



**RAFAEL LIMA SILVA FRAIZ**

**ALTERNATIVAS PARA AVALIAÇÃO DE CULTIVARES  
DE SOJA À *S. sclerotiorum***

**LAVRAS - MG**

**2019**

**RAFAEL LIMA SILVA FRAIZ**

**ALTERNATIVAS PARA AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA À *S. sclerotiorum***

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Prof. Dr. Adriano Teodoro Bruzi

Orientador

MSc. Jessica Gentil Lima

Coorientadora

**LAVRAS – MG**

**2019**

Fraiz, Rafael Lima Silva.

ALTERNATIVAS PARA AVALIAÇÃO DE CULTIVARES  
DE SOJA À *S. sclerotiorum* / Rafael Lima Silva Fraiz. - 2019.

26 p.

Orientador(a): Adriano Teodoro Bruzi.

Coorientador(a): Jessica Gentil Lima.

TCC (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Mofo Branco. 2. *Straw test* 3. Folha destacada. I. Bruzi,  
Adriano Teodoro. II. Lima, Jessica Gentil. III. Título.

**RAFAEL LIMA SILVA FRAIZ**

**ALTERNATIVAS PARA AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA À *S. sclerotiorum***

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

APROVADO em 29 de março de 2019

Adriano Teodoro Bruzi      UFLA

Jessica Gentil Lima      UFLA

Gabriel Mendes Vilela      UFLA

Prof. Dr. Adriano Teodoro Bruzi

Orientador

MSc. Jessica Gentil Lima

Coorientadora

**LAVRAS - MG**

**2019**

## AGRADECIMENTOS

À minha família e minha namorada Luiza, pelo apoio incondicional para realização do curso.

À Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Agricultura (DAG) e em especial ao Setor de Grandes Culturas, pela oportunidade de conhecimento e condições oferecidas durante o curso.

Ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, pela concessão de bolsa.

Ao meu orientador Professor Dr. Adriano Teodoro Bruzi, pela orientação, tutoria, ensinamento e ajuda constante no trabalho.

À minha coorientadora MSc Jessica Gentil Lima, pela ajuda constante no trabalho e ensinamentos.

Ao tutor do PET Agronomia Professor Dr. Silvino Guimarães Moreira, por todo conhecimento e tutoria.

Ao Grupo Pesquisa Soja, por toda ajuda desempenhada durante a execução dos experimentos.

Ao PET Agronomia, por ensinar valores de trabalho em equipe.

Aos amigos da turma da Agronomia 2014/2 pelo apoio e convívio.

**Minha gratidão!**

## RESUMO

Este estudo foi realizado com o objetivo de determinar o estágio fenológico mais indicado, na cultura da soja, para inoculação de *Sclerotinia sclerotiorum*, bem como comparar diferentes métodos de inoculação, visando à identificação de cultivares de soja resistentes ao patógeno. Dessa maneira, 20 cultivares do Banco de Germoplasma de Soja da UFLA foram inoculadas com o isolado UFLA 24 em quatro experimentos distintos. Foram três experimentos utilizando o método *straw test*: inoculação estágio V3, avaliação pelo comprimento da lesão três dias após inoculação; inoculação estágio R1, avaliação pelo comprimento da lesão sete dias após a inoculação; inoculação estágio R1, avaliação por meio de escala de notas sete dias após a inoculação. Para esses três experimentos foi utilizado o delineamento inteiramente casualizados com cinco repetições. O quarto experimento foi empregado o método da folha destacada, inoculação no estágio V2, avaliação por meio de escala de notas, 72 horas após a inoculação. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizados com três repetições. A partir dos dados obtidos foram realizadas as análises de variância e as médias dos quatro experimentos foram comparadas. Foram utilizados um índice de coincidência e a correlação de Spearman para a comparação da classificação das cultivares frente aos quatro experimentos. Constatou-se que em relação às médias para os quatro experimentos, a cultivar EMGOPA 315 foi classificada como mais resistente ao passo que a cultivar TMG123RR foi a mais suscetível. Foi observada correlação mediana e significativa entre o método da folha destacada com o método do *straw test* em R1, independente da estratégia de avaliação (comprimento da lesão ou escala de notas) e também entre os experimentos inoculados em R1. O índice de coincidência indicou que, quando é adotado o comprimento da lesão como estratégia de avaliação, tanto inocular em estágio V3 como em R1 confere a mesma reação ao patógeno, no caso das cultivares consideradas resistentes.

**Palavras-chave:** Mofo branco, *straw test*, folha destacada.

## Sumário

<b>1-</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>7</b>
<b>2-</b>	<b>Referencial teórico.....</b>	<b>9</b>
	2.1 Histórico da soja no Brasil e sua importância econômica.....	9
	2.2 Mofo branco .....	11
	2.3 Métodos de inoculação .....	12
<b>3-</b>	<b>Materiais e métodos.....</b>	<b>14</b>
<b>4-</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>16</b>
<b>5-</b>	<b>Discussão .....</b>	<b>19</b>
<b>6-</b>	<b>Conclusão .....</b>	<b>21</b>
<b>7-</b>	<b>Referências bibliográficas.....</b>	<b>22</b>

## 1- Introdução

Mofa branco é uma doença causada por um fungo ascomiceto *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, que pode devastar várias culturas, dentre elas a soja. Em soja, a doença é também chamada de podridão branca da haste e causa danos significativos na produção e qualidade dos grãos. Em condições favoráveis, como umidade elevada e temperaturas amenas, podem ocorrer perdas na produção em até 70%. Estima-se que cerca de 23% da área de produção de soja brasileira esteja infestada pelo patógeno, compondo aproximadamente 7,7 milhões de hectares que necessitam da adoção de medidas integradas de controle da doença (MEYER et al., 2016).

O patógeno produz estruturas de resistência denominadas de escleródios, que podem sobreviver no solo por um período superior a cinco anos (STEADMAN; BOLAND, 2005). A doença nos campos de soja é causada por ascósporos que primeiro infectam partes delicadas da planta, como a pétala de flor. Os sintomas típicos de plantas doentes incluem folhas necróticas, lesões branqueadas nos caules e vagens, crescimento micelial de aspecto cotonoso e presença de escleródios negros nas folhas, caules e vagens (CHEN e WANG, 2005).

Irrigação, espaçamento estreito de plantas, florescimento precoce e vegetação densa contribuem para o desenvolvimento e disseminação do patógeno (BOLAND e HALL, 1987; KIM e DIERS, 2000). O controle da doença por meios químicos tem se mostrado difícil, pois exige diversos tratamentos preventivos e sistêmicos (MUELLER et al., 2004). Além disso, o controle por meio de abordagens químicas tem o risco adicional de ocorrer a pressão de seleção da doença e assim selecionar patógenos resistentes aos produtos químicos presentes no mercado, onerando os custos de produção, pois as aplicações e o preço dos produtos eficientes se elevam.

No entanto, o progresso no desenvolvimento de cultivares resistentes como alternativa de controle é muito lento ou inexistente. Isto ocorre devido à natureza quantitativa da resistência (KIM e DIERS, 2000; ARAHANA et al., 2001; PELTIER et al., 2012) e também à incerteza em alcançar a pressão do patógeno necessária durante as avaliações de campo dos genótipos em teste. Dessa maneira, encontrar novas fontes de resistência para mofo branco exigem técnicas confiáveis de inoculação e avaliação sob condições controladas.

Vários métodos foram desenvolvidos para avaliar a resistência de genótipos de soja a *S. sclerotiorum* em laboratórios ou casas de vegetação. Entre os métodos disponíveis, os mais comuns são técnicas de inoculação que utilizam um disco de BDA (Batata-Dextrose-Ágar) com micélio em diferentes tecidos vegetais. Podem ser inoculadas folhas destacadas (WEGULO et al., 1998; KULL et al., 2003; VUONG et al., 2004; HULLER et al., 2016), caules sem



ferimentos (GARCIA e JULIATTI, 2012; HULLER et al., 2016) e caules com ferimentos - *straw test* (TERÁN et al., 2006; CASTRO et al., 2016; MCCAGHEY et al., 2017).

Para enfatizar a importância de avaliações sob condições controladas, McCaghey e equipe (2017) desenvolveram linhagens de soja resistentes ao mofo branco para serem recomendadas como cultivares ou como fonte de resistência em programas de melhoramento. Para isso, as sete linhagens elite desenvolvidas foram reavaliadas em casa de vegetação por meio do método do *straw test* com múltiplos isolados do patógeno, afim de testar a durabilidade da resistência fisiológica dos genótipos.

Muito embora existam diversos métodos de avaliação da resistência de soja a *S. sclerotiorum* é importante buscar alternativas que melhor represente a resposta das linhagens ao patógeno. É interessante ainda, que esses métodos, além de eficientes sejam rápidos e de simples execução para que possam ser utilizados em larga escala em programas de melhoramento.

Logo, objetivou-se determinar o estágio fenológico mais indicado, na cultura da soja, para inoculação de *Sclerotinia sclerotiorum*, bem como comparar diferentes métodos de inoculação, visando à identificação de cultivares de soja resistentes ao patógeno.

## 2- Referencial teórico

### 2.1 Histórico da soja no Brasil e sua importância econômica

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma espécie que se originou do continente asiático, sendo esta cultura cultivada a centenas de anos. O seu cultivo teve como principal região o leste da Ásia e se espalhou pela china, sendo que a cultura era considerada a principal base da alimentação. A soja em conjunto com outras espécies era considerada grão sagrado pela população local (EMBRAPA, 2019).

A domesticação da cultura se deu em meados do século XI a.C., sendo que sua expansão foi de maneira branda e assim chegando-se ao ocidente no século XV, momento em que as grandes navegações europeias estavam em alta intensidade, facilitando a chegada da soja à Europa. Somente no início do século XX que houve a chegada da cultura nas américas, sendo que o primeiro local de introdução foi os Estados Unidos, onde os pesquisadores observaram a qualidade do grão ali produzido, sendo que possuía um teor de óleo e proteína elevado (APROSOJA, 2019).

O advento da soja no território brasileiro se deu em 1882, quando Gustavo D'Utra iniciou-se experimentos com a cultura. Porém, segundo relatos o ingresso principal se deu em 1901 via Estação Agropecuária de Campinas, onde iniciou-se o cultivo de maneira intensiva e assim distribuindo as sementes para produtores do estado de São Paulo. Posteriormente a cultura se encaminhou para a região sul do país, região onde as às características climáticas eram semelhantes àquelas regiões nos Estados Unidos onde era realizado o cultivo de soja, pois as primeiras cultivares utilizadas eram adaptadas à estas condições (APROSOJA, 2019).

Devido às suas características de ser uma cultura de dias curtos, a soja apresentou obstáculos para se adaptar às regiões localizadas no Brasil, pois a cultura estava adaptada a latitudes superiores à 30° e características encontradas em países de clima temperado. Com auxílio do melhoramento genético, foi possível a iniciação da mesma nas diversas regiões do Brasil, sendo que o centro-oeste se destacou devido a abertura das áreas do Cerrado (ALMEIDA et al., 1999).

Depois do sucesso do avanço às diversas regiões do Brasil, foi possível aumentar ainda mais as áreas de produção da cultura no Brasil, sendo que hoje as regiões em que mais se avança com a cultura é o norte e nordeste, tendo destaque para a fronteira agrícola Matopiba, que engloba os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. As condições edafoclimáticas da região é considerada ideal para o cultivo das cultivares que se tem para aquela latitude, porém ainda existem dificuldades quanto ao escoamento da produção (FREITAS, 2011). Outra

fronteira então explorada pelos sojicultores, é a Sealba, onde estão englobados os estados do Sergipe, Alagoas e Bahia, sendo que além dos fatores edafoclimáticos as áreas localizam-se próximas de importantes áreas portuárias e assim facilitando o escoamento para exportação (SOJA BRASIL, 2019).

A soja cultivada [*Glycine max* (L.) Merrill] ( $2n=40$  cromossomos), pertence à família Fabaceae, divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, sub-classe Rosidae e ordem Fabales (CAPELLARI JR. et al., 1999). É uma planta autógama, ou seja, reproduz-se por meio de autofecundação natural (ALLARD, 1960). A autofecundação sucessiva leva a homozigose e assim a cultivar é representada por um genótipo homozigoto (SOUZA, 2001).

Seu ciclo de vida é anual e é considerada como herbácea, ereta, de crescimento morfológico determinado ou indeterminado. Possui, dentre outros caracteres, hastes e vagens pubescentes. A altura, de acordo com a região de cultivo, varia de 0,3 a 2,0 metros, podendo ser muito ou pouco ramificada. Dependendo da cultivar e condições ambientais, o ciclo pode variar de 80 a 200 dias (SEDIYAMA et al., 1985).

A espécie possui elevados teores de óleo e proteína e também pode ser fonte de vitaminas (tiamina e riboflavina) e minerais (cálcio e ferro) (MEDINA, 1981). Por isso, a soja é fundamental na alimentação humana e amplamente utilizada como fonte de proteína na alimentação animal. Além disso, novas possibilidades estão surgindo para o uso da planta, como por exemplo o Biodiesel.

Atualmente o país ocupa a segunda colocação em termos de produção e é o primeiro em exportação mundial. A estimativa de produção mundial da oleaginosa será de 369,32 milhões de toneladas para a safra 2018/2019, sendo que a produção obteve um ganho de 9,65% de produção o que resulta em 32,50 milhões de toneladas a mais quando comparado à safra passada, 2017/2018. (CONAB, 2019)

A área ocupada pela cultura da soja no Brasil está estimada em 35,76 milhões de hectares na safra 2018/2019 e a produtividade esperada é de 3.322 kg/ha. O maior produtor de soja do Brasil é o estado do Mato Grosso com uma área de 9,689 milhões de hectares. A estimativa de produção de soja no Brasil é de 118,800 milhões de toneladas o que representa uma redução de 0,4% em relação à safra anterior (CONAB,2019).

Como qualquer outra cultura, a soja possui diversos fatores capazes de reduzir a produtividade. Esses fatores podem ser bióticos e abióticos. Estresses hídricos, excesso de chuva, temperatura, fertilidade do solo são classificados como fatores abióticos, enquanto

doenças, pragas, plantas daninhas. Dentro dos fatores bióticos estão as doenças que são capazes de ocasionar uma grande perda de produtividade na cultura (YORINORI, 2007).

Com a necessidade de acréscimo em produtividade, as condições de sanidade presentes em lavouras de soja vêm sendo amplamente estudadas, pois a cada dia doenças se tornam mais severas e selecionam resistência à múltiplos produtos existentes no mercado. No mundo existem inúmeras doenças causadoras de danos à cultura, sendo elas fúngicas, bacterianas e viróticas (SINCLAIR et al., 1989).

A cultura da soja é afetada por diferentes estresses bióticos, dentre eles o mofo-branco, cujo agente etiológico é o fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary. A doença tem se destacado como uma das mais severas na cultura da soja pela dificuldade de controle do patógeno (BOLTON et al., 2006).

## **2.2 Mofo branco**

O mofo branco, doença causada pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary encontra-se na Ordem: Helotiales, família: Sclerotiniaceae. Trata-se de um fungo ascomiceto que tem como hospedeiro diversas espécies de plantas cultivadas e também plantas daninhas (KIMATI et al., 1997). A doença é capaz de causar perdas consideráveis de produtividade na cultura e sua intensidade de lesão pode causar danos em até 70% na produção caso o produtor não tome medidas necessárias para redução da presença do patógeno em sua lavoura (MEYER, 2016).

A doença não trazia aos produtores e pesquisadores grande preocupação no início do século XXI, pois a sua incidência era considerada baixa e assim as perdas na produção não era significativas. Porém, terminada a safra 2003/2004 percebeu-se que o patógeno expandiu para uma área maior e passou a causar danos significativos (SILVA et al., 2009).

Nas safras atuais, está sendo estimado que sua presença em áreas de produção está em cerca de 10 milhões de hectares e assim cada dia mais avança pela área de cultivo da cultura da soja. A área infectada é equivalente a 28% da área de cultivo no país, tornando-se cada dia mais um fator de extrema preocupação (MEYER, 2018).

O patógeno forma estruturas de resistência, conhecidas como escleródios, que conferem capacidade ao fungo de sobreviver por um longo período no solo (BOLTON et al, 2006). A infecção tem como fase mais vulnerável o estágio reprodutivo, normalmente em floração plena, estágio R2, até o início de formação das vagens, estágio R4 (KIMATI et al., 1997). A infecção normalmente ocorre inicialmente nas inflorescências da planta, que serve como substrato para

o patógeno, e posteriormente avança para outras partes tais como hastes e pecíolos (GRAU; HARTMAN, 2015).

O patógeno é disseminado a curtas distâncias pelo lançamento da estrutura conhecida como ascósporos. Em longas distâncias o fungo se dissemina normalmente por meio do uso de sementes infectadas, maquinários sem limpeza após acessar áreas infectadas e pessoas que de alguma forma transmite para outras áreas que não haviam a presença do patógeno, ampliando assim sua presença (BOTELHO et al., 2013).

As condições favoráveis à doença são dias chuvosos, temperaturas amenas e também elevado adensamento das culturas. Os sintomas iniciais são caracterizados por manchas com aparência aquosa e posteriormente aparecem micélios em forma de cotonoso branco. O micélio, sob condições adversas, transforma-se em uma massa negra, escleródio, que cai ao chão para perdurar na área até as condições climáticas e o próximo hospedeiro estarem presentes na área (KIMATI et al., 1997).

Uma das formas de controle estão relacionadas a métodos culturais, tais como rotação de culturas com monocotiledôneas, utilização de plantas de cobertura não hospedeira, controle adequado de plantas daninhas, já que muitas delas podem ser hospedeira do fungo (KIMATI et al., 1997) O controle químico também é recomendado preventivamente e também no momento em que já houve infecção. O mais recomendado é que se tenha uma rotação de modos de ação dos fungicidas para que não haja uma pressão de seleção de resistentes aos produtos presentes no mercado (MEYER, 2018).

Apesar do controle disponível aos produtores serem eficientes, o custo muitas vezes torna-se elevado e algumas ações são impossibilitadas pelas condições presentes na área. Para trazer uma redução de custos e melhorar o controle do mofo branco, é necessário desenvolver de genótipos resistentes. Porém, não há relatos de cultivares de soja resistentes a *S. sclerotiorum* e o que se tem hoje são algumas diferenças de suscetibilidade entre as cultivares (GARCIA et al., 2012).

Para a avaliação da resistência de cultivares de soja ao mofo branco, é necessário ter métodos de inoculação do fungo que sejam eficientes e que representem as situações de cultivo em campo.

### **2.3 Métodos de inoculação**

Diversas cultivares de soja já foram expostas à inoculação com isolados de *S. sclerotiorum* para avaliação da resistência sob condições de campo, casa-de-vegetação e laboratório, sendo observada a suscetibilidade ou resistência (BOLAND; HALL, 1987;

WEGULO et al., 1998). As metodologias mais empregadas são inoculação com e sem fermento nas hastes e inoculação em folhas destacadas (JULIATTI et al., 2014).

O método folha destacada consiste na coleta dos trifólios das plantas em estágio V2, momento em que se coleta o primeiro trifólio totalmente expandido e o mesmo é levado para laboratório. Em laboratório realiza-se a montagem do experimento, onde são colocados em caixas gerbox contendo folha papel toalha umedecida em água destilada estéril. O trifólio deve ser borrifado com água antes de ser realizada a inoculação. Após isso recebe um disco de micélio de 6 mm, com o isolado com 5 dias de vida. As placas de Petri contendo os isolados são incubadas a  $22 \pm 3^{\circ}\text{C}$  e fotoperíodo de 12 horas para germinação miceliogênica até a formação de escleródios. A obtenção de discos de micélio para os ensaios será sempre proveniente de escleródios. Com a inoculação realizada, as caixas gerbox são incubadas à temperatura de  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$  e com fotoperíodo de 12 horas durante 72 horas (BOLAND; HALL, 1987).

Findadas 72 horas após a inoculação, os trifólios são avaliados conforme escala diagramática desenvolvida por Garcia (2008). A classificação vai de 0 - imune (ausência da doença); 1- resistentes (0 a 11%); 2 - moderadamente resistentes (12 a 24%); 3 - moderadamente suscetíveis (25 a 50%); 4 -suscetíveis ( $S > 50\%$ ).

Existem outras metodologias artificiais de avaliação por método direto. O *straw test*, ou teste do canudo, é o método mais simples de avaliação de resistência fisiológica dentro do tecido do caule e eficiente para auxiliar na identificação, na caracterização e na seleção de genótipos resistentes ao mofo branco, sendo o mais utilizado nos programas de melhoramento (SINGH; TERÁN 2008).

Para o método *straw test* as plantas são inoculadas com a remoção do ápice do caule principal da planta e é colocado uma ponteira de micropipeta contendo um disco de micélio. As avaliações são realizadas através da medida de uma régua graduada em comparação ao comprimento total do caule da planta ou através de escala de notas. A escala de notas conforme a seguinte: 1 – plantas sem lesão; 2 - lesão pouco abaixo da ponteira; 3 - lesão além da ponteira, mas não se prolonga para o primeiro nó; 4 - lesão que se estende para o primeiro nó a partir da ponteira; 5 – lesão entre o primeiro e segundo nó a partir da ponteira; 6 - lesão no segundo nó a partir da ponteira; 7 - lesão entre o segundo e o terceiro nó a partir da ponteira; 8 - lesão no terceiro nó a partir da ponteira; e 9 - lesão além do terceiro nó a partir da ponteira (AUCLAIR et al., 2004).

### 3- Materiais e métodos

#### Local dos estudos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Resistência de Plantas a Doenças e casa de vegetação do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no Estado de Minas Gerais, Brasil.

#### Tratamentos genéticos

Foram utilizadas 20 cultivares do Banco de Germoplasma de Soja da UFLA, previamente classificadas como resistentes e suscetíveis de acordo com Garcia e Juliatti (2012). Foram utilizadas dez cultivares com maior nível de resistência e dez suscetíveis (Tabela 1).

As plantas foram cultivadas, em casa de vegetação, em vasos contendo solo misturado com substrato, na proporção de 2:1 (duas partes de substrato para uma parte de material contendo argila e areia).

Tabela 1- Cultivares de soja com maior nível de resistência e suscetíveis a *S. sclerotiorum*

	Cultivares <sup>1</sup>	Origem		Cultivares <sup>2</sup>	Origem
1	Emgopa 316	Emater-GO	11	7166RSF IPRO	GDM
2	Emgopa 315	Agência Rural	12	BRS 213	Embrapa
3	BRS Milena	Embrapa	13	NS 7338 IPRO	Nidera
4	BRSMG 790A	Embrapa	14	BRSMG Garantia	Embrapa
5	BRSMG 850GRR	Embrapa	15	MG/BR 46 (Conquista)	Embrapa
6	BRS Baliza RR	Embrapa	16	BRS Silvânia RR	Embrapa
7	BRS Favorita RR	Embrapa	17	M-SOY 8001	D&PL Brasil
8	BRSGO Luziânia	Embrapa	18	M-SOY 6101	D&PL Brasil
9	M-SOY 8000RR	D&PL Brasil	19	M-SOY 8329	D&PL Brasil
10	BRSMG 68 (Vencedora)	Embrapa	20	TMG123RR	TMG

<sup>1</sup> Cultivares resistentes (1 a 10); <sup>2</sup> Cultivares suscetíveis (11 a 20).

#### Delineamento experimental

Quatro experimentos foram realizados (um para cada método proposto de inoculação e avaliação) com 20 cultivares de soja cultivados em casa de vegetação. Os experimentos foram conduzidos no delineamento inteiramente casualizados com cinco repetições para o método *straw test* e três repetições para o método folha destacada.

#### Isolado

O isolado de *S. sclerotiorum* utilizado foi o UFLA 24, para os quatro experimentos, proveniente da micoteca do Laboratório de Resistência de Plantas a Doenças. Para obtenção do micélio, primeiramente, os escleródios foram previamente desinfestados em álcool 50% e

hipoclorito de sódio a 0,5% diluída em água destilada estéril, nos tempos de 30 e 60 segundos, respectivamente. Posteriormente, os escleródios foram enxaguados em água destilada estéril e transferidos para placas de Petri contendo meio BDA. As placas de Petri foram incubadas a  $22 \pm 3^\circ\text{C}$  e fotoperíodo de 12 horas para germinação miceliogênica até a formação de escleródios. Para a inoculação, foram utilizados discos de BDA com aproximadamente 6 mm de diâmetro, contendo micélios do fungo com cinco dias de idade.

### **Método *straw test***

Para este método foram conduzidos três experimentos com inoculações em diferentes estádios fenológicos e estratégias de avaliação. O primeiro, inoculado em V3 (segundo trifólio totalmente expandido) e avaliado três dias após a inoculação por meio da proporção do comprimento da lesão no caule em comparação com o comprimento total do caule (aferido com régua graduada). O segundo, inoculado em R1 (início do florescimento) e avaliado sete dias após a inoculação, da mesma forma que o primeiro experimento. O terceiro, inoculado em R1 (início do florescimento) e avaliado sete dias após a inoculação, por meio de uma escala de notas: 1 – plantas sem lesão; 2 - lesão pouco abaixo da ponteira; 3 - lesão além da ponteira, mas não se prolonga para o primeiro nó; 4 - lesão que se estende para o primeiro nó a partir da ponteira; 5 – lesão entre o primeiro e segundo nó a partir da ponteira; 6 - lesão no segundo nó a partir da ponteira; 7 - lesão entre o segundo e o terceiro nó a partir da ponteira; 8 - lesão no terceiro nó a partir da ponteira; e 9 - lesão além do terceiro nó a partir da ponteira (AUCLAIR et al., 2004).

Foram inoculadas cinco plantas de cada cultivar até o estágio fenológico adequado a cada experimento. O ápice do caule principal da planta foi removido e um disco de micélio foi colocado no lugar com o auxílio de uma ponteira de micropipeta. As plantas inoculadas foram mantidas em casa de vegetação até o momento das avaliações.

### **Método da folha destacada**

O quarto experimento foi conduzido a partir dos trifólios das plantas em estágio V2 (primeiro trifólio totalmente expandido). Estes foram coletados e levados ao laboratório para montagem do ensaio. O trifólio foi colocado em caixas de gerbox contendo folha de papel toalha umedecidas em água destilada estéril. Antes da inoculação, o trifólio foi borrifado com água e a seguir recebeu um disco de micélio de 6 mm, com cinco dias de idade. As caixas gerbox contendo os trifólios foram incubadas à temperatura de  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  e fotoperíodo de 12 horas, durante 72 horas.



As avaliações foram realizadas 72 horas após a inoculação, com base em escala diagramática adaptada à elaborada por Garcia (2008). As cultivares foram classificadas em 1 - imune (ausência da doença); 2- resistentes (0 a 11%); 3 - moderadamente resistentes (12 a 24%); 4 - moderadamente suscetíveis (25 a 50%); 5 - suscetíveis ( $S > 50\%$ ).

### **Análise estatística**

A partir das análises de variância foi realizado o teste de Scott-Knott para fazer comparações das médias para a resposta das cultivares de soja nos quatro experimentos utilizando o software R. Para permitir uma comparação entre os resultados obtidos nos diferentes experimentos, foram adotadas duas abordagens. Primeiro foi calculado um índice de coincidência, proposto por Hamblin e Zimmermann (1986), com intensidade de seleção de 25%, para testar a coincidência das cultivares resistentes comparando-se os quatro experimentos, seguindo a equação:

$$IC = \frac{A - C}{M - C} \times 100$$

Em que:

A: número de cultivares superiores selecionadas, comuns aos diferentes experimentos;

C: número de cultivares coincidentes devido ao acaso;

M: número total de progênies selecionadas.

Segundo foi realizado um ranqueamento das cultivares de acordo com a reação ao patógeno em cada experimento. A partir deste, foi estimada a correlação de Spearman para medir a correspondência com que os diferentes experimentos classificaram as cultivares. Por fim, as cultivares foram classificadas de acordo com o ranking médio nos quatro experimentos.

## **4- Resultados**

As cultivares apresentaram diferentes respostas quando expostas aos diferentes métodos de inoculação e avaliações (Tabela 2), demonstrando que todos foram eficientes, direta ou indiretamente, em diferenciar as cultivares de soja em termos de suscetibilidade a *S. sclerotiorum*.

A respeito do experimento com folhas destacadas algumas cultivares foram extremamente suscetíveis, como BRS FAVORITA RR, BRS SILVÂNIA RR e TMG123RR, enquanto outros mostraram certo grau de resistência (EMGOPA 315, MG/BR 46 (CONQUISTA) e BRS MILENA). Para essas mesmas cultivares, não foi possível encontrar o mesmo padrão de resistência em relação aos demais experimentos (Tabela 2).

Tabela 2 - Resultados das inoculações de cultivares de soja quanto à reação *S. sclerotiorum*. Inoculação em V3 e avaliação pelo comprimento da lesão (V3CL); inoculação em R1 e avaliação pelo comprimento da lesão (R1CL); inoculação em R1 avaliação por meio de escala de notas (R1EN); folha destacada (FD).

Cultivares	Métodos avaliados (dados originais coletados)			
	V3CL <sup>1*</sup>	R1C <sup>1*</sup>	R1E <sup>2*</sup>	FD <sup>2*</sup>
Emgopa 316	31.06 b	9.21 a	1.4 a	2.33 b
Emgopa 315	10.71 a	7.20 a	1.0 a	1.67 a
BRS Milena	11.87 a	11.12 a	1.4 a	1.67 a
BRSMG 790A	13.47 a	6.96 a	1.8 a	2.67 b
BRSMG 850GRR	17.47 a	20.55 b	2.6 b	3.00 b
BRS Baliza RR	22.06 b	27.28 b	3.2 b	2.67 b
BRS Favorita RR	14.48 a	17.94 b	1.8 a	5.67 d
BRSGO Luziânia	12.01 a	21.33 b	1.8 a	3.67 c
M-SOY 8000RR	32.65 b	14.56 b	1.4 a	5.67 d
BRSMG 68 (Vencedora)	23.84 b	15.47 b	2.2 a	3.00 b
7166RSF IPRO	13.89 a	15.87 b	2.0 a	4.67 c
BRS 213	12.96 a	8.10 a	1.8 a	5.67 d
NS 7338 IPRO	20.38 b	14.30 b	2.2 a	4.33 c
BRSMG Garantia	24.64 b	3.16 a	1.6 a	2.67 b
MG/BR 46 (Conquista)	25.14 b	4.14 a	1.6 a	1.33 a
BRS Silvânia RR	20.64 b	9.90 a	2.0 a	5.67 d
M-SOY 8001	21.39 b	15.86 b	2.8 b	5.67 d
M-SOY 6101	24.75 b	13.93 b	2.2 a	3.67 c
M-SOY 8329	18.46 a	10.09 a	1.8 a	2.33 b
TMG123RR	21.22 b	26.68 b	3.0 b	5.67 d
MÉDIA	19.65	13.68	1.98	3.68

1 - Dados analisados por meio do comprimento da lesão (%); 2 - Dados analisados por meio de escala de notas; \* Médias seguidas de mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O posto de cada cultivar variou de acordo com cada experimento (Tabela 3). Esse ranking permitiu ainda inferir sobre a consistência da reação das diferentes cultivares frente aos experimentos. Para a cultivar EMGOPA 315, foi possível observar um maior padrão na resposta aos diferentes experimentos. Esta cultivar foi classificada como a mais resistente por dois experimentos: inoculação em V3 (V3CL) e inoculação em R1, avaliação por escala de notas (R1EN). Este resultado indica ainda, que para a mesma cultivar, tanto inocular em estágio V3 como em R1 confere a mesma reação ao patógeno. Em relação às médias para os quatro experimentos, a cultivar EMGOPA 315 foi classificada como mais resistente ao passo que a cultivar TGM123RR foi a mais suscetível (Tabela 3).

Tabela 3 – Ranking na classificação das cultivares de acordo com os métodos de *straw test* (inoculação em V3 e avaliação por comprimento da lesão – V3CL; inoculação em R1 e avaliação por comprimento da lesão – R1CL; inoculação em R1 e avaliação por escala de notas - R1EN) e folha destacada (FD). Posições variam de um (mais resistente) até 20 (mais suscetível).

CULTIVARES	V3CL	R1CL	R1EN	FD	POSTO MÉDIO
Empopa 315	1	4	1	2	2
BRS Milena	2	9	3	3	4
BRSMG 790A	5	3	7	6	5
MG/BR 46 (Conquista)	18	2	6	1	7
BRSMG Garantia	16	1	5	8	8
Emgopa 316	19	6	2	4	8
M-SOY 8329	9	8	11	5	8
BRS 213	4	5	10	17	9
BRSGO Luziânia	3	18	9	11	10
BRS Favorita RR	7	16	8	15	12
7166RSF IPRO	6	15	12	14	12
NS 7338 IPRO	10	11	15	13	12
BRS Silvânia RR	11	7	13	18	12
850 GRR	8	17	17	9	13
M-SOY 8000RR	20	12	4	16	13
BRSMG 68 (Vencedora)	15	13	14	10	13
M-SOY 6101	17	10	16	12	14
BRS Baliza RR	14	20	20	7	15
M-SOY 8001	13	14	18	19	16
TMG123RR	12	19	19	20	18

A partir do ranqueamento das cultivares foram obtidas as correlações de Spearman para medir a correspondência entre os resultados. Foi observada correlação mediana e significativa entre o método da folha destacada com o método do *straw test* em R1, independente da estratégia de avaliação (comprimento da lesão ou escala de notas) e também entre os experimentos inoculados em R1. Entre os demais experimentos, nenhuma correlação foi observada, confirmando que estes variaram bastante na severidade dos sintomas causados pelo patógeno às cultivares (Tabela 4).

O índice de coincidência foi calculado para determinar a porcentagem de cultivares que seriam selecionadas como resistentes, comparando cada experimento, dois a dois. A coincidência entre os experimentos foi mediana, o que corrobora as estimativas das correlações. O índice de coincidência indica ainda que, quando é adotado o comprimento da lesão como estratégia de avaliação, tanto inocular em estágio V3 como em R1 confere a mesma reação ao patógeno, no caso das cultivares consideradas resistentes.

Tabela 4 - Coeficiente de correlação de Spearman para a classificação das cultivares obtidos de acordo com cada experimento. *Straw test* (inoculação em V3 e avaliação por comprimento da lesão – V3CL; inoculação em R1 e avaliação por comprimento da lesão – R1CL; inoculação em R1 e avaliação por escala de notas - R1EN) e folha destacada (FD) – Valores acima da diagonal principal. Índice de coincidência (%) entre experimentos para classificação das cultivares resistentes – Valores abaixo da diagonal principal.

	FD	V3CL	R1CL	R1EN
FD	-	0.07 <sup>NS</sup>	0.46*	0.53**
V3CL	40	-	-0.05 <sup>NS</sup>	0.13 <sup>NS</sup>
R1CL	40	60	-	0.65**
R1EN	60	40	40	-

\*significativo a 5%; \*\* significativo a 1%, <sup>NS</sup> não significativo.

## 5- Discussão

Para contornar a resistência conferida pelos mecanismos de escape das plantas de soja à *S. sclerotiorum*, pesquisadores tem submetido os genótipos a métodos de inoculação que evitam a seleção de plantas que tenham exclusivamente a habilidade de escapar a pressão do patógeno (ARAHANA et al. 2001; GUO et al. 2008; VUONG et al. 2008). No entanto, apenas poucas linhagens parcialmente resistentes foram identificadas. Esses métodos de inoculação que utilizam disco de micélio incluem: corte no caule (VUONG et al. 2004, 2008), folha destacada (ARFAOUI et al. 2016, 2018; GODOY et al.2017; HULLER et al. 2016), e *straw test* (CASTRO et al. 2016; MCCAGHEY et al. 2017 e WILLBUR et al. 2017).

Apesar do grande número de trabalhos que tratam das técnicas de inoculação em soja, poucos (WEGULO et al. 1998; HULLER et al. 2016) tem se dedicado à comparação entre esses métodos para esclarecer alguns pontos: qual estágio ideal para inoculação e qual método seria capaz de melhor discriminar a reação das plantas ao patógeno.

Os resultados deste estudo sugerem que todos os métodos são capazes de promover a reação das cultivares de soja à *S. sclerotiorum*. No entanto, mesmo quando se compara dois métodos iguais de inoculação e avaliação (inoculação por meio do *straw test* e avaliação por meio do comprimento da lesão), porém em estádios fenológicos diferentes, as respostas das cultivares ao patógeno variaram bastante. Ao comparar apenas a média geral do comprimento da lesão para esses dois experimentos, a inoculação em V3 provocou mais sintomas. Isto pode acontecer devido às defesas das plantas ainda não estarem completamente desenvolvidas nesse

estádio, como: espessura das membranas de plantas, ceras, distância de translocação e velocidade de translocação do xilema (AUGUSTO E BRENNEMAN, 2012).

Em condições de campo, a colonização das plantas pelo micélio do fungo ocorre no início do florescimento. Dessa maneira, a planta se torna mais suscetível com o início do estágio R1, pois são nas flores que os ascósporos de *S. sclerotiorum* encontram fonte exógena de energia para germinar. Também nesta fase o microclima é mais favorável ao patógeno, devido ao maior índice de área foliar na fase pós-florescimento. Além disso, a maior cobertura foliar durante o fechamento da cultura permite que plantas doentes entrem em contato com plantas saudas, o que aumenta os focos da doença e/ou a sua disseminação radial. (GARCIA e JULIATTI, 2012). Alguns estudos apontam esse estágio como o mais indicado para inoculações em ambientes controlados por reproduzir as condições naturais de infecção (PELTIER et al., 2009; JULIATTI et al. 2013; HUZAR-NOVAKOWISKI e DORRANCE, 2018).

As razões para as flutuações na classificação das cultivares entre diferentes métodos de inoculação e avaliação para a resistência à *S. sclerotiorum* em ambiente controlado podem ser devidos, em parte, às diferenças no repertório de defesa entre as cultivares. Algumas cultivares podem variar nas estratégias de defesa, dependendo das condições ou o método avaliação empregado (WEGULO et al.1998). Dessa maneira apenas a cultivar EMGOPA 315 foi mais consistente, em relação a um padrão de resistência, frente aos diferentes experimentos. Esta cultivar já foi submetida a diferentes avaliações em outras oportunidades. Garcia e Juliatti (2012) identificaram a cultivar EMGOPA 315 como um padrão de resistência quando submetida a diferentes métodos de inoculação, estádios fenológicos e tempo de exposição do inóculo na planta. Para Garcia e colaboradores (2015), a mesma cultivar foi classificada como moderadamente resistente em inoculação com o método do *straw test* e também pelo disco de micélio fixado no folíolo.

Os resultados da correlação de Spearman indicam, mais uma vez, a grande variação existente entre os diferentes experimentos. Mesmo assim, o mais indicado é que sejam empregados múltiplos métodos de inoculação e avaliação para capturar com sucesso os mecanismos de resistência dos genótipos de soja em programas de melhoramento (HUZAR-NOVAKOWISKI e DORRANCE, 2018).

Este trabalho demonstra que obter resistência à podridão branca da haste não é tarefa fácil, muito devido à natureza quantitativa da doença. Dessa maneira, uma abordagem holística deve ser empregada para seleção de genótipos de soja, que contemple em conjunto, vários métodos de avaliações em condições controladas e também à campo.

## **6- Conclusão**

Existe grande variação entre os métodos e épocas de inoculação visando à avaliação de cultivares de soja quanto à resistência a *Sclerotinia sclerotiorum*. Mesmo assim, o mais indicado é que sejam empregados múltiplos métodos de inoculação e avaliação para capturar com sucesso os mecanismos de resistência dos genótipos de soja em programas de melhoramento.

Assim, uma abordagem holística deve ser empregada para seleção de genótipos de soja, que contemple em conjunto, vários métodos de avaliações em condições controladas também à campo.

## 7- Referências bibliográficas

ALLARD, R. W; (1960) Principles of plant breeding. John Wiley and Sons, New York.

ALMEIDA, L. A. et al. Melhoramento da soja para regiões de baixa latitude. In: Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. Brasília: EMBRAPA, 1999, cap. 5, p. 73-88.

APROSOJA BRASIL. A história da soja. Disponível em: <http://aprosojabrasil.com.br/2014/sobre-a-soja/a-história-da-soja/>. Acesso em 29/01/2019.

ARAHANA, V. S.; GRAEF, G. L.; SPECHT, J. E.; STEADMAN, J. R.; ESKRIDGE, K. M. Identification of QTLs for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean. *Crop Science*. v.41. p. 180-188. 2001.

ARFAOUI, Arbia et al. Pre-treatment with calcium enhanced defense-related genes' expression in the soybean's isoflavones pathway in response to *Sclerotinia sclerotiorum*. *Physiological and molecular plant pathology*, v. 93, p. 12-21, 2016.

ARFAOUI, Arbia; EL HADRAMI, Abdelbasset; DAAYF, Fouad. Pre-treatment of soybean plants with calcium stimulates ROS responses and mitigates infection by *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 122, p. 121-128, 2018.

AUCLAIR, J. et al. Genetic interactions between *Glycine max* and *Sclerotinia sclerotiorum* using a straw inoculation method. *Plant disease*, v. 88, n. 8, p. 891-895, 2004.

AUGUSTO, J.; BRENNEMAN, T. B. Assessing systemicity of peanut fungicides through bioassay of plant tissues with *Sclerotium rolfsii*. *Plant disease*, v. 96, n. 3, p. 330-337, 2012.

BEN-YEPHET, Y.; BITTON, S. Use of a selective medium to study the dispersal of ascospores of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Phytoparasitica*, v.13, n.1, p.33-40, 1985.

BOLAND, G. J.; HALL, R. Evaluating soybean cultivars for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* under field conditions. *Plant disease (USA)*, 1987.

BOLTON, M.D.; THOMMA, B.P.H.J.; NELSON, B.D. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. *Molecular Plant Pathology*, v.11, p.1-16, 2006.

BOTELHO, L.S. et al. Performance of common bean seeds infected by the fungus *Sclerotinia sclerotiorum*. *Journal of Seed Science*, v.35, n.2, p.153-160, 2013.

CAPELLARI JR., L.; RODRIGUES, R. R.; SOUZA, V. C. Apostila de Botânica Sistemática. Piracicaba, Departamento de Botânica, ESALQ/USP, '95p. 1999.

CASTRO, L. H. S. et al. Resistance of soybean genotypes to *Sclerotinia sclerotiorum* isolates in different incubation environments. *Genet Mol Res*, v. 15, n. 4, 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safra grãos 2018/2019**. Brasília, 2019. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 29/01/2019.

CHEN, Y.; WANG, D. Two convenient methods to evaluate soybean for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant Disease*, v.89, p.1268-1272, 2005.

EMBRAPA. História da soja. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>>. Acesso em: 29/01/2019.

FREITAS, R. E; MENDONÇA, M. A. A.; e LOPES, G. O. Expansão de área agrícola nas mesorregiões brasileiras. *Revista de Política Agrícola*, ano XX, p. 100-116, jan./mar. 2011.

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

GARCIA, R.A.; JULIATTI, F.C. Reação de genótipos de soja ao mofo branco causado por *Sclerotinia sclerotiorum*. *Tropical Plant Pathology* 33: 213 2008.

GARCIA, Riccely Ávila et al. Métodos de inoculação de *Sclerotinia sclerotiorum* para triagem de cultivares de soja resistentes ao mofo branco. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 50, n. 8, p. 726-729, 2015.

Godoy, C.V.; Koga, L.J.; Oliveira, M.C.N.; Hill, C.B.; Hartman, G.L. Mycelial growth, pathogenicity, aggressiveness and apothecial development of *Sclerotinia sclerotiorum* isolates from Brazil and the United States in contrasting temperature regimes. *Summa Phytopathologica*, v.43, n.4, p.263-268, 2017.

GRAU, C.R.; HARTMAN, G.L. *Sclerotinia* stem rot. In: HARTMAN, G. L.; RUPE, J. C.; SIKORA, E. J.; DOMIER, L. L.; DAVIS, J. A.; STEFFEY, K. L. *Compendium of soybean diseases and pests*. 5. ed. St. Paul, MN: American Phytopathological Society, 2015. p. 59-62



GUO, Xiaomei et al. Genetic mapping of QTLs underlying partial resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean PI 391589A and PI 391589B. *Crop Science*, v. 48, n. 3, p. 1129-1139, 2008.

HAMBILN, J.; ZIMMERMANN, M. J. de O. Breeding common bean for yield mixtures. *Plant Breeding Reviews*, Westport, v. 4, p. 245-272, 1986.

HULLER, G. de C. et al. Different methods of assessing susceptibility of soybean genotypes to white mold= Diferentes métodos de avaliação da suscetibilidade de genótipos de soja ao mofo branco. *Bioscience Journal*, v. 32, n. 2, 2016.

HUZAR-NOVAKOWISKI, Jaqueline; DORRANCE, Anne E. Ascospore Inoculum Density and Characterization of Components of Partial Resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in Soybean. *Plant Disease*, p. PDIS-11-17-1786-RE, 2018.

GARCIA, Riccely A.; JULIATTI, Fernando C.. Avaliação da resistência da soja a *Sclerotinia sclerotiorum* em diferentes estádios fenológicos e períodos de exposição ao inóculo. *Trop. plant pathol.*, Brasília, v. 37, n. 3, p. 196-203, 2012.

JULIATTI, Fernando Cezar; SAGATA, Erika; JULIATTI, Breno Cezar Marinho. Ranqueamento de genótipos de soja com resistência parcial por diferentes métodos de inoculação de *Sclerotinia Sclerotiorum* submetidos à análise de correlação. *Bioscience Journal*, v. 29, n. 3, 2013.

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

KIM, H.S.; DIERS, B.W. Inheritance of partial resistance to sclerotinia stem rot in soybean. *Crop Science* 40, 55–61, 2000.

KIMATI, H, et al. *Manual de Fitopatologia: Doenças Cultivadas*. 4. Ed. São Paulo: Ed. Agronômica CERES, 1997.

KULL, Linda S. et al. Evaluation of resistance screening methods for *Sclerotinia* stem rot of soybean and dry bean. *Plant Disease*, v. 87, n. 12, p. 1471-1476, 2003.

- MCCAGHEY, Megan et al. Development and evaluation of glycine max germplasm lines with quantitative resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. *Frontiers in plant science*, v. 8, p. 1495, 2017.
- MEDINA, J.C. Introdução e Evolução da Soja no Brasil: Primeiras Notícias da Soja no Brasil. In. Miyasaka, S.; Medina, J.C. (eds.). *A Soja no Brasil*. Campinas: ITAL, 1981. p. 17-24.
- MEYER, M.C. et al. Eficiência de fungicidas para controle de mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em soja, na safra 2015/2016: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 5 p, (Embrapa Soja. Circular Técnica, 140), 2016.
- MEYER, M.C. et al. Eficiência de fungicidas para controle de mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em soja, na safra 2017/2018: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 5 p, (Embrapa Soja. Circular Técnica, 122), 2018.
- MIKLAS, Phillip N. et al. Characterization of white mold disease avoidance in common bean. *European journal of plant pathology*, v. 135, n. 3, p. 525-543, 2013.
- MUELLER, D. S. et al. Application of thiophanate-methyl at different host growth stages for management of *Sclerotinia* stem rot in soybean. *Crop Protection*, v. 23, n. 10, p. 983-988, 2004.
- PELTIER, A. J.; BRADLEY, C. A.; CHILVERS, M. I.; MALVICK, D. K.; MUELLER, D. S.; WISE, K. A.; ESKER, P. D. Biology, yield loss and control of *Sclerotinia* stem rot of soybean. *Journal of Integrated Pest Management*, v. 3, n. 2, p. 1-7, 2012.
- PELTIER, A. J.; HATFIELD, R. D.; GRAU, C. R. Soybean stem lignin concentration relates to resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant Disease*, v. 93, n. 2, p. 149-154, 2009.
- PROJETO SOJA BRASIL. SE, AL e BA; seria essa a nova fronteira agrícola para a soja? 2017. Disponível em: <http://www.projetosojabrasil.com.br/nova-fronteira-agricola-para-a-soja/>. Acesso em 29/01/2019.
- SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S.; GOMES, J. L.; (1985) *Cultura da Soja*, parte 1. Minas Gerais: UFV . 96p.
- SILVA, L.H.C.P.; CAMPOS, H.D.; SILVA, J.R.C. Manejo do mofo-branco da soja. In: *MANEJO fitossanitário de cultivos agroenergéticos*. Lavras: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2009. p.205-214.

SINCLAIR, J. B.; BACKMAN, P. A. 1989. Compendium of Soybean Diseases. Third Edition. APS Press. Minnesota, USA.

SINGH, Shree P. et al. White Mold-Resistant, Interspecific Common Bean Breeding Line VRW 32 Derived from. *Journal of Plant Registrations*, v. 7, n. 1, p. 95-99, 2013.

SINGH, Shree P.; TERÁN, Henry. Evolution of screening methods for detection of physiological resistance to white mold in common bean. *ANNUAL REPORT-BEAN IMPROVEMENT COOPERATIVE*, v. 51, p. 40, 2008.

SOUZA, A. P. *Biologia Molecular Aplicada ao Melhoramento*. In: Recursos Genéticos e Melhoramento - Plantas. Luciano L Nass; Afonso C C Valois; Itamar S de Melo; Maria Clélia Valadares-Ingliš. (Org.) 1 ed. Rondonópolis, 2001, v. 1, p. 939-966.

STEADMAN, J.R.; BOLAND, G. White mold. In: H.F. Schwartz, J.R. Steadman, R. Hall, and R.L. Forster, editors, *Compendium of bean diseases*. 2nd ed. Am. Phytopath. Soc., St. Paul, MN. p. 44-46, 2005.

SCHWARTZ, Howard F.; SINGH, Shree P. Breeding common bean for resistance to white mold: A review. *Crop Science*, v. 53, n. 5, p. 1832-1844, 2013.

VUONG, T. D., Hoffman, D. D., Diers, B. W., Miller, J. F., Steadman, J. R., and Hartman, G. L. Evaluation of soybean, dry bean, and sunflower for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. *Crop Sci.* 44:777-783, 2004

VUONG, T. D.; DIERS, B. W.; HARTMAN, G. L. Identification of QTL for resistance to *Sclerotinia stem rot* in soybean plant introduction 194639. *Crop science*, v. 48, n. 6, p. 2209-2214, 2008.

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

YORINORI, J. T. et. al., Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. *Plant Disease*, v. 89, n. 6, p. 675-677, 2005.