para verificar a dissimilaridade entre genótipos de soja, mas a escolha do melhor método depende dos objetivos do melhorista, a facilidade de análise dos dados e a forma de obtenção dos dados. Esses métodos são dependentes de uma medida de dissimilaridade previamente estimada, sendo utilizadas a distância euclidiana e a distância generalizada de Mahalanobis, as mais utilizadas nessas análises (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

O método de ligação entre grupo *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean* (UPGMA) é um dos mais utilizados, pois a partir da análise dos dados é gerada uma representação gráfica denominada de dendrograma. Esta permite uma melhor visualização e interpretação do agrupamento de genótipos.

O método de Tocher (RAO, 1962) é um dos métodos de otimização mais utilizados nos estudos de diversidade genética de genótipos de soja, pois também agrupa genótipos quando a distância média intragrupos é inferior a qualquer distância intergrupos (NOGUEIRA, 2011; CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). Ao contrário dos métodos hierárquicos, esse método permite a formação de grupos mutuamente exclusivos, em que para a melhor interpretação dos dados, o melhorista deve verificar qual representa a melhor estrutura de agrupamento relacionada ao conjunto de dados, as características avaliadas e seus objetivos ao realizar essas análises de diversidade genética (BERTAN et al., 2006; SOUSA, 2013).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local e época dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Micologia e Proteção de Plantas – LAMIP e na casa de vegetação do setor de Fitopatologia da Universidade Federal de Uberlândia – Instituto de Ciências Agrárias (UFU-ICIAG), Uberlândia-MG, entre os anos de 2014 e 2015.

#### 3.2 Germoplasma

Para as avaliações foram semeados o genótipo EMGOPA-316, padrão de resistência (GARCIA; JULIATTI, 2012), com resistência parcial ao patógeno, M7908RR, padrão de suscetibilidade (JULIATTI et al., 2013) e 101 linhagens de soja (Tabela 1) desenvolvidas pelo Laboratório de Desenvolvimento de Germoplasma da Universidade Federal de Uberlândia (LAGER-UFU). No primeiro experimento os diferentes genótipos foram semeados em copos de 500 mL preenchidos com substrato à base de solo e areia na proporção 1:1. No segundo experimento os genótipos foram semeados em bandejas de 72 células no segundo experimento contendo substrato orgânico da marca Plantmax®.

**Tabela 1.** Genótipos de soja utilizados no experimento de avaliação da resistência à *Sclerotinia sclerotiorum*

| Genótipo   | Cruzamento que deu origem ou Linhagem comercial |
|------------|---|
| EMGOPA-316 | EMGOPA-316*                                     |
| M7908RR    | M7908RR**                                       |
| LAGER-3    | BRS Luziânia RR – Sel.1 ***                     |
| LAGER-4    | BRS Luziânia RR – Sel. 2 ***                    |
| LAGER-5    | BRS Luziânia RR - Sel. 3 ***                    |
| LAGER-6    | BRS Luziânia RR - Sel. 4 ***                    |
| LAGER-7    | BRS Luziânia RR - Sel. 5 ***                    |
| LAGER-8    | BRS Luziânia RR - Sel. 6 ***                    |
| LAGER-9    | EMGOPA 316 RR - Sel. 1 ***                      |
| LAGER-10   | EMGOPA 316 RR - Sel. 3 ***                      |
| LAGER-11   | EMGOPA 316 RR - Sel. 4 ***                      |
| LAGER-12   | BRS Caiapônia - ***                             |
| LAGER-13   | BRS Luziânia X Potenza                          |
| LAGER-14   | BRS Caiapônia X IAC 100                         |
| LAGER-15   | BRS Luziâna X Potenza                           |
| LAGER-16   | BRS Luziâna X Potenza                           |
| LAGER-17   | BRS Luziâna X Potenza                           |

|          |                          |
|----------|--------------------------|
| LAGER-18 | BRS Caiapônia X IAC 100  |
| LAGER-19 | BRS Caiapônia X IAC 100  |
| LAGER-20 | BRS Luziâna X Potenza    |
| LAGER-21 | BRS Luziâna X Potenza    |
| LAGER-22 | BRS Luziâna X Potenza    |
| LAGER-23 | BRS Caiapônia X IAC 100  |
| LAGER-24 | BRS Caiapônia X IAC 100  |
| LAGER-25 | BRS Caiapônia X IAC 100  |
| LAGER-26 | BRS Caiapônia X IAC 100  |
| LAGER-27 | BRS Caiapônia X IAC 100  |
| LAGER-28 | BRS Caiapônia X IAC 100  |
| LAGER-29 | BRS Luziâna X Potenza    |
| LAGER-30 | BRS Luziâna X Potenza    |
| LAGER-31 | BRS Luziâna X Potenza    |
| LAGER-32 | BRS Luziâna X Potenza    |
| LAGER-33 | BRS Santa Cruz X Potenza |
| LAGER-34 | BRS Santa Cruz X Potenza |
| LAGER-35 | BRS Luziâna X Potenza    |
| LAGER-36 | BRS Luziâna X Potenza    |
| LAGER-37 | BRS Caiapônia X IAC 100  |
| LAGER-38 | BRS Santa Cruz X IAC 100 |
| LAGER-39 | BRS Santa Cruz X IAC100  |
| LAGER-40 | BRS Luziânia X Impacta   |
| LAGER-41 | BRS Luziânia X Impacta   |
| LAGER-42 | BRS Luziânia X Impacta   |
| LAGER-43 | BRS Luziâna X Potenza    |
| LAGER-44 | BRS Luziâna X Potenza    |
| LAGER-45 | BRS Luziâna X Potenza    |
| LAGER-46 | BRS Caiapônia X IAC 100  |
| LAGER-47 | BRS Caiapônia X IAC 100  |
| LAGER-48 | BRS Caiapônia X Potenza  |
| LAGER-49 | BRS Caiapônia X Potenza  |
| LAGER-50 | BRS Caiapônia X Potenza  |
| LAGER-51 | BRS Caiapônia X IAC 100  |
| LAGER-52 | BRS Caiapônia X IAC 100  |
| LAGER-53 | BRS Luziânia X Impacta   |
| LAGER-54 | BRS Luziâna X Potenza    |
| LAGER-55 | BRS Luziânia X Impacta   |
| LAGER-56 | BRS Luziânia X Impacta   |
| LAGER-57 | BRS Caiapônia X IAC 100  |
| LAGER-58 | BRS Caiapônia X IAC 100  |
| LAGER-59 | BRS Caiapônia X IAC 100  |
| LAGER-60 | BRS Caiapônia X Potenza  |
| LAGER-61 | BRS Caiapônia X Potenza  |
| LAGER-62 | BRS Caiapônia X IAC 100  |
| LAGER-63 | BRS Caiapônia X IAC 100  |

|           |                         |
|-----------|-------------------------|
| LAGER-64  | BRS Caiapônia X Potenza |
| LAGER-65  | BRS Caiapônia X IAC 100 |
| LAGER-66  | BRS Luziâna X Potenza   |
| LAGER-67  | BRS Caiapônia X IAC 100 |
| LAGER-68  | BRS Caiapônia X IAC 100 |
| LAGER-69  | BRS Caiapônia X IAC 100 |
| LAGER-70  | BRS Caiapônia X IAC 100 |
| LAGER-71  | BRS Luziâna X Potenza   |
| LAGER-72  | BRS Luziâna X Potenza   |
| LAGER-73  | BRS Caiapônia X IAC 100 |
| LAGER-74  | BRS Caiapônia X IAC 100 |
| LAGER-75  | BRS Caiapônia X IAC 100 |
| LAGER-76  | BRS Caiapônia X IAC 100 |
| LAGER-77  | BRS Caiapônia X IAC 100 |
| LAGER-78  | BRS Caiapônia X IAC 100 |
| LAGER-79  | BRS Caiapônia X IAC 100 |
| LAGER-80  | BRS Luziâna X Potenza   |
| LAGER-81  | BRS Luziânia X Impacta  |
| LAGER-82  | BRS Luziânia X Impacta  |
| LAGER-83  | BRS Luziâna X Potenza   |
| LAGER-84  | BRS Luziâna X Potenza   |
| LAGER-85  | BRS Caiapônia X Potenza |
| LAGER-86  | BRS Luziâna X Potenza   |
| LAGER-87  | BRS Luziâna X Potenza   |
| LAGER-88  | BRS Luziâna X Potenza   |
| LAGER-89  | BRS Luziâna X Potenza   |
| LAGER-90  | BRS Caiapônia X Potenza |
| LAGER-91  | BRS Caiapônia X IAC 100 |
| LAGER-92  | BRS Caiapônia X IAC 100 |
| LAGER-93  | RC4.12 X MSOY 9350      |
| LAGER-94  | BRS Caiapônia X IAC 100 |
| LAGER-95  | BRS Luziâna X Potenza   |
| LAGER-96  | BRS Luziâna X Potenza   |
| LAGER-97  | BRS Luziâna X Potenza   |
| LAGER-98  | BRS Luziâna X Potenza   |
| LAGER-99  | BRS Luziânia X Impacta  |
| LAGER-100 | BRS Luziâna X Potenza   |
| LAGER-101 | BRS Luziâna X Potenza   |
| LAGER-102 | BRS Luziâna X Potenza   |
| LAGER-103 | BRS Caiapônia X IAC 100 |

\*Testemunha resistente (GARCIA; JULIATTI, 2012)

\*\*Testemunha suscetível (JULIATTI et al., 2013)

\*\*\* Fonte CTPA-GO

### **3.3 Obtenção de isolados de *S. sclerotiorum***

Os isolados do fungo foram obtidos a partir de escleródios coletados em campos de produção de soja localizados nos municípios de Uberaba-MG e Jataí-GO (GARCIA; JULIATTI, 2012). As estruturas foram desinfetadas em álcool 50% (v/v) por 30 s, hipoclorito de sódio a 0,5% (v/v) pelo mesmo período e lavados com água destilada estéril. Após este procedimento, os escleródios foram incubados em placas de Petri contendo o meio de cultivo BDA (batata, dextrose e ágar) e mantidos por quatro dias a 22±3 °C com fotoperíodo de 12 h para a germinação miceliogênica. Os micélios foram utilizados nas inoculações quando houve crescimento radial por toda a placa de Petri, quando as culturas apresentavam crescimento radial completo em BDA.

### **3.4 Inoculação das plantas de soja com *S. sclerotiorum***

Plantas de soja entre os estádios V3-V4 foram inoculadas pelo método *straw test*, que consiste em inserir discos de micélio do fungo no interior de ponteiras de 200 µL e estas dispostas em ápice seccionadas de hastes das plantas de soja. A avaliação foi realizada cinco dias após a inoculação medindo-se o tamanho da lesão (cm) (PETZOLT; DICKSON, 1996; SINGH; TERÁN, 2008).

### **3.5 Experimento conduzido em casa de vegetação**

O experimento foi conduzido na casa de vegetação da UFU/ICIAG entre os meses de outubro e novembro de 2014 e temperaturas entre 23 °C a 25 °C. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco repetições, sendo cada parcela uma planta. Os genótipos de soja foram inoculados com os isolados de Uberaba e Jataí e avaliados após a inoculação conforme citado no item 3.4.

### **3.6 Experimento conduzido em câmara de crescimento**

O experimento foi conduzido entre os meses de janeiro e fevereiro de 2015. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições, sendo cada parcela uma planta. As plantas de soja foram semeadas e se desenvolveram na casa de vegetação da UFU-ICIAG. Os genótipos foram inoculados com o isolado de Jataí e avaliados de acordo com o ítem 3.4. Após a inoculação as plantas foram transferidas para a câmara de crescimento do LAMIP-UFU, com temperatura entre ±20 °C e fotoperíodo de 12 h (lâmpadas luz do dia).

### 3.7 Análises estatísticas e parâmetros genéticos

Os dados do tamanho médio da lesão do experimento em casa de vegetação foram submetidos à análise de variância ( $p<0,05$ ) de forma individual, aplicando o modelo estatístico adotado para o delineamento inteiramente casualizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + \varepsilon_{ij}$$

em que:

$\mu$  = média geral;

$G_i$  = efeito do  $i$ -ésimo genótipo; e

$\varepsilon_{ij}$  = erro aleatório

O teste de agrupamento de médias de Scott-Knott a 0,05 de significância foi utilizado após as análises individuais de cada isolado. Posteriormente foi realizada a análise conjunta dos dados do tamanho médio da lesão obtidos após a inoculação com ambos os isolados aplicando o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + A_j + G_x A_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

em que:

$\mu$  = média geral;

$G_i$  = efeito do  $i$ -ésimo genótipo;

$A_j$  = efeito da  $j$ -ésimo ambiente (isolados diferentes);

$G_x A_{ij}$  = efeito da interação do  $i$ -ésimo genótipo com  $j$ -ésimo ambiente; e

$\varepsilon_{ij}$  = erro aleatório

No modelo estatístico da análise conjunta, consideraram-se fixos os efeitos dos genótipos e isolados. Para realização da análise conjunta verificou-se a existência de homogeneidade das variâncias residuais obtidas nas análises individuais, pela razão entre o maior e o menor quadrado médio residual, adotando-se como critério o valor 7, de acordo com Pimentel-Gomes (2000). Após, foi realizado o teste de agrupamento de médias de Scott-Knott a 0,05 de significância.

Os dados do experimento em câmara de crescimento foram submetidos à análise de variância, aplicando o modelo estatístico adotado para o delineamento em blocos casualizados conforme abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + BJ + Gi + \varepsilon_{ij}$$

em que:

$\mu$  = média geral;

$Gi$  = efeito do  $J$ -ésimo bloco;

$Gi$  = efeito do  $i$ -ésimo genótipo; e

$\varepsilon_{ij}$  = erro aleatório

Após, foi realizado o teste de agrupamento de médias de Scott-Knott a 0,05 de significância. Os parâmetros genéticos do tamanho médio da lesão foram estimados a partir do método da análise de variância:

$$\hat{\phi}_g = \frac{QMT - QMR}{r}$$

$$H^2 = \frac{\hat{\phi}_g}{QMT/r}$$

em que:

$\hat{\phi}$  = componente quadrático genético;

$H^2$  = coeficiente de determinação genotípico;

$QMT$  = quadrado médio do tratamento (genótipo);

$QMR$  = quadrado médio do resíduo; e

$r$  = número de repetições.

Os dados do tamanho médio da lesão dos genótipos obtidos no experimento realizado em casa de vegetação e em câmara de crescimento foram submetidos à análise multivariada.

Os dados foram padronizados:

$$x_{ij} = \frac{X_{ij}}{s(X_{ij})}$$

em que:

$x_{ij}$  = média padronizada da i-ésimo genótipo da j-ésimo experimento;

$X_{ij}$  = i-ésimo genótipo do j-ésimo experimento, dados originais;

$s(X_j)$  = desvio-padrão

A medida de dissimilaridade entre os genótipos foi obtida pela distância euclidiana média padronizada:

$$d_{ii'} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_j (x_{ij} - x_{i'j})^2}$$

em que:

$d_{ii'}$  = distância euclidiana média entre o genótipo i e i';

$x_{ij}$  = valor do tamanho médio da lesão no genótipo i;

$x_{i'j}$  = valor do tamanho da lesão no genótipo i'; e

$n$  = número de variáveis (número de experimentos)

Utilizou-se o método de agrupamento hierárquico de Ligação Média entre Grupo (UPGMA). O dendrograma foi estabelecido pelos genótipos de maior similaridade, em que a distância entre o genótipo k e o grupo formado pelos genótipos i e j foi dada por:

$$d_{(ij)k} = \frac{d_{ik} + d_{jk}}{2}$$

Utilizando a matriz de dissimilaridade, procedeu-se ao método de agrupamento de otimização de Tocher. O primeiro grupo foi constituído por genótipos cuja medida de dissimilaridade foi menor; posteriormente, outros genótipos foram incluídos neste

grupo, através da comparação entre o acréscimo no valor médio da distância dentro do grupo e um nível máximo permitido pré-estabelecido ( $\theta$ ) da medida da dissimilaridade, encontrado no conjunto de menores distâncias que envolviam cada genótipo. A inclusão ou não de cada genótipo foi determinada por:

$$\frac{d_{(grupo)k}}{n} \leq \theta \quad , \text{ inclui-se o genótipo K no grupo}$$

$$\frac{d_{(grupo)k}}{n} > \theta \quad , \text{ o genótipo K não é incluído}$$

em que:

$n$  = número de genótipo do grupo original.

A distância entre o genótipo  $k$  e o grupo formado pelo genótipo  $i$  e  $j$  foi dada por:

$$d_{(ij)k} = d_{ik} + d_{jk}$$

Todas as análises foram realizadas utilizando o programa GENES (CRUZ, 2013).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Experimento conduzido em casa de vegetação

Ao submeter os dados obtidos no presente experimento (isolados de Uberaba-MG e Jataí-GO) à análise conjunta foi verificado que o isolado oriundo de áreas produtoras de soja do município de Jataí-GO foi estatisticamente mais agressivo que o de Uberaba-MG. Isso, pelo fato da média do tamanho da lesão de *S. sclerotiorum* desse isolado ser estatisticamente superior (3,86 cm) à do isolado de Uberaba-MG (3,42 cm) (Tabela 2).

Abreu (2011), avaliando a reação de linhagens de feijoeiro a diversos isolados, também verificou diferenças significativas na interação cultivar x isolado e na agressividade dos mesmos. Porém, diferentemente do presente trabalho, os autores verificaram semelhança na reação da maioria das linhagens, com exceção de quatro linhagens ao serem inoculadas com dois entre os isolados utilizados na inoculação artificial. Já Pratt; Rowe (1995) não verificaram interação culturares x isolados significativa ao avaliarem a resistência de nove culturares de alfafa a cinco isolados de *S. sclerotiorum*, mas foi verificada variabilidade na agressividade dos isolados e na reação das culturares ao mofo branco.

Ao avaliar o tamanho médio da lesão de *S. sclerotiorum* em plantas de soja com quatro diferentes isolados, Juliatti; Sagata; Jaccoud Filho (2014) também verificou dois grupos dentre os isolados avaliados. Em cada grupo estiveram dois isolados. Um dos isolados avaliados foi o Jataí, também avaliado no presente trabalho, o mesmo se igualou estatisticamente a um isolado oriundo do município de Campo Alegre e os isolados de Romaria e um de uma área produtora de girassol, os quais foram estatisticamente mais agressivos.

**Tabela 2.** Tamanho médio de lesão (cm) após a inoculação com diferentes isolados de *S. sclerotiorum* em genótipos de soja, Uberlândia – MG, 2015

| Genótipos  | Tamanho médio de lesão (cm) <sup>1</sup> |         |
|------------|--|---------|
|            | Uberaba                                  | Jataí   |
| EMGOPA-316 | 1,36 Aa                                  | 1,50 Aa |
| LAGER-05   | 2,30 Aa                                  | 3,38 Bc |
| LAGER-08   | 1,28 Aa                                  | 2,06 Aa |
| LAGER-10   | 1,52 Aa                                  | 1,38 Aa |
| LAGER-13   | 2,24 Aa                                  | 3,58 Bc |
| LAGER-14   | 2,50 Aa                                  | 3,92 Bc |
| LAGER-38   | 1,98 Aa                                  | 4,16 Bd |

|          |         |         |
|----------|---------|---------|
| LAGER-52 | 2,04 Aa | 1,74 Aa |
| LAGER-62 | 2,24 Aa | 2,76 Ab |
| LAGER-87 | 2,22 Aa | 2,28 Ab |
| LAGER-04 | 3,10 Ab | 3,54 Ac |
| LAGER-06 | 2,56 Ab | 3,30 Ac |
| LAGER-07 | 3,10 Ab | 3,78 Ac |
| LAGER-09 | 2,82 Ab | 3,30 Ac |
| LAGER-11 | 2,72 Ab | 2,56 Ab |
| LAGER-12 | 3,56 Ab | 2,82 Ab |
| LAGER-15 | 2,86 Ab | 3,64 Ac |
| LAGER-16 | 2,66 Ab | 3,32 Ac |
| LAGER-17 | 2,92 Ab | 3,30 Ac |
| LAGER-18 | 3,02 Ab | 3,52 Ac |
| LAGER-19 | 2,94 Ab | 3,72 Ac |
| LAGER-20 | 3,46 Ab | 3,80 Ac |
| LAGER-23 | 3,52 Ab | 4,16 Ad |
| LAGER-26 | 3,24 Ab | 3,46 Ac |
| LAGER-27 | 3,46 Ab | 5,24 Be |
| LAGER-28 | 2,92 Ab | 3,36 Ac |
| LAGER-29 | 2,88 Ab | 3,02 Ac |
| LAGER-30 | 2,96 Ab | 3,32 Ac |
| LAGER-32 | 3,14 Ab | 3,92 Ac |
| LAGER-33 | 2,64 Ab | 2,42 Ab |
| LAGER-34 | 3,48 Ab | 3,94 Ac |
| LAGER-35 | 3,10 Ab | 3,68 Ac |
| LAGER-36 | 3,46 Ab | 3,72 Ac |
| LAGER-39 | 3,38 Ab | 3,86 Ac |
| LAGER-53 | 3,22 Ab | 3,60 Ac |
| LAGER-54 | 2,70 Ab | 3,32 Ac |
| LAGER-56 | 2,60 Ab | 3,68 Bc |
| LAGER-60 | 3,48 Ab | 3,66 Ac |
| LAGER-61 | 3,18 Ab | 3,42 Ac |
| LAGER-63 | 2,96 Ab | 3,04 Ac |
| LAGER-64 | 3,54 Ab | 3,94 Ac |
| LAGER-65 | 3,00 Ab | 3,48 Ac |
| LAGER-66 | 3,46 Ab | 3,80 Ac |
| LAGER-67 | 3,40 Ab | 4,02 Ac |
| LAGER-73 | 3,08 Ab | 3,14 Ac |
| LAGER-74 | 2,76 Ab | 2,86 Ab |
| LAGER-75 | 2,82 Ab | 2,84 Ab |
| LAGER-76 | 3,22 Ab | 3,40 Ac |
| LAGER-77 | 3,28 Ab | 2,88 Ab |
| LAGER-78 | 2,94 Ab | 4,56 Bd |
| LAGER-81 | 2,80 Ab | 2,98 Ab |

|           |         |         |
|-----------|---------|---------|
| LAGER-83  | 3,12 Ab | 3,38 Ac |
| LAGER-85  | 3,26 Ab | 4,20 Ad |
| LAGER-86  | 3,16 Ab | 3,76 Ac |
| LAGER-88  | 2,92 Ab | 3,50 Ac |
| LAGER-90  | 2,82 Ab | 3,40 Ac |
| LAGER-95  | 3,34 Ab | 4,54 Bd |
| LAGER-96  | 2,90 Ab | 2,88 Ab |
| LAGER-97  | 3,02 Ab | 3,38 Ac |
| LAGER-99  | 3,08 Ab | 3,44 Ac |
| LAGER-101 | 3,44 Ab | 3,70 Ac |
| LAGER-102 | 2,60 Ab | 3,18 Ac |
| LAGER-103 | 3,02 Ab | 3,14 Ac |
| LAGER-03  | 3,74 Ac | 3,56 Ac |
| LAGER-21  | 4,24 Ac | 4,58 Ad |
| LAGER-22  | 3,66 Ac | 5,24 Be |
| LAGER-31  | 3,74 Ac | 4,46 Ad |
| LAGER-40  | 4,08 Ac | 4,82 Ad |
| LAGER-43  | 3,94 Ac | 3,94 Ac |
| LAGER-47  | 3,84 Ac | 3,90 Ac |
| LAGER-49  | 3,86 Ac | 3,94 Ac |
| LAGER-50  | 4,24 Ac | 4,82 Ad |
| LAGER-51  | 3,74 Ac | 4,26 Ad |
| LAGER-55  | 3,64 Ac | 3,64 Ac |
| LAGER-57  | 4,20 Ac | 6,04 Be |
| LAGER-58  | 4,38 Ac | 4,54 Ad |
| LAGER-59  | 4,38 Ac | 4,40 Ad |
| LAGER-69  | 4,22 Ac | 4,84 Ad |
| LAGER-71  | 4,32 Ac | 4,98 Ae |
| LAGER-72  | 4,04 Ac | 5,16 Be |
| LAGER-79  | 4,08 Ac | 4,48 Ad |
| LAGER-80  | 3,70 Ac | 3,92 Ac |
| LAGER-82  | 4,42 Ac | 5,12 Ae |
| LAGER-84  | 3,68 Ac | 3,64 Ac |
| LAGER-89  | 3,72 Ac | 4,16 Ad |
| LAGER-91  | 3,90 Ac | 4,60 Ad |
| LAGER-92  | 3,82 Ac | 4,40 Ad |
| LAGER-93  | 3,94 Ac | 3,96 Ac |
| LAGER-94  | 4,02 Ac | 3,96 Ac |
| LAGER-98  | 3,98 Ac | 4,62 Ad |
| LAGER-100 | 3,74 Ac | 3,46 Ac |
| LAGER-24  | 4,80 Ad | 5,14 Ae |
| LAGER-25  | 4,90 Ad | 5,48 Ae |
| LAGER-37  | 4,80 Ad | 5,10 Ae |
| LAGER-41  | 4,70 Ad | 4,34 Ad |

|                           |         |         |
|---------------------------|---------|---------|
| LAGER-42                  | 4,60 Ad | 4,84 Ad |
| LAGER-44                  | 5,22 Ad | 5,60 Ae |
| LAGER-45                  | 4,72 Ad | 4,42 Ad |
| LAGER-46                  | 4,48 Ad | 5,08 Ae |
| LAGER-68                  | 5,20 Ad | 5,66 Ae |
| LAGER-70                  | 4,96 Ad | 5,48 Ae |
| LAGER-48                  | 5,18 Ad | 5,50 Ae |
| M7908RR                   | 5,46 Ae | 5,54 Ae |
| <b>Análise individual</b> |         |         |
| <b>Média</b>              | 3,42 b  | 3,86 a  |
| <b>CV (%)</b>             | 26,29   | 14,97   |
| <b><math>h^2</math></b>   | 76,74   | 91,92   |
| <b>CVg / CVe</b>          | 0,82    | 1,51    |
| <b>Análise conjunta</b>   |         |         |
| <b>Média</b>              | 3,64    |         |
| <b>CV (%)</b>             | 20,77   |         |
| <b><math>h^2</math></b>   | 91,86   |         |
| <b>CVg / CVe</b>          | 1,06    |         |

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p<0,05$ );  **$h^2$** : coeficiente de determinação genotípica; **CVg / CVe**: razão do coeficiente de variação genético pelo coeficiente de variação ambiental; Experimento conduzido em casa de vegetação e plantas inoculadas com os isolados de Uberaba-MG e Jataí-GO.

A análise conjunta dos dados do tamanho médio da lesão de *S. sclerotiorum* dos genótipos de soja avaliados (Tabela 2) também permite verificar a variação de classificação de alguns genótipos em relação aos isolados. Neste sentido, o teste estatístico dividiu os genótipos de soja avaliados no presente trabalho em 5 grupos ao serem inoculados com os dois isolados. O sucesso da avaliação fenotípica da resistência a este fungo é influenciada pela diversidade patogênica e a variação da agressividade de isolados (KOGA et al., 2014).

Em estudos visando à busca de estratégias de controle de doenças em plantas, assim como à busca pelo manejo eficiente de *S. sclerotiorum*, é importante ter como alvo uma população de raças dos fitopatógenos e o estudo da história de vida do patógeno limitando o desenvolvimento e a produção das culturas. Neste sentido, deve ser compreendida a estrutura genética ao nível populacional do patógeno e verificar a ação dentro de uma grande área geográfica, pois assim, as estratégias de controle, bem como a resistência genética serão mais eficientes e duradoras (BARARI et al., 2013).

Os genótipos que foram agrupados no primeiro grupo, mais resistentes, inoculados com o isolado Uberaba, foram EMGOPA-316 (1,36 cm), LAGER-05 (2,30

cm), 08 (1,28 cm), 10 (1,52 cm), 13 (2,24 cm), 14 (2,50 cm), 38 (1,98 cm), 52 (2,04 cm), 62 (2,24 cm) e 87 (2,22 cm). Ao observarem os dados com o isolado Jataí, foi verificada uma variação. Os genótipos LAGER 62 e 87 ficaram no segundo grupo, 2,76 cm e 2,28 cm respectivamente. Os genótipos LAGER-05, 13 e 14 ficaram no terceiro grupo (3,38; 3,58; e 3,92 cm). Já o genótipo LAGER-38 ficou no quarto grupo (4,16 cm).

Essa variabilidade verificada entre os dados dos isolados de *S. sclerotiorum* se relacionam, dentre diversos fatores, tais como os ambientais, à variabilidade relacionada à capacidade de produção de ácido oxálico e/ou na quantidade de enzimas degradadoras da parede celular do hospedeiro. As características mencionadas se relacionam ao processo infeccioso do fungo nas plantas hospedeiras (LUMSDEN, 1979; BOLTON; THOMMA; NELSON, 2006; WILLIAMS et al., 2010). Os resultados do presente trabalho corroboram com os obtidos por Grabicoski (2012), que ao estudar a variabilidade patogênica de uma população de *S. sclerotiorum* verificou dois níveis estatisticamente semelhantes relacionados à agressividade dos isolados avaliados.

Juliatti et al. (2013) e Juliatti; Sagata; Jaccoud Filho (2014), também verificaram a superioridade da resistência da cultivar EMGOPA-316 aos outros genótipos de soja avaliados. Segundo Hoffman et al. (1988) e YANG et al. (1999), mesmo sendo identificadas diversas fontes de resistência parcial, esses genótipos não conseguem impedir totalmente as perdas de produtividade na cultura.

O genótipo mais suscetível foi o M7908RR com comprimento médio da lesão de *S. sclerotiorum* de 5,46 cm (Uberaba) e (5,46 cm) Jataí. No trabalho de Juliatti et al. (2013) esse genótipo esteve entre os mais suscetíveis ao patógeno. Juliatti et al. (2013), ao avaliar genótipos de soja convencionais e transgênicos, indicaram dois convencionais, a cultivar EMGOPA-316 e GOBR03-2776-4SFGO, e três transgênicos, BRY08-1.812Y, BRY08-1018Y e GO.04-5014 B2GO, como padrão de resistência à *S. sclerotiorum*, e dois convencionais, GOBR03-3151-34GO e GOBR01-1252-23 GO2, e os transgênicos, BR05-73615Y e BRBIGO03-20023-30GO, como padrão de suscetibilidade.

O segundo grupo formado pelo teste estatístico dos dados obtidos após a inoculação com o isolado de Uberaba reuniu a maioria dos genótipos avaliados (53 genótipos), em que o genótipo mais resistente desse grupo foi o LAGER-12 (3,56 cm) e o mais suscetível o LAGER-06 (2,56 cm). Também foi verificada uma variação em relação aos dados com o isolado de Jataí. Neste sentido, com o isolado de Jataí 40 dos

genótipos avaliados foram agrupados no terceiro grupo, quatro no quarto grupo e o LAGER-27 foi para o grupo dos mais suscetíveis (3,46 para 5,24 cm).

Avaliando a resistência de vinte cultivares de soja ao mofo branco, Garcia; Juliatti (2012) verificaram que a maioria das cultivares apresentou variabilidade na suscetibilidade ao patógeno, uma vez que dezoito cultivares foram moderadamente suscetíveis e suscetíveis ao fungo.

O terceiro grupo dos dados com o isolado de Uberaba agrupou 28 genótipos, em que o mais resistente desse grupo foi o LAGER- 55 (3,64 cm) e o mais suscetível o LAGER- 82 (4,42). Também foi verificada uma variação em relação aos dados do isolado Jataí, em que 13 foram agrupados no quarto grupo (LAGER-21, 31, 40, 50, 51, 58, 59, 69, 79, 89, 91, 92 e 98).

Ao inocularem os genótipos com o isolado de Uberaba, 11 genótipos foram agrupados no quarto grupo do teste estatístico (LAGER-24, 25, 37, 41, 42, 45, 46, 68, 70 e 48), em que o mais resistente desse grupo foi o LAGER- 46 (4,48 cm) e o 44, o mais suscetível (5,22 cm). Oito genótipos (LAGER-24, 25, 37, 44, 46, 68, 70 e 48) sofreram uma variação em relação a serem inoculados com o isolado Jataí, sendo agrupados no quinto grupo, os mais suscetíveis.

#### **4.2 Experimento conduzido em câmara de crescimento**

A baixa correlação entre os dados obtidos em campo e condições controladas dificulta o processo de classificação dos genótipos de soja quanto à resistência ao mofo branco (JULIATTI et al., 2013), em que é sugerido então, a condução dos ensaios em condições controladas, tais como casa de vegetação e câmara de crescimento (BOLAND; HALL, 1987).

Ao verificar que o isolado de Jataí foi estatisticamente mais agressivo que o de Uberaba, foi realizado um segundo experimento inoculando os genótipos com esse isolado para verificar se o ambiente controlado de câmara de crescimento ( $\pm 20$  °C) influenciaria no tamanho médio da lesão (cm) de *S. Sclerotinia*.

A umidade elevada deve ser mantida após a inoculação acima de 70 %, pelo menos entre 24 e 72 horas. Isto, visando favorecer o desenvolvimento do patógeno (PRATT; ROWE, 1991). A umidade e a temperatura são fatores que influenciam profundamente no desenvolvimento de *S. sclerotiorum* (GRAU; RADKE, 1984; BOLAND; HALL, 1987; PHILIPS, 1994; WORKNEH; YANG, 2000; MILA; YANG, 2008).

Zito et al. (2006) também observaram variabilidade na reação ao patógeno para experimentos em casa de vegetação e câmara de crescimento. O autor encontrou desde a elevada resistência à completa suscetibilidade. O melhoramento genético visando à resistência à *S. sclerotiorum* enfrenta uma grande dificuldade que está ligada à baixa correlação entre experimentos de campo, casa de vegetação e laboratório (WELUGO; YANG; MARTINSON, 1998; KIM et al., 2000). Portanto, a resistência da soja ao fungo vem sendo amplamente avaliada, contudo, não têm sido identificadas fontes de resistência completa, somente variabilidade na reação para resistência parcial (ARAHANA et al., 2001; JULIATTI et al., 2013).

Dessa forma, o ensaio conduzido na câmara de crescimento (laboratório), com inoculação realizada com o isolado de *S. sclerotiorum* oriundo de Jataí-GO, proporcionou maiores diferenciações no progresso do tamanho médio da lesão (cm) em plantas de soja cinco dias após a inoculação (média geral foi de 5,44 cm) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Tamanho médio de lesão (cm) após a inoculação com *S. sclerotiorum* em genótipos de soja, Uberlândia – MG, 2015

| Genótipo   | Tamanho médio de lesão (cm) <sup>1</sup> |
|------------|--|
| EMGOPA-316 | 0,20 a                                   |
| LAGER-10   | 1,60 a                                   |
| LAGER-11   | 2,70 b                                   |
| LAGER-45   | 1,94 b                                   |
| LAGER-05   | 3,68 c                                   |
| LAGER-09   | 3,70 c                                   |
| LAGER-14   | 3,70 c                                   |
| LAGER-16   | 3,54 c                                   |
| LAGER-18   | 3,74 c                                   |
| LAGER-22   | 3,62 c                                   |
| LAGER-24   | 3,80 c                                   |
| LAGER-58   | 3,78 c                                   |
| LAGER-60   | 3,82 c                                   |
| LAGER-68   | 3,88 c                                   |
| LAGER-78   | 3,98 c                                   |
| LAGER-79   | 3,98 c                                   |
| LAGER-81   | 3,90 c                                   |
| LAGER-101  | 3,32 c                                   |
| LAGER-08   | 5,12 d                                   |
| LAGER-26   | 4,52 d                                   |
| LAGER-32   | 4,36 d                                   |
| LAGER-33   | 5,22 d                                   |
| LAGER-40   | 4,36 d                                   |

|           |        |
|-----------|--------|
| LAGER-42  | 5,24 d |
| LAGER-46  | 4,48 d |
| LAGER-48  | 4,62 d |
| LAGER-49  | 4,54 d |
| LAGER-50  | 4,32 d |
| LAGER-52  | 4,42 d |
| LAGER-57  | 4,58 d |
| LAGER-62  | 5,10 d |
| LAGER-63  | 4,72 d |
| LAGER-65  | 4,84 d |
| LAGER-69  | 4,34 d |
| LAGER-73  | 4,28 d |
| LAGER-75  | 5,20 d |
| LAGER-76  | 4,70 d |
| LAGER-77  | 4,54 d |
| LAGER-80  | 4,34 d |
| LAGER-85  | 4,96 d |
| LAGER-92  | 4,68 d |
| LAGER-97  | 4,58 d |
| LAGER-98  | 4,90 d |
| LAGER-99  | 5,00 d |
| LAGER-103 | 5,18 d |
| LAGER-03  | 6,16 e |
| LAGER-04  | 5,52 e |
| LAGER-12  | 5,42 e |
| LAGER-17  | 6,08 e |
| LAGER-20  | 5,76 e |
| LAGER-23  | 5,70 e |
| LAGER-27  | 6,26 e |
| LAGER-28  | 6,24 e |
| LAGER-31  | 6,42 e |
| LAGER-34  | 5,40 e |
| LAGER-35  | 5,38 e |
| LAGER-37  | 6,02 e |
| LAGER-38  | 5,32 e |
| LAGER-41  | 5,78 e |
| LAGER-47  | 5,86 e |
| LAGER-51  | 5,74 e |
| LAGER-53  | 5,98 e |
| LAGER-54  | 5,36 e |
| LAGER-55  | 5,96 e |
| LAGER-59  | 5,52 e |
| LAGER-66  | 5,92 e |
| LAGER-70  | 5,52 e |

|                      |              |
|----------------------|--------------|
| LAGER-71             | 5,82 e       |
| LAGER-72             | 5,44 e       |
| LAGER-74             | 5,98 e       |
| LAGER-82             | 6,26 e       |
| LAGER-83             | 6,12 e       |
| LAGER-84             | 5,48 e       |
| LAGER-86             | 5,56 e       |
| LAGER-87             | 6,36 e       |
| LAGER-88             | 6,22 e       |
| LAGER-89             | 6,28 e       |
| LAGER-90             | 6,02 e       |
| LAGER-91             | 5,70 e       |
| LAGER-93             | 5,96 e       |
| LAGER-94             | 5,72 e       |
| LAGER-102            | 5,40 e       |
| M7908RR              | 6,60 f       |
| LAGER-06             | 6,52 f       |
| LAGER-07             | 6,88 f       |
| LAGER-13             | 6,80 f       |
| LAGER-15             | 6,74 f       |
| LAGER-21             | 7,24 f       |
| LAGER-30             | 7,18 f       |
| LAGER-39             | 6,66 f       |
| LAGER-43             | 6,78 f       |
| LAGER-44             | 7,08 f       |
| LAGER-56             | 6,54 f       |
| LAGER-61             | 6,94 f       |
| LAGER-64             | 7,42 f       |
| LAGER-67             | 6,58 f       |
| LAGER-95             | 7,14 f       |
| LAGER-96             | 7,00 f       |
| LAGER-100            | 6,66 f       |
| LAGER-19             | 7,86 g       |
| LAGER-25             | 7,62 g       |
| LAGER-29             | 8,44 g       |
| LAGER-36             | 7,92 g       |
| <b>Média geral</b>   | <b>5,44</b>  |
| <b>CV (%)</b>        | <b>11,91</b> |
| <b>h<sup>2</sup></b> | <b>94,79</b> |
| <b>CVg / Cve</b>     | <b>1,90</b>  |

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p<0,05$ ); **h<sup>2</sup>**: coeficiente de determinação genotípica; **CVg / Cve**: razão do coeficiente de variação genético pelo coeficiente de variação ambiental; Experimento conduzido em câmara de crescimento e plantas inoculadas com o isolado de Jataí-GO (GARCIA, 2008).

Ao avaliar a reação de genótipos de soja em casa de vegetação e câmara de crescimento, Juliatti; Sagata; Jaccoud Filho (2014) demonstraram que o desenvolvimento dos sintomas na haste de soja de *S. sclerotiorum* foi favorecido.

De acordo com teste estatístico foram formados sete grupos. O primeiro grupo reuniu os genótipos com maior resistência à *S. sclerotiorum*, EMGOPA-316 e LAGER-10, com tamanho médio da lesão de 0,20 cm e 1,60 cm, em que o segundo foi oriundo de uma seleção realizada no campo do genótipo EMGOPA-316. Juliatti et al. (2013) também verificaram bom nível de resistência ao mofo branco, ao avaliar este genótipo em condições de campo o comprimento médio de lesão foi de 2,75 cm. Portanto, o dado obtido na avaliação da resistência ao patógeno em condições de casa de vegetação se relacionou ao da avaliação realizada no campo, o que permite confiabilidade nos dados obtidos em avaliações em ambientes controlados.

Os genótipos mais suscetíveis foram agrupados no sétimo grupo do teste estatístico, LAGER-19 (7,86 cm), 25 (7,62 cm), 36 (7,92 cm) e o mais suscetível foi o LAGER-29 (8,44). Além da influência do ambiente, a resistência ao mofo branco pode ser conferida pelo escape da infecção (GRAU, 1988). As características das plantas, tais como a arquitetura mais aberta, ereta, que irá desfavorecer o processo da doença do patógeno a partir da maior circulação de ar e intensidade luminosa entre as plantas também influenciam a resistência ao patógeno (COYNE; STEADMAN; ANDERSON, 1974).

O segundo grupo do teste estatístico reuniu os genótipos LAGER-11 e 45, com tamanho médio da lesão de *S. sclerotiorum* de 2,70 cm e 1,94 cm. E o terceiro grupo reuniu 14 genótipos, LAGER-05, 09, 14, 16, 18, 22, 24, 58, 60, 68, 78, 79, 81 e 101. O genótipo mais resistente desse grupo foi LAGER-101 (3,32 cm) e os mais suscetíveis, LAGER-78 e 79 (3,98 cm).

O quarto grupo reuniu 27 genótipos, em que o mais resistente entre eles foi o LAGER-73, com tamanho médio da lesão de *S. sclerotiorum* de 4,28 cm, e o mais suscetível o LAGER-42 (5,24 cm). Já o quinto grupo foi o que reuniu um maior número de genótipos (37), em que a variação no tamanho médio da lesão foi de 5,32 cm (LAGER-38) a 6,42 cm (LAGER-31).

O quinto grupo reuniu o maior número de genótipos do trabalho (37). Neste agrupamento a variação no tamanho médio da lesão de *S. sclerotiorum* foi de 5,32 cm (LAGER-31) a 5,32 cm (LAGER-38). O sexto grupo do teste estatístico reuniu 17 genótipos, entre eles o utilizado como padrão de suscetibilidade (M7908RR), cujo

tamanho médio da lesão de *S. sclerotiorum* foi de 6,60 cm. O mais resistente entre eles foi o LAGER-56 (6,54 cm) e o mais suscetível o LAGER-64 (7,42 cm).

Garcia; Juliatti (2012) avaliaram a resistência de genótipos de soja à *S. sclerotiorum*. Neste trabalho foi verificada uma variabilidade na suscetibilidade ao fungo e 18 genótipos foram moderadamente suscetíveis e suscetíveis ao patógeno.

Com o intuito de verificar a contribuição dos parentais dos cruzamentos que desenvolveram os genótipos de soja do presente trabalho em relação à resistência à *S. sclerotiorum*, estão reunidos na tabela 4 os dados de acordo com os grupos formados pelo teste estatístico relacionados ao experimento conduzido em câmara de crescimento.

**Tabela 4.** Grupos do teste estatístico, genótipos e cruzamentos

| <b>Grupo</b> | <b>Genótipos</b> | <b>Cruzamento</b>            |
|--------------|------------------|------------------------------|
| A            | EMGOPA-316       | variedade                    |
|              | LAGER-10         | EMGOPA 316 RR - Sel. 3 ***   |
| B            | LAGER-11         | EMGOPA 316 RR - Sel. 4 ***   |
|              | LAGER-45         | BRS Luziâna X Potenza        |
| C            | LAGER-05         | BRS Luziânia RR - Sel. 3 *** |
|              | LAGER-09         | EMGOPA 316 RR - Sel. 1 ***   |
|              | LAGER-14         | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|              | LAGER-16         | BRS Luziâna X Potenza        |
|              | LAGER-18         | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|              | LAGER-22         | BRS Luziâna X Potenza        |
|              | LAGER-24         | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|              | LAGER-58         | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|              | LAGER-60         | BRS Caiapônia X Potenza      |
|              | LAGER-68         | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|              | LAGER-78         | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|              | LAGER-79         | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|              | LAGER-81         | BRS Luziânia X Impacta       |
|              | LAGER-101        | BRS Luziânia X Potenza       |
| D            | LAGER-08         | BRS Luziânia RR - Sel. 6 *** |
|              | LAGER-26         | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|              | LAGER-32         | BRS Luziâna X Potenza        |
|              | LAGER-33         | BRS Santa Cruz X Potenza     |
|              | LAGER-40         | BRS Luziânia X Impacta       |
|              | LAGER-42         | BRS Luziânia X Impacta       |
|              | LAGER-46         | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|              | LAGER-48         | BRS Caiapônia X Potenza      |
|              | LAGER-49         | BRS Caiapônia X Potenza      |
|              | LAGER-50         | BRS Caiapônia X Potenza      |
|              | LAGER-52         | BRS Caiapônia X IAC 100      |

|   |           |                              |
|---|-----------|------------------------------|
|   | LAGER-57  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|   | LAGER-62  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|   | LAGER-63  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|   | LAGER-65  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|   | LAGER-69  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|   | LAGER-73  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|   | LAGER-75  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|   | LAGER-76  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|   | LAGER-77  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|   | LAGER-80  | BRS Luziâna X Potenza        |
|   | LAGER-85  | BRS Caiapônia X Potenza      |
|   | LAGER-92  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|   | LAGER-97  | BRS Luziâna X Potenza        |
|   | LAGER-98  | BRS Luziâna X Potenza        |
|   | LAGER-99  | BRS Luziânia X Impacta       |
|   | LAGER-103 | BRS Caiapônia X IAC 100      |
| E | LAGER-03  | BRS Luziânia RR – Sel.1 ***  |
|   | LAGER-04  | BRS Luziânia RR – Sel. 2 *** |
|   | LAGER-05  | BRS Luziânia RR - Sel. 3 *** |
|   | LAGER-12  | BRS Caiapônia - ***          |
|   | LAGER-17  | BRS Luziâna X Potenza        |
|   | LAGER-20  | BRS Luziâna X Potenza        |
|   | LAGER-23  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|   | LAGER-27  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|   | LAGER-28  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|   | LAGER-31  | BRS Luziâna X Potenza        |
|   | LAGER-34  | BRS Santa Cruz X Potenza     |
|   | LAGER-35  | BRS Luziâna X Potenza        |
|   | LAGER-37  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|   | LAGER-38  | BRS Santa Cruz X IAC 100     |
|   | LAGER-41  | BRS Luziânia X Impacta       |
|   | LAGER-47  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|   | LAGER-51  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|   | LAGER-53  | BRS Luziânia X Impacta       |
|   | LAGER-54  | BRS Luziâna X Potenza        |
|   | LAGER-55  | BRS Luziânia X Impacta       |
|   | LAGER-59  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|   | LAGER-66  | BRS Luziâna X Potenza        |
|   | LAGER-70  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|   | LAGER-71  | BRS Luziâna X Potenza        |
|   | LAGER-72  | BRS Luziâna X Potenza        |
|   | LAGER-74  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|   | LAGER-82  | BRS Caiapônia X IAC 100      |

|       |           |                              |
|-------|-----------|------------------------------|
|       | LAGER-83  | BRS Luziâna X Potenza        |
|       | LAGER-84  | BRS Luziâna X Potenza        |
|       | LAGER-86  | BRS Luziâna X Potenza        |
|       | LAGER-87  | BRS Luziâna X Potenza        |
|       | LAGER-88  | BRS Luziâna X Potenza        |
|       | LAGER-89  | BRS Luziâna X Potenza        |
|       | LAGER-90  | BRS Caiapônia X Potenza      |
|       | LAGER-91  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|       | LAGER-93  | RC4.12 X MSOY 9350           |
|       | LAGER-94  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|       | LAGER-102 | BRS Luziâna X Potenza        |
| <hr/> |           |                              |
|       | M7908RR   | variedade                    |
|       | LAGER-06  | BRS Luziânia RR - Sel. 4 *** |
|       | LAGER-07  | BRS Luziânia RR - Sel. 5 *** |
|       | LAGER-13  | BRS Luziânia X Potenza       |
|       | LAGER-15  | BRS Luziâna X Potenza        |
|       | LAGER-21  | BRS Luziâna X Potenza        |
|       | LAGER-30  | BRS Luziâna X Potenza        |
|       | LAGER-39  | BRS Santa Cruz X IAC100      |
| F     | LAGER-43  | BRS Luziâna X Potenza        |
|       | LAGER-44  | BRS Luziâna X Potenza        |
|       | LAGER-56  | BRS Luziânia X Impacta       |
|       | LAGER-61  | BRS Caiapônia X Potenza      |
|       | LAGER-64  | BRS Caiapônia X Potenza      |
|       | LAGER-67  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|       | LAGER-95  | BRS Luziâna X Potenza        |
|       | LAGER-96  | BRS Luziâna X Potenza        |
|       | LAGER-100 | BRS Luziâna X Potenza        |
|       | <hr/>     |                              |
| G     | LAGER-19  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|       | LAGER-25  | BRS Caiapônia X IAC 100      |
|       | LAGER-29  | BRS Luziâna X Potenza        |
|       | LAGER-36  | BRS Luziâna X Potenza        |

O genótipo EMGOPA-316, o qual é uma variedade de soja, e o LAGER-10, oriundo de uma seleção realizada no campo da variedade EMGOPA-316, foram os mais resistentes desse ensaio (grupo A). Então, esse genótipo pode ser utilizado em cruzamentos para obtenção de genótipos com resistência parcial à *S. sclerotiorum*. Já os genótipos mais suscetíveis (grupo G) foram LAGER-19 e 25, oriundos do cruzamento entre BRS Caiapônia x IAC 100, e LAGER-29 e 36, BRS Luziânia x Potenza.

No Brasil, o genótipo que apresenta, até o momento, o maior nível de resistência parcial é a EMGOPA-316, que Garcia; Juliatti (2012), Juliatti et al. (2013) e Juliatti; Sagata; Jaccoud Filho (2014) indicam como padrão de resistência à *S. sclerotiorum*. Portanto, essa cultivar, além de auxiliar na avaliação da resistência ao patógeno, pode ser cultivada em regiões em que o mofo branco seja um fator limitante. Porém, as avaliações realizadas neste trabalho indicam outros três genótipos que também podem ser utilizados como padrão de resistência ao fungo e também podem ser cultivadas nessas regiões, caso outros atributos agronômicos sejam positivos.

#### 4.3 Parâmetros genéticos

Os parâmetros genéticos (coeficiente de determinação genético –  $h^2$  e razão entre o coeficiente de variação genético pelo coeficiente de variação ambiental –  $CVg/CVe$ ) são dados importantes para averiguar a confiabilidade dos mesmos para a seleção de genótipos com base nas características avaliadas (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). Neste sentido, os dados dos experimentos de casa de vegetação e câmara de crescimento foram submetidos à essa análise. Os dados do tamanho médio da lesão de *S. sclerotiorum* obtidos no trabalho conduzido em casa de vegetação foram submetidos à análise separadamente e, posteriormente, em conjunto. Esses dados estão apresentados na tabela 2 e do experimento de câmara de crescimento na tabela 3.

A estimativa do  $h^2$  expressa a proporção da variabilidade fenotípica dos genótipos para a variável comprimento médio da lesão (cm). Esta variável permite uma confiabilidade para seleção e determinante da variância genotípica (CRUZ, 2005). Ramalho et al. (2012) acrescentam que essa estimativa aferi a confiabilidade do valor fenotípico como indicador do valor genotípico.

O  $h^2$  é um parâmetro genético muito útil ao melhoramento genético, uma vez que possibilita a predição do ganho genético, além de dar orientação ao melhorista do melhor método de seleção a ser empregado (RAMALHO; SANTOS; ZIMMERMANN, 1993). Cruz; Regazzi; Carneiro (2012) relatam que esse valor deve ser superior a 70%, indicando que a variabilidade fenotípica é predominantemente de origem genética para os genótipos avaliados (efeito fixo e genótipos em homozigose).

No experimento de casa de vegetação o  $h^2$  com o isolado de Uberaba foi de 76,74, com o de Jataí de 91,92 e a análise conjunta de 91,86. Já no experimento na câmara de crescimento (isolado Jataí) o  $h^2$  foi de 94,79. Neste sentido, pode-se afirmar

que houve maior contribuição para a avaliação da resistência dos genótipos de soja à *S. sclerotiorum* no experimento de câmara de crescimento (isolado Jataí).

A razão entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação ambiental (CVg/CVe) é outro parâmetro genético que auxilia no processo de seleção no melhoramento de plantas, desde que superior à unidade (1,0) empregada (RAMALHO; SANTOS; ZIMMERMANN, 1993). No experimento de casa de vegetação este parâmetro foi de 0,82 (isolado Uberaba), 1,51 (isolado Jataí) e 1,06 (análise conjunta dos dois isolados). E no experimento de câmara de crescimento (isolado Jataí) a CVg/CVe foi de 1,90. Com base neste parâmetro genético o segundo experimento (câmara de crescimento) também contribuiu mais para a avaliação da resistência dos genótipos de soja à *S. sclerotiorum*.

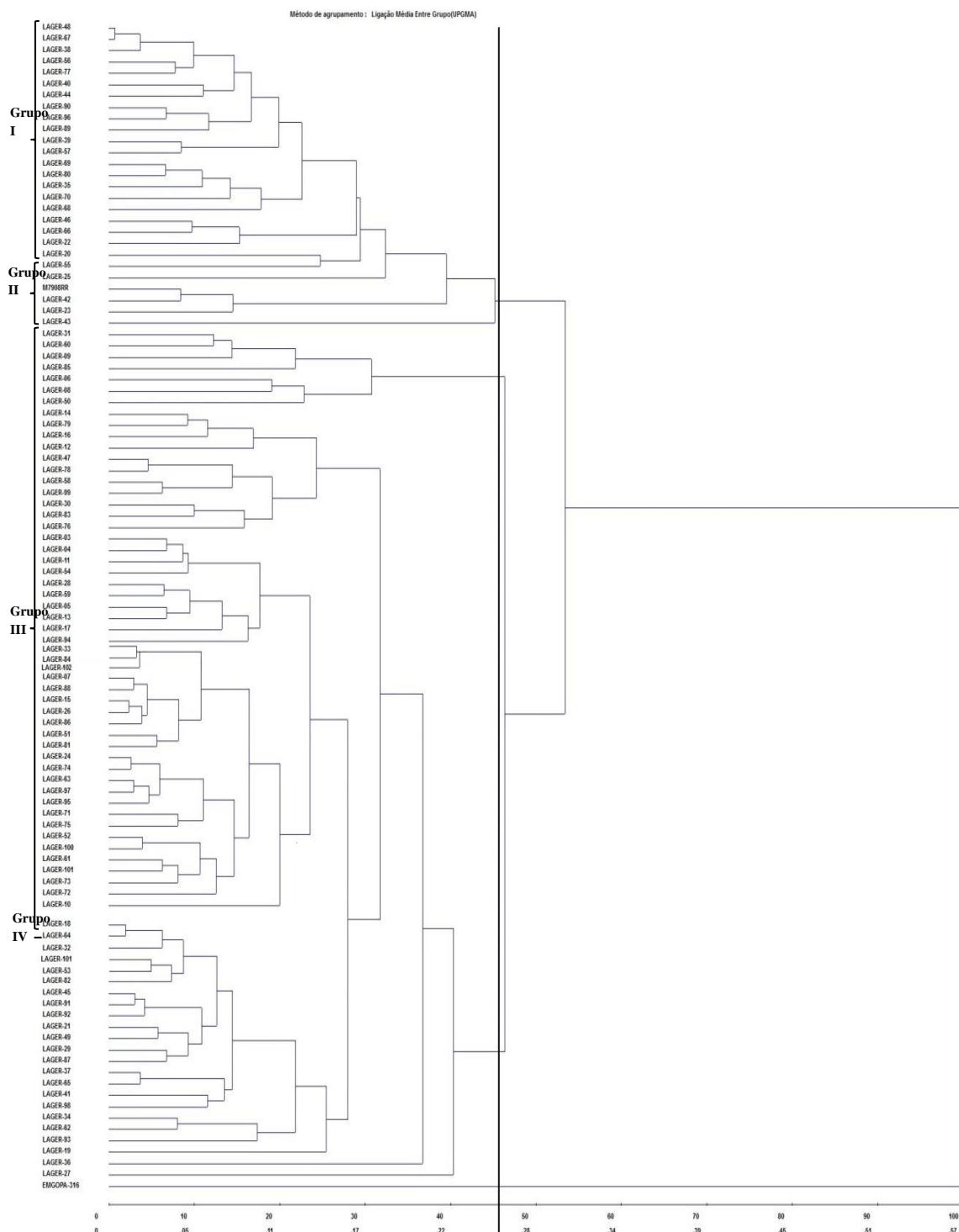
Os parâmetros genéticos, tais como o coeficiente de determinação genotípica ( $h^2$ ) e a razão entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação ambiental (CVg/CVe), permitem o conhecimento da variabilidade de genética de uma população, o grau de expressão de caracteres e gera ganhos, ao possibilitarem a seleção direta ou indireta para características de interesse agronômico (ROCHA et al., 2003).

Ao serem estimados valores desse parâmetro genético superiores à unidade, é permitida a obtenção de ganhos genéticos representativos ao melhoramento genético e à seleção para a característica avaliada (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992; SOUSA et al., 2013; CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

#### **4.4 Diversidade genética entre genótipos de soja quanto à resistência à *S. sclerotiorum* por análises multivariadas**

A partir dos dados do tamanho médio da lesão (cm) causada por *S. sclerotiorum* nos genótipos de soja avaliados após a inoculação com os isolados oriundos de campos produtivos de soja dos municípios de Uberaba-MG e Jataí-GO, foi gerado um dendrograma para os experimentos realizados em casa de vegetação e câmara de crescimento (Figura 2). O mesmo foi resultante da dissimilaridade dos genótipos com base nessa variável e foi empregado para a classificação quanto à resistência da severidade do fungo causador do mofo branco.

**Figura 2.** Dendrograma ilustrativo da análise de 103 genótipos de soja pelo método da ligação média entre grupo (UPGMA) obtido com a distância Euclidiana a partir da matriz de dissimilaridade do complemento da coincidência simples das avaliações do tamanho da lesão de dois isolados *S. sclerotiorum*, avaliações realizadas em condições de casa de vegetação (isolados Uberaba e Jataí) e câmara de crescimento (isolado de Jataí). Coeficiente de correlação cofenética ( $r$ ) de 0,7404, Uberlândia-MG, 2015.



O coeficiente de correlação cofenética foi de 0,7404, cujo valor indica que essa representação gráfica está de acordo com as dissimilaridades entre os genótipos agrupados. Isso, pelo fato de que, quando esse coeficiente for igual ou superior a 0,70, é evidenciado um bom ajuste do dendrograma, que é formado a partir das distâncias genéticas entre os genótipos e a sua matriz original (BARROSO; ARTES, 2003).

Os genótipos de soja foram subdivididos em quatro grupos delimitados após um corte em torno de 47 % de dissimilaridade, como pode ser observado no dendrograma. Esse corte é realizado de maneira subjetiva, após ser verificado pontos de alta mudança de nível na representação gráfica (CRUZ; FERREIRA; PESSONI, 2011).

O primeiro grupo foi criado a partir da união de 27 dos 103 genótipos avaliados quanto à resistência à *S. sclerotiorum* em condições de casa de vegetação com os isolados Uberaba e Jataí e câmara de crescimento inoculando-os com o isolado de Jataí. Sendo eles: LAGER-48, 67, 38, 56, 77, 40, 44, 90, 96, 89, 39, 57, 69, 80, 35, 70, 68, 46, 66, 22, 20, 55, 25, M7908RR, 42, 23 e 43. No segundo foram agrupados os genótipos LAGER-31, 60, 09, 85, 06, 08 e 50.

O maior grupo observado no dendrograma após o corte de dissimilaridade uniu 69 genótipos de soja, os quais são: LAGER-14, 79, 16, 12, 47, 78, 58, 99, 30, 83, 76, 03, 04, 11, 54, 28, 59, 05, 13, 17, 94, 33, 84, 102, 07, 88, 15, 26, 86, 51, 81, 24, 74, 63, 97, 95, 71, 75, 52, 100, 61, 101, 73, 72, 10, 18, 64, 32, 103, 53, 82, 45, 91, 92, 21, 49, 29, 87, 37, 65, 41, 98, 34, 62, 93, 19, 36 e 27.

Finalmente, o genótipo EMGOPA-316 ficou isoladamente após o terceiro grupo de genótipos formados em relação à resistência ao patógeno. Isso evidencia a elevada magnitude da divergência genética dele em relação aos demais genótipos. Permite-se também que essa metodologia possa ser utilizada em cruzamentos de soja para a formação de populações segregantes em programas de melhoramento de soja visando à resistência à *S. sclerotiorum*.

Nesse sentido, a partir dos mesmos dados utilizados para a análise da diversidade genética dos genótipos de soja em relação à resistência à *S. sclerotiorum* realizada pelo método UPGMA, na tabela 5 está a representação do agrupamento de Tocher. Diferentemente do método UPGMA, o qual agrupou os genótipos de soja em quatro grupos, o método de Tocher gerou cinco grupos. Essa diferença é observada,

pois apenas o genótipo EMGOPA-316 ficou isolado na análise do método UPGMA. Já no método de agrupamento de Tocher, além desse, o LAGER-45 também ficou isolado.

Ao avaliarem dezessete cultivares de girassol quanto à resistência ao mofo branco foi verificada divergência entre os mesmos e a formação de três grupos distintos, o que foi baseado em técnicas de análises multivariadas (UPGMA) utilizando o agrupamento de Tocher e variáveis canônicas (VOGT; BALBINOT JUNIOR; SOUZA, 2012). No entanto, na maioria dos estudos relacionados à cultura da soja são utilizados os dois métodos, em que o agrupamento de Tocher pode ser utilizado como um complemento do método UPGMA (ARRIEL et al., 2006; NOGUEIRA, 2011). O método também permite verificar a dissimilaridade de genótipos em relação aos diversos caracteres agronômicos (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012), além dos estudos relacionados à resistência à fitopatógenos.

**Tabela 5.** Agrupamento de 103 genótipos de soja pelo método de agrupamento de Tocher, utilizando a distância Euclidiana, como medida de distância genética, obtida do tamanho médio da lesão (cm) após a inoculação com *S. sclerotiorum* avaliado em diferentes ambientes de incubação (casa de vegetação e câmara de crescimento), Uberlândia-MG, 2015

| Grupo | Genótipos  |
|-------|--|
| 1     | LAGER-03, LAGER-04, LAGER-05, LAGER-06, LAGER-07, LAGER-09, LAGER-10, LAGER-11, LAGER-12, LAGER-13, LAGER-14, LAGER-15, LAGER-16, LAGER-17, LAGER-18, LAGER-19, LAGER-20, LAGER-21, LAGER-22, LAGER-23, LAGER-24, LAGER-26, LAGER-27, LAGER-28, LAGER-29, LAGER-30, LAGER-31, LAGER-32, LAGER-33, LAGER-34, LAGER-36, LAGER-37, LAGER-38, LAGER-39, LAGER-40, LAGER-41, LAGER-42, LAGER-43, LAGER-46, LAGER-47, LAGER-49, LAGER-50, LAGER-51, LAGER-53, LAGER-54, LAGER-55, LAGER-56, LAGER-58, LAGER-59, LAGER-60, LAGER-61, LAGER-62, LAGER-63, LAGER-64, LAGER-65, LAGER-66, LAGER-67, LAGER-69, LAGER-LAGER-71, LAGER-72, LAGER-73, LAGER-74, LAGER-75, LAGER-76, LAGER-77, LAGER-78, LAGER-79, LAGER-80, LAGER-81, LAGER-82, LAGER-83, LAGER-84, LAGER-85, LAGER-86, LAGER-87, LAGER-88, LAGER-89, LAGER-90, LAGER-91, LAGER-92, LAGER-93, LAGER-94, LAGER-95, LAGER-96, LAGER-97, LAGER-98, LAGER-99, LAGER-100, LAGER-101, LAGER-102, LAGER-103 |
| 2     | M7908RR, LAGER-25, LAGER-44, LAGER-48, LAGER-57, LAGER-68, LAGER-70  |
| 3     | LAGER-08, LAGER-52   |
| 4     | EMGOPA-316   |
| 5     | LAGER-45   |

O terceiro agrupamento de genótipos uniu as linhagens LAGER-08 e 52. A medida de dissimilaridade do método de Tocher uniu esses dois genótipos, mesmo eles tendo classificações distintas quanto à resistência à *S. sclerotiorum* no ensaio conduzido na câmara de crescimento com o isolado mais agressivo. O segundo grupo uniu sete genótipos: M7908RR, LAGER-25, 44, 48, 57, 68 e 70. O primeiro grupo, o maior entre os demais, uniu o maior número de genótipos quanto à similaridade aferida a partir dos dados do tamanho médio de lesão de *S. sclerotiorum* nos dois ambientes e com a inoculação dos dois isolados. E então, esse grande grupo foi criado a partir da junção de 92 genótipos de soja.

## 5 CONCLUSÃO

O genótipo mais resistente foi o EMGOPA-316, sendo indicado como padrão de resistência, e o mais suscetível o LAGER-29, indicado como padrão de suscetibilidade. Com base nos parâmetros genéticos foi verificado que o ambiente de incubação, câmara de crescimento, e a inoculação realizada com o isolado de Jataí foi mais confiável que o de casa de vegetação. Com base nos métodos UPGMA e agrupamento de Tocher verifica-se que os genótipos avaliados são divergentes entre si.

## REFERÊNCIAS

- ABAWI, G.S.; GROGAN, R.G. Epidemiology of diseases caused by *Sclerotinia species*. **Phytopathology**, Saint Paul, v.65, n.8, p.899-904, 1979.
- ABAWI, G.S.; GROGAN, R.G. Source of primary inoculums and effects of temperatures and moinsture on infection of beans by *Whetzelinia sclerotinorum*. **Phytopathology**, Saint Paul, v.65, n.1, p.300-309, 1975.
- ABREU, M.J. **Caracterização de isolados do agente causal do mofo branco do feijoeiro**. UFLA, 2011. 73f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- AGRIOS, G. **Plant Pathology**. 4. ed. San Diego: Academic Press, 1997.
- ARAHANA, V.S.; GRAEF, G.L.; SPECHT, J.E.; STEADMAN, J.R.; ESKRIDGE, K.M. Identification of QTLs resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean. **Crop Science**, Madison, v.41, n.1, p.180-188, 2001.
- ARRIEL, N.H.C.; DI MAURO, A.O.; DI MAURO, S.M.Z.; BAKKE, O.A.; UNÊDATREVISOLI, S.H.; COSTA, M.M.; CAPELOTO, A.; CORRADO, A.R. Técnicas multivariadas na determinação da diversidade genética em gergelim usando marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p.801-809, 2006.
- BARARI, H.; DALILI, S.A.; REZA, S.A.A.; BADALIA, S.M. Genetic Structure Analysis of *Sclerotinia Sclerotiorum* (Lib.) de Bary Population from Different host plant species in North of Iran. **Romanian Biotechnological Letters**, Romania, v.18, n.2, p.8197-8205, 2013.
- BARDIN, S.D.; HUANG, H.C. Research on biology and control of *Sclerotinia sclerotiorum* in Canada. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ontario, v.23, n.1, p.88-98, 2001.
- BARROSO, L.P.; ARTES, R. **Análise multivariada**. Lavras: UFLA, 2003. 151p.
- BASTIEN, M.; HUYNH, T.T.; GIROUX, G.; IQUIRA, E.; RIOUX, S.; BELZILE, F. A reproducible assay for measuring partial resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.92, n.1, p.279-288, 2012.
- BASTIEN, M.; SONAH, M; BELZIL, F. Genome wide association mapping of *Sclerotinia sclerotiorum* resistance in soybean with a genotyping-by-sequencing approach. **The Plant Genome**, Madison, v.7, n.1, p.1-13, 2014.
- BEDENDO, I. P.; AMORIM, L. 2005. Ambiente e doença. In: KIMATI, H; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; et al. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**, 4. ed., São Paulo: Agronômica Ceres. v. 1, P.133 - 147.
- BERTAN, I.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; VIEIRA, E.A.; HARTWIG, I.; SILVA, J.A.G.; SHIMIDT, D.A.M.; VALÉRIO, I.P.; BUSATO, C.C.; RIBEIRO, G. Comparação de métodos de agrupamento na representação da distância morfológica entre genótipos de trigo. **Agrociência**, Pelotas, v.12, n.3, p.279-286, 2006.

- BOLAND, G.J.; HALL, R. Evaluating soybean cultivars for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* under field conditions. **Plant Disease**, Saint Paul, v.71, n.1, p.934-936, 1987.
- BOLAND, G.J.; HALL, R. Relationships between the spatial pattern and number of apothecia of *Sclerotinia sclerotiorum* and stem rot of soybean. **Plant Pathology**, Oxford, v.8, n.1, p.329-336, 1988.
- 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**, London, v.7, n.1, p.1-13, 2006.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. 6.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2013. 523p.
- BUENO, L.C.S.; MENDES, A.N.G.; CARVALHO, S.P. 2006. Melhoramento genético de plantas: princípios e procedimentos. 2. ed. **Lavras: Universidade Federal de Lavras**, 319p.
- CABI DATABASES. **Dictionary of the Fungi**. Disponível em: <http://www.speciesfungorum.org/names/fundic.asp> Acesso em: 09 jul 2015.
- CAIRES, A.M. **Reação de genótipos de soja transgênicos e convencionais à podridão branca da haste**. UFU, 2011. 43p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- CHAVES, G.M. Estudos sobre *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. **Experientiae**, Viçosa, v.4, n.2, 1964.
- CHAWLA, S.; BOWEN, C.R.; SLAMINKO, T.L.; HOBBS, H.A.; HARTMAN, G.L. A public program to evaluate commercial soybean cultivars for pathogen and pest resistance. **Plant Disease**, Saint Paul, v.97, n.5, p.568-578, 2013.
- CHEN, Y.; WANG, D. Two convenient methods to evaluate soybean for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v.89, n.1, p.1268-1272, 2005.
- 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.
- CIVARDI, E.A. **Manejo cultural e aspectos epidemiológicos do mofo branco na cultura da soja**. 2014. 150f. Tese (Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal) – Universidade Federal de Goiás, 2014.
- COBER, E.R.; RIOUX, S.; RAJCAN, I.; DONALDSON, P.A.; SIMMONDS, D.H. Partial resistance to white mold in a transgenic soybean line. **Crop Science**, Madison, v.43, n.1, p.92-95, 2003.
- COOK, G.E.; STEADMAN, J.R.; BOOSALIS, M.G. Survival of *Whetzelinia sclerotiorum* and initial infection of dry edible beans in Western Nebraska. **Phytopathology**, Saint Paul, v.65, n.3, p.250-255, 1975.

COYNE, D.P; STEADMAN, J.R.; ANDERSON, F.N. Effect of modified plant architecture of great northern dry bean varieties (*Phaseolus vulgaris*) on white mold severity, and components of yield. **Plant Disease**, Saint Paul, v.5, n.4, p.379-382, 1974.

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

CRUZ, C.D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 2005. 394p.

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

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2012. v.1, 514p.

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**, Oxford, v.59, p.654-660, 2010.

DANN, E.K.; DIERS, B.W.; HAMMERSCHMIDT, R. Suppression of *Sclerotinia* stem rot of soybean by lactofen herbicide treatment. **Phytopathology**, Saint Paul, v.89, n.1, p.598-602, 1999.

ECHANDI, E.; WALKER, J.C. Pectolytic enzymes produced by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, Saint Paul, v.47, n.1, p.303-306, 1957.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja: região central do Brasil 2014**. Londrina, 2013. Embrapa Soja (Sistemas de Produção – 16), 265 p., 2013.

FERNANDO, W.G.D.; NAKKEERA, S.; ZANG, Y.; SAVCHUK, S. Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary by *Pseudomonas* and *Bacillus* species on canola petals. **Crop Protection**, Guildford, v.26, n.2, p.100-107, 2007.

FIGUEIRÉDO, G.D. **Controle biológico de isolados de *Sclerotinia sclerotiorum* por *Trichoderma* spp e *Ulocladium atrum* e patogenicidade ao feijoeiro**. 2005. 52f. Dissertação (Mestrado em Biologia de Fungos) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

GARCIA, R. A.; JULIATTI, F. C. Avaliação da resistência da soja a *Sclerotinia sclerotiorum* em diferentes estádios fenológicos e períodos de exposição ao inóculo. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 196-203, 2012.

GARCIA, R. **Produção de inóculo, efeito de extratos vegetais e de fungicidas e reação de genótipos de soja à *Sclerotinia sclerotiorum***. 2008. 154f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

GRABICOSKI, E.M.G. **Caracterização morfológica e patogênica de isolados de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary e detecção em sementes de soja**. UEPG, 2012. 136f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

GRAU, C.R. Sclerotinia stem rot of soybean. In: Soybean diseases of the North Central Region. WYLLIE, T.D.; SCOTT, D.H. **The American Phytopathological Society**, Saint Paul, p.56-66, 1988.

GRAU, D.R. **Sclerotinia stem rot**. In: SINCLAIR, J.B.; BACKMAN, P.A. Compendium of soybean diseases. 3. ed. p.47-48, 1989.

GUO, X.; WANG, D.; GORDON, S.G.; HELLIWELL, E.; SMITH, T.; BERRY, S.A.; MARTIN, S.K.S.; DORRANCE, A.E. Genetic mapping of QTLs underlying partial resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean PI 391589A and PI 391589B. **Crop Science**, Madison, v.48, n.1, p.1129-1139, 2008.

HENNING, A.A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. Londrina: Embrapa Soja, 2004, 51p. (Embrapa Soja. Documentos, 235).

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.; NELSON, B.D.; DEL RIO, L.E.; GRAU, C.R.; 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.1, 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, p. 826-829, 1998.

HOFFMAN, D.L.; CHONG, J.; JACKSON, E.W.; OBERT, D.E. Characterization and mapping of a crown rust resistance gene complex (*Pc58*) in TAM O-301. **Crop Science**, Madison, v.46, n.1, p.2630-2635, 2006.

HUYNH, T.T.; BASTIEN, M.; INQUIRA, E.; TURCOTTE, P.; BELZILE, F. Identification of QTLs Associated with Partial Resistance to White Mold in Soybean Using Field-Based Inoculation. **Crop Science**, Madison, v.50, p.969-979, 2010.

JOHNSON, R. A critical analysis of durable resistance. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.22, n.1, p.309-330, 1984.

JULIATTI, F. C.; CAIRES, A.M.; JULIATTI, B.C.M.; BORIN, M.R.; SOUZA FILHO, D.J. Reação de genótipos de soja transgênicos e convencionais à podridão branca da haste. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.4, n.4, p.921-931, 2013.

JULIATTI, F. C.; JULIATTI, F. C. A. **Podridão branca da haste da soja: manejo e uso de fungicidas em busca da sustentabilidade nos sistemas de produção**. Uberlândia, Composer, 33p. 2010.

JULIATTI, F.C.; FIGUEIRÓ, A.A.; GARCIA, R.A.; SANTOS, J.B.; POZZA, E.A.; LOBO JÚNIOR, M.; CIVARDI, E.A.; PAULA JUNIOR, T.J.; VIEIRA, R.F.; LEHNER, M.S.; LIMA, R.C.; JACCOUD FILHO, D.S. Sclerotinia sclerotiorum e mofo branco: estudos básicos e aplicados. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.23, p.159-194, 2015.

JULIATTI, F.C.; SAGATA, E.; JACCOUD FILHO, D.S. Métodos de inoculação e avaliação da resistência de genótipos de soja à *Sclerotinia sclerotiorum*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, p.958-968, 2014.

- 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, p.665-669, 2000.
- 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.
- KOGA, L.J.; BOWEN, C.R.; GODOY, C.V.; OLIVEIRA, M.C.N.; HARTMAN, G.L. Mycelial compatibility and aggressiveness of Sclerotinia sclerotiorum isolates from Brazil and the United States. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.49, n.4, p.265-272, 2014.
- LEITE, R.M.V.B.C. **Ocorrência de doenças causadas por *Sclerotinia sclerotiorum* em girassol e soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 3p.
- LI, G.Q.; HUANG, H.C.; ACHARYA, S.N. Antagonism and biocontrol potencial of *Ulocladium atrum* on *Sclerotinia sclerotiorum*. **Biological Control**, Orlando, v.28, n.1, p.11-18, 2003.
- LOBO JUNIOR, M. Perspectivas e recentes resultados do uso de microrganismos no controle de doenças do feijoeiro comum. In: FANCELLI, A. L. (Ed.). **Feijão: produção e sustentabilidade**. Piracicaba: ESALQ, 2013. p. 97-108.
- LU, G. Engineering *Sclerotinia sclerotiorum* resistance in oilseed crops. **African Journal of Biotechnology**, v.2, n.1, p.509-515, 2003.
- LUMSDEN, R.D. Histology and physiology of pathogenesis in plant diseases caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, Saint Paul, v.69, n.8, p.890-895, 1979.
- MASCARENHAS, H.A.A.; ITO, F.M. Soja IAC/IAS-5: Cultivar suscetível ao cancro da haste. **Bragantia**, Campinas, v.57, n.2, p.267-269, 1998.
- MAXWELL, D.P.; LUMSDEN, R.D. Oxalic acid production by *Sclerotinia sclerotiorum* in infected bean and in culture. **Phytopathology**, Saint Paul, v.60, n.1, p.1395-1398, 1970.
- MILA, A.L.; YANG, X.B. Effects of fluctuating soil temperature and water potentia on sclerotinia germination and apothecial production of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v.92, n.1, p.78-82, 2008.
- MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; GODOY, C.V. UTIAMADA, C.M. (eds.) 2014. **Ensaios cooperativos de controle de mofo branco na cultura da soja: safras 2009 a 2012**. Documentos 345, Londrina, Embrapa Soja. 100 p.
- MORCELI, T.G.S.; TREVISOLI, S.H.U.; MORCELI JUNIOR, A.A.; KIIHL, R.A.S.; CALVO, E.S.; DI MAURO, A.O.; GARCIA, A. Identificação e validação de marcadores microssatélites ligados ao gene *Rpp5* de resistência à ferrugem asiática da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.11, p.1525-1531, 2008.
- MUELLER, D.S.; DORRANCE, A.E.; DERKSEN, R.C.; OZKAN, E.; KURLE, J.E.; GRAU, C.R.; GASKA, J.M.; HARTMAN, G.L.; BRADLEY, C.A.; PEDERSEN, W.L. Efficacy of fungicides on Sclerotinia sclerotiorum and their potential for control of Sclerotinia stem rot on soybean. **Plant Disease**, Saint Paul, v.86, n.1, p.26-31, 2002.

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

NELSON, K.A.; RENNER, K.A.; HAMMERSCHMIDT, R. Effects of protoporphyrinogen oxidase inhibitors on soybean (*Glycine max* L.) response, *Sclerotinia sclerotiorum* disease development and phytoalexin production by soybean. **Weed Technology**, Champaign, v.16, n.1, p.353-359, 2002.

NOGUEIRA, A.P.O. **Correlações, análise de trilha e diversidade fenotípica e molecular em soja**. Viçosa, 2011. 139f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Faculdade de Agronomia. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

OLIVEIRA, R.M.; COSTA, J.L.S. Efeito do agente de controle biológico *Coniothyrium minitans* na formação de apotécios e sobrevivência de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2000, Belém. **Fitopatologia Brasileira**, v.25, p.402, 2000.

PARLEVLIET, J.E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.17, p.203- 222, 1979.

PARLEVLIET, J.E. Durability of resistance against fungal, bacterial and viral pathogens, present situation. **Euphytica**, Wageningen, v.124, n.2, p.147-156, 2002.

PARLEVLIET, J.E. Present concepts in breeding for disease resistance. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.22, p.7-15, 1997. Suplemento.

PARLEVLIET, J.E. Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. I. Effect of cultivar and development stage on latent period. **Euphytica**, Wageningen, v.24, p.21-27, 1975.

PARLEVLIET, J.E.; ZADOKS, J.C. The integrated concept of disease resistance; a new view including horizontal and vertical resistance in plants. **Euphytica**, Dordrecht, v.26, n.1, p.5-21, 1977.

PELTIER, A.J.; BRADLEY, C.A.; CHILVERS, M.I.; MALWICK, 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 Management**, Annapolis, v.3, n.2, p.1-7, 2012.

PETZOLDT, R.; DICKSON, M.H. **Annual Report of Bean Improvement Cooperative**. v.39, p.142-143, 1996.

PHILLIPS, A.J.L. Carpogenic germination of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*: a review. **Phytophylactica**, Pretoria, v.19, p.279-283, 1986.

PIMENTEL-GOMES, F.P. **Curso de Estatística Experimental**. 14 ed. Piracicaba, 2000, 477p.

POLAND, J.A.; BALINT-KURTI, P.J.; WISSE, R.A.; PRATT, R.C.; NELSON, R.J. Shades of gray: the world of quantitative disease resistance. **Trends in Plant Science**, Cambridge, v.14, p.21-29, 2009.

PRATT, R.G.; ROWE, D.E. Differential responses of alfalfa genotypes to stem inoculations with *Sclerotinia sclerotiorum* and *S. trifoliorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v.75, n.2, p.188-191, 1991.

PURDY, L.H. *Sclerotinia sclerotiorum*: history, diseases and symptomatology, host ranges, geographic distribution and impact. **Phytopathology**, Saint Paul, v.69, n.8, p.875-880, 1979.

RAMALHO, M.A.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. UFG: Goiânia, 1993, 271p.

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

RAO, R.C. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York: John Wiley, 390p.1962.

REIS, G.F.; BACCHI, L.M.A.; GAVASSONI, W.L.; HIRATA, L.M.; PONTIM, B.C.A. 2014. Viabilidade de armazenamento de sementes de soja inoculadas com *Sclerotinia sclerotiorum* em meio com restrição hídrica. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, n.40, v.2, p.168-173, 2014.

REZENDE, A.A. **Eficiência de diferentes produtos comerciais à base de *Trichoderma* spp. no controle da podridão branca da haste da soja**. 2011, 120f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

ROCHA, M.M.; CAMPELO, J.E.G.; FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi de tegumento branco. **Revista Científica Rural**, Bajé, v.08, n.1, p.135-141, 2003.

SAGATA, E. **Métodos de inoculação e avaliação da resistência de genótipos de soja à *Sclerotinia sclerotiorum***. 2010. 56f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

SCHWARTZ, H. F.; SINGH, S. P. Breeding common bean for resistance to white mold: a review. **Crop Science**, Madison, v.53, n.1, p.1832-1844, 2013.

SCHWARTZ, H.F. STEADMAN, J.R.; HALL, R.; FORSTER, R.L. (eds.). 2005. **Compendium of bean diseases**. 2. ed. APS, St Paul, 109p, 2005.

SCHWARTZ, H.F.; STEADMAN, J.R. Factors affecting sclerotium populations of, and apothecium production of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, Saint Paul, v.68, n.1, p.383-386, 1978.

SCHWARTZ, H.F.; STEADMAN, J.R. **White mold**. In: SCHWARTZ, H.F.; PASTOR CORRALES, M.A. (Editors) Bean production problems in the tropics, 2nd ed. CIAT, Cali, Colombia. P.211-230, 1989.

SINGH, P.S.; TERÁN, H. Evolution of screening methods for detection of physiological resistance to White mold in common bean. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, East Lansing, v.51, p.40-41, 2008.

SOUSA, L.B. **Diversidade fenotípica e molecular, correlações entre caracteres, adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja.** UFU, 2013. 142f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

SOUSA, M.B.; SILVA, K.J.D.; ROCHA, M.M.; NEVES, A.C. Estimativas de parâmetros genéticos em linhagens de feijão-caupi nos municípios de Balsas, MA e Primavera do Leste, MT. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3., 2013, Recife. **Anais...** Recife: CONAC, 2013. 4p.

STEADMAN, J.R. White mold – a serious yield-limiting disease of bean. **Plant Disease**, Saint Paul, v.67, n.4, p.346-350, 1983.

STUKENBROCK, E.H.; MCDONALD, B.A. Geographic variation and positive diversifying selection in the hosp specific toxin *SnToxA*. **Molecular Plant Pathology**, Oxford, n.8, n.1, p.321-332, 2007.

SUTTON, D. C.; DEVERAL, B. J. Studies on identification of beans (*Phaseolus vulgaris*) and soybeans (*Glycine max*) by ascopores of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Pathology**, Oxford, v.32, n.1, p. 251-261, 1983.

THOMÉ, G.C.H. **Genética e análise molecular da resistência parcial à ferrugem da folha em aveia.** 1999. 126 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

TRINDADE, L. C.; COSTA, G. R.; COSTA, J. L. S. 1999. Utilização de *Coniothyrium minitans* no controle biológico do mofo branco do feijoeiro. In: Congresso Paulista de Fitopatologia, 1999, Jaboticabal-SP. **Fitopatologia Brasileira**. Jaboticabal, SP.v.25.p.39.

TU, J.C. The role of white mold infected white bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds in the dissemination of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. **Phytopathology**, Saint Paul, v.121, n.1, p.40-50, 1988.

TU, J.C.; BEVERSDORF, W.D. Tolerance to white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) (Lib) De (Bary) in Wx Rico 23, a cultivar of white bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.62, n.1, p.65-69, 1982.

VAN DER PLANK, J.E. **Host pathogen interaction in plant disease.** New York: Academic, 1982.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.** SBG. Ribeirão Preto, SP, 496p. 1992.

VOGT, G.A.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; SOUZA, A.M. Divergência fenotípica em genótipos de girassol. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.11, n.1, p.26-34, 2012.

VRISMAN, C.M.; HULLER, G.C.; SARTORI, F.F.; HENNEBERG, L.; WUTZKI, C.R.; JULIATTI, F.C.; JACCOULD FILHO, D.S. Influência de herbicidas e fungicidas na germinação carpogênica de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, p.477-483, 2014.

- VUONG, T.D.; HARTMAN, G.L. Evaluation of soybean resistance to *Sclerotinia* stem rot using reciprocal grafting. **Plant Disease**, Saint Paul, v.87, n.2, p.154-158, 2003.
- WANG, J.; LIU, C.; W.J.; QI, Z.; LI, H.; HU, G.; CHEN, Q. An integrated QTL map of fungal disease resistance in soybean (*Glycine max* L. Merrill): a method of meta-analysis for mining R gene. **Agricultural Sciences in China**, Hong Kong, v.9, n.2, p.223-232, 2010.
- WANG, T.C.; HARTMAN, G.L. Epidemiology of soybean rust and breeding for host resistance. **Plant Protection Bulletin**, Taiwan, v.34, p.109149, 1992.
- 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.
- WILLETS, H.J.; WONG, J.A.L. The biology of *Sclerotinia sclerotiorum*, *S. trifoliorum* and *S. minor* with emphasis on specific nomenclature. **The Botanical Review**, New York, v.46, n.1, p.101-165, 1980.
- WILLIAMS, B.; KABBAGE, M.; KIM, H.; BRITT, R.; DICKMAN, M.B. Tipping the balance: *Sclerotinia sclerotiorum* secreted oxalic acid suppresses host defenses by manipulating the host redox environment. **PLoS Pathogens**, California, v.7, n.1, p.1-10, 2011.
- WORKNEH, F.; YANG, X.B. Prevalence of *Sclerotinia* stem roto f soybeans in the north-central United States in relation to tillage, climate, and latitudinal positions. **Phytopathology**, Saint Paul, v.90, n.1, p.1375-1382, 2000.
- XIMENES, L.R. **Importância e manejo de *Sclerotinia sclerotiorum* (mofo branco) nos cultivos de feijão e soja.** 2013. 51f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília, 2013.
- YAMASHITA, J.; NASSER, J.C.B.; ALMEIDA, A.M.R.; MACHADO, C.C.; FERREIRA, L.P. Ocorrência da fase perfeita do fungo *Whetzelinia sclerotiorum* (Lib.) Korf & Dumont, em lavouras de soja no estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, v.3, n.1, p.106, 1978.
- YANG, X.B.; LUNDEEN, P.; UPHOFF, M.D. Soybean varietal response and yieldloss caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v.83, p.456-461, 1999.
- YORINORI, J.T. Situação atual das doenças potenciais no cone sul. In: Congresso Brasileiro de Soja, II, Foz do Iguaçú. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, p.171-187.
- ZITO, R.K.; WRUCK, D.S.M.; FRONZA, V.; ARANTES, N.E. Reação de genótipos de soja à *Sclerotinia sclerotiorum*. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27, 2005, Cornélio Procópio. **Anais...** Cornélio Procópio: Embrapa Soja, 2006. p.362.

## ANEXOS

**Tabela 1.** Análise de variância para o tamanho médio da lesão (cm) após a inoculação com *S. sclerotiorum* em genótipos de soja, UFU, Uberlândia-MG, 2015

| FV                 | GL    | SQ         | QM       | Fc     |
|--------------------|-------|------------|----------|--------|
| <b>Blocos</b>      | 4     | 15,048427  | 3,762107 |        |
| <b>Genótipos**</b> | 102   | 356,218835 | 3,492342 | 4,2997 |
| <b>Resíduo</b>     | 408   | 331,387600 | 0,812225 |        |
| <b>Média</b>       | 3,42  |            |          |        |
| <b>CV (%)</b>      | 26,30 |            |          |        |

\*\*Significativo a 0,05 de significância pelo teste F; Experimento conduzido em casa de vegetação e plantas inoculadas com o isolado de Uberaba-MG.

**Tabela 2.** Análise de variância para o tamanho médio da lesão (cm) após a inoculação com *S. sclerotiorum* em genótipos de soja, UFU, Uberlândia-MG, 2015

| FV                 | GL    | SQ         | QM       | Fc      |
|--------------------|-------|------------|----------|---------|
| <b>Blocos</b>      | 4     | 5,126808   | 1,281602 |         |
| <b>Genótipos**</b> | 102   | 423,303340 | 4,150033 | 12,3804 |
| <b>Resíduo</b>     | 408   | 136,765600 | 0,335210 |         |
| <b>Média</b>       | 3,86  |            |          |         |
| <b>CV (%)</b>      | 14,97 |            |          |         |

\*\*Significativo a 0,05 de significância pelo teste F; Experimento conduzido em casa de vegetação e plantas inoculadas com o isolado de Jataí-GO (GARCIA, 2008),

**Tabela 3.** Análise de variância conjunta para o tamanho médio da lesão (cm) após a inoculação com *S. sclerotiorum* em genótipos de soja, UFU, Uberlândia-MG, 2015

| FV                 | GL    | SQ         | QM       | Fc     |
|--------------------|-------|------------|----------|--------|
| <b>Genótipos**</b> | 102   | 825,482835 | 8,092969 | 19,209 |
| <b>Resíduo</b>     | 412   | 173,580000 | 0,421311 |        |
| <b>Média</b>       | 5,44  |            |          |        |
| <b>CV (%)</b>      | 11,91 |            |          |        |

\*\*Significativo a 0,05 de significância pelo teste F; Experimento conduzido em casa de vegetação e plantas inoculadas com os isolados de Uberaba-MG e Jataí-GO (GARCIA, 2008).

**Tabela 4.** Análise de variância para o tamanho médio da lesão (cm) após a inoculação com *S. sclerotiorum* em genótipos de soja, UFU, Uberlândia-MG, 2015

| FV                 | GL   | SQ         | QM       | Fc     |
|--------------------|------|------------|----------|--------|
| <b>Genótipos**</b> | 102  | 825,482835 | 8,092969 | 19,209 |
| <b>Resíduo</b>     | 412  | 173,580000 | 0,421311 |        |
| <b>Média</b>       | 5,44 |            |          |        |

---

|               |       |
|---------------|-------|
| <b>CV (%)</b> | 11,91 |
|---------------|-------|

---

\*\*Significativo a 0,05 de significância pelo teste F; Experimento conduzido em câmara de crescimento e plantas inoculadas com o isolado de Jataí-GO (GARCIA, 2008).