



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

FERNANDO LUIZ BUSS TUPICH

**INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS SOBRE O MOFO
BRANCO (*Sclerotinia sclerotiorum* Lib. de Bary) DA SOJA:
UM ESTUDO OBSERVACIONAL**

Londrina
2019

FERNANDO LUIZ BUSS TUPICH

**INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS SOBRE O MOFO
BRANCO (*Sclerotinia sclerotiorum* Lib. de Bary) DA SOJA:
UM ESTUDO OBSERVACIONAL**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa
de pós-graduação em Agronomia da
Universidade Estadual de Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Giovanetti Canteri

Londrina
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Tupich, Fernando Luiz Buss.

Influência de fatores ambientais sobre o mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum* Lib. de Bary) da soja : um estudo observacional / Fernando Luiz Buss Tupich. - Londrina, 2019. 44 f. : il.

Orientador: Marcelo Giovanetti Canteri.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2019.

Inclui bibliografia.

1. Soja - Doenças e pragas - Tese. 2. *Sclerotinia sclerotiorum* - Tese. 3. Epidemiologia - Tese. I. Canteri, Marcelo Giovanetti. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

FERNANDO LUIZ BUSS TUPICH

INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS SOBRE O MOFO BRANCO
(*Sclerotinia sclerotiorum* Lib. de Bary) DA SOJA:
UM ESTUDO OBSERVACIONAL

Tese de Doutorado apresentada ao departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Giovanetti Canteri
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Dr. Maurício Conrado Meyer
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -
EMBRAPA

Prof. Dr. Ciro Hideki Sumida
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profa. Dra. Maria Isabel Balbi-Peña
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profa. Dra. Inês Cristina de Batista Fonseca
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 15 de março de 2019.

Dedico este trabalho para Tracy, Isabella e Luíza....

“Explorar é realmente a essência do espírito humano.”

(Frank Borman)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda minha família pelo constante apoio e motivação durante este período de forte dedicação ao crescimento como pesquisador.

À Universidade Estadual de Londrina – UEL e seu programa de Pós-graduação em Agronomia, por proporcionar o curso e seus professores pela constante ajuda ao nosso desenvolvimento.

Agradeço ao meu orientador, Dr. Marcelo Canteri, pela orientação, paciência e dedicação durante este período.

Agradeço a Professora Inês Fonseca pela orientação na execução da tese, sendo fundamental para a finalização da mesma.

Agradeço à Fundação ABC, particularmente aos senhores Luís Henrique Penckoski e Rodrigo Yoiti Tsukahara pela proatividade na realização deste trabalho.

TUPICH, Fernando Luiz Buss. **Influência de fatores ambientais sobre o mofo branco (*sclerotinia sclerotiorum* lib. de bary) da soja**: um estudo observacional. 2019. 44 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

RESUMO

O mofo branco incide nos cultivos de soja causando danos diretos em produtividade, ataca toda parte aérea da planta, podendo causar a morte da mesma. Em virtude de condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da doença, sua incidência e severidade podem atingir diferentes níveis em seu hospedeiro. Estudos comprovam a influência de fatores ambientais sobre o desenvolvimento da doença, porém estes se restringem a estudos locais ou em laboratório, necessitando de análise mais abrangente para a estimativa do desenvolvimento da doença em diferentes condições ambientais. Para compreensão de estudos em diferentes condições ambientais há a possibilidade de que delineamentos alternativos possam ser utilizados, como estudos observacionais. Estes consistem no estabelecimento de estudos em que não há o controle do pesquisador sobre causas de variação, diferentemente dos estudos experimentais convencionais. Ainda, uma vez que vários fatores ambientais atuam sobre o desenvolvimento da doença, ferramentas estatísticas multivariadas se fazem úteis para compreensão da relação entre os mesmos e o desenvolvimento da doença. A Análise de Múltiplos Fatores (AMF) é uma ferramenta multivariada que categoriza as variáveis em grupos, auxiliando assim a conclusão sobre que tipo de variável predomina na influência sobre determinado efeito. A AMF estima a proporção em que cada variável é responsável pela variação dos dados, e ainda como as mesmas se correlacionam com o efeito em questão. Assim, o presente estudo objetivou avaliar a interação de fatores ambientais sobre o desenvolvimento de mofo branco na cultura da soja.

Palavras-chave: *Glycine max*. Epidemiologia. Análise de múltiplos fatores. Epidemiologia.

TUPICH, Fernando Luiz Buss. **Influence of environmental factors over soybean white mold (*sclerotinia sclerotiorum* lib. de bary):** an observational study. 2019. 44 p. Thesis (Doctoral Degree in Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

ABSTRACT

White mold affects soybean crop causing direct yield damage by destroying plant canopy, causing plant death. Due to favorable environmental conditions for disease development, its incidence and severity reaches different levels. Studies report the influence of environmental factors over the disease, although, they are restricted at local or laboratory studies, demanding a wider analysis for estimative of the disease development under several environmental conditions. For the understanding of studies under different conditions, there is the possibility of using different experimental designs, as observational studies. Those studies have no influence of the researcher over the variation causes. Also, once that a wide number of factors have influence over the disease, multivariate statistical tools are useful for data interpretation. Multiple Factor Analysis (MFA) is a multivariate tool that categorizes variables on groups, aiding on which kind of variable predominates on influencing the effect. MFA estimates the proportion which each variable is responsible for data variability and how they are correlated with the evaluated effect. So, this study had as objective to evaluate environmental factors interaction over white mold on soybean crop.

Key-words: *Glycine max*. Epidemiology. Multiple factor analysis. Epidemiology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1 –	Disposição dos estudos observacionais conduzidos nas safras 2011/2012 e 2012/2013 nos estados do Paraná e São Paulo frente diferentes altitudes (Fonte: Fundação ABC).....	28
Figura 3.2 –	Análise de Múltiplos Fatores (AMF) em grupos de variáveis relacionadas a fatores meteorológicos, à posição geográfica e a doença causada por <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> na cultura da soja	32
Figura 3.3 –	Contribuição das categorias de agrupamento das variáveis sobre os eixos fatoriais 1 (a) e 2 (b).....	33
Figura 3.4 –	Contribuição das variáveis relacionadas relacionadas a fatores meteorológicos, à posição geográfica e a doença causada por <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> nas safras 2011/2012 e 2012/2013 na cultura da soja sobre a Eixo 1 definida pela Análise de Múltiplos Fatores	34
Figura 3.5 –	Contribuição das variáveis relacionadas relacionadas a fatores meteorológicos, à posição geográfica e a doença causada por <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> na cultura da soja nas safras 2011/2012 e 2012/2013 sobre a Eixo 2 definida pela Análise de Múltiplos Fatores	35
Figura 3.6 –	Correlação das variáveis utilizadas na Análise de Múltiplos Fatores categorizadas quanto a fatores meteorológicos, à posição geográfica e a doença causada por <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> sobre a cultura da soja, nas safras 2011/2012 e 2012/2013	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 –	Categorização das variáveis avaliadas na cultura da soja, nas safras 2011/2012 e 2012/2013, para Análise de Múltiplos Fatores frente a ocorrência de <i>S. sclerotiorum</i> na cultura da soja.....	31
---------------------	---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMF Análise de Múltiplos Fatores

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	CARACTERIZAÇÃO DE <i>SCLEROTINIA SCLEROTIORUM</i>	14
2.1.1	Epidemiologia do Mofo Branco da Soja.....	15
2.1.1.1	Influência de fatores meteorológicos sobre a incidência de mofo branco	15
2.1.1.2	Influência do manejo cultural sobre a incidência de mofo branco	17
2.2	DANOS CAUSADOS POR MOFO BRANCO EM SOJA	20
2.3	DELINEAMENTO DE ESTUDOS OBSERVACIONAIS.....	21
3	ARTIGO: INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS SOBRE O MOFO BRANCO (<i>SCLEROTINIA SCLEROTIORUM</i> LIB. DE BARY) DA SOJA: UM ESTUDO OBSERVACIONAL	23
3.1	INTRODUÇÃO.	25
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.2.1	Estabelecimento do Estudo Observacional.....	28
3.2.2	Definição das Variáveis relacionadas a Doença	29
3.2.3	Definição das Variáveis relacionadas a Fatores Meteorológicos	30
3.2.4	Definição das Variáveis relacionadas a Características Geográficas	30
3.2.5	Análise de Estatística	30
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
3.4	CONCLUSÕES.....	38
	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja figura como principal cultura do Brasil, com produção estimada para safra de 2018/2019 em aproximadamente 120 milhões de toneladas em aproximadamente 36 milhões de hectares (CONAB, 2019).

Diversas enfermidades ocorrem na cultura da soja, causando redução no potencial produtivo da cultura. Ocorrem em torno de 40 doenças na cultura da soja, causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus (GRIGOLLI, 2015).

Presente em aproximadamente 10 milhões de hectares de soja no Brasil, o mofo branco, causado por *Sclerotinia sclerotiorum*, tem apresentado importância crescente no contexto agrícola, pois além de infectar em torno de 711 hospedeiros, produz estruturas de resistência que facilitam sua disseminação e permitem a sobrevivência do patógeno na mesma área (MEYER et al. 2018; FARR; ROSSMAN, 2017; JACCOUD FILHO et al. 2017).

A manifestação da doença inicia-se por pequenas lesões na parte aérea da planta, que se desenvolvem rapidamente apresentando micélio branco cotonoso sobre os tecidos, provocando a morte dos mesmos. Em seguida, ocorre enovelamento micelial e formação dos escleródios (BIANCHINI; MARIGONI; CARNEIRO, 2005; LEITE, 2005; MASSOLA; KRUGNER, 2011; FARR; ROSSMAN, 2013; GRIGOLLI, 2015).

A intensidade com que o mofo branco irá danificar seu hospedeiro e se disseminar varia de acordo com fatores relacionados a condições ambientais, principalmente que estimulem dossel vegetal mais denso, acarretando em microclima favorável ao desenvolvimento das estruturas vegetativas, micélio e escleródios, e reprodutivas, apotécios e ascósporos (BIANCHINI; MARIGONI; CARNEIRO, 2005; LEITE, 2005; MASSOLA; KRUGNER, 2011; FARR; ROSSMAN, 2013; GRIGOLLI, 2015).

Assim como qualquer doença, o mofo branco depende, além da presença do patógeno e do hospedeiro, também de condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da doença, sendo que a intensidade da expressão do mofo branco se dá pela interação dos três fatores (GRIGOLLI, 2015).

Devido proporcionar condições microclimáticas favoráveis (maior umidade e temperatura amena), técnicas de manejo culturais que proporcionem

dossel vegetal mais denso e desenvolvido influenciam o dano que o fungo pode causar na cultura em que incide (BIANCHINI; MARIGONI; CARNEIRO, 2005; LEITE, 2005; MASSOLA; KRUGNER, 2011; FARR; ROSSMAN, 2013; GRIGOLLI, 2015).

A quantificação dos danos causados por *S. sclerotiorum* em soja tem sido amplamente estudada, sendo, normalmente, correlacionados com a incidência do patógeno. A literatura cita danos entre 82 a 335 kg.ha⁻¹ para cada 10% de incidência do fungo sobre a cultura da soja (HOFFMAN et al. 1998; YANG, LUNDEEN e UPHOLF, 1999; DANIELSON, NELSON e HELMS 2004; LEHNER et al. 2017).

Estudos a campo que consideram a interação de fatores meteorológicos, posição geográfica (altitude, latitude e longitude) são escassos na literatura, visto que há dificuldade na coleta de amostras representativas o suficiente para correlacionar tais fatores com incidência e severidade de mofo branco. A dificuldade está na maioria dos estudos em que se avaliam o efeito do ambiente sobre mofo branco serem restritos a determinada região ou conduzidos em laboratório. Assim, somente efeitos individuais de fatores ambientais como temperatura, radiação ou umidade relativa são estudados e não sua interação conjunta sobre o desenvolvimento da doença.

O arranjo de estudos e coleta de dados podem se dar em diferentes maneiras, pode ser de maneira direta, através da coleta de dados experimentais ou através de experimentos observacionais. No primeiro caso há a intervenção do pesquisador em controlar fatores que possam influenciar no resultado, já no caso de estudos observacionais não há intervenção do pesquisador para diminuição da heterogeneidade dos estudos (BASTOS; DUQUIA, 2007).

Os estudos observacionais podem ser analisados da mesma forma que os estudos experimentais, entretanto, não há a comparação de tratamentos e sim de conjuntos de pontos amostrados em uma população. Assim, sua análise pode ser conduzida segmentando-se conjuntos dentro da população do estudo, indivíduos que possuem características semelhantes, o que permite a identificação de causas que levantem hipóteses para o efeito analisado no estudo em questão (COBB, 1998).

Conforme citado anteriormente, fatores ambientais influenciam no desenvolvimento de mofo branco da soja, e como diferentes fatores atuam ao mesmo tempo sobre a doença, o estudo de vários fatores simultaneamente se faz

interessante para a estimativa de incidência e severidade de doença frente aos diferentes fatores.

Ferramentas estatísticas podem ser utilizadas para estimativa do nível de incidência de doença. Quando mais de uma variável correlaciona-se como causa de determinado efeito, a análise multivariada pode ser utilizada. Esta consiste na utilização de qualquer método estatístico que simultaneamente analise múltiplas medidas sobre o objeto de investigação, ou seja, qualquer análise simultânea de duas ou mais variáveis (HAIR, et al. 2005; VICINI, 2005).

Na fitopatologia, aplicações de análises multivariadas são utilizadas em diferentes linhas de pesquisa. Rousseau et al. (2006) estudaram através de técnicas de análise multivariada de análise de componentes principais, a influência de diferentes tipos de manejo da cultura da soja sobre o desenvolvimento de mofo branco na cultura da soja.

Outra forma de utilizar análise multivariada na fitopatologia é através de análise de agrupamentos de modo a identificar genótipos de culturas com diferentes níveis de resistência a patógenos. Koga et al. (2008) estudaram 48 genótipos de soja frente à infecção de *Phakopsora pachyrhizi*, agente causal da ferrugem asiática da soja, selecionando assim genótipos com potencial de desenvolvimento para variedades resistentes à doença.

Quando grupos de fatores podem estar associados a determinado efeito pode-se utilizar a ferramenta multivariada de análise múltiplos fatores (AMF). Extensão da análise de componentes principais, a AMF trabalha com a categorização de grupos de variáveis semelhantes entre si de modo a estimar quais variáveis possuem maior influência sobre determinado efeito objeto do estudo (ESCOFIER; PAGÈS. 1994; PAGÈS, 2004; ABDI, et al. 2013).

O presente estudo tem como objetivo avaliar, através de dados obtidos em estudos observacionais, a influência de variáveis ambientais sobre o desenvolvimento do mofo branco da soja, através de análise de múltiplos fatores.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DE *SCLEROTINIA SCLEROTIORUM*

O fungo *S. sclerotiorum*, agente causal do mofo branco da cultura da soja, infecta aproximadamente 711 espécies de plantas, ocorrendo na maioria dos países com cultivos agrícolas, principalmente em clima temperado e subtropical (BIANCHINI; MARIGONI; CARNEIRO, 2005; FARR; ROSSMAN, 2017).

Pertencente ao Filo Ascomycota, Ordem Helotiales, *S. sclerotiorum* infecta seu hospedeiro via parte aérea da planta, por meio dos ascósporos, e via solo (ABAWI e GROGAN 1979; BIANCHINI, MARIGONI; CARNEIRO, 2005). A infecção ocorre normalmente na junção do ramo com o pecíolo, onde ficam aderidas pétalas e folhas caídas, coincidindo assim, a infecção com o fechamento da cultura e florescimento das plantas (BIANCHINI; MARIGONI; CARNEIRO, 2005; HEGEDUS e RIMMER, 2005; JACCOUD FILHO et al. 2017).

A sintomatologia da doença se dá inicialmente por lesões pequenas e aquosas que aumentam de tamanho rapidamente. As partes infectadas perdem a cor verde, tornando-se posteriormente de cor marrom, produzindo podridão mole nos tecidos (BIANCHINI; MARIGONI; CARNEIRO, 2005; LEITE, 2005; MASSOLA; KRUGNER, 2011; FARR; ROSSMAN, 2013).

Na sequência desenvolve-se micélio branco e cotonoso sobre os tecidos, provocando a morte dos mesmos. Nota-se então a formação de engrossamento micelial, e início da formação de escleródios. Estes são inicialmente brancos, tornando-se negros após sua maturação (ABAWI; GROGAN. 1979; BIANCHINI; MARIGONI; CARNEIRO, 2005; LEITE, 2005; MASSOLA; KRUGNER, 2011; JACCOUD FILHO et al. 2017).

Partes da planta que são infectadas, podem conter externa e internamente os escleródios que, após caírem ao solo, são expostos a variações de temperatura e umidade estimulando a germinação carppogênica. Em geral, quanto maiores os escleródios, maior a porcentagem de germinação e do número de apotécios produzidos, provavelmente devido à maior quantidade de reservas. Estes produzem então os ascósporos, esporos que são liberados no ar e são responsáveis pela infecção das plantas (ABAWI; GROGAN, 1979; BIANCHINI; MARIGONI; CARNEIRO, 2005; LEITE, 2005; MASSOLA; KRUGNER, 2011; JACCOUD FILHO et

al. 2017).

Os ascósporos necessitam de fonte de energia externa para auxiliar na sua infecção. Entretanto, infectam também plantas com injúrias mecânicas ou necroses causadas por outros patógenos, resultando em incidência de doença mesmo antes do florescimento da cultura. A infecção ainda é regulada por outros fatores, como o tipo do inóculo (ascósporo ou micélio), o nível de nutrição do fungo, as propriedades do hospedeiro além das condições ambientais (ABAWI; GROGAN, 1979; KORA et al. 2005; HEGEDUS; RIMMER, 2005; JACCOUD FILHO et al. 2017).

2.1.1 Epidemiologia do Mofo Branco da Soja

A intensidade com que o mofo branco irá danificar seu hospedeiro e se disseminar depende de fatores relacionados a condições ambientais, principalmente que estimulem dossel vegetal mais denso, acarretando em microclima favorável ao desenvolvimento das estruturas vegetativas, micélio e escleródio, e reprodutivas, apotécios e ascósporos (STEADMAN, 1983; BOLAND; HALL, 1988; KURLE et al. 2001; BIANCHINI; MARIGONI; CARNEIRO, 2005; LEITE, 2005; MUELLER et al. 2004).

2.1.1.1 Influência de fatores meteorológicos sobre a incidência de mofo branco

A temperatura influencia a emissão de apotécios (germinação carpogênica), Abawi e Grogan (1979) relatam que escleródios submetidos a umidade constante e em temperaturas entre 11 e 15 °C produziram mais rapidamente apotécios viáveis. Entretanto, a faixa em que se observa a emissão de apotécios e ocorrência de doença é ampla, abrangendo temperaturas entre 5 e 30°C, concluindo assim, que a temperatura não seria fator limitante, fato apontado também por Steadman, (1983) e Bianchini, Marigoni; Carneiro (2005).

A interação entre fatores ambientais (como a luz, temperatura, umidade relativa) influencia na emissão de apotécios e produção de escleródios. Quanto menor a quantidade de luz (80 a 90 mol m⁻²s⁻¹) menor deve ser a temperatura (12 a 18°C) para emissão de apotécios, independentemente da

umidade no solo. Sob maior luminosidade (120 a 130 mol m⁻²s⁻¹), menor a quantidade de dias necessários para emissão de apotécios, e a temperatura ótima elevou-se para 20°C (SUN; XANG, 2000). A quantidade de graus dia em que o escleródio é exposto também influencia a emissão de apotécios, Sun e Xang (2000) relatam que entre 160 a 900 graus dia há emissão de apotécio, entretanto, quando se reduz a quantidade de luz, a faixa amplia-se para 760 a 1.720 graus dia.

Em linha com a necessidade para emissão de apotécios, Peltier e Grau (2008) verificaram em seu estudo que baixos fluxos de radiação global resultaram em níveis maiores de incidência e severidade de mofo branco, pois com o baixo fluxo de radiação, a soja produz menor quantidade de fotoassimilados, diminuindo a fotossíntese e, em consequência, menor produção de compostos fenólicos e metabólitos secundários responsáveis pela proteção da planta, tornando-as mais vulneráveis.

Os ascósporos, após liberados pelo apotécio, ainda dependem principalmente de umidade para se manterem viáveis (HEGEDUS; RIMMER, 2005). Abawi e Grogan (1979) relatam que com umidade relativa de 7%, estes podem se manter viáveis por até 21 dias, concordando com o constatado por Wu e Subbarao (2008), enquanto que a 100% de umidade a viabilidade é de apenas cinco dias em condições de laboratórios

A correlação entre umidade e temperatura no desenvolvimento de mofo branco no feijoeiro foi estudada por Harikrishnan e del Rio (2006). Os autores constataram incidência de mofo branco a partir de 35% de umidade relativa e viabilidade de 144 h dos ascósporos na pétala floral. Em relação a temperatura, Caesar e Pearson (1983) observaram a redução da viabilidade do ascósporo em níveis de 21,5°C.

O crescimento micelial, também, é influenciado pelo ambiente. Em comparação com a interação dos ascósporos, Harikrishnan e del Rio (2006) constataram que em umidade relativa de 90% tanto os ascósporos como o crescimento micelial de *S. sclerotiorum* se desenvolveram e causaram o aumento da incidência de mofo branco na cultura do feijoeiro. Em condições de umidade relativa de 25% a infecção via ascósporos foi prejudicada em relação ao desenvolvimento micelial, possivelmente devido à necessidade dos ascósporos por água livre na superfície foliar para infecção da pétala. Além disso, o micélio do fungo apresenta maior resistência à desidratação que o ascósporo possui, colonizando melhor os

tecidos em menores níveis de umidade.

Ainda estudando a influência de temperatura e umidade sobre mofo branco, Porter (2012), verificou que a partir de 24h de alta umidade pode-se observar lesões de doença e ainda com 48h houve o favorecimento da ocorrência de lesões na haste da planta. Quanto à temperatura, observou-se que o desenvolvimento da doença foi mais pronunciado a 21,1°C, sendo que acima desta temperatura houve o desfavorecimento ao desenvolvimento da doença.

Para a quantidade de chuva, Workneh e Yang (2000) constataram que não houve relação entre pluviosidade e o desenvolvimento de mofo branco, atribuindo a isso o fato de que a quantidade total de chuva no período de condução do ensaio foi suficiente para o desenvolvimento da da doença e que a temperatura mais baixa foi fator determinante para o seu desenvolvimento, concordando com resultados de Kurle et al. (2001).

Para níveis mais elevados de incidência e severidade de mofo branco, o período de molhamento foliar (número de horas com umidade relativa acima de 90%) se mostra influente no desenvolvimento da doença. Para o desenvolvimento do mofo branco, há relatos de ocorrência de doença de 40 e 112 horas de molhamento foliar (ABAWI; GROGAN, 1975; BOLAND; HALL, 1988; GRAU; RADKE, 1984; HANNUSCH; BOLAND, 1995; MULLER ET AL., 2004; BIANCHINI; MARIGONI; CARNEIRO, 2005; BERUSKI ET AL., 2015).

A influência de fatores ambientais sobre o desenvolvimento de mofo branco relaciona-se também, ao período em que a cultura se encontra mais suscetível à infecção do patógeno. Para a cultura da soja, Beruski et al. (2015) relatam que o período entre o florescimento até o enchimento de grãos é a época em que as condições ambientais exercem maior efeito na intensidade de mofo branco. Já Grau e Radke (1984) ampliam tal faixa de susceptibilidade desde duas semanas antes do florescimento até o enchimento completo de grãos, pois há a necessidade de estímulos ambientais, já citados anteriormente, para a emissão de apotécios.

2.1.1.2 Influência do manejo cultural sobre a incidência de mofo branco

A planta reflete em seu potencial produtivo toda a interação que possui com o ambiente em que se desenvolve como fatores ambientais, fatores

relacionados a práticas de cultivo e genéticos, também influenciam o desenvolvimento de mofo branco basicamente por proporcionar microclima favorável ao desenvolvimento da doença e maior susceptibilidade do hospedeiro à mesma (HAILE, 2001; PANGGA et al. 2012; BERUSKI et al. 2015).

O microclima do dossel vegetal é influenciado pela arquitetura de plantas proporcionado também pelo manejo adotado. A arquitetura é influenciada por balanço hormonal, interagindo com fatores ambientais, sendo importante para otimizar a interceptação da radiação, tornando a planta mais competitiva (HAILE, 2001).

Geralmente, a arquitetura da planta é um fator genético, portanto hereditário. Entretanto, fatores bióticos (patógenos e competição com outras plantas) e abióticos (umidade, nutrientes, temperatura e luz) podem também influenciar o dossel vegetal, alterando assim, principalmente, a interceptação de radiação (HAILE, 2001).

Em sistemas agrícolas, a densidade do dossel vegetal é influenciada por práticas como modificação de espaçamento de entrelinhas e densidade de plantio. Ainda, a utilização de diferentes cultivares de uma mesma espécie, as quais possuem diferente arquitetura de plantas, interagem com as práticas de cultivo de modo a proporcionar diferente resposta de interação com o ambiente (HAILE, 2001).

O aumento da população e plantas pode também favorecer o aumento da intensidade de mofo branco em soja. Chad et al. (2005) constataram que a população de plantas de soja por hectare foi mais importante que o aumento de espaçamento entrelinha para o controle de mofo branco.

Já Hartman et al. (1998), Pennypacker e Risius (1999) e Mila et al. (2003) e Beruski et al (2015) constataram que menor espaçamento de entrelinhas de soja acarretou em maior incidência de doença devido a condições microclimáticas favoráveis proporcionadas pelo menor espaçamento. Beruski et al. (2015) relatam, ainda, que tais diferenças foram visíveis mesmo em condições climáticas desfavoráveis à colonização do patógeno, demonstrando a importância do microclima do dossel vegetal no sucesso do desenvolvimento da doença.

Vieira et al. (2010) estudaram o mesmo efeito de práticas de cultivo na cultura do feijoeiro e constataram resultados semelhantes aos já citados acima, onde a menor população de plantas por hectare e maior espaçamento entrelinhas proporcionaram menor índice de doença.

Para as culturas da soja e feijão ainda não foram disponibilizadas cultivares com resistência completa a *S. sclerotiorum*, entretanto, há diferenças de susceptibilidade entre cultivares, conforme estudado por diversos autores. Ainda, avaliações à campo de resistência de cultivares são difíceis de ser conduzidas, devido à fatores como distribuição errática do patógeno no campo, condições climáticas que podem ser desfavoráveis ao desenvolvimento do fungo e potencial de germinação carpogênica irregular a campo (JACCOUD FILHO et al. 2012, 2014, 2017).

Estudos comparativos de suscetibilidade de cultivares de soja à *Sclerotinia sclerotiorum* foram conduzidos por Boland e Hall (1987), Kim et al. (2000), Nelson et al. (1991), Pennypacker e Risius (1999), McLaren e Craven (2007), Jaccoud Filho et al. (2017) onde os autores constataram diferenças na susceptibilidade de diferentes genótipos de soja em diferentes ambientes, frente a incidência de mofo branco e sua influência em produtividade.

Características das cultivares com o ciclo mais curto e crescimento determinado teriam menor período de exposição ao patógeno, enquanto que ciclos mais longos e crescimento indeterminado teriam ciclo e floração mais longa, o que possibilita maior período de infecção (JACCOUD FILHO et al. 2017).

Juliatti et al. (2013) avaliaram diferentes métodos de inoculação de *Sclerotinia sclerotiorum* na cultura da soja para identificar o melhor método na seleção de variedades resistentes à doença e constataram que houve diferentes respostas de susceptibilidade das cultivares avaliadas ao mofo branco. Assim como Wegulo et al. (1998) atribuíram tal resposta a possíveis variações no mecanismo de defesa da planta, que dependem de condições ambientais e da duração do período de florescimento.

Diferenças entre cultivares são devidas à combinação entre resistência fisiológica, distribuição e quantidade de inóculo do patógeno; e mecanismos de escape baseados em características do hospedeiro tais como altura de plantas, densidade do dossel vegetal, época de florescimento e grupo de maturação da cultura, influenciam a severidade da doença (BOLAND; HALL, 1987; BOLAND; HALL, 1988; PENNYPACKER; RISIUS, 1999; MCLAREN; CRAVEN, 2007).

Wegulo et al. (1998) e Hüller et al. (2016) estudaram a correlação de ácido oxálico e a suscetibilidade de diferentes genótipos de soja à *S. sclerotiorum* e

constatarem correlação entre o ácido e a incidência de doença. Ainda, os autores verificaram que diferentes genótipos de soja apresentaram níveis de ácido oxálico que se correlacionaram com a suscetibilidade dos mesmos.

A defesa da planta ao patógeno também se relaciona com teor de lignina, Peltier (2009) correlacionou teor de lignina com severidade de mofo branco na cultura da soja, o qual aumenta à medida que há maior espaçamento entrelinhas na cultura. Plantas que se desenvolvem em entrelinhas mais largas, tendem a possuir maior tecido meristemático e, por consequência, maior concentração de lignina do que plantas cultivadas em menor distância entrelinhas (HEGEDUS; RIMMER, 2005).

Rotação de culturas é reportada na literatura como opção na minimização de danos por *S. sclerotiorum*, embora seja um fungo polífago, a ainda assim possui espécies de plantas não hospedeiras. Tal ausência contribui para redução da sobrevivência de ascósporos liberados por apotécios produzidos em condições ideais de clima, o que viabilizaria o sistema de rotação de culturas como uma ferramenta para manejo da doença ao longo do tempo (JACCOUD FILHO, 2017). Ainda, em sistema de plantio direto, a cobertura morta auxilia inicialmente, por condições favoráveis de umidade, à germinação carpogênica. Entretanto, impede que os ascósporos atinjam as plantas hospedeiras em função de formar barreira física para a infecção (JACCOUD FILHO, 2017).

Rousseau et al. (2006), estudando os efeitos multivariados de fatores ambientais sobre o desenvolvimento de *S. sclerotiorum*, verificaram que o plantio por três anos sucessivos de milho está correlacionado com a redução de severidade de doença e, conseqüentemente, maior produtividade de soja. Os autores verificaram, ainda, forte relação de severidade também com tipo de solo, onde atribuiu a solo mais argiloso, a maior probabilidade de desenvolvimento de doença, principalmente por maior retenção de umidade.

Quanto a germinação carpogênica, levantou-se a hipótese de que há relação entre as propriedades físicas de solos com a supressão da doença, pois em solo argiloso constatou-se maior germinação em comparação a solo de textura arenosa (ROUSSEAU et al. 2007).

2.2 DANOS CAUSADOS POR MOFO BRANCO EM SOJA

Baseando-se na incidência de mofo branco na cultura da soja, danos

da ordem de 82 a 335 kg.ha⁻¹ a cada 10% de incidência de doença são reportados por diversos pesquisadores (HOFFMAN et al. 1998; YANG, LUNDEEN; UPHOLF, 1999; DANIELSON, NELSON; HELMS 2004).

Trabalhando com metanálise na cultura da soja, Lehner et al. (2017) constataram em seu estudo que além da perda média de 172 kg.ha⁻¹ a cada 10% de incidência de *S. sclerotiorum*, tal variação de incidência é responsável pela produção de 1 kg.ha⁻¹ de escleródios, responsáveis pela perpetuação do patógeno na área.

Assim, devido ao significativo potencial destrutivo do mofo branco, o manejo químico com fungicidas visando o controle de *S. sclerotiorum* visa a proteção da cultura frente a infecção pelo patógeno (JULIATTI et al. 2010). Mueller et al. (2004) relata em seu estudo que a necessidade de aplicação de fungicidas deve ser regida pelo estágio de desenvolvimento da cultura, uma vez que a infecção primária de mofo branco é realizada pela pétala, influenciando principalmente a redução da incidência de doença nas plantas.

O insucesso do controle químico pela deficiente cobertura das pétalas no momento da aplicação, impedindo a proteção da infecção pelo fungo, sugere que a época ideal de aplicação do fungicida é durante o florescimento (R1 a R4), com a necessidade de uma aplicação complementar de 7 a 10 dias após a primeira aplicação, para redução da incidência e severidade de mofo branco (JULIATTI, 2010; MEYER et al., 2014).

Tal posicionamento concorda com Bianchini, Marigoni e Carneiro (2005) e Meyer et al. (2014), os quais afirmam que na cultura da soja a fase mais suscetível é de floração plena (R2) ao início de formação de vagens (R3/R4).

Com relação ao efeito da doença e seu controle, em produtividade da soja, Meyer et al. (2012) constataram que a doença reduziu em até 25% a mesma com incidência de doença variando de 34 a 44%.

2.3 DELINEAMENTO DE ESTUDOS OBSERVACIONAIS

Para condução e interpretação de estudos, os mesmos podem ser classificados quanto a forma em que os dados são coletados, em estudos experimentais e observacionais. No primeiro caso há a intervenção do pesquisador em controlar fatores que possam influenciar no resultado, e no caso de estudos observacionais não há intervenção do pesquisador, o qual é responsável pela

observação e coleta de informações que lhe interessam para a análise em questão (BASTOS; DUQUIA, 2007).

Nos estudos observacionais não se comparam tratamentos, mas sim populações. Assim, a análise de estudos observacionais pode ser conduzida segmentando-se dentro da população do estudo, indivíduos que possuem características semelhantes, o que permite com que sejam identificadas causas para o efeito analisado no estudo em questão sob diferentes grupos populacionais (COBB, 1998).

Estudos observacionais são comumente utilizados na área de saúde com o objetivo de determinar a frequência com que um fator está associado à um efeito estudado, fator este, que pode variar de acordo com a população amostrada, conforme estudado por Bastos e Duquia (2007), Duarte et al. (2007) e Otero et al. (2006).

A forma com que estudos observacionais são analisados são as mesmas que estudos experimentais, diferenciando-se somente quanto a interpretação, uma vez que há dificuldade em se isolar os efeitos que interessam nos estudos observacionais, devido a influência de diversas variáveis e heterogeneidade dos dados, pois são oriundos de diferentes populações (COBB, 1998).

3 ARTIGO: INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS SOBRE O MOFO BRANCO (*SCLEROTINIA SCLEROTIORUM* LIB. DE BARY) DA SOJA: UM ESTUDO OBSERVACIONAL

Influência de Fatores Ambientais sobre o Mofo Branco (*Sclerotinia sclerotiorum* Lib. de Bary) da soja: Um Estudo Observacional. 2019. 34 fls. Tese de Doutorado (Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

RESUMO

O mofo branco incide nos cultivos de soja causando danos diretos em produtividade, ataca toda parte aérea da planta, podendo causar a morte da mesma. em virtude de condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da doença, sua incidência e severidade podem atingir diferentes níveis. Estudos comprovam a influência de fatores ambientais sobre o desenvolvimento da doença, porém estes se restringem a estudos locais ou em laboratório, necessitando de análise mais abrangente para a estimativa do desenvolvimento da doença em diferentes condições ambientais. Assim, o presente estudo objetivou avaliar a interação de fatores ambientais sobre o desenvolvimento de mofo branco na cultura da soja. Durante as safras 2011/2012 e 2012/2013, estabeleceram-se pontos observacionais nos Estados do Paraná e São Paulo (31 propriedades) para avaliar variáveis relacionadas a meteorologia (temperatura média, máxima e mínima; insolação; radiação e pluviosidade), a características geográficas (latitude, longitude e altitude) e relacionadas a doença (incidência e severidade). Para avaliar a correlação entre as variáveis, os dados foram analisados por Análise de Múltiplos Fatores, ferramenta estatística de análise multivariada. Pôde-se explicar a correlação entre as variáveis em dois eixos fatoriais, com 51,59% da variação dos dados (o primeiro eixo correlacionado a fatores meteorológicos e o segundo com fatores relacionados à posição geográfica), havendo correlação de fatores ambientais na expressão de mofo branco na cultura da soja. O presente estudo constatou a correlação de fatores ambientais na expressão de mofo branco na cultura da soja, podendo servir como base de futuros estudos epidemiológicos e modelagem na previsão da doença na cultura da soja. As variáveis altitude, temperatura mínima e média, insolação e radiação solar apresentaram os maiores níveis de influência sobre a incidência e severidade de mofo branco na soja.

Palavras-chave: *Glycine max*, epidemiologia, Análise de Múltiplos Fatores, epidemiologia.

TUPICH, Fernando Luiz Buss. **Influence of Environmental Factors over Soybean white mold (*Sclerotinia sclerotiorum* Lib. de Bary): An Observational Study.** 2019. 34 fls. Doctor Degree Thesis (Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

ABSTRACT

White mold affects soybean crop causing direct yield damage by destroying plant canopy, causing plant death. Due to favorable environmental conditions for disease development, its incidence and severity reaches different levels. Studies report the influence of environmental factors over the disease, although, they are restricted at local or laboratory studies, demanding a wider analysis for estimative of the disease development under several environmental conditions. This paper had as objective to evaluate interaction of environmental factors over white mold development on soybean crop. During 2011/2012 and 2012/2013 crop seasons, observational studies were established on Paraná and São Paulo states (31 properties) to evaluate variables related to meteorology (average, maximum and minimum temperature; relative umidity; insolation; radiation and pluviosity), geographical features (latitude, longitude and altitude) and disease (incidence and severity). To evaluate the relationship between the variables, data were analyzed by Multiple Factor Analysis (MFA), multivariate tool. It was able to explain data variability on two factorial axis, with 51,59% of data variability, where the first axis was related to meteorological and second axis with geographical features. It was found relationship between soybean white mold with environmental factors. Altitude, minimum and average temperature, insolation and solar radiation had higher influence over white mold incidence and severity on soybean crop.

Key-words: *Glycine max*, epidemiology, Multiple Factor Analysis, epidemiology.

3.1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja figura como principal cultura do Brasil, com produção estimada para safra de 2018/2019 em aproximadamente 120 milhões de toneladas em aproximadamente 36 milhões de hectares (CONAB, 2019).

Diversas enfermidades ocorrem na cultura da soja, causando redução no potencial produtivo da cultura. Ocorrem em torno de 40 doenças na cultura da soja, causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus (GRIGOLLI, 2015).

Presente em aproximadamente 28% da área cultivada de soja no Brasil, o mofo branco, causado por *Sclerotinia sclerotiorum*, merece destaque na estimativa de redução de potencial produtivo da cultura da soja. Tal doença ainda se faz importante pelo alto número de hospedeiros (711) e ainda por produz estruturas de resistência que facilitam sua disseminação e permitem a sobrevivência do patógeno na área de cultivo (MEYER et al. 2018; FARR; ROSSMAN, 2017; JACCOUD FILHO et al. 2017).

A influência do ambiente, assim como para qualquer doença, é importante para o desenvolvimento de mofo branco. A temperatura influencia a emissão de apotécios (germinação carpogênica), Abawi e Grogan (1979) relatam que escleródios submetidos a umidade constante e em temperaturas entre 11 e 15 °C produziram mais rapidamente apotécios viáveis. A germinação carpogênica é influenciada também pela quantidade de luz e umidade relativa do solo, sendo que quanto menor a quantidade de luz, menor deve ser a temperatura no dossel vegetal e maior é a emissão de apotécios pelo escleródio (SUN; XANG, 2000).

Assim como para emissão de apotécios, Peltier e Grau (2008) verificaram em seu estudo que baixos fluxos de radiação global resultaram em níveis maiores de incidência e severidade de mofo branco, pois com o baixo fluxo de radiação, a soja produz menor quantidade de fotoassimilados, diminuindo a fotossíntese e, em consequência, menor produção de compostos fenólicos e metabólitos secundários responsáveis pela proteção da planta, tornando-as mais vulneráveis.

Os ascósporos, após liberados pelo apotécio, ainda dependem principalmente de umidade para se manterem viáveis (HEGEDUS; RIMMER, 2005). Abawi e Grogan (1979) relatam que com umidade relativa de 7%, estes podem se

manter viáveis por até 21 dias, concordando com o constatado por Wu e Subbarao (2008), enquanto que a 100% de umidade a viabilidade é de apenas cinco dias em condições de laboratório.

A correlação entre umidade e temperatura no desenvolvimento de mofo branco no feijoeiro foi estudada por Harikrishnan e del Rio (2006). Os autores constataram incidência de mofo branco a partir de 35% de umidade relativa e viabilidade de 144 h dos ascósporos na pétala floral.

O crescimento micelial também é influenciado pelo ambiente. Harikrishnan e del Rio (2006) constataram que em umidade relativa de 90% tanto os ascósporos como o crescimento micelial de *S. sclerotiorum* se desenvolveram e causaram o aumento da incidência de mofo branco na cultura do feijoeiro.

Ainda estudando a influência de temperatura e umidade sobre mofo branco, Porter (2012), verificou que a partir de 24h de alta umidade pode-se observar lesões de doença, sendo que o desenvolvimento da mesma se deu em temperatura de 21,1°C.

Para a pluviosidade, Workneh e Yang (2000) constataram que não houve relação entre pluviosidade e o desenvolvimento de mofo branco, atribuindo a isso o fato de que a quantidade total de chuva no período de condução do ensaio foi suficiente para o desenvolvimento de doença e que a temperatura mais baixa foi fator determinante para o seu desenvolvimento, concordando com resultados de Kurle et al. (2001).

Para alcançar níveis elevados de incidência e severidade de mofo branco, percebe-se o período de molhamento foliar (número de horas com umidade relativa acima de 90%) se mostra influente no desenvolvimento da doença. Ainda, para o desenvolvimento do mofo branco, há relatos de ocorrência de doença entre 40 e 112 horas de molhamento foliar (ABAWI; GROGAN, 1975; BOLAND; HALL, 1988; GRAU; RADKE, 1984; HANNUSCH; BOLAND, 1995; MULLER ET AL., 2004; BIANCHINI; MARIGONI; CARNEIRO, 2005; BERUSKI ET AL., 2015).

A influência de fatores ambientais sobre o desenvolvimento de mofo branco relaciona-se também, ao período em que a cultura se encontra mais suscetível à infecção do patógeno. Para a cultura da soja, Beruski et al. (2015) relatam que o período entre o florescimento até o enchimento de grãos é a época em que as condições ambientais exercem maior efeito na intensidade de mofo branco. Já Grau e Radke (1984) ampliam tal faixa de susceptibilidade desde duas

semanas antes do florescimento até o enchimento completo de grãos, pois há a necessidade de estímulos ambientais, já citados anteriormente, para a emissão de apotécios.

A quantificação dos danos causados por *S. sclerotiorum* em soja tem sido amplamente estudada, sendo, normalmente, correlacionados com a incidência do patógeno. A literatura cita danos entre 82 a 335 kg.ha⁻¹ para cada 10% de incidência do fungo sobre a cultura da soja (HOFFMAN et al. 1998; YANG, LUNDEEN e UPHOLF, 1999; DANIELSON, NELSON e HELMS 2004; LEHNER et al. 2017).

Estudos a campo que consideram a interação de fatores meteorológicos, posição geográfica (altitude, latitude e longitude) são escassos na literatura, visto que há dificuldade na coleta de amostras representativas o suficiente para correlacionar tais fatores com incidência e severidade de mofo branco. A dificuldade está na maioria dos estudos em que se avaliam o efeito do ambiente sobre mofo branco serem restritos a determinada região ou conduzidos em laboratório. Assim, somente efeitos individuais de fatores ambientais como temperatura, radiação ou umidade relativa são estudados e não sua interação conjunta sobre o desenvolvimento da doença.

Uma vez que diferentes fatores ambientais atuam ao mesmo tempo sobre a doença, o estudo de vários fatores simultaneamente se faz interessante para a estimativa de incidência e severidade de doença frente aos diferentes fatores.

Ferramentas estatísticas podem ser utilizadas para estimativa do nível de incidência de doença. Quando mais de uma variável correlaciona-se como causa de determinado efeito, a análise multivariada pode ser utilizada. Esta consiste na utilização de qualquer método estatístico que simultaneamente analise múltiplas medidas sobre o objeto de investigação, ou seja, qualquer análise simultânea de duas ou mais variáveis (HAIR, et al. 2005; VICINI, 2005).

Quando grupos de fatores podem estar associados a determinado efeito pode-se utilizar a ferramenta multivariada de análise múltiplos fatores (AMF). Extensão da análise de componentes principais, a AMF trabalha com a categorização de grupos de variáveis semelhantes entre si de modo a estimar quais variáveis possuem maior influência sobre determinado efeito objeto do estudo (ESCOFIER; PAGÈS. 1994; PAGÈS, 2004; ABDI, et al. 2013).

O presente estudo tem como objetivo avaliar, através de dados obtidos em estudos observacionais, a influência de variáveis ambientais sobre o desenvolvimento do mofo branco da soja, através de análise de múltiplos fatores.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Estabelecimento do Estudo Observacional

Foram conduzidos estudos observacionais durante duas safras (safra 2011/2012; 2012/2013), nos estados do Paraná e São Paulo na cultura da soja. Para tais estudos, foram selecionadas 31 propriedades rurais, nas quais selecionaram-se três talhões por propriedade (Figura 3.1).

Em cada talhão foi alocada uma área observacional, consistindo de uma parcela (10 x 20 m) onde estabeleceram-se 6 pontos de avaliação fixos durante as 2 safras avaliadas. Cada ponto observacional constava na avaliação de todas as plantas presentes em 4 linhas de soja x 2 metros, mantendo-se os pontos fixos em ambas as safras.

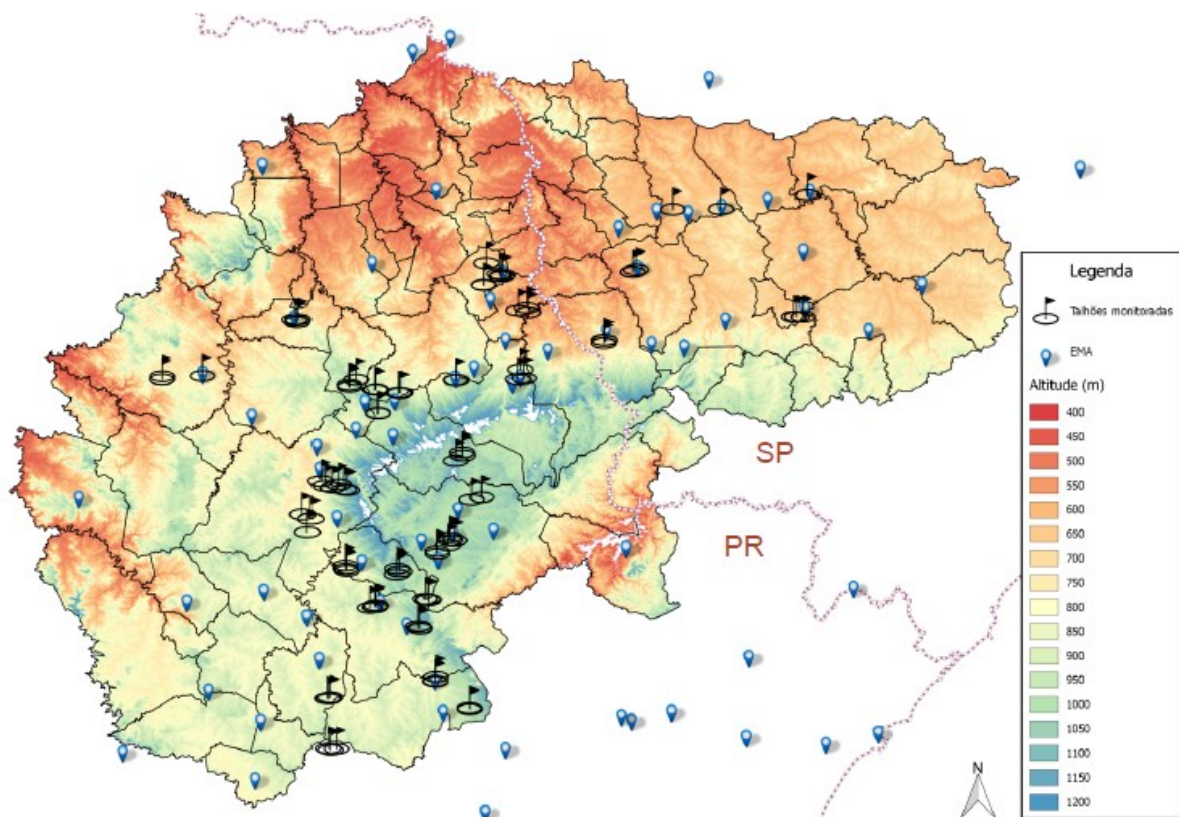


Figura 3.1 – Disposição dos estudos observacionais conduzidos nas safras 2011/2012 e 2012/2013 nos estados do Paraná e São Paulo frente diferentes altitudes (Fonte: Fundação ABC).

Em cada ponto observacional, avaliaram-se variáveis relacionadas a doença (incidência e severidade), a fatores meteorológicos (temperatura, umidade relativa, pluviosidade, insolação e radiação) e relacionados às características geográficas (latitude, longitude e altitude).

Com base nos dados obtidos de incidência de doença, selecionou-se o conjunto de pontos observacionais durante as duas safras, selecionando-se assim 1116 pontos como conjunto total para o estudo.

Inicialmente, descartaram-se pontos em que foram conduzidas outras culturas que não a soja, pois conforme preceito de estudos observacionais, respeitou-se o manejo adotado na área em que instalaram-se os estudos, fazendo com que a cultura cultivada em algumas áreas não fosse a soja. Ainda, descartaram-se parcelas em que nenhum dos 6 pontos observacionais apresentou incidência de mofo branco. Assim, dos 1116 pontos iniciais estabelecidos como conjunto total de pontos, selecionaram-se 360.

Para homogeneização dos dados, uma vez que cada parcela possuía seis pontos observacionais, convencionou-se para o presente estudo a média dos seis pontos de cada parcela como estimativa para a AMF. Assim, obtiveram-se 60 entradas de dados para condução da AMF.

3.2.2 Definição das Variáveis Relacionadas a Doença

Avaliaram-se incidência e severidade de mofo branco na cultura da soja no estágio fenológico R6 (vagem cheia).

A avaliação da incidência e severidade realizou-se com escala de notas considerando-se 0 – plantas sem presença de mofo branco; 1 – plantas com um ou mais ramo lateral infectado por mofo branco; 2 – plantas com ramos laterais e central infectados por mofo branco e 3 – planta morta (adaptado de Sherwood e Hagedorn, 1958). Posteriormente, estimou-se índice de doença (severidade) através da equação proposta por Sherwood e Hagedorn (1958):

$$\text{*índice de Mckinney (\%)} = \frac{\sum (\text{valor da nota} \times \text{n}^\circ \text{ de plantas com essa nota})}{(\text{n}^\circ \text{ total de plantas} \times \text{valor máx. da escala de notas})} \times 100$$

3.2.3 Definição das Variáveis relacionadas a Fatores Meteorológicos

Para avaliação das variáveis relacionadas a meteorologia (temperatura, umidade relativa, pluviosidade, insolação e radiação), instalaram-se estações meteorológicas próximas aos locais dos estudos observacionais (não mais que 30 Km de distância entre a estação meteorológica e o ponto observacional).

O período de influência de fatores meteorológicos sobre o mofo branco, conforme constatado por Grau e Radke, (1984) e Beruski et al. (2015) está em quatro semanas antes até duas semanas depois do florescimento. Assim, para padronização do período de mensuração das variáveis meteorológicas, para o presente estudo optou-se por estimar as médias referentes a seis semanas anteriores à avaliação de incidência (estádio fenológico R6), de modo a compreender o período proposto pelos pesquisadores.

3.2.4 Definição das variáveis relacionadas a Características Geográficas

A caracterização geográfica dos estudos observacionais foi realizada por meio de GPS, coletando-se os dados de latitude, longitude e altitude (m) dos pontos.

3.2.5 Análise Estatística

Efetou-se a condução de Análise de Múltiplos Fatores (AMF) dos 60 indivíduos ($n = 60$) estimados durante as duas safras. Inicialmente, categorizaram-se as variáveis em três grupos: relativas à doença (duas variáveis), a fatores meteorológicos (sete variáveis) e geográficos (três variáveis) para tabulação (Tabela 3.1) conforme metodologia apresentada por Pagès (2004).

Tabela 3.1. Categorização das variáveis avaliadas na cultura da soja, nas safras 2011/2012 e 2012/2013, para Análise de Múltiplos Fatores frente a ocorrência de *S. sclerotiorum* na cultura da soja.

Categorias	Variáveis
Doença	Incidência (%) Severidade (%)
Meteorológicas	Temperatura Máxima (°C) Temperatura Média (°C) Temperatura Mínima (°C) Umidade Relativa (%) Insolação (h) Radiação (R) Pluviosidade (mm)
Geográficas	Latitude Longitude Altitude (m)

Estimou-se inicialmente, utilizando o pacote Factor Mine R do software R, o número de eixos fatoriais que permitem interpretação da interação dos grupos e variáveis do presente estudo com base na porcentagem acumulada da variância de cada eixo. Posteriormente, o quanto cada grupo e variável contribui em cada eixo estimada para então, através da AMF, estimar os vetores e correlações das categorias e das variáveis.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O plano fatorial representa 51,59% da variação dos dados, sendo 32,92% e 18,67% da variação relacionadas aos eixos fatoriais 1 e 2 respectivamente. Com base em estudo de Rousseau et al (2006), tal representação é suficiente para explicar a interação entre os fatores em dois eixos.

A figura 3.2 apresenta o mapa perceptual, (Figura 3.2), responsável pela ilustração da influência dos fatores sobre as coordenadas em que os pontos se inserem no plano fatorial. Uma vez que os pontos não estão concentrados na centóide do plano, pode-se afirmar que os mesmos são heterogêneos e compõe

populações diferentes. Tal dispersão dos pontos pode se relacionar com amostragem dos mesmos em diferentes ambientes dos pontos, gerando boa representatividade dos mesmos na identificação de correlações.

O comportamento heterogêneo dos pontos está de acordo com o proposto pelo presente estudo, uma vez que buscou-se com a alocação dos pontos observacionais maior representatividade de diferentes ambientes em sua composição.

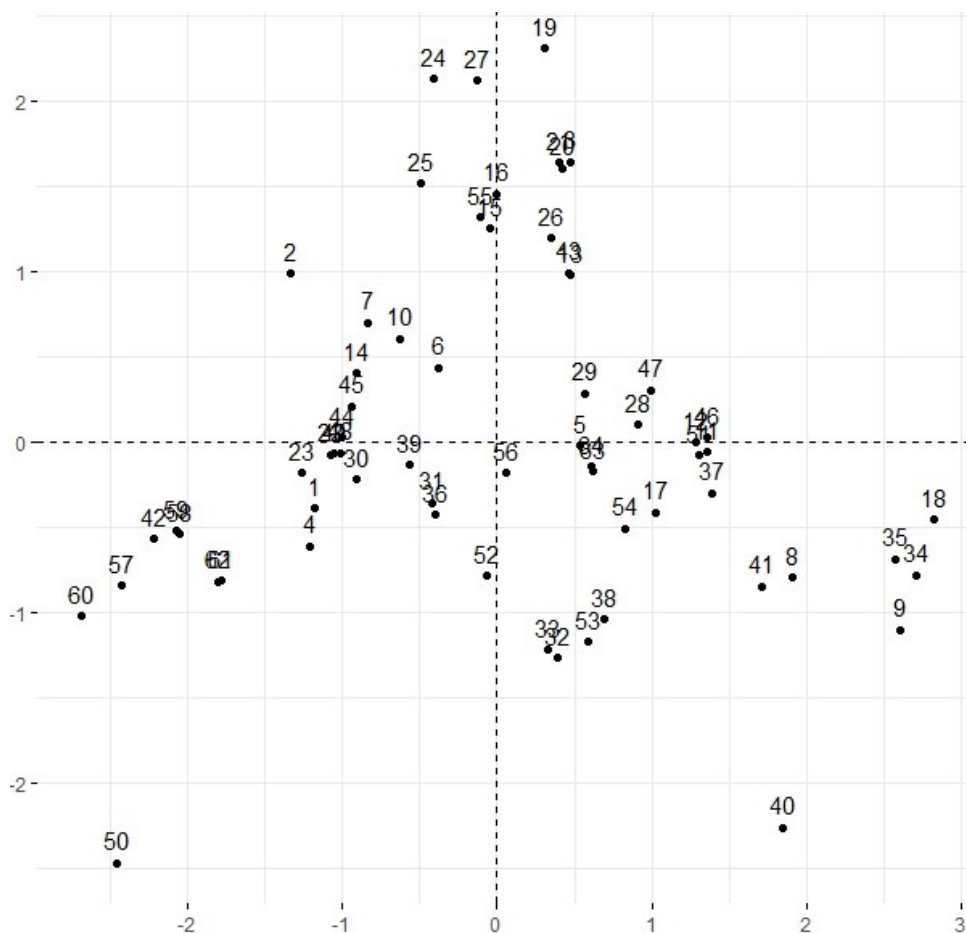


Figura 3.2 Análise de Múltiplos Fatores (AMF) em grupos de variáveis relacionadas a fatores meteorológicos, à posição geográfica e a doença causada por *Sclerotinia sclerotiorum* na cultura da soja.

Complementarmente, na Figura 3.3 observa-se a categoria de variável que esteve melhor correlacionada para cada eixo. As categorias com variáveis relacionadas à posição geográfica e meteorológicas se relacionaram com o eixo fatorial 1, Figura 3.3 (a), com maior representatividade de variáveis geográficas

(45%). Para o eixo fatorial 2, houve dominância somente de variáveis geográficas para sua estimativa (79%). Este resultado evidencia que a relação das categorias meteorológicas e geográficas com a doença é suficientemente explicada em dois eixos.

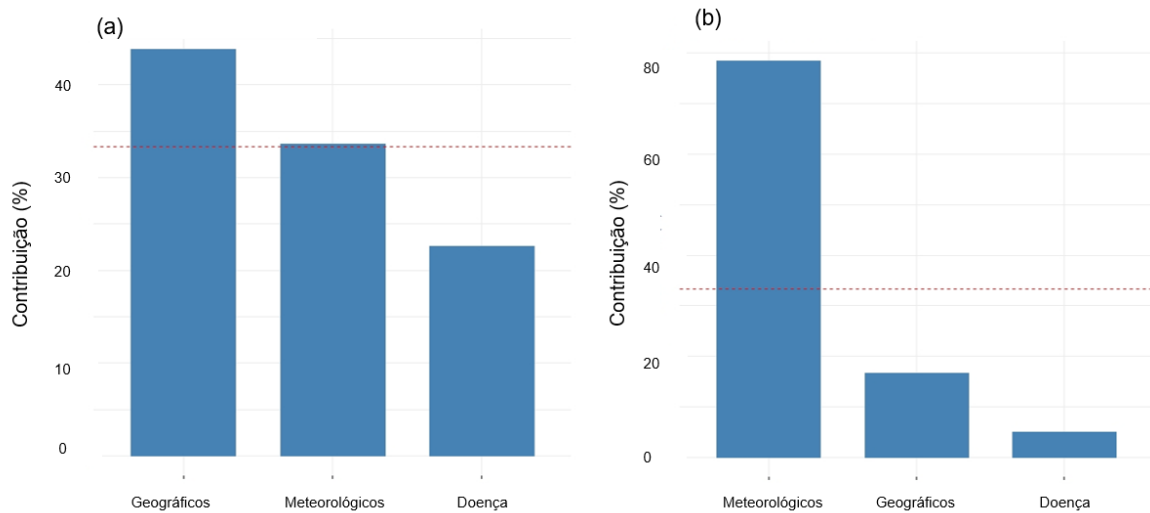


Figura 3.3. Contribuição das categorias de agrupamento das variáveis sobre os eixos fatoriais 1 (a) e 2 (b).

O desdobramento das contribuições para a variância dos eixos fatoriais 1 e 2 em variáveis, e não mais em categorias, explica quais variáveis influenciaram mais as categorias geográficas e meteorológicas.

Na Figura 3.4 constam os valores das contribuições no eixo fatorial 1, onde as variáveis altitude e latitude cotribuíram com maior representatividade, com contribuição de aproximadamente 25% e 17% respectivamente, sendo ambas categorizadas como geográficas. Observa-se também que que houveram influência de variáveis relacionadas à meteorologia, com influência de temperatura média e mínima (12,6% e 11% respectivamente).

Já para o eixo fatorial 2 (Figura 3.5), as variáveis meteorológicas radiação, insolação e umidade relativa cotribuíram com maior proporção para a variância dos dados, com aproximadamente 28%, 27% e 18% de contribuição.

Com relação à categoria doença (incidência e severidade), a AMF constatou que a mesma relacionou-se na eixo 3 (ambora demonstrem influência na eixo 1), entretanto, como 51% da variância explica-se nas duas primeira dimensões, optou-se no presente estudo discutir as correlações das variáveis somente em duas dimensões.

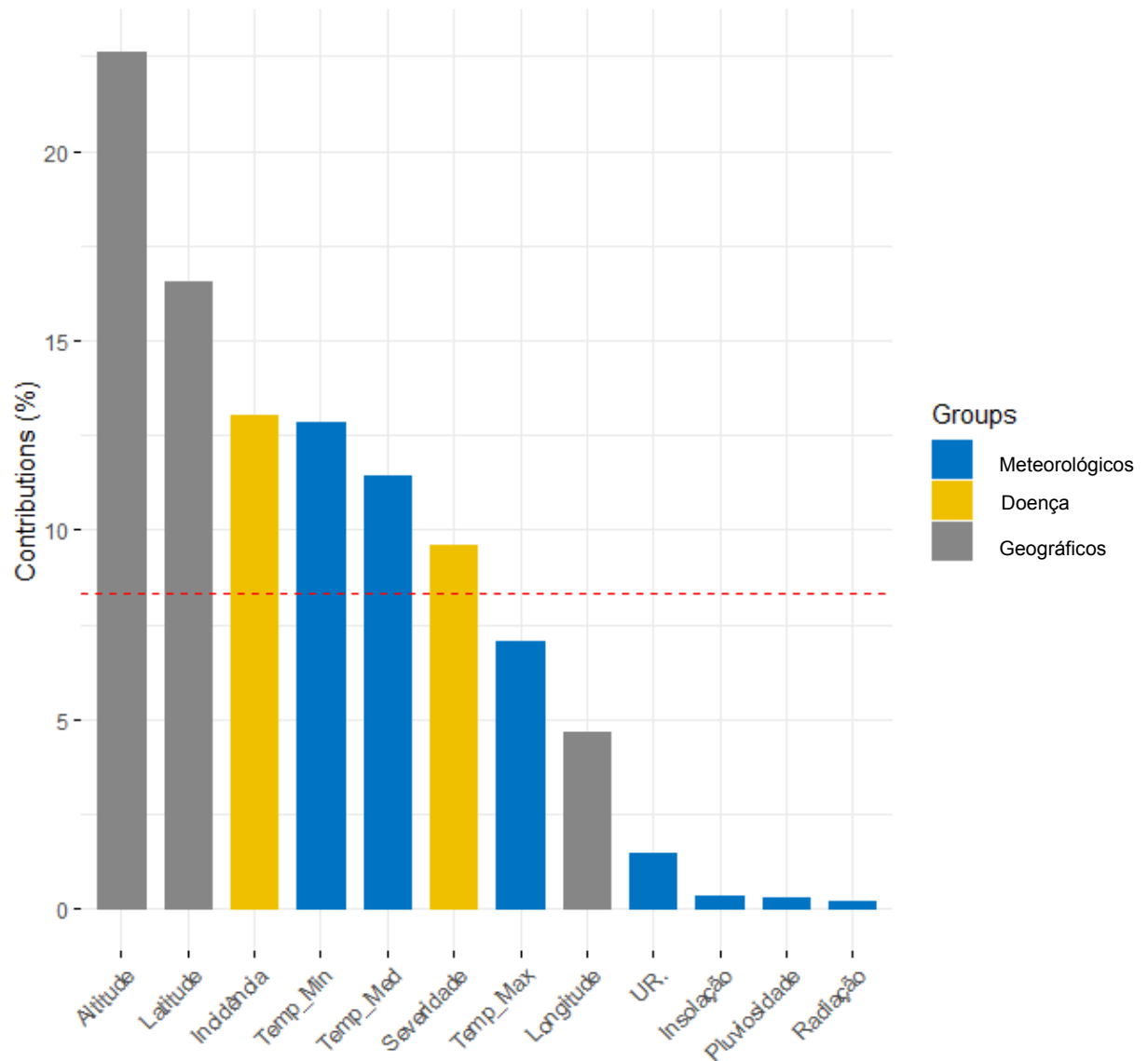


Figura 3.4. Contribuição das variáveis relacionadas relacionadas a fatores meteorológicos, à posição geográfica e a doença causada por *Sclerotinia sclerotiorum* nas safras 2011/2012 e 2012/2013 na cultura da soja sobre a Eixo 1 definida pela Análise de Múltiplos Fatores.

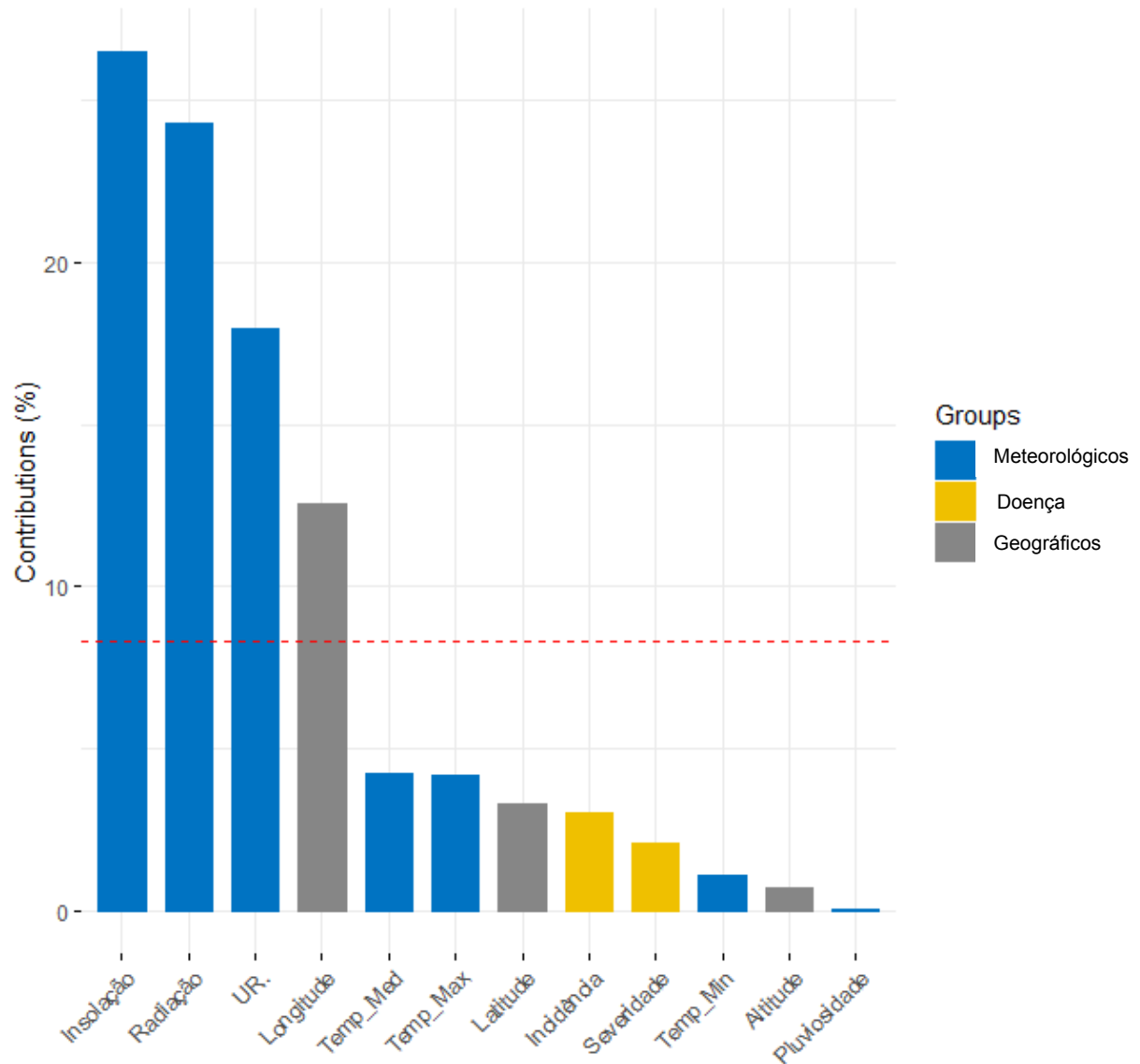


Figura 3.5. Contribuição das variáveis relacionadas relacionadas a fatores meteorológicos, à posição geográfica e a doença causada por *Sclerotinia sclerotiorum* na cultura da soja nas safras 2011/2012 e 2012/2013 sobre a Eixo 2 definida pela Análise de Múltiplos Fatores.

A correlação entre as variáveis estão na Figura 3.6, que apresenta em duas dimensões os vetores de cada variável do estudo. Percebe-se inicialmente que as variáveis incidência e severidade de mofo branco mantiveram-se semelhantes quanto sua relação com ambas as dimensões, ambas com alta influência sobre os pontos analisados. Tal comportamento é justificado devido a relação estreita entre as variáveis, pois estimou-se a severidade de doença a partir de dados de incidência.

As temperaturas máxima e média, assim como insolação e radiação, mostraram-se inversamente correlacionadas a doença, sendo que para as temperaturas a correlação foi mais forte. Tais informações concordam com estudo de Peltier e Grau (2008), onde os autores verificaram que baixos fluxos de radiação acarretaram em maiores níveis de incidência e severidade de mofo branco na cultura da soja.

A temperatura mínima e pluviosidade correlacionaram-se de forma positiva com a doença, ou seja, quanto maior a pluviosidade e mais baixas forem as temperaturas mínimas, maior será a incidência e severidade de doença.

Porter (2012) trabalhando com incidência de mofo branco na cultura da ervilha, constatou que em temperaturas acima de 21,1°C o desenvolvimento da doença foi desfavorecido, demonstrando que temperaturas amenas são mais favoráveis ao mofo branco e concordando com os resultados obtidos neste trabalho, pois somente dois estudos observacionais, do conjunto de 60 estudos, apresentaram temperatura média superior a 21°C.

Em estudo conduzido por Harikrishnan e Del Rio (2006), os autores constataram que alta umidade relativa relacionou-se com maior nível de incidência de mofo branco no feijoeiro, entretanto, tal constatação não foi possível ser evidenciada no presente estudo, pois os vetores de incidência e severidade foram ortogonais ao vetor de umidade relativa. Tal constatação pode-se relacionar com os níveis de pluviosidade (237,74 mm acumulados em média) serem satisfatórios em todas os pontos observacionais de modo a manter a umidade relativa favorável ao desenvolvimento da doença (nunca inferior a 70%), ou também a doença se relacionar ainda com a umidade do solo para seu desenvolvimento, principalmente para germinação carpogênica e conseqüente maior quantidade de inóculo.

Não se pode descartar a influência da umidade relativa do ar também pois diversos autores endossam ainda maiores níveis de mofo branco na soja atribuídos a umidade relativa em torno de 90% (ABAWI; GROGAN, 1975; BOLAND; HALL, 1988; GRAU; RADKE, 1984; HANNUSCH; BOLAND, 1995; MULLER ET AL., 2004; BIANCHINI; MARIGONI; CARNEIRO, 2005; BERUSKI ET AL., 2015).

As variáveis categorizadas com geográficas (longitude, latitude e altitude) correlacionaram-se também positivamente com os níveis de incidência e severidade de doença. Entretanto, nota-se que a correlação da altitude a latitude foi

mais forte, concordando com citações bibliográficas em que a caracterização da epidemiologia do mofo branco se dá em regiões temperadas e maior altitude (ABAWI; GROGAN, 1975; BOLAND; HALL, 1988; GRAU e RADKE, 1984; BIANCHINI; MARIGONI; CARNEIRO, 2005).

Entretanto, devido aos estudos estarem localizados em uma faixa restrita de latitude, a correlação da mesma com incidência de doença pode ser tendenciosa. Assim, recomendam-se estudos em diferentes posições geográficas para comprovação da correlação.

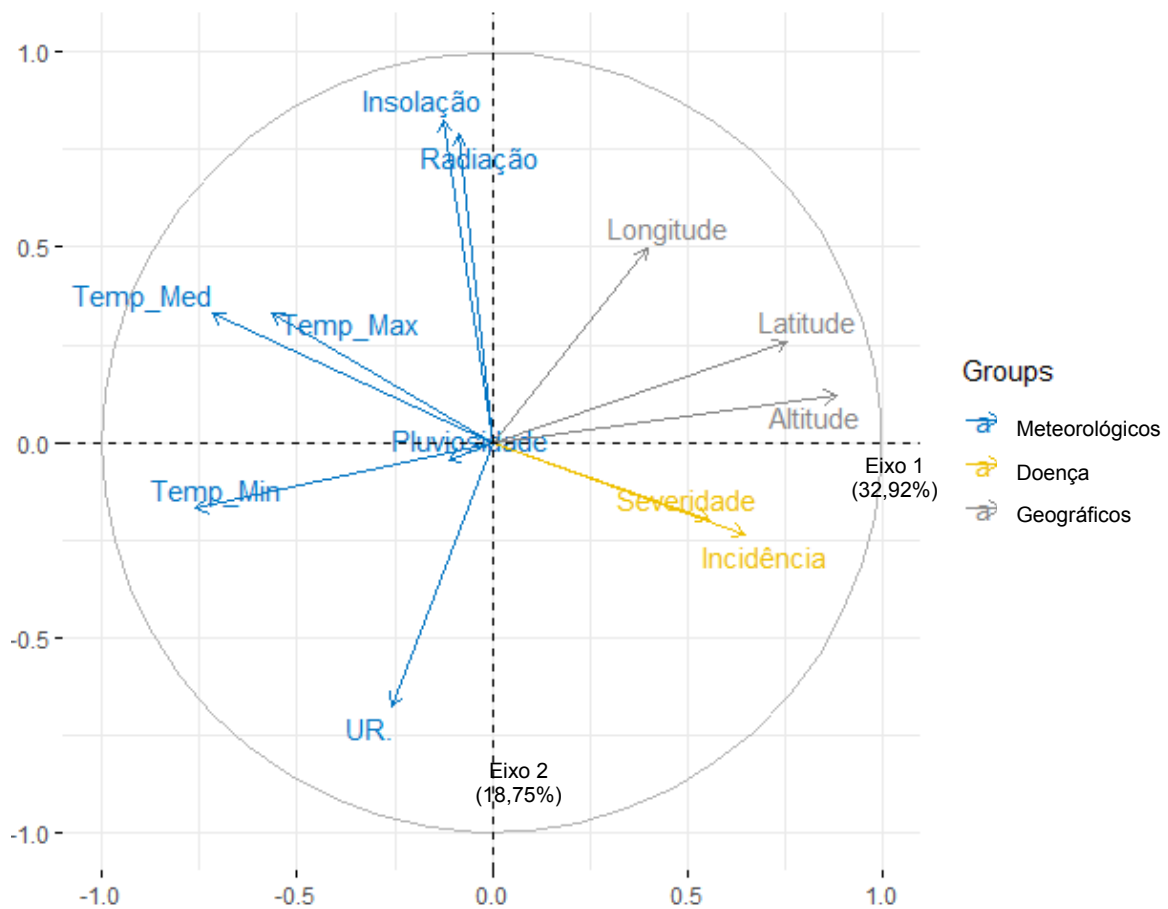


Figura 3.6. Correlação das variáveis utilizadas na Análise de Múltiplos Fatores categorizadas quanto a fatores meteorológicos, à posição geográfica e a doença causada por *Sclerotinia sclerotiorum* sobre a cultura da soja, nas safras 2011/2012 e 2012/2013.

3.4 CONCLUSÕES

O presente estudo constatou a correlação de fatores ambientais na expressão de mofo branco na cultura da soja, podendo servir como base de futuros estudos epidemiológicos e modelagem na previsão da doença na cultura da soja.

As variáveis altitude, temperatura mínima e média, insolação e radiação solar apresentaram os maiores níveis de influência sobre a incidência e severidade de mofo branco na soja.

REFERÊNCIAS

- ABAWI, G.S.; GROGAN, R.G. Source of primary inoculums and effects of temperature and moisture in infection of beans by *Whetzelinia sclerotiorum*. **Phytopathology**. New York, v.65, p.300-309, 1975.
- ABAWI, G.S.; GROGAN, R.G. Epidemiology of Diseases Caused by *Sclerotinia* Species. **Phytopathology**. New York, v.69, n.08, p.899-904, 1979.
- ABDI, H., WILLIAMS, L.J.; VALENTIN, D. Multiple Factor Analysis: principal componente analysis for multitable and multiblock data sets. **WIREs Comput Stat**. V. 5, March/April, p. 149-179, 2013.
- BASTOS, J.L.D.; DUQUIA, R.P. Um dos delineamentos mais empregados em epidemiologia: estudo transversal. **Scientia Medica**, Porto Alegre, v. 17, n.4, p. 229-232, out/dez 2007.
- BERUSKI, G.C.; PEREIRA, A.B.; JACCOUD FILHO, D. S.; SARTORI, F.F.; SENTELHAS, P.C. Incidence and severity of White mold for soybean under different cultural practices and local meteorological conditions. **Bioscience Journal**, v. 31, nº 4, p. 1004 – 1014, Jul/Aug, 2015.
- BIANCHINI.A.; MARINGONI, A.C.; CARNEIRO, S.M.T.P.G. Doenças do Feijoeiro. In:KIMATI, H. **Manual de Fitopatologia**. 4^a ed. São Paulo: Agronômica Ceres. V.2 Doenças de Plantas cultivadas, p. 333-349, 2005.
- BOLAND, G.J.; HALL, R. Growth room evaluation of soybean cultivars for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Can. J. Planr Sci**. v.66, p.93-108, 1987.
- BOLAND, G.J.; HALL, R. Epidemiology of Sclerotinia stem rot of Soybean in Ontario. **Phytopathology**. Ontario, v.78, p.1241-1245, 1988.
- CHAD, D.L.; RENNER, K.A.; PENNER, D.; HAMMERSCHMIDT, R.; KELLY, J.D. Glyphosate resistant soybean management system effect on Sclerotinia stem rot. **Weed technology**, V. 19, p. 580 – 588, 2005.
- COBB, G.W. **Introduction to Design and Analysis of Experiments**. New York, Springer, 1998, 795p.
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira – grãos: dezembro/2018. Brasília: **Conab**, v.5, n.3, 127p, 2019.
- DANIELSON, G.A.; NELSON, B.D.; HELMS, T.C. Effect of Sclerotinia stem rot on yield of soybean inoculated at different growth stages. **Plant Disease**, v. 88, p. 297 - 1 300, 2004.
- DUARTE, L.; FUJIMORI, E.; MINAGAWA, A. T.; SCHOEPS, F. A.; MONTERO, R. M. J. M. Aleitamento materno e níveis de hemoglobina em crianças menores de 2 anos em município do estado de São Paulo, Brasil. **Revista de Nutrição**, vol.20, n. 2, 2007.

ESCOFIER, B.; PAGÈS, J. Multiple Factor Analysis. *Computational Statistics & Data Analysis*. v.18, p. 121-140, 1994.

FARR, D.F.; ROSSMAN, A.Y. Fungal Databases. Disponível em <http://nt.ars-grin.gov/>. Acesso em: 11 de julho 2017.

GRAU, C.R.; RADKE, V.L. Effects of Cultivars and Cultural Practices on Sclerotinia Stem Rot of Soybean. **Plant Disease**, v.68, nº1, 56 – 58, 1984.

GRIGOLLI, J. F. J. Manejo de doenças na cultura da soja. **Fundação MS, Tecnologia e Produção: Soja 2014/2015, Chapadão do Sul**, 2015.

HAILE, F.J. The influence of cultivar and plant architecture on yield loss. In. PETERSON, K.D.; HIGLEY. **Biotic stress and yield loss**. Boca Raton: CRC Press, 2001.

HAIR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. **Análise Multivariada de dados**. 5ª ed. Bookman. Porto Alegre, 2005.

HANNUSCH, D.J.; BOLAND, G.J. Influence of Air Temperature and Relative Humidity on Biological Control of White Mold of Bean (*Sclerotinia sclerotiorum*). **Phytopathology**, v. 86, nº 2, p. 156 – 162, 1996.

HARIKRISHNAN, R.; DEL RIO, L.E. Influence of Temperature, Relative Humidity, Ascospore Concentration, and Length of Drying of Colonized Dry Bean Flowers on White Mold Development. **Plant Disease**, v.90, nº7, p. 946 – 950, 2006.

HARTMAN, G. L.; KULL, L.; HUANG, Y. H. Occurrence of *Sclerotinia sclerotiorum* in soybeans fields in east-central Illinois and enumeration of inocula in soybean seed lots. **Plant Disease**, St. Paul, v. 82, p. 560-564.1998.

HEGEDUS, D.D.; RIMMER, S.R. *Sclerotinia sclerotiorum*: when “to be or not to be” a pathogen. *FEMS Microbiology Letters* 251, p. 177 – 184, 2005.

HOFFMANN, D.D.; HARTMAN, G.L.; MUELLER, D.S.; LEITZ, R.A.; NICKEL, C.D.; PEDERSEN, W.L. Yield and Seed Quality of Soybean Cultivars Infected with *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, v.82, nº 7, p. 826 – 829, 1998.

HÜLLER, G. de C.; JACCOUD FILHO, D. de S.; PIERRE, M. L. C.; TULLIO, H. E.; GRABIKOSKI, E. M. G.; JULIATTI, F.C. Different methods of assessing susceptibility of soybean genotypes to white mold. **Bioscience Journal**, v. 32, nº2, p. 389 – 402, 2016.

JACCOUD FILHO, D.S.; VRISMAN, C.M.; MANOSSO NETO, M.O.; HENNEBERG, L.; GRABIKOSKI, E.M.G.; PIERRE, M.L.C.; SARTORI, F.F. Avaliação da eficácia e do manejo de fungicidas no controle do “Mofo Branco” (*Sclerotinia sclerotiorum*) na cultura da soja. **Resumos da XXXI Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil**. Brasília DF, p. 189-191, 2010.

JACCOUD FILHO, D.S.; VRISMAN, C.M.; PIERRE, M.L.C.; BERGER NETO, A.; SARTORI, F.F.; CANTELE, M.A.; GRABIKOSKI, E.M.G.; HENNEBERG, L. Avaliação da eficácia de novos fungicidas para o controle do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) da soja nos campos gerais. **Resumos da XXXII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil**. São Pedro SP, p. 154-155, 2011.

JACCOUD FILHO, D. de S.; HENNEBERG, L.; GRABIKOSKI, E.M.G.; VRISMAN, C.M.; MANOSSO NETO, M.; MARQUES, R.; PIERRE, M.L.C.; BERGER NETO, A.; SARTORI, F.; CANTELE, M.A.; CASTRO, R.R.; BARAN, C.L.; JUSTINO, A.; PILEGGI, M.; ROCHA, C.H.; PURISSIMO, C.; FONSECA, A.F.; PEREIRA, A.B.; BERUSKI, G.; DEMARCH, B.B.; BASSO, C.; MAINARDES, M.Z. Resultados do grupo de pesquisa em fitopatologia aplicada da UEPG sobre o Manejo e controle do “Mofo-branco” no estado do Paraná. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE MOFO-BRANCO, 1. Ponta Grossa. **Anais**, p. 53-54, 2012.

JACCOUD FILHO, D. de S.; HENNEBERG, L.; GRABIKOSKI, E.M.G.; WUTZKI, C.R.; PIERRE, M.L.C.; BERGER NETO, A.; HÜLLER, G.C.; TULLIO, H.E.; BARAN, C.L.; SARTORI, F.F.; NADAL, V.C.; CASTRO, R.R.; VRISMAN, C.M.; CANTELE, M. A.; BERUSKI, G.C.; ZANDRA, M.M.; FONSECA, A.F. Estratégias de manejo e controle do Mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) na cultura da soja. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MOFO BRANCO, 1., Londrina PR. **Tropical Plant Pathology**, v.39 (Supplement), SBF, p. 15-17, 2014.

JACCOUD FILHO, D de S.; NASSER, L.C.B.; HENNEBERG, L.; GRABIKOSKI, E.M.G.; JULIATTI, F.C.; Mofo Branco: Introdução, Histórico, Situação Atual e Perspectivas. In: JACCOUD FILHO, D. de S.; HENNEBERG, L.; GRABIKOSKI, E.M.G. **Mofo Branco**. Ponta Grossa: Todapalavra, p. 29 – 71, 2017.

JULIATTI, F.C.; REZENDE, A.A.; CAIRES, A.M.; AGUIAR, P.; CARNEIRO, L.M.S. Diferentes manejos no controle da podridão branca da haste da soja (*Sclerotinia sclerotiorum*). **Resumos da XXXI Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil**. Brasília DF, p. 196-200, 2010.

JULIATTI, F.C.; SAGATA, E.; JULIATTI, B.C.M. 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, nº3, p 681 – 689, 2013.

KOGA, L.J.; CANTERI, M.G.; CALVO, E.S.; UNFRIED, J.R.; GARCIA, A.; HARADA, A.; KIIHL, R. A. de S. Análise multivariada dos componentes da resistência à ferrugem asiática em genótipos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, nº 10, p. 1277 -1 1286, 2008.

KIM, H.S.; DIERS, B.W. Inheritance of partial resistance to *Sclerotinia* stem rot in soybean. *Crop science*, v. 40, p. 55-61, 2000.

KORA, C.; MCDONALD, M.R.; BOLAND, G.J. Epidemiology of Sclerotinia rot of carrot caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Canadian journal of Plant Pathology**. v.27, p. 245-258, 2005.

KURLE, J.E.; GRAU, C.R.; OPLINGER, E.S.; MENGISTU, A. Effects on Sclerotinia stem rot in Soybean. **Agronomy Journal**, Minnesota, v.93, p.973-982, 2001.

LEITE, R.M.V.B.C. Doenças do Girassol. In: KIMATI, H. **Manual de Fitopatologia**. 4ª ed. São Paulo: Agronômica Ceres. V.2 Doenças de Plantas cultivadas, p. 385-399, 2005.

LEHNER, M.S.; PENTHYBRIDGE, S.J.; MEYER, M.C.; DEL PONTE, E.M.; Meta-analytic modelling of the incidence yield and incidence sclerotial production relationships in soybean white mould epidemics. **Plant Pathology**, v. 66, n.3, p 460 – 468, p. 1-6, 2017.

MASSOLA, N.S.; KRUGNER, T.L. Fungos Fitopatogênicos. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A. **Manual de Fitopatologia**. 4ª Ed. São Paulo: Agronômica Ceres. V1 Princípios e Conceitos, p.149-206, 2011.

MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M.; SEIJI, A.H.; DIAS, A.R.; JACCOUD FILHO, D.S.; BORGES, E.P.; JULIATTI, F.C.; NUNES JÚNIOR, J.; da SILVA, L. H. C. P.; SATO, L.N.; MARTINS, M.C.; VENANCIO, W.S. Eficiência de fungicidas para controle de mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em soja, na safra 2017/18: Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Circular Técnica 140, EMBRAPA SOJA, Londrina, 2018.

MCLAREN, N.W.; CRAVEN, M. Evaluation of soybean cultivars for resistance to Sclerotinia stalk rot in South Africa. **Crop protection**, v. 27, p. 231 – 235, 2008.

MEYER, M.C.; NUNES JUNIOR, J.; PIMENTA, C.B.; SEII, A.H.; MACHADO, T.A.; ROCHA, M.B.; ARAUJO, V.R.; FRIZZO, A.A.; DIAS, F.T.G.; SILVA, T.A. **Anais do Primeiro Encontro Internacional de Mofo branco**. CNOQ, FAUEPG, MAPA. Ponta Grossa: UEPG, 82p. 2012.

MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M. Ensaios Cooperativos de controle químico de mofo branco na cultura da Soja: safras 2009 a 2012. Londrina, EMBRAPA SOJA, Doc 345, 101p, 2014.

MILA, A. L.; CARRIQUIRY, A. L.; ZHAO, J.; YANG, X. B. Impact of management practices on prevalence of soybean Sclerotinia stem rot in the north-central United States and on farmers' decisions under uncertainty. **Plant Disease**, St. Paul, v. 87, p. 1048- 1058. 2003.

MUELLER, D.S.; BRADLEY, C.A.; GRAU, C.R.; GASKA, J.M.; KURLE, J.E.; PEDERSEN, W.L. Application of thiophanate-methyl at different host growth stages for management of sclerotinia stem rot in soybean. **Crop Protection**, USA, v.23, p.983-988, 2004.

OTERO, U.; B.; PEREZ, C. de A.; SZKLO, M.; ESTEVES, G. A.; PINHO, M. M. de; SZKLO, A. S.; TURCI, S. R. B. Ensaio clínico randomizado: efetividade da abordagem cognitivo comportamental e uso de adesivos transdérmicos de reposição de nicotina, na cessação de fumar, em adultos residentes no Município do Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, vol.22, n. 2, 2006.

PAGÈS, J. Multiple Factor Analysis: Main Features and Application to Sensory Data. **Revista Colombiana de Estatística**. V. 27, n.1, p. 1-26, 2004.

PANGGA, I.; CHAKRABORTY, S. Climate change impacts on plant canopy architecture: implications for pest and pathogen management. **European Journal of Plant Pathology**, v. 135, p. 595-610, 2013.

PELTIER, A. J.; GRAU, C. R. The influence of light on relationships between Sclerotinia stem rot of soybean in field and controlled environments. **Plant Disease**, St. Paul, v. 92, p. 1510-1514. 2008.

PELTIER, A.J. Soybean Stem Lignin Concentration Relates to Resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**, V. 93, nº 2, 2009.

PINTO, W.S.; DANTAS, A.C.V.L.; FONSECA, A.A.O.; LEDO, C.A.S.; JESUS, S.C.; CALAFANGE, P.L.P.; ANDRADE, E.M. Caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 38, n.9, p.1059-1066, set 2003.

PORTER, L. Selection of pea genotypes with partial resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* across a wide range of temperatures and periods of high relative humidity. **Euphytica**. V.186, n.3, p.671-678, 2012.

ROUSSEAU, G. X.; RIOUX, S; DOSTALER, D. Multivariate effects of plant canopy, soil physico-chemistry and microbiology on Sclerotinia stem rot of soybean in relation to crop rotation and urban compost amendment. **Soil Biology & Biochemistry**, Vol. 38, p. 3325-3342, 2006.

ROUSSEAU, G.; RIOUX, S.; DOSTALER, D. Effect of crop rotation and soil amendments on Sclerotinia stem rot on soybean in two soils. **Canadian Journal of Plant Science**. Belem – PA, v.87, p.605-614, 2007.

SHERWOOD, R.T.,; HAGEDORN, D.J. Determining the common root rot potential of pea plants. **Wis Agric Stn Bull** 531:11, illus, 1958.

STEADMAN, J. R. White mold - A serious yield limiting disease of bean. **Plant Disease**, St. Paul, v. 67, p. 346-350. 1983.

SUN, P.; XANG, X.B. Light, Temperature and Moisture effects on Apothecium Production of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**. Iowa, v.84, n.12, 2000.

VICINI, L. Análise multivariada da teoria à prática. UFSM, CCNE. Santa Maria, 2005.

VIEIRA, R.F.; PAULA JÚNIOR, T.J.; TEIXEIRA, H. White Mold Management in Common Bean by increasing Within-Row Distance Between Plants. *Plant Disease*, V. 94, nº 3, p361 – 367, 2010.

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, nº 11, p. 1264 – 1270, 1998.

WORKNEH, F.; YANG, X.B. Prevalence of Sclerotinia Stem Rot of Soybeans in the North-Central United States in relation to tillage, Climate, and Latitudinal Positions. **Phytopathology**. Iowa, v.90, n.12, p.1375-1382, 2000.

WU, B.M.; SUBBARAO, K.V.; Effects of Soil Temperature, Moisture, and Burial Depths on Carpogenic Germination of *Sclerotinia sclerotiorum* and *S. minor*. **Phytopathology**, v. 98, nº 10, p. 1144 – 1152, 2008.

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