

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

ASPECTOS ETIOLÓGICOS E EPIDEMIOLOGICOS DO COMPLEXO
MANCHA BRANCA DO MILHO

Márcio Luiz De Carli
Engenheiro Agrônomo/UFRGS

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de
Mestre em Fitotecnia - Área de concentração Fitossanidade

Porto Alegre (RS), Brasil
Abril de 2008

Folha de homologação

**Às pessoas mais importantes da minha vida:
Meu pai, minha mãe, minha irmã e meu irmão.**

**“Nunca conseguiremos encontrar a verdade se nos
contentarmos com aquilo que já foi encontrado”**

Gilbert Torni

AGRADECIMENTOS

A Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em especial ao programa de Pós-graduação em Fitotecnia, pela oportunidade.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Ao CNPq pelo auxílio financeiro para realização da pesquisa.

Ao Prof. Dr. Fábio Kessler Dal Soglio pela orientação, com confiança e apoio para realização dos trabalhos.

Ao Prof. Dr José Fernandes Barbosa Neto pela co-orientação com dedicação e por todos ensinamentos transmitidos.

À empresa Agropecuária Oeste Ltda, em especial ao pesquisador Cláudio Natalino Nuss, pelo suporte de germoplasmas para realização deste trabalho.

A FUNDACEP Cruz Alta, por ter emprestado a área para desenvolvimento do projeto e, em especial, à pesquisadora Larissa Macedo Winkler por todo o suporte durante o trabalho.

Ao técnico agrícola Elói Vogt, funcionário da EMATER Mato Queimado, pelo apoio na implantação do experimento e a Prefeitura municipal por ter emprestado a área onde foi desenvolvido o trabalho.

Ao Sr. Andrea Amandio Dal Bello pelo empréstimo da área de terra onde foi realizado o projeto no município de Machadinho.

Ao Sr. Lorentino De Carli meu pai e produtor rural por toda amizade, confiança, e apoio para realização do projeto em Vila Maria.

Ao meu irmão Paulo Ricardo pela ajuda na implantação dos experimentos e pela companhia nas viagens e minha irmã Diana Mara De Carli pelo incentivo.

Ao meu amigo Paulo César Endrigo pelo companhia nas viagens de avaliação do milho.

Aos colegas do Departamento de Fitossanidade: Marcos, Rita, Isabel, Alexandre, Felipe, Alex, Márcia, Adriana, Giovana, Precila, Aline por toda amizade e carinho.

Aos demais colegas da Fitossanidade pela amizade, pelos papos e parceria.

Aos amigos da casa do estudante da UFRGS pelo companheirismo e amizade desde a faculdade em especial para o amigo e colega João Guilherme Dal Bello Leite.

Ao Departamento de Fitossanidade, aos professores e funcionários que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos colegas do Departamento de Plantas de Lavoura pela amizade, companheirismo em especial a Laise.

Aos meus pais Lorentino De Carli e minha mãe Maria Regina Orsato De Carli por não terem medido esforços para que eu pudesse estudar, pela presença constante e apoio em todos os momentos.

À Deus pela coragem, saúde e força.

ASPECTOS ETIOLÓGICOS E EPIDEMIOLOGICOS DO COMPLEXO MANCHA BRANCA DO MILHO¹

Autor: Márcio Luiz De Carli

Orientador: Prof. Dr. Fábio Kessler Dal Soglio

Co-orientador: Prof. Dr. José Fernandes Barbosa Neto

RESUMO

A Mancha Branca do Milho é uma doença que atinge as folhas do milho principalmente após o florescimento. Trabalhos sobre a etiologia desta doença não esclareceram qual é o verdadeiro agente etiológico no Brasil. As análises da epidemiologia da doença são importantes para observar as relações do patógeno com seu hospedeiro e a interferência das variáveis climáticas nesse sistema. Portanto, o objetivo deste trabalho foi identificar agentes causais e aspectos epidemiológicos da Mancha Branca do Milho. Para identificar os agentes etiológicos presentes nas lesões, foram coletadas folhas de milho dos híbridos AS1570 e AS1567 em seis ambientes: Ribeirão Preto (SP), Chapadão do Sul (MS), Guarapuava (PR), Lages (SC), Mato Queimado e Vila Maria (RS). Foram encontrados dois fungos associados às lesões de Mancha Branca do Milho. *Phoma sorghina* foi o fungo predominante em quatro ambientes e *Phoma* sp. apenas em dois ambientes. Para o estudo da epidemiologia foram semeados dois híbridos, o AS32 e o AS3466, suscetível e resistente à Mancha Branca do Milho, respectivamente. O experimento foi realizado em quatro locais: Cruz Alta, Mato Queimado, Machadinho e Vila Maria no Rio Grande do Sul. A avaliação da severidade da doença foi realizada com escala diagramática representando a porcentagem de área foliar afetada. A Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) foi calculada e a média diária das variáveis climáticas como: precipitação, temperatura e umidade relativa foram correlacionadas com os índices da doença. Foram testados modelos matemáticos e os que melhor se ajustaram a curva de progresso da doença foi o linear para o híbrido suscetível, e o exponencial para o híbrido resistente. Observou-se correlação (R^2) significativa de algumas variáveis climáticas com os índices da doença. Em geral foi verificado que o híbrido suscetível teve rendimento menor do que o híbrido resistente. Os componentes da resistência analisados (número e tamanho de lesão) se comportaram de maneira conflitante entre os ambientes. Só permitiram detectar diferenças entre os híbridos em dois ambientes estudados.

¹ Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (87p.) Março, 2008.

ETIOLOGICAL AND EPIDEMIOLOGICAL ASPECTS OF THE MAIZE WHITE LEAF SPOT COMPLEX ²

Author: Márcio Luiz De Carli

Adviser: Prof. Dr. Fábio Kessler Dal Soglio

Co-Adviser: Prof. Dr. José Fernandes Barbosa Neto

ABSTRACT

The Maize White Leaf Spot is a disease that affects the maize crop mainly at the physiological maturation period. Although knowledge is available about the etiology of this disease, there are many uncertainties about the etiological agent in Brazil. Also, the epidemiological analysis of the disease is important to observe disease patterns in relation to weather conditions. Therefore, the objective of this work was to identify the causal agents and to study epidemiological aspects of the Maize White Leaf Spot. Leaves of maize hybrids of AS1570 and AS1567 were collected in six different environments: Ribeirão Preto (SP), Chapadão do Sul (MS), Guarapuava (PR), Lages (SC), Mato Queimado and Vila Maria (RS). In these locations two fungi had been found associated with the lesions: *Phoma Sorghina* was the predominant fungi in the four locations and *Phoma* sp. was found in higher frequency in two. For the epidemiological study, two hybrids were sown: the AS32 and the AS3466, respectively susceptible and resistant to the Maize White Leaf Spot. The analyses were done in randomized block design with four replications at locations: Cruz Alta, Mato Queimado, Machadinho and Vila Maria in Rio Grande do Sul. Disease index was assessed percentage of leaf area affected. The Area Under Disease Progress Curve (AUDPC) was calculated and weather variables as average daily precipitation, daily average temperature and daily average relative humidity. Were correlated with the disease index. Mathematical models were tested and the best adjusted to the disease progress curve were the linear model, for the susceptible hybrid, and the exponential model, for the resistant one. Significant correlation was observed for some climatic variables with the disease index. In general, it was verified that the susceptible hybrid had the lowest yields. The components of resistance analyzed (number and size of lesions) had a conflicting behavior at the environments studied. Differences between hybrids were found only in two environments.

² Master of Science dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (87p.) March, 2008.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Importância da Mancha Branca do Milho	4
2.2 Distribuição geográfica	5
2.3 Etiologia	7
2.4 Sintomatologia	11
2.5 Condições para o desenvolvimento	12
2.6 Formas de controle	15
2.7 Avaliação da epidemiologia na Mancha Branca do Milho	16
2.8 Ajuste do progresso da doença aos modelos matemáticos	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Estudo etiológico da Mancha Branca do Milho	22
3.1.1 Locais de coleta	22
3.1.2 Coleta e envio do material	24
3.1.3 Recebimento e conservação	24
3.1.4 Isolamento dos fungos da Mancha Branca do Milho	25
3.1.5 Composição de fungos na Mancha Branca do Milho	26
3.2 Avaliação da severidade da Mancha Branca do Milho	26
3.2.1 Locais de avaliação	27
3.2.2 Delineamento experimental	29
3.2.3 Quantificação da severidade da Mancha Branca do Milho	29
3.2.4 Estimativa de rendimento de grãos	30
3.2.5 Modelagem do progresso da doença	30
3.2.6 Análise dos dados	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Etiologia da Mancha Branca do Milho	32
4.2 Estudo epidemiológico da Mancha Branca do Milho	39
4.3 Curva e modelagem do progresso da doença	45
4.4 Modelagem do progresso da doença	47
4.5 Correlação entre as variáveis ambientais e os componentes da doença	51
4.6 Estimativa de rendimento de grãos	53
4.7 Componentes da resistência	55

5. CONCLUSÕES	60
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
7. APÊNDICES	70
8. VITA	73

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Local, período e híbrido utilizados para o resgate dos corpos de frutificação os quais geraram dois tipos de colônias e o número de colônias formadas em todos os ambientes. FA-UFRGS. 2007.	35
2. Médias observadas para severidade inicial (Y_0) e severidade final ($Y_{\text{máx}}$) e AACPD estimada para os híbridos AS32 (suscetível) e AS3466 (resistente) em quatro locais do RS, safrinha (2006/2007).	46
3. Valor do coeficiente de determinação (R^2) entre os valores previstos e observados dos modelos para resistência e a taxa de aumento da severidade (r) da Mancha Branca do Milho.	48
4. Correlação entre as variáveis que compõem a epidemia (r = taxa de crescimento, Y_0 = severidade inicial, Y_{max} = severidade máxima e AACPD) ajustada aos modelos Linear para o AS32 e o exponencial para o AS3466, com as variáveis climáticas (T. média = temperatura média nos 40 dias de avaliação; P. Média = precipitação média nos 40 dias da avaliação; U.R. Média = Umidade relativa média dos 40 dias; Dias $T \text{ } ^\circ\text{C} \leq 19^\circ\text{C}$ = número de dias com temperatura inferior a $19 \text{ } ^\circ\text{C}$; Dias prec = número de dias que ocorreu precipitação nos 40 dias de avaliação; Dias U.R. $\geq 70\%$ = número de dias com umidade relativa superior a 70%.	52

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Sintomas da Mancha Branca do Milho originados por infecção natural em plantas cultivadas em diferentes ambientes, no período de safra 2007/08, nos municípios de: (A) Ribeirão Preto em SP; (B) Chapadão do Sul no MS; (C) Guarapuava no PR; (D) Lages em SC; (E) Mato Queimado e (F) Vila Maria no RS.	33
2. Colônias de fungos isolados na lesão da Mancha Branca do Milho em plantas cultivadas em seis ambientes no Brasil. (A) <i>Phoma</i> sp. (<i>Plenodomus</i>) e (B) <i>Phoma sorghina</i> .	36
3. Avaliação da variável severidade à Mancha Branca do Milho com os fatores climáticos analisados no município de Cruz Alta. (A) Curva de progresso da doença para os dois híbridos AS32 (suscetível) e AS3466 (resistente). (B) Precipitação média diária em milímetros e a temperatura média diária com início 10 dias antes da 1º avaliação. (C) Umidade Relativa média diária com início 10 dias antes da 1º avaliação. Safrinha 2006/2007.	40
4. Avaliação da variável severidade à Mancha Branca do Milho com os fatores climáticos analisados no município de Mato Queimado. (A) Curva de progresso da doença para os dois híbridos AS32 (suscetível) e AS3466 (resistente). (B) Precipitação média diária em milímetros e a temperatura média diária com início 10 dias antes da 1º avaliação. (C) Umidade Relativa média diária com início 10 dias antes da 1º avaliação. Safrinha 2006/2007.	41
5. Avaliação da variável severidade à Mancha Branca do Milho com os fatores climáticos analisados no município de Machadinho. (A) Curva de progresso da doença para os dois híbridos AS32 (suscetível) e AS3466 (resistente). (B) Precipitação média diária em milímetros e a temperatura média diária com início 10 dias antes da 1º avaliação. (C) Umidade Relativa média diária com início 10 dias antes da 1º avaliação. Safrinha 2006/2007.	42

6. Avaliação da variável severidade à Mancha Branca do Milho com os fatores climáticos analisados no município de Vila Maria. (A) Curva de progresso da doença para os dois híbridos AS32 (suscetível) e AS3466 (resistente). (B) Precipitação média diária em milímetros e a temperatura média diária com início 10 dias antes da 1ª avaliação. (C) Umidade Relativa média diária com início 10 dias antes da 1ª avaliação. Safrinha 2006/2007. 43
7. Aplicação do ajuste ao modelo de regressão linear na severidade avaliada nos quatro ambientes, Cruz Alta (A), Mato Queimado (B), Machadinho (C), Vila Maria (D) para o híbrido AS32 (suscetível). Safrinha 2006/2007. 49
8. Aplicação do ajuste ao modelo de regressão exponencial na severidade avaliada nos quatro ambientes, Cruz Alta (A), Mato Queimado (B), Machadinho (C), Vila Maria (D) para o híbrido AS3466. Safrinha 2006/2007. 50
9. Estimativa de rendimento de grãos (kg/ha) para os híbridos AS32 e AS3466 em diferentes locais. Comparações dos híbridos dentro de cada local com a mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa para rendimento de grãos por teste de Tukey a 5% de probabilidade. Safrinha (2006/2007). 54
10. Estimativa do número de lesões da folha da espiga para os híbridos AS32 e AS3466 para o mesmo local. Comparações dos híbridos dentro de cada local com a mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa para o número de lesões por teste de Tukey a 5% de probabilidade. Safrinha (2006/2007). 56
11. Estimativa do tamanho das lesões para os híbridos AS32 e AS3466 para o mesmo local. Comparações dos híbridos dentro de cada local com a mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa para o tamanho de lesões por teste de Tukey a 5% de probabilidade. Safrinha (2006/2007). 58

RELAÇÃO DE APÊNDICES

	Página
1. Indicação da localização dos locais onde foram coletadas as amostras de folhas com lesões típicas da Mancha Branca do Milho para identificação do agente etiológico.	70
2. Locais no estado do Rio Grande do Sul, onde foram implantados os experimentos para estudo da epidemiologia da Mancha Branca do Milho.	71
3. Escala diagramática para avaliação de Mancha-Branca do Milho. Adaptado de Agrocerees (1996).	72

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) está sujeito a uma série de doenças que afetam folhas, colmo e espigas podendo ser responsáveis pela redução da produtividade. A sucessão de culturas com a semeadura do milho safrinha, a ausência de rotação de culturas, a intensificação da irrigação, o aumento da área cultivada com o sistema plantio direto, a ausência de cultivares resistentes ou com níveis adequados de resistência, associados a condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de doenças nas áreas agrícolas, proporcionaram na década de 1990 um incremento na severidade principalmente das doenças foliares. Entre as doenças, a Mancha Branca do Milho ocasionou perdas significativas à cultura, reduzir a produtividade em mais de 60% nos casos de severidade elevadas. Essa doença apresenta diferente denominação nos Estados Unidos da América, onde é chamada de Mancha de *Phaeosphaeria* uma vez que *Phaeosphaeria maydis* (anamorfa *Phyllosticta* sp.) é apontado como o único fungo causador da doença. Entretanto, trabalhos no Brasil, com exceção de pesquisas no estado de São Paulo, têm apresentado dúvidas sobre o agente etiológico, uma vez que o fungo *Phaeosphaeria maydis* descrito como causador da doença nos Estados Unidos da América é encontrado em baixa frequência nas lesões da doença no milho em condições naturais de desenvolvimento. No Brasil é

relatada a participação de outros fungos como: *Phoma sorghina*, *Phoma* sp. (seção *Plenodomus*), *Sporormiella* sp. e também a bactéria *Pantoea ananas* causando lesões semelhantes.

A medida de controle mais eficiente para essa doença tem sido a utilização de cultivares resistente, entretanto o melhoramento tem encontrado dificuldades para o desenvolvimento de resistência estável para os diversos ambientes de cultivo no Brasil. Portanto, identificar o agente etiológico da doença é importante porque permite traçar estratégias de seleção adequadas de acordo com o tipo de resistência, seja ela parcial e não específica a raça ou total e específica a raça. Embora alguns fungicidas tenham apresentado efetivo controle da Mancha Branca do Milho, sua utilização pode ser inviável do ponto de vista econômico.

Com base nas dúvidas apresentadas nos trabalhos de Amaral *et al.*, (2004) e Pegoraro *et al.*, (2001) levantamos as seguintes hipóteses.

- a) Existência de diversos fungos envolvidos na doença variando dependendo do ambiente.
- b) A reação das plantas a doença é do tipo quantitativa, onde as plantas resistentes fazem com que o fungo tenha um progresso mais lento.

Para verificar a variação dos agentes etiológicos das lesões da Mancha Branca do Milho em diversos ambientes, foi coletando material vegetal nos municípios de: Ribeirão Preto em SP; Chapadão do Sul no MS; Guarapuava no PR; Lages em SC; Mato Queimado e Vila Maria no RS, no período safra de 2006/07. Para verificar o progresso e a severidade da Mancha Branca do Milho, foi semeado um experimento no período safrinha

nos municípios de Cruz Alta, Mato Queimado, Machadinho e Vila Maria no estado do Rio Grande do Sul, no período da safrinha 2006/07

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância da Mancha Branca do Milho

Dentre as manchas foliares, a Mancha Branca do Milho tem sido considerada uma doença de importância primária, estando entre as principais doenças foliares do milho no Brasil. Possivelmente a mais severa entre as manchas foliares nas regiões central, sudeste e sul do Brasil na década de 1990 (Balmer & Pereira, 1987; Von Pinho, 1998; Luz, 2001).

A incidência da Mancha Branca do Milho em materiais susceptíveis antes ou durante o florescimento pode proporcionar à planta um aspecto de queima intensa, reduzindo o ciclo da cultura pela diminuição da área fotossintética. As perdas provocadas pela doença podem atingir 60% da produção de grãos em cultivares suscetíveis dependendo das condições ambientais (Agrocere, 1996; Fernandes & Oliveira, 1997; Pegoraro *et al.*, 1998 e 2001). Por outro lado o estabelecimento da doença sobre plantas de milho depois de ter atingido o estágio de maturação, não tem provocado prejuízos significativos (Silva 2002).

Godoy *et al.* (2001) observaram, no caso do patossistema Mancha Branca do Milho, que a simples quantificação visual da severidade da doença não fornece uma indicação precisa do efeito do patógeno sobre a taxa fotossintética do hospedeiro, uma vez que ocorre redução da eficiência

fotossintética não apenas no tecido lesionado, mas também em partes do tecido verde remanescente de folhas infectadas. Constataram que não há relação entre dano e intensidade da doença, pois folhas com 20% de severidade apresentaram uma redução de 50% na taxa líquida da fotossíntese.

Em algumas regiões produtoras de milho, a ocorrência da doença adquiriu caráter endêmico, limitando o cultivo de genótipos susceptíveis na semeadura da safrinha. Nesta época se tem observado maior severidade da doença, sendo que na década de 1980 no estado do Paraná foram observadas severidade da doença superiores a 50% (Fantin., 1994). Outras avaliações de campo mostraram que híbridos comerciais apresentaram até 40% de sua área foliar afetada pela doença (Embrapa, 1993; Dudienas *et al.*, 1998).

A resistência genética à Mancha Branca do Milho não tem apresentado estabilidade, uma vez que híbridos resistentes em determinado local tornam-se suscetíveis em outros (Souza & Duarte, 2002). A ocorrência da doença tem sido generalizada, inclusive em genótipos de milho indígenas do norte e centro-oeste do Brasil (Silva *et al.*, 2004).

2.2 Distribuição geográfica

O primeiro relato existente na literatura, que trata da associação de um fungo ligado à Mancha Branca no milho, foi feita no Brasil em 1902, quando, a partir de plantas de milho coletadas em São Paulo, Hennings o descreveu adotando a nomenclatura *Sphaerulina maydis* (Hennings 1902). No entanto os postulados de Koch foram comprovados pela primeira vez

para essa doença por Rane *et al.* (1965), com material coletado na Índia, sendo atribuído ao fungo *Phaeosphaeria maydis* ((P. Henn.) Rane, Payak & Renfro) o agente causal. Posteriormente a doença foi encontrada nas Américas do Sul, Centro e Norte, incluindo o Hawai, e na África do Sul e Central, mostrando que atualmente a doença está amplamente disseminada por vários países (Fantin, 1994; Carson, 1999 e 2001).

Nos Estados Unidos da América foi detectada pela primeira vez, em 1990, no sul da Flórida, apresentando potencial para causar grandes epidemias por falta de cultivares com resistência satisfatória ao patógeno na região o cinturão do milho (Carson, 1991 e 1999). Entretanto, após uma década, com o lançamento de variedades resistentes, por apresentar clima temperado, não utilização do sistema plantio direto e ausência de sucessão de culturas a doença não alcançou *status* de epidemia. De acordo com a última classificação, é considerada de menor importância e de ocorrência limitada (White, 2000).

No Brasil, até a década de 1980, a moléstia era restrita ao milho de final de ciclo (safrinha), sem causar danos importantes na qualidade e no rendimento de grãos do milho. Desta forma foi considerada de importância econômica secundária (Balmer & Pereira, 1987).

Hoje a doença é de distribuição generalizada nas áreas produtoras de milho, ocorrendo principalmente entre as zonas tropicais e subtropicais no mundo, predominando nas áreas altas dos trópicos, onde se registra maior intensidade de chuvas com temperaturas mais amenas (Fantin, 1994; Carson, 1999 e 2001).

2.3 Etiologia

Trabalhos referentes a etiologia da doença são contraditórias no Brasil e raros no exterior. O fungo agente causal da Mancha Branca do Milho foi descrito por Rane *et al.* (1965) indicando *Phaeosphaeria maydis* (P. Henn). Anteriormente Hennings (1902) havia denominado como *Sphaerulina maydis*, sendo que a fase imperfeita corresponde a *Phyllosticta sp.* (Carson, 1999).

O agente etiológico *Phaeosphaeria maydis* é um Ascomiceto. A fase teleomorfa apresenta ascósporos hialinos, fusiformes, com três septos, sendo constricto apenas no primeiro septo, e quatro células, com uma das células mais medianas mais alargada, e freqüentemente gutulados. Apresenta conídios hialinos, unicelulares, tipicamente uni ou bigutulados (Shoe Maker & Babcock, 1989).

Phoma sp. e *Phyllosticta sp.* são freqüentemente similares e tratados como sinônimos, apesar de, *Phoma sp.* ser considerado um patógeno que pode produzir lesões em todas as partes vegetais da planta e *Phyllosticta sp.* causa lesões especialmente em folhas (Barnett & Hunter, 1998).

A grande maioria das pesquisas realizadas no Brasil que estudou a etiologia da doença foi baseada apenas na infestação natural (Pegoraro *et al.*, 2001; Souza & Duarte, 2002). A ocorrência de *P. maydis* foi inicialmente documentada apenas em São Paulo (Fantin, 1994; Fantin & Balmer, 1997), tendo sido sugerida a existência de raças do patógeno para explicar inconsistências na resistência genética de genótipos de milho em diferentes ambientes (Brunelli *et al.*, 2002). Em outros estados do Brasil, as pesquisas não confirmam o mesmo agente causal. Freqüentemente picnídios e

peritécios presentes nas lesões típicas da moléstia pertencem a fungos diferentes e não aos estados anamórficos e teleomórficos de um único agente (Cervellatti *et al.*, 2002).

Amaral *et al.*, (2004 e 2005) descreveram a existência de outros agentes causadores de sintomas semelhantes à Mancha Branca do Milho e o fungo *Phoma sorghina* foi predominante nas lesões. Colônias com coloração inicial branca que evoluíam para rosa-salmão e que finalmente ficavam rosa escuro, com formação de picnídios nas porções negras da colônia, foram identificadas como *Phyllosticta* sp. Estas eram semelhantes a *Phaeosphaeria maydis* isolado Anhembi no Instituto Biológico de Campinas, SP. Colônias cor-de-rosa, com porção cinza em meio BDA, onde foram produzidos picnídios de cor marrom a negra, com um ou mais ostíolos e com formação de esporos unicelulares e elípticos foram identificados como *P. sorghina*. As colônias com coloração clara, bege translúcida, em meio BDA, com pseudotécios transparentes através dos quais as ascas podiam ser observadas continham ascósporos de três septos e quatro células, capazes de separar-se em células para germinar individualmente, foram identificadas como sendo *Sporormiella* sp. Já as colônias de coloração cinza e branco em meio BDA que desenvolveram picnídiosporos unicelulares e elípticos em picnídios de parede pseudoparenquimatosas com duas camadas de células foram identificadas como *Phoma* sp. (seção *Plenodomus*). Segundo Amaral (2005), *Phoma* sp. (seção *Plenodomus*) apresenta baixa habilidade em produzir esporos *in vitro* dificultando a realização dos testes de patogenicidade.

Também existe referência do envolvimento da bactéria *Pantoea ananas* na produção de lesões típicas da Mancha Branca do Milho (Paccola-Meirelles *et al.*, 2001). Recentemente, uma espécie nova de *Sclerophthora* (*Peronosporaceae*) foi encontrada consistentemente nas lesões de Mancha Branca do Milho (Oliveira *et al.*, 2004). Entretanto esta publicação foi contestada por Casela *et al.* (2006), pois além de o autor não ter realizado os postulados de Koch com o agente etiológico encontrado, as imagens presentes no artigo apresentam interpretação dúbia sobre. Portanto devido aos problemas encontrados o revisor recomenda que o artigo não tenha validade científica.

O isolamento do fungo *P. maydis* em baixa frequência, em torno de 10% (Paccola-Meireles *et al.*, 2001) e sua anamorfa *Phyllosticta* sp. entorno de 7% (Amaral *et al.*, 2004) associados com a alta frequência de outros agentes patogênicos encontrados nas lesões da Mancha Branca do Milho evidenciam que essa doença não Brasil não corresponde a doença descrita por Rane *et al.*, (1966) que ocorre nos EUA (White, 2000).

Tendo em vista essa problemática, duas principais hipóteses foram elaboradas no Brasil. Uma delas tenta explicar a doença através do envolvimento da bactéria *P. ananas* como sendo a causadora das lesões (Paccola-Meirelles *et al.*, 2001; Paccola-Meirelles *et al.*, 2004). A outra trabalha com a existência de diferentes fungos causando sintomas similares à de *Phaeosphaeria*, sendo que podem ocorrer juntos e variar dependendo do ambiente de cultivo (Amaral *et al.*, 2005).

Outros autores trabalham com a hipótese de que a bactéria estaria associada às lesões jovens tipo anasarca e que os fungos seriam

encontrados apenas quando as lesões estariam necrosadas (Marriel *et al.*, 2004; Bomfeti *et al.*, 2004). Entretanto a ocorrência de fungos patogênicos em alta frequência foi demonstrada por testes de patogenicidade (Amaral *et al.*, 2004) e indiretamente, pelo efetivo controle da doença obtido com fungicidas com *Pyraclostrobin* como princípio ativo (Souza *et al.*, 2004; Jann *et al.*, 2004a).

O ciclo vital de Ascomicetos apresenta uma fase de reprodução assexuada e outra sexual. A fase assexuada ocorre durante o desenvolvimento da planta, enquanto as condições são favoráveis aos fungos. Quando o ambiente se torna desfavorável, o fungo pode sobreviver formando estruturas de resistência, como os clamidósporos, ou reproduzir sexualmente formando ascas com ascósporos, os quais são mais resistentes que conídios, e servirão como inóculo primário, para iniciar a moléstia em um novo ciclo da planta (Amorim, 1995a). Seguindo este ciclo vital, *P. maydis* (Rane *et al.*, 1966), *Phoma* e outros podem ser caracterizados como fungos necrotróficos, porque possuem habilidade de crescer e invadir células vivas do hospedeiro, e sua sobrevivência é garantida pela atividade saprofítica, que pode se dar por meio da colonização de restos da cultura (decomposição da matéria orgânica) ou da utilização de nutrientes da solução do solo para obter seus alimentos. Desta forma, os fungos permanecem no campo e em condições de ambiente favorável os esporos germinam possibilitando a disseminação dos propágulos para novas plantas podendo iniciar novas epidemias nas safras posteriores.

2.4 Sintomatologia

No Brasil, a Mancha Branca do Milho também é conhecida por mancha de *Phaeosphaeria*, Feosféria, Faeosfaeria, pinta branca (Reis & Casa, 1996).

Os sintomas podem ocorrer em várias partes do tecido da planta, tais como folhas e palhas da espiga. Inicialmente as lesões são cloróticas evoluindo para necróticas, podem apresentar coloração variando de branca até palha, o diâmetro pode variar de 1 até 20 mm, nem sempre com margens definidas, de cor pardo-escuro, sendo que em altas severidades estas lesões podem coalescer, comprometendo grande parte da área fotossintética das folhas (Godoy *et al.*, 1998; White, 2000). Para a maioria dos genótipos de milho, os sintomas surgem primeiro nas folhas inferiores, progredindo rapidamente em direção ao ápice da planta, tornando-se mais severos após o pendoamento (Reis & Casa, 1996; Sawazaki *et. al.*, 1997). Na fase mais adiantada de desenvolvimento, dependendo das condições ambientais, as lesões necróticas apresentam estruturas reprodutivas (picnídios ou peritécios) que são pontuações escuras localizadas no centro das lesões provocadas pelos fungos, possíveis agentes causais da Mancha Branca do Milho. Os picnídios possuem estruturas de cor marrom escuro a preto, ostíolos arredondados, com conídios hialinos, elipsóides, alongados ou arredondados. Os peritécios possuem os ostíolos papilados, o asco hialino, clavado ou cilíndrico, reto ou curvo, contendo oito ascósporos de forma hialina, reta ou ligeiramente curva, com três septos ligeiramente constrictos e com a região central dilatada (Fantin, 1994; Pereira, 1997; Lopes, 2003).

O inóculo primário do agente causal da Mancha Branca do Milho é oriundo de restos culturais, não tendo sido identificado até o momento nenhum hospedeiro intermediário, e a disseminação ocorrem através do vento, sementes ou da água (Pereira 1997). O vento e as sementes são responsáveis pela dispersão a longas distâncias, enquanto a água promove a distribuição do patógeno nas proximidades da fonte de inóculo (Amorim, 1995b; Bedendo, 1995). Segundo Silva (2002), há a possibilidades de que focos iniciais da doença sejam da safrinha, de plantas de milho germinadas das sementes da resteva de verão, ou que o inóculo advenha de áreas de plantio de inverno do Nordeste ou, até mesmo de outros continentes.

2.5 Condições para o desenvolvimento

O pleno desenvolvimento de doenças em plantas está ligado a fatores ambientais favoráveis para o desenvolvimento do agente etiológico. Silva e Menten (1997) consideraram que as condições favoráveis à doença são temperaturas entre 24 e 30°C, umidade relativa elevada e baixa luminosidade. Segundo Silva (2000), nas regiões com altitude acima de 700 metros, têm-se a ocorrência da doença, provavelmente devido à formação de orvalho.

Por outro lado, em experimentos realizados por Pinto (1997) na região de Sete Lagoas/MG, foi observado aumento da severidade da Mancha Branca do Milho quando valores de temperatura mínima do ar e a média de umidade relativa foram iguais ou superiores a 14°C e 60%, respectivamente ou quando a temperatura mínima do ar foi inferior a 14°C, mas com umidade relativa superior a 65%. Com temperatura mínima superior a 14°C e

umidade relativa inferior a 60% não houve ocorrência da doença, indicando que a umidade relativa foi o fator preponderante para o aparecimento das lesões foliares causadas pelo fungo.

Fantin *et al.* (1996), estudando o efeito da temperatura sobre o crescimento micelial *in vitro* de *P. maydis*, observou que a faixa de temperatura mais adequada é entre 20 e 22°C, e em temperaturas acima de 30°C o fungo mostrou-se extremamente sensível tendo seu crescimento praticamente inibido. Ainda Godoy *et al.* (1999), testaram diferentes combinações de períodos de umidade e diferentes temperaturas para a germinação do fungo *Phaeosphaeria maydis in vitro*, e observaram que a maior porcentagem de germinação de corpos de frutificação do fungo (picnídios ou peritécios) foi a 23°C e com o máximo período de umidade testado que foi de 24 horas.

A partir de dados de temperatura e precipitação obtidos durante o ciclo da cultura, Sawazaki *et al.* (1997) observaram que a regularidade da precipitação foi o fator climático preponderante para a ocorrência da doença, provavelmente por manter a umidade relativa do ar em níveis adequados para a germinação do patógeno. Godoy *et al.* (1999) também observaram que a severidade máxima está ligada as variáveis climáticas (temperatura, umidade relativa e precipitação) e o fator climático que mais se correlacionou com a severidade da doença foi o número de horas com umidade relativa acima de 90%. Entretanto, este fator isolado não foi suficiente para explicar o progresso da doença nos diferentes locais estudados.

Em estudo realizado sobre a ocorrência da Mancha Branca do Milho no estado de São Paulo entre 2001 e 2005 durante o período de safrinha,

Rolin *et al.* (2006) observaram que a doença é favorecida quando ocorre acúmulo térmico de 2900°C, concomitante a um acúmulo de 350 mm de precipitação no período de cinco meses contabilizados desde a semeadura (março a julho). Isto ocorreu independentemente do cultivar ser resistente, moderadamente resistente ou suscetível. Os valores acumulados se referem a temperaturas médias amenas e chuvas moderadas.

Amaral *et al.* (2005), realizaram um experimento a campo no município de Vila Maria/RS com objetivo de avaliar a severidade da Mancha Branca do Milho. O ambiente foi favorável a incidência da doença e desfavorável a severidade pois o pleno desenvolvimento da doença pode ter sido prejudicado por um período de estiagem. Foi observada incidência da doença em toda a área, numa amplitude de 1% a 55% da área foliar da planta com lesões. Pegoraro *et al.* (2001), em trabalho de campo realizado no município de Xanxerê/SC, analisando a severidade da doença, observaram amplitude de 5,9 a 61,5%, valores semelhantes aos descritos anteriormente.

No entanto, além do clima, o manejo da adubação pode ser responsável pela predisposição de plantas ao ataque de patógenos (Bedendo, 1995). Fantin *et al.* (1991), avaliaram a influência de diferentes doses de nitrogênio sobre a ocorrência e a severidade da Mancha Branca do Milho em plantas inoculadas no início do florescimento. O uso de doses crescentes de nitrogênio acima de 100 kg/ha aumentou a incidência da doença. Fancelli (1996), também observou que a severidade é afetada pela época de aplicação da adubação nitrogenada e ocorre aumento quando a aplicação de nitrogênio é realizada após a emissão da 12ª folha. Essa

constatação foi corroborada por Costa (2001), verificando que a severidade da Mancha Branca do Milho depende de vários fatores, como a época de semeadura, a dose e época da adubação nitrogenada e das características dos genótipos. A combinação entre genótipos suscetíveis e clima favorável proporcionou variação de 38% a 73% na área foliar lesionada com aplicação de 0 a 240 kg/ha de N, respectivamente.

2.6 Formas de controle

Algumas medidas de controle mais gerais podem auxiliar na diminuição do inóculo e nos danos do patógeno, como a eliminação de restos culturais, adubação balanceada, evitar plantios tardios e talvez a mais importante prática cultural que é a rotação de cultura. A aplicação de fungicidas com o princípio ativo mancozeb é uma prática de controle que tem apresentado resultados satisfatórios no controle da doença (Pinto 1997). No entanto a utilização de produtos químicos para o controle de doenças na cultura do milho é, normalmente inviável do ponto de vista econômico (Brasil *et. al.*, 1998).

A resistência genética é considerada pela comunidade científica como o método ideal para o controle de doenças das plantas cultivadas e a contribuição do melhoramento genético tem sido expressiva com o desenvolvimento de cultivares resistente (Robinson, 1996; Casela, 2004; Niks & Lindhout, 2004).

Com a necessidade de obtenção de resistência mais durável, alguns autores sugerem que a seleção seja um processo contínuo de identificação de genótipos com baixos níveis de severidade da moléstia, devendo ser

eliminadas plantas muito suscetíveis e muito resistentes, porque nestas últimas os genes de grande efeito não permitem visualizar resistência parcial (Parlevliet & Ommeren, 1988). No entanto, segundo Amorin (1995), isso pode ser muito difícil e pouco prático. Como alternativa, a quantificação do tecido afetado pelo patógeno pode servir de estimativa da quantidade de patógeno presente, assim como do nível de resistência, no caso de doenças que causam manchas foliares (Parlevliet, 1997).

Amaral *et al.* (2005) realizaram análise molecular para detectar *QTLs* (loci para característica quantitativa) associados à resistência à Mancha Branca do Milho coincidentes com regiões já mapeadas para a resistência à Mancha de *Phaeosphaeria*. O *QTL* de maior efeito foi localizado pelo marcador Umc1433 no braço curto do cromossomo 7, local considerado por Carson (1996) como importante para detectar resistência a Mancha Branca do Milho. Este *QTL* explicou 25% da variação fenotípica total para o caráter AACPD (Área abaixo da Curva de Progresso da Doença). Segundo Amaral *et al.* (2005), marcadores moleculares com este comportamento podem ser de grande utilidade quando o objetivo é a construção de mapa genético em consenso no Brasil para a resistência à Mancha Branca do Milho. Mapas consenso elaborados a partir de diferentes populações segregantes de uma cultura em diversos ambientes são importantes para seleção assistida por marcadores moleculares (Ferreira & Grattapaglia, 1995).

2.7 Avaliação da epidemiologia na Mancha Branca do Milho

A severidade, que compreende a proporção de tecido doente na planta em comparação com o tecido sadio, em porcentagem, é considerado

o parâmetro mais adequado para quantificar doenças foliares como ferrugens, oídios, míldios e manchas, porque retrata melhor a intensidade da moléstia do que a incidência, onde são feitas contagens para estimar a frequência de plantas ou órgãos afetados pela doença (Bergamin-Filho & Amorim, 1996).

A severidade de uma doença pode ser avaliada através da utilização de chaves descritivas, de escalas diagramáticas e da análise de imagens. Em avaliações de doenças foliares, as escalas diagramáticas são as mais utilizadas. Estas possuem ilustrações de uma série de plantas com diferentes níveis de severidade. A escala mais utilizada para se avaliar a Mancha Branca do Milho no Brasil é a de Chester (1950), modificada por Agrocerec (1996). A avaliação pode ser feita na planta inteira ou na folha posicionada abaixo do ponto de inserção da espiga principal. O método de avaliação da severidade da doença na planta inteira mostrou ser o mais prático para a avaliação da Mancha Branca do Milho (Silva, 2002).

Na realização da avaliação das doenças do milho um aspecto importante é a caracterização do estágio fenológico do hospedeiro, pois o efeito da doença na produção varia de acordo com a época em que a planta foi infectada (Silva, 2002). A Mancha Branca do Milho tem sido constatada em vários estádios de desenvolvimento do milho e, segundo Agrocerec (1996), o estágio fenológico ideal para a avaliação da Mancha Branca do Milho é o 7 devido à maior incidência da doença nessa fase, que ocorre entre 20 e 25 dias após a emissão dos estilos-estigmas. O estágio 7 se caracteriza por apresentar 50 % das plantas com os grãos da espiga do milho em estágio pastoso.

Segundo Silva (2002), vários autores indicam um incremento da doença no período compreendido a partir de setembro, atingindo a máxima incidência nos meses de dezembro a fevereiro. Num experimento avaliando-se o efeito de cinco épocas de semeadura em dois níveis de adubação na Mancha Branca do Milho realizado por Pegoraro *et. al.* (2001), foi relatado que, na medida em que a semeadura do milho foi retardada, houve aumento na severidade da doença e redução no rendimento de grãos. O período de semeadura entre novembro a dezembro apresentou os maiores valores de severidade. Segundo Sawazaki *et. al.* (1997), isso se deve à ocorrência de temperaturas e umidade adequadas ao desenvolvimento do patógeno.

A AACPD também pode ser utilizada para o estudo da epidemia. Neste caso a Mancha Branca do Milho é avaliada em vários estádios fenológicos das plantas; assim, a melhor representação da reação do hospedeiro é dada pelo seu desempenho ao longo de uma epidemia, a qual pode ser graficamente ilustrada pela quantidade de doença em função do tempo (Lopes, 2003). Esta metodologia apresenta alguns pontos importantes que cabem ser ressaltados, como maior segurança nas inferências sobre a epidemia quando comparada a estudos baseados e em uma única avaliação, e menor influência dos efeitos de época de avaliação e ambiente (Parlevliet, 1979; Campbell *et al.*, 1990). A AACPD pode também representar melhor a resistência geral da planta durante a epidemia do que a avaliação de severidade baseadas numa única avaliação (Bergamin-Filho, 1995). No entanto, Vale *et. al.* (2001) consideraram AACPD apenas uma medida cumulativa de severidade, muito laboriosa e que na maioria das

vezes favorece resultados similares a avaliação de severidade feita no período de maior intensidade da doença.

Lopes (2003), em seu trabalho de mapeamento de genes de resistência à Mancha Branca do Milho utilizou a curva de progresso da doença para três épocas de avaliação da severidade, no florescimento, 15 e 30 dias após o florescimento. Neste caso o autor relata a dificuldade prática das avaliações de campo para constituir a curva de progresso da doença. Pelo estudo de correlação entre os dados da curva e as três épocas de avaliação pontuais, concluiu que as avaliações pontuais de 15 e 30 dias após o florescimento são mais práticas e tão informativas quanto à curva de progresso. No entanto essa prática é mais indicada para identificar níveis de resistência, quantitativa ou parcial, na planta.

Amaral *et al.* (2004), trabalharam com a etiologia e genética da resistência da Mancha Branca do Milho analisando os parâmetros AACPD, severidade final (SFINAL) e severidade da folha (SFOLHA), para avaliar a severidade da doença. Nesse trabalho observaram correlação de 0,39 para a AACPD x SFOLHA, 0,54 para a SFINAL x SFOLHA e de 0,80 para a AACPD x SFINAL. Em programas de melhoramento essa informação é importante, pois quando não é possível fazer várias avaliações durante o ciclo da cultura possibilitando a construção da curva de progresso da doença, pode se adotar apenas a SFINAL. As correlações obtidas entre os parâmetros analisados mostram qual seria o melhor momento para realizar uma única avaliação sendo esta tão informativa quanto a AACPD. Nesse trabalho o período de 35 dias após o florescimento foi o indicado para a realização de uma única avaliação. Entretanto a AACPD é a melhor forma

para representar uma epidemia ao longo do tempo e deve ser constituída de no mínimo três avaliações durante o ciclo da planta (Bergamin-Filho, 1995).

2.8 Ajuste do progresso da doença aos modelos matemáticos

Modelos matemáticos são capazes de resumir, na forma de expressões matemáticas relativamente simples, a relação existente entre doença e tempo. Estas expressões facilitam a análise dos dados de progresso da doença, especialmente, em experimentos onde fatores climáticos como (precipitação, umidade relativa, temperatura) interferem na severidade de doenças. A possibilidade de realizar comparações já se constitui justificativa suficiente para o estudo das curvas de progresso de doenças e para o desenvolvimento de expressões matemáticas (modelos) que as descrevam. Além deste interesse prático, modelos matemáticos de curvas de progresso de doença também podem contribuir para um melhor entendimento do processo epidêmico (Bergamin Filho, 1995).

Conforme Bergamin Filho (1995), os modelos monomolecular e logístico, junto com seus antecessores mais simples, os modelos linear e exponencial, não são os únicos que se adaptam ao progresso da doença em função do tempo. Existem outros como o de Richards, Modelo dependente do tempo e o de Gompertz, que em determinadas situações, aproximam-se mais dos dados experimentais possibilitando, assim uma tomada de decisão mais precisa.

A escolha do melhor modelo deve ser criteriosa, pois falhas no ajuste podem gerar informações e recomendações totalmente incorretas. O primeiro passo é observar o gráfico dos dados coletados, descritos pela

variável tempo (t) na abscissa e intensidade da doença (incidência ou severidade) na ordenada, para se ter idéia de qual modelo será ajustado. Esse critério não é o único a ser levado em consideração na escolha do melhor modelo. A tendência biológica do patossistema não pode ser esquecida. Além disso, a estatística oferece ótimas ferramentas, entre elas o coeficiente de determinação ajustado da análise de regressão (R^2), o valor do quadrado médio dos desvios (obtidos na análise de variância) e o gráfico dos resíduos padronizados em função da variável independente. Deve-se escolher o modelo que: apresentar maior valor de R^2 durante o ajuste, menor valor de quadrado médio dos resíduos e gráficos dos resíduos sem tendências e com os valores os mais próximos possíveis do eixo das abscissas (Campbell & Madden, 1990; Bergamin Filho, 1995)

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Estudo etiológico da Mancha Branca do Milho

Para o estudo etiológico da Mancha Branca do Milho foram coletadas amostras de folhas de milho híbrido contendo lesões típicas da doença em diversos locais do Brasil. As análises laboratoriais foram conduzidas no laboratório três do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) no período de março de 2006 a dezembro de 2007.

3.1.1 Locais de coleta

Para realização do estudo etiológico da Mancha Branca do Milho foram coletadas amostras dos seguintes locais:

Ribeirão Preto: município localizado na região norte do estado de São Paulo (SP), situado à (21°12'S 47°48'W) com altitude média de 544,8 metros. Apresenta clima tropical de altitude (Cwa), com temperaturas médias anuais é próxima a 18,5°C, inverno seco e verão chuvoso podendo atingir quase 1500 mm de precipitação.

Chapadão do Sul: município localizado na região nordeste do estado de Mato Grosso do Sul (MS), situado à (18°47'S 52°37'W) com altitude média de 820 metros. Apresenta clima tropical úmido (Aw), com estação

chuvosa no verão e período seco no inverno. A temperatura média anual é próxima a 20,5°C e a precipitação atinge até 1850 mm.

Guarapuava: município localizado na região centro-sul do estado do Paraná (PR), situado à (25°23'S, 51°27'W), com altitude média de 1100 metros. Este local apresenta clima subtropical úmido mesotérmico (Cfb), com verões frescos. A temperatura média anual é próxima a 22°C, não apresentando estação seca. A precipitação média anual varia de 1400 a 1800 mm.

Lages: município localizado na região serrana ao sul do estado de Santa Catarina (SC), situado à (27°49'S 59°19'W) com altitude variando entre 850 a 1500 metros. Apresenta clima subtropical (Cfa) com estações bem definidas, podendo ocorrer estiagens no verão. A temperatura média anual é de aproximadamente 15°C, podendo atingir precipitações de até 1480 mm.

Mato Queimado: município localizado no noroeste do estado do Rio Grande do Sul (RS), próximo a região das Missões. Situa-se à (28°15'S 54°36'W) com altitude média de 220 metros, apresentando clima subtropical (Cfa) com estações bem definidas, podendo ocorrer estiagens no verão. A temperatura média anual é de aproximadamente 17°C e a precipitação pode atingir até 1500 mm anuais.

Vila Maria: município localizado na encosta superior do nordeste do Rio Grande do Sul (RS), próximo a Passo Fundo. Situa-se à (28°32'S 52°09'W) com altitude média de 520 metros apresentando clima subtropical (Cfa) com estações bem definidas durante o ano, podendo ocorrer estiagens

no período de verão. A temperatura média anual é de aproximadamente 16°C, atingindo precipitações de até 1500 mm.

3.1.2 Coleta e envio do material

As folhas de milho com lesões típicas da Mancha Branca do Milho foram coletadas aleatoriamente após o pendoamento, estágio VT, conforme descrito por Ritchie *et al.* (1992). A coleta das folhas realizadas fora do estado do RS, foi realizada pelos engenheiros agrônomos da Agroeste (Empresa Agropecuária Oeste Ltda) e as coletas nos dois locais do RS, foram realizadas pelo próprio autor. As folhas foram coletadas dos híbridos AS1570 e AS1567, pois apresentam características genéticas semelhantes uma vez que a mãe é a mesma. De um total amostral de 30 plantas de milho foi coletada a folha de inserção da espiga, as quais foram cortadas próximo à base. As folhas coletadas foram dobradas ao meio e colocadas entre folhas de jornal para retirar o excesso de umidade e evitar o desenvolvimento de fungos saprofíticos. O envio para o Departamento de Fitossanidade da UFRGS foi feito pelo correio em caixas de papel. Quando não era possível o envio do material logo após a coleta, o mesmo era armazenado em geladeira, para manter as características fisiológicas da folha.

3.1.3 Recebimento e conservação

No recebimento, das folhas de milho no laboratório, foi efetuada a troca das folhas de jornal, para evitar que alguma sobra de umidade pudesse estragar o tecido foliar pelo crescimento de fungos saprofíticos. As

folhas de milho foram mantidas em geladeira com temperatura aproximada de 4°C e baixa umidade.

3.1.4 Isolamento dos fungos da Mancha Branca do Milho

Para o isolamento dos fungos, fragmentos de folhas de milho com diâmetro de 10x20 mm, contendo lesões típicas da doença foram desinfestadas da seguinte forma: inicialmente, foi realizada uma lavagem com Tween 20®/ água destilada (2 gotas/100ml), após as folhas foram desinfestadas com álcool (70%), por um minuto, e na seqüência imersas em solução de Hipoclorito de sódio comercial (2,5% de cloro ativo) diluído a 1%, por 1 minuto. Posteriormente as folhas foram enxaguadas com água destilada e esterilizada e submetidas à câmara-úmida com períodos de incubação de 48 horas em fotoperíodo de 24 horas e temperatura de 22±2°C, para proporcionar o desenvolvimento de estruturas reprodutivas de fungos na lesão de Mancha Branca do Milho. As estruturas reprodutivas encontradas na região central do tecido foliar necrótico, foram transferidos para placas de Petri contendo meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (200g/L batata + 20g/L de dextrose + 15g/L agar + 0,02% de estreptomicina + 0,01% de neomicina, totalizando 1L com água destilada = BDA) com o auxílio de microscópio-estereoscópico, em capela de fluxo laminar onde foram mantidas condições assépticas. Para cada placa de Petri foram transferidos quatro picnídios ou peritécios representando uma lesão. As placas foram incubadas por 30 dias, em fotoperíodo de 12 horas à temperatura de 22±2°C, para desenvolvimento das colônias fúngicas. Após, 30 dias de

incubação das estruturas reprodutivas para a formação das colônias fúngicas foram repicadas em novas placas para purificação.

3.1.5 Composição de fungos na Mancha Branca do Milho

Os fungos isolados foram caracterizados de acordo com características macroscópicas da colônia, cor e tipo de micélio. Os fungos encontrados na lesão de Mancha Branca do Milho foram identificados por método de comparação com os já descritos e identificados por Amaral *et al.* (2005).

A avaliação dos fungos presentes na Mancha Branca do Milho foi estimada utilizando uma amostra de 20 lesões por ambiente somando um total de 120 lesões foliares coletadas nos seis ambientes. Cada lesão foi considerada uma unidade amostral, onde quatro estruturas reprodutivas foram resgatadas e serviram para o cálculo da frequência relativa de fungos em cada ambiente.

3.2 Avaliação da severidade da Mancha Branca do Milho

O progresso da doença foi avaliado em diversos locais no estado do RS. Foram semeadas parcelas do milho AS32 e do AS3466 nos municípios de Cruz Alta, Mato Queimado, Machadinho e Vila Maria, sendo que cada local se caracteriza por apresentar diferentes condições edafoclimáticas. As avaliações foram realizadas durante o período de dezembro de 2006 a abril de 2007.

3.2.1 Locais de avaliação

Para o estudo da severidade da Mancha Branca do Milho foram avaliadas diversas áreas de milho das localidades descritas abaixo:

Cruz Alta: município localizado na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul (RS), situado à (28°38'S 53°36'W), com altitude média de 452 metros. Apresenta clima subtropical úmido (Cfa) com estações bem definidas durante o ano, podendo ocorrer estiagens no período de verão. A temperatura média anual é de 20°C, e as chuvas se distribuem regularmente durante o ano em uma média de 1600 mm. A área experimental utilizada em Cruz Alta pertence à FUNDACEP. O experimento foi implantado em um campo experimental cercado de milho da própria fundação por todos os lados. No campo experimental são realizadas rotações de locais para uma mesma cultura, permanecendo a mesma cultura no máximo dois anos na mesma área, em sistema de plantio-direto. Na estação da FUNDACEP é observada a presença da doença há pelo menos seis anos.

Machadinho: município localizado na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul (RS), situado à (27°34'S 51°40'W) , com altitude média de 757 metros e clima subtropical (Cfa) com estações bem definidas durante o ano, podendo ocorrer estiagens no período de verão. A temperatura média anual é de 17°C, com pluviometria média de 1750 mm anual. Neste município o experimento foi implantado na propriedade do Sr. Amandio Dal Bello. O local designado para implantação do experimento localizava-se numa região de várzea cercado a leste e oeste por lavoura de soja, ao norte havia uma lavoura de milho e na região sul uma área de campo nativo. A área é cultivada com sistema de plantio direto há cinco anos com rotação de

cultura. Na safra de verão é realizada a semeadura de milho ou soja e na safra de inverno na área são semeadas gramíneas (aveia e/ou azevém). Segundo o produtor, sintomas semelhantes ao da Mancha Branca do Milho ocorrem na propriedade há aproximadamente quatro anos.

Em Vila Maria, município caracterizado anteriormente, o campo experimental localizava-se na propriedade do Sr. Lorentino De Carli. Era uma área nova com dois anos de cultivo de milho em sucessão, com plantio direto. Na região leste da área experimental encontrava-se uma lavoura de soja e nas demais regiões era cultivado milho. A propriedade apresenta um histórico de sete anos de plantio direto, com ocorrência de Mancha Branca do Milho a pelo menos cinco anos.

Em Mato Queimado, município caracterizado anteriormente, a área experimental pertencia à prefeitura municipal, sendo esta utilizada para demonstração em dias de campo com diversas culturas. No ano de implantação do projeto a área era utilizada com cultivo de mamona. Nas regiões leste e sul havia cultivo de mamona, na região oeste havia uma estrada estadual e algumas lavouras de mandioca, milho e soja e na região norte uma lavoura de soja. Esta área não apresenta histórico da ocorrência da doença e não é utilizada em sistema de rotação de cultura e nem sistema de plantio direto. Segundo o técnico da EMATER/RS de Mato Queimado foram observados alguns sintomas semelhantes em lavouras da região, mas sem reduzir a produtividade.

3.2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, sendo as parcelas constituídas pelos híbridos AS32 e AS3466, respectivamente suscetível e resistente a Mancha Branca do Milho segundo caracterização de Pegoraro *et al.*, 2001. Cada parcela era constituída por 125 plantas, sendo a densidade de semeadura de cinco plantas por metro linear. Cada linha no bloco possuía cinco metros de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,80 metros. A semeadura foi realizada em 15 de dezembro de 2006, com adubação de 300 kg/ha da fórmula 8-18-28 (N-P-K) na base e 250 kg/ha de nitrogênio em cobertura na forma de uréia.no estágio V₇.

3.2.3 Quantificação da severidade da Mancha Branca do Milho

As avaliações da severidade da Mancha Branca do Milho foram realizadas visualmente, estimando-se a porcentagem de área foliar necrosada em todas as 25 plantas da linha central do bloco, utilizando-se a escala diagramática de Agrocere (1996).

As avaliações iniciaram 84 dias após a realização da semeadura, quando, pois foi observado o surgimento das primeiras lesões. As plantas se encontravam na fase de pendramento, estágio de desenvolvimento R3 (Ritchie *et al.*, 1992). O período de avaliação durou 31 dias e as três avaliações foram realizadas espaçadas por 15 dias, sendo iniciado em 10 de março de 2007 e concluído em 07 de abril de 2007.

Para estimar o tamanho e número de lesões da doença em cada híbridos (AS32 e AS3466) e ambiente, foram coletadas aleatoriamente dez

folhas de milho por híbrido por local na última avaliação da severidade. A folha retirada foi a da inserção da espiga. Esta foi cortada próxima ao colmo e acondicionada entre folhas de jornal para o transporte. As lesões eram medidas após 10 cm da base das folhas, sendo medidas dez lesões ao acaso e contadas todas as lesões que estavam dentro de um retângulo com diâmetro de 15 x 5 cm.

3.2.4 Estimativa de rendimento de grãos

Para estimar o rendimento de cada híbrido nos diversos locais, foram coletadas cinco espigas de milho da fileira central de cada bloco. As espigas foram retiradas das plantas 6, 7, 9, 10, 12, sendo acondicionadas em sacos de papel e posteriormente realizada a debulha dos grãos. Os grãos secaram a temperatura ambiente até atingirem umidade aproximada de 13% aferida pelo Determinador Medidor de Umidade Universal para posterior realização da pesagem.

3.2.5 Modelagem do progresso da doença

A curva de progresso da doença foi modelada utilizando método visual para selecionar os modelos e após foi utilizada regressão linear e o melhor modelo foi decidido com base na significância do coeficiente de determinação (R^2). Os parâmetros X_0 (quantidade de inóculo inicial) e r (taxa de aumento da doença) foram estimados. Com base no melhor modelo ajustado aos dados, a taxa de crescimento da doença para cada local e para cada híbrido foi estimada. (Vanderplank, 1963; Bergamin Filho & Amorin, 1996; Neter *et al.*, 1996).

Para observar o progresso das epidemias, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), conforme Campbell & Madden (1990). Os dados da porcentagem de área foliar afetada e a curva de progresso da doença para cada cultivar em cada ambiente, foi elaborada com o Programa SigmaPlot 10.0. A AACPD foi calculada para cada tratamento pela fórmula:

$$\text{AACPD} = \sum [((Y_i + Y_{i+1})/2) * (T_{i+1} - T_i)], \text{ onde:}$$

Y = severidade da doença na avaliação i

T_i = tempo da avaliação em número de dias após a semeadura;

T_{i+1} = tempo de avaliação $i+1$

3.2.6 Análise dos dados

Foram estimadas as correlações entre a severidade da doença em cada época de avaliação, taxa de crescimento (r), com severidade inicial (Y_0), com a severidade máxima ($Y_{\text{máx}}$) e com a AACPD com os fatores climáticos analisados (média da precipitação diária, média da umidade relativa diária e temperatura média diária) foi estimada. Os dados da composição dos fungos nos ambientes, estimativa do rendimento de grãos, diâmetro e número de lesões foram analisados com análise da variância e as médias separadas por teste de Tukey a 5% de significância. As análises de variância (ANOVA) foram realizadas com o software SPSS 16.0 e as correlações com o software SigmaPlot 10.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Etiologia da Mancha Branca do Milho

As lesões foliares observadas no material recebido do campo apresentavam uma gama de coloração que inicialmente apresenta coloração clorótica e evoluindo para coloração palha, com o bordo bem definido de coloração parda escura, formato redondo a oval e o diâmetro das lesões variou de 2 a 8 mm (Figura 1). Essa descrição é semelhante à de Amaral *et al.* (2004) para Mancha Branca do Milho e de White (2000) para a Mancha Foliar de *Phaeosphaeria*, exceto pela diferença no tamanho e pela coloração branca (Carson, 1991). A variação da coloração e do tamanho das lesões pode ser atribuída às diferentes interações existentes entre a planta, patógeno e ambiente, onde variações das lesões podem estar ligadas à presença de variabilidade genética entre genótipos de milho para resistência, pela ocorrência de diferentes espécies ou raças de patógenos, ou ainda pela influência das condições ambientais durante o período de cultivo (Kimati *et al.*, 1997; Amaral *et al.*, 2005). No presente trabalho, as folhas foram coletadas dos híbridos AS1570 e AS1567.

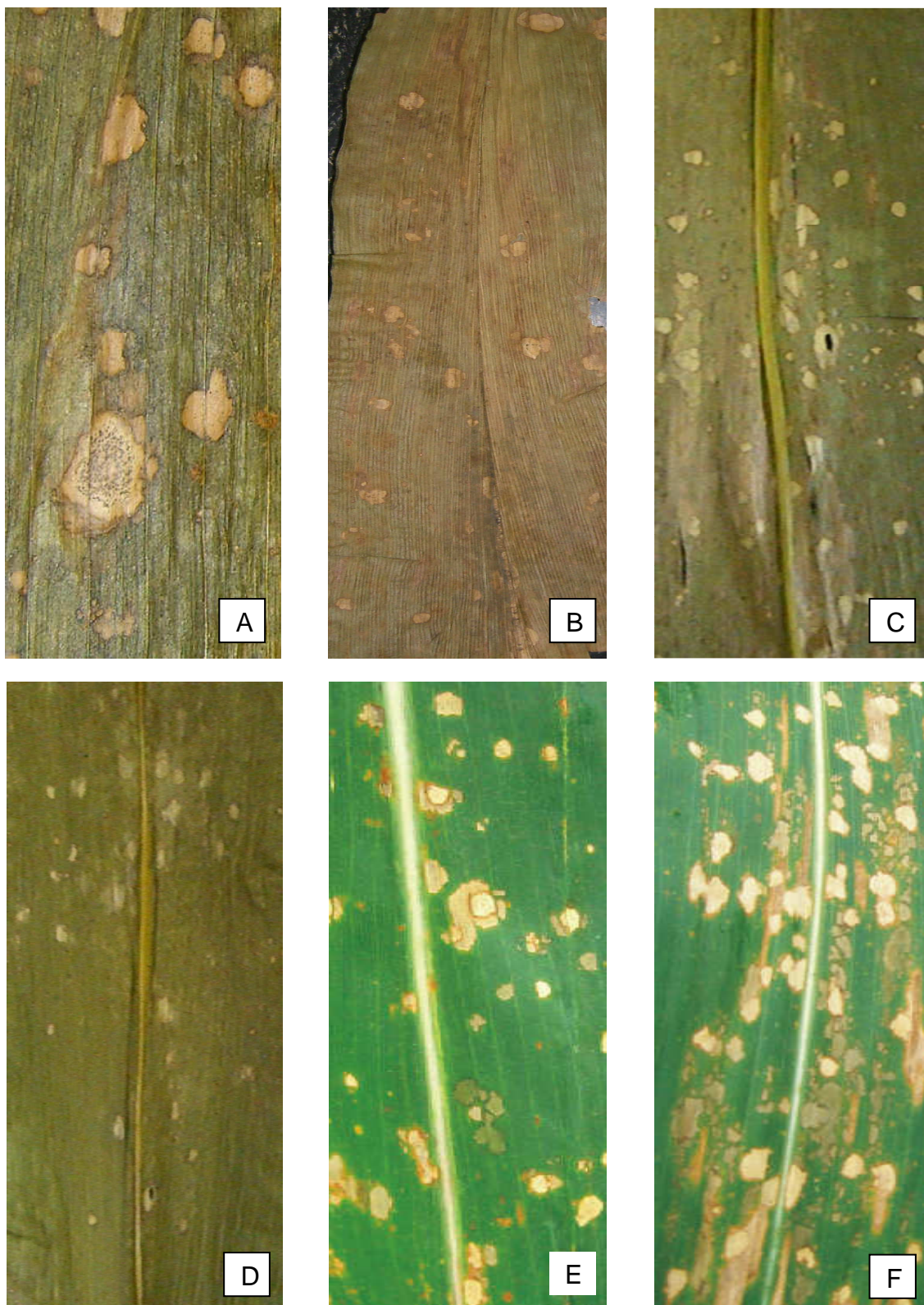


FIGURA 1: Sintomas da Mancha Branca do Milho originados por infecção natural em plantas cultivadas em diferentes ambientes, no período de safra 2007/08, nos municípios de: (A) Ribeirão Preto em SP; (B) Chapadão do Sul no MS; (C) Guarapuava no PR; (D) Lages em SC; (E) Mato Queimado e (F) Vila Maria no RS.

A incubação de segmentos foliares contendo lesões típicas da Mancha Branca do Milho em câmara de crescimento por 72 horas favoreceu o surgimento dos corpos de frutificação nas lesões, porém em alguns casos foi necessária uma segunda desinfestação para eliminar fungos saprofíticos. Nesses casos, houve a necessidade de uma nova incubação por um período de 48 horas. Foi feito o resgate de 480 estruturas reprodutivas de fungos nos seis ambientes, sendo 80 estruturas por ambiente. Das 480 estruturas resgatadas, 426 desenvolveram colônias fúngicas representado 88,7% de sucesso no resgate dos corpos de frutificação (Tabela 1). Fatores como a liberação dos esporos pelos picnídios antes do seu isolamento ou infertilidade dos picnídios podem ser indicados como as causas de não atingir 100% de êxito na formação de colônias pelos picnídios resgatados. Amaral *et al.* (2005), trabalhando com a etiologia da Mancha Branca do Milho, obtiveram 82% de sucesso no isolamento dos corpos de frutificação para o ambiente do Rio Grande do Sul. No entanto, considerando todos os ambientes estudados pelos autores o mesmo foi de 45%.

Todas as estruturas reprodutivas foram resgatas no interior da lesão típica da Mancha Branca do Milho. Nos seis ambientes analisados, Ribeirão Preto (SP), Chapadão do Sul (MS), Guarapuava (PR) e Lages (SC), o milho foi cultivado no período safra 2006/07, já para os ambientes de Mato Queimado e Vila Maria, ambos no RS, o período referente à coleta das amostras foi a safrinha 2006/07. As folhas de milho contendo as lesões típicas da Mancha Branca do Milho coletadas dos híbridos AS1570 e AS1567, possibilitaram observar diferente composição dos fungos na lesão nos diferentes ambientes.

TABELA 1. Local, período e híbrido utilizados para o resgate dos corpos de frutificação os quais geraram dois tipos de colônias e o número de colônias formadas em todos os ambientes. FA-UFRGS. 2007.

Local/época	Híbridos	Nº Colônias	<i>Phoma sorghina</i>	<i>Phoma sp.</i>	Classificação*
Ribeirão Preto (SP) Safrinha	AS 1570	65 (81%)	36 (55%)	29 (45%)	A
Guarapuava (PR) Safrinha	AS 1567	62 (77%)	27 (43%)	35 (57%)	AB
Lages (SC) Safrinha	AS 1570	77 (96%)	24 (31%)	53 (69%)	B
Chapadão do Sul (MS) Safrinha	AS 1567	69 (86%)	56 (81%)	13 (19%)	C
Mato Queimado (RS) Safrinha	AS 1570	77 (96%)	62 (80%)	15 (20%)	C
Vila Maria (RS) Safrinha	AS 1570	76 (95%)	69 (90%)	7 (10%)	C
Total		426	274	152	

* A classificação foi baseada na comparação da frequência relativa dos fungos nos ambientes através do teste de qui-quadrado (X^2).

Os locais onde se obteve maior sucesso no isolamento dos corpos de frutificação foram Lages (SC) e Mato Queimado no (RS), com 77 unidades formadoras de colônias resgatadas, representando 96% do total. O material proveniente de Guarapuava (PR) apresentou o menor sucesso de isolamento, somente 62 corpos de frutificação produziram colônias fúngicas representando 77% (Tabela 1).

Não foi possível identificar as colônias fúngicas obtidas através do tipo de esporo, pois não houve a produção dos mesmos em nenhum dos dois meios de cultura testados, BDA e V8. Portanto, as colônias obtidas foram classificadas comparando a morfologia, corpos de frutificação e material vegetal que foram obtidos, de acordo com o trabalho publicado por Amaral *et al.* (2005). Com base nestes aspectos foi possível identificar dois tipos de colônias, ambas obtidas de picnídios ou peritécios resgatados de lesões foliares típicas da Mancha Branca do Milho. As colônias de coloração cinza a branca em meio BDA (Figura 2A) parecem pertencer à espécie *Phoma sp.* (seção *Plenodomus*). Amaral *et al.* (2005) relataram a ocorrência de colônias

fúngicas obtidas de picnídios resgatados de lesões foliares típicas da Mancha Branca do Milho com coloração semelhante. Estes foram encontrados em 5,4% do total de lesões analisadas, no período de safra em Vila Maria (RS), e em 15% das lesões analisadas, no período de safra no estado de Cristalina (GO). Já as colônias com coloração rosa, com porções cinza claro em meio BDA, foram classificadas como *P. sorghina* (Figura 2B). Descrição semelhante foi realizada por Amaral *et al.* (2005). Para confirmação dos patógenos encontrados, estes mesmos autores enviaram amostras das colônias fúngicas para o instituto CABI – Bioscience na Inglaterra.

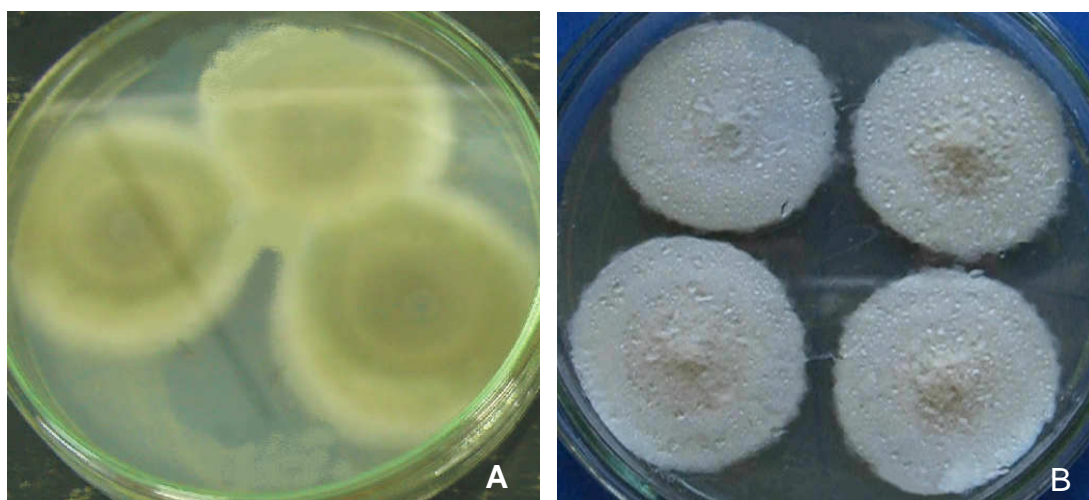


FIGURA 2. Colônias de fungos isolados na lesão da Mancha Branca do Milho em plantas cultivadas em seis ambientes no Brasil. (A) *Phoma* sp. (*Plenodomus*) e (B) *Phoma sorghina*.

Amaral *et al.* (2005) identificaram quatro espécies de fungos causando lesões semelhantes à Mancha Branca do Milho, sendo que ambos produzem picnídios subepidérmicos. Além destes quatro, há, segundo a literatura pesquisada, outro fungo causador de lesões foliares, sendo identificado como *Stenocarpella macrospora* (Marasas & Van Der Westhuizen, 1979; Mora & Moreno, 1984;). No entanto este se caracteriza

pela produção de picnídios subepidérmicos, globosos ou alongados, com coloração marrom-escura a preta, paredes grossas, diâmetro de 150-300 mm e um ostíolo protuberante papilado e suas colônias apresentam coloração superficial branca (Casa, 1997; Reis *et al.*, 2004). A inexistência de outros agentes causadores de lesões foliares em milho com posterior produção de picnídios reforça a argumentação de que os fungos encontrados sejam a *P. sorghina* e *Phoma* sp. (seção Plenodomus).

A ausência da produção de esporos nas colônias isoladas pode estar ligada a vários fatores. Mattos & Ames (1986), em estudos com *Botryodiplodia theobromae* patógeno em macieiras (*Malus* spp.), observaram que os meios de cultura tinham influência sobre o taxa de crescimento das colônias fúngicas, uma vez que o fungo de maior crescimento micelial, apresentava pouca esporulação, enquanto que os meios com menor crescimento micelial promoviam abundante esporulação. Com base nesses resultados, os autores concluíram que o crescimento micelial era maior, à medida que aumentava a quantidade de carboidratos. Da mesma forma, menores quantidades de carboidratos favorecem a frutificação e esporulação.

A composição média dos fungos na Mancha Branca do Milho nos diferentes ambientes analisados no Brasil foi estimada utilizando amostras dos seis ambientes. O fungo observado com maior frequência média foi o *Phoma sorghina* com 63% (Tabela 1), ao passo que *Phoma* sp. foi isolado em 36% das lesões. Resultado semelhante foi obtido por Amaral *et al.* (2005) onde o fungo *P. sorghina* foi o mais importante. O fungo *Phyllosticta* sp., apontado na literatura como agente causal da doença Mancha Branca

do Milho, não foi isolado nas manchas nos seis ambientes analisados. Provavelmente, uma unidade amostral maior poderia favorecer o aparecimento deste fungo. Por outro lado, outros fatores como condições ambientais desfavoráveis para o seu desenvolvimento ou até mesmo a ausência do patógeno nos ambientes estudados poderiam explicar este fato.

Os diferentes ambientes investigados demonstraram três tipos de comportamento quanto à composição dos fungos provocando a Mancha Branca do Milho. O ambiente classificado como A (Tabela 1), localizado em Ribeirão Preto, se distinguiu dos demais quanto à composição dos fungos, onde a *P. sorghina* foi isolada em 55% das lesões e *Phoma* sp. em 45%. Já Lages localizado mais ao sul do Brasil, com altitude atingindo 1500 metros, apresentando clima mais ameno foi classificado como B, onde o isolamento de *Phoma* sp. foi 38% superior ao isolamento de *P. sorghina*. O município de Guarapuava localizado entre os ambientes anteriores, apresentando altitude intermediária e clima subtropical, foi classificado como AB. Para os locais de Mato Queimado e Vila Maria, ambos localizados no RS, predominando clima subtropical com altitudes inferiores a 520 metros e grande amplitude térmica durante o ano, a classificação foi atribuída como C. Nestes ambientes mais de 62% dos corpos de frutificação resgatados geraram colônias fúngicas pertencentes ao fungo *P. sorghina*. Da mesma forma em Chapadão do Sul, localizado no centro oeste brasileiro, com clima tropical úmido e altitude próxima a 820 metros, houve também predominância das colônias de *P. sorghina*. Apesar de ter ocorrido maior isolamento de *Phoma* sp. em dois ambientes, os resultados indicam predomínio de *P. sorghina*. Amaral *et al.*

(2005) analisaram quatro ambientes em épocas de semeadura diferentes e também encontraram predomínio de *P. sorghina*.

A não observação do fungo *Phyllosticta* sp. como principal agente causal da Mancha Branca do Milho, já tinha sido relatada por outros autores. Além da contestação realizada por Amaral *et al.* (2005) sobre a participação deste fungo, outros autores também já haviam contestado a importância deste fungo na lesão (Paccola-Meireles *et al.*, 2001; Cervelatti *et al.*, 2002). A ocorrência de agentes diferentes causando lesões semelhantes, sugere a interferência do ambiente na composição dos patógenos nas lesões, os quais podem variar entre locais de cultivo de milho no Brasil. Como consequência programas de melhoramento não devem basear sua seleção de genótipos resistentes apenas por infestações naturais (Amaral *et al.*, 2005).

4.2 Estudo epidemiológico da Mancha Branca do Milho

A caracterização dos ambientes estudados foi realizada através da coleta de informações sobre a precipitação, umidade relativa e temperaturas médias diárias. A severidade da Mancha Branca do Milho foi analisada no período de safrinha no estágio reprodutivo da cultura; dessa forma, a ocorrência de doença pode ter sido favorecida pelas condições de ambiente, especialmente de temperatura e umidade observadas em março.

No município de Cruz Alta o híbrido suscetível (AS32) apresentou severidade máxima de 49,5% e o resistente (AS3466) de 35% na última avaliação (Figura 3A). A temperatura nos primeiros 25 dias de avaliação se

manteve próxima dos 20°C e a umidade relativa se manteve superior a 75%, já na última metade do período de avaliação a temperatura média foi próxima a 23°C o que pode ter favorecido a produção de esporos e o desenvolvimento da doença (Figura 3B). O acúmulo de chuvas foi baixo, apenas 155 mm, em relação aos demais ambientes. A má distribuição das chuvas provavelmente não contribuiu para elevar a umidade registrada no ambiente (Figura 3B). A umidade relativa do ar média ficou próxima a 80% (Figura 3C).

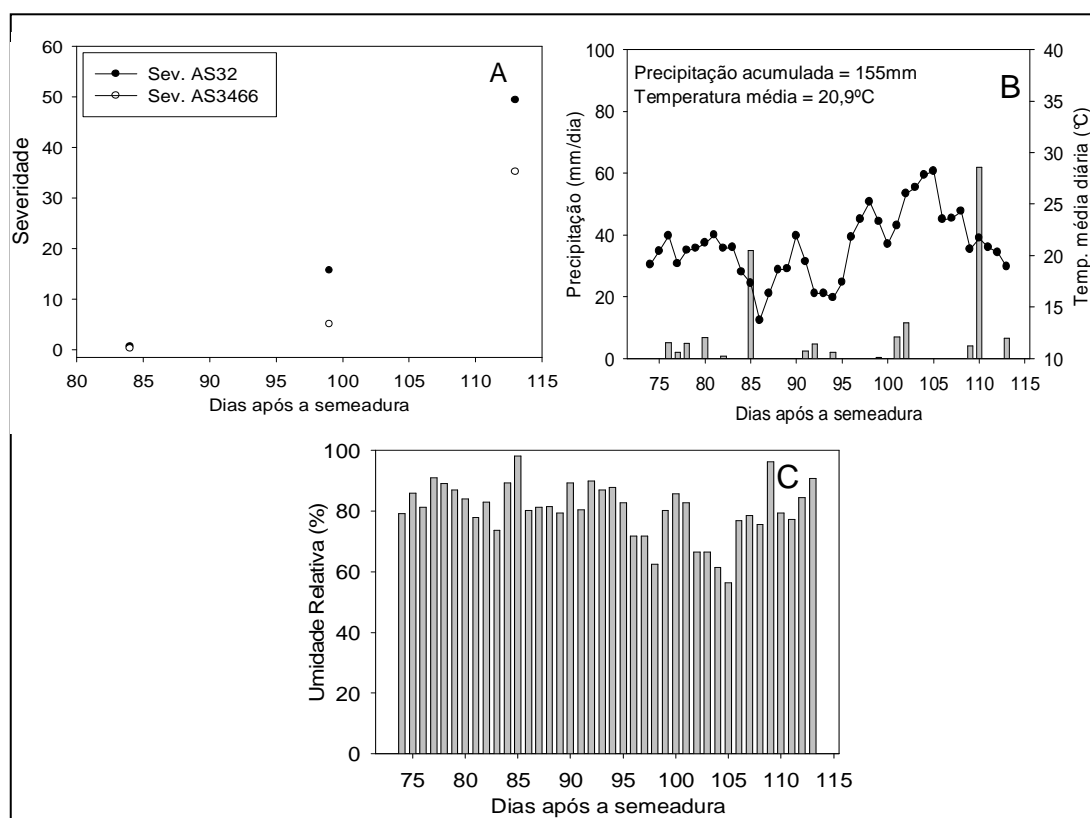


FIGURA 3. Avaliação da variável severidade à Mancha Branca do Milho com os fatores climáticos analisados no município de Cruz Alta. (A) Curva de progresso da doença para os dois híbridos AS32 (susceptível) e AS3466 (resistente). (B) Precipitação média diária em milímetros e a temperatura média diária com início 10 dias antes da 1ª avaliação. (C) Umidade Relativa média diária com início 10 dias antes da 1ª avaliação. Safrinha 2006/2007.

Em Mato Queimado o híbrido susceptível (AS32) apresentou severidade máxima de 13% e o resistente (AS3466) de 12%, não havendo

diferença de severidade entre os dois híbridos na última avaliação (Figura 4A). Neste ambiente a temperatura foi superior à 20°C durante todo o experimento, sendo que a média foi de 26°C. A precipitação foi bem distribuída e o acúmulo de chuvas de 245 mm foi maior do que Cruz Alta (Figura 4B). A média da umidade relativa foi inferior a 60% (Figura 4C). Os fatores umidade relativa baixa associada a temperaturas elevadas podem ter interferido na severidade da doença e explicar a baixa severidade verificada neste ambiente.

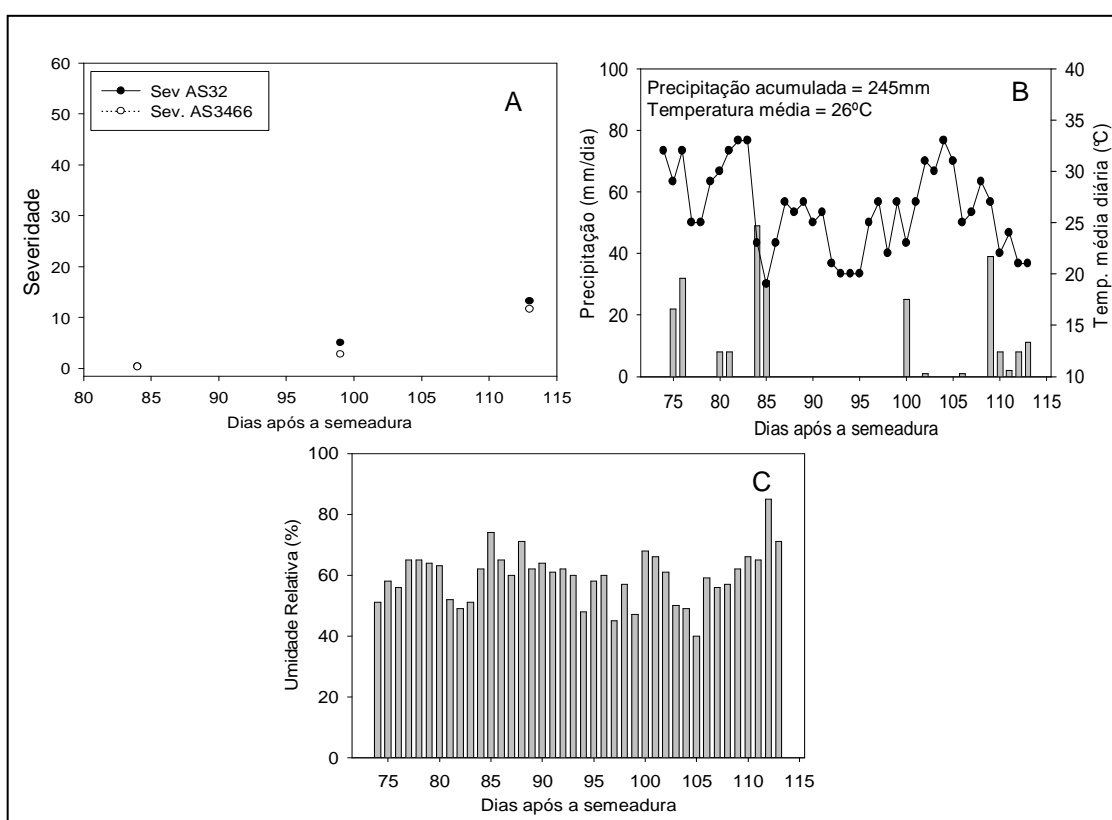


FIGURA 4. Avaliação da variável severidade à Mancha Branca do Milho com os fatores climáticos analisados no município de Mato Queimado. (A) Curva de progresso da doença para os dois híbridos AS32 (suscetível) e AS3466 (resistente). (B) Precipitação média diária em milímetros e a temperatura média diária com início 10 dias antes da 1ª avaliação. (C) Umidade Relativa média diária com início 10 dias antes da 1ª avaliação. Safrinha 2006/2007.

No ambiente de Machadinho o híbrido suscetível (AS32) apresentou severidade máxima de 24% e o resistente (AS3466) 40% na última avaliação (Figura 5A). A temperatura média foi próxima a 21°C, exceto pelo período de 13 dias durante a segunda metade das avaliações, que foi de 23°C (Figura 5B). A umidade relativa medida em Mato Queimado apresentou média próxima a 60% (Figura 5C).

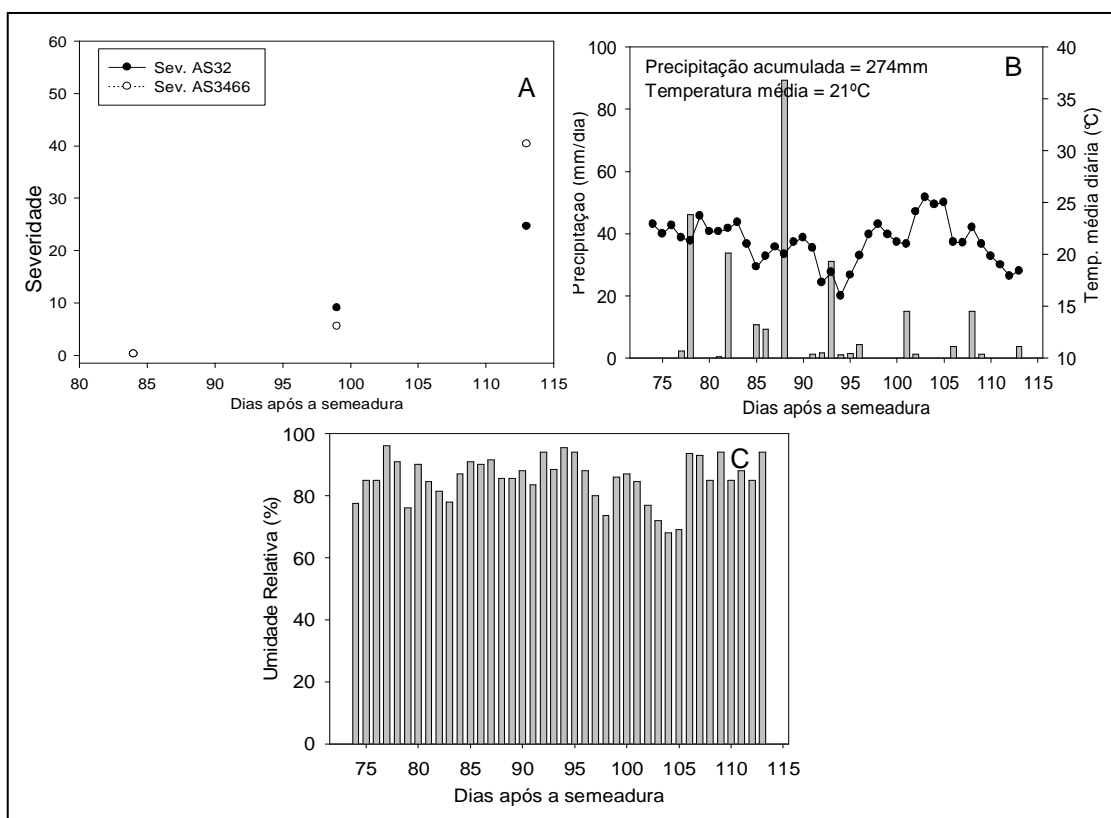


FIGURA 5. Avaliação da variável severidade à Mancha Branca do Milho com os fatores climáticos analisados no município de Machadinho. (A) Curva de progresso da doença para os dois híbridos AS32 (suscetível) e AS3466 (resistente). (B) Precipitação média diária em milímetros e a temperatura média diária com início 10 dias antes da 1ª avaliação. (C) Umidade Relativa média diária com início 10 dias antes da 1ª avaliação. Safrinha 2006/2007.

No município de Vila Maria o híbrido suscetível (AS32) apresentou severidade máxima de 24,7% e o resistente (AS3466) de 14% na última avaliação (Figura 6A). O acúmulo de chuvas de 274 mm se concentrou na primeira metade do período de avaliação (Figura 6B). A umidade relativa foi

muito alta durante o período sendo que a média foi superior a 85% (Figura 6C). Neste ambiente a umidade elevada durante o experimento provavelmente não se deve a distribuição das chuvas, uma vez que no final das avaliações as precipitações foram inferiores a 20 mm e umidade se manteve superior a 80% em quase todo o período. A temperatura se manteve superior a 20°C durante praticamente todo o período, sendo que a média foi de 22°C e as chuvas foram bem distribuídas com acúmulo de 370 mm (Figura 6B). As chuvas bem distribuídas podem ter contribuído para manter a umidade relativa média do ar superior a 78%, criando condições para o desenvolvimento da doença. (Figura 6C).

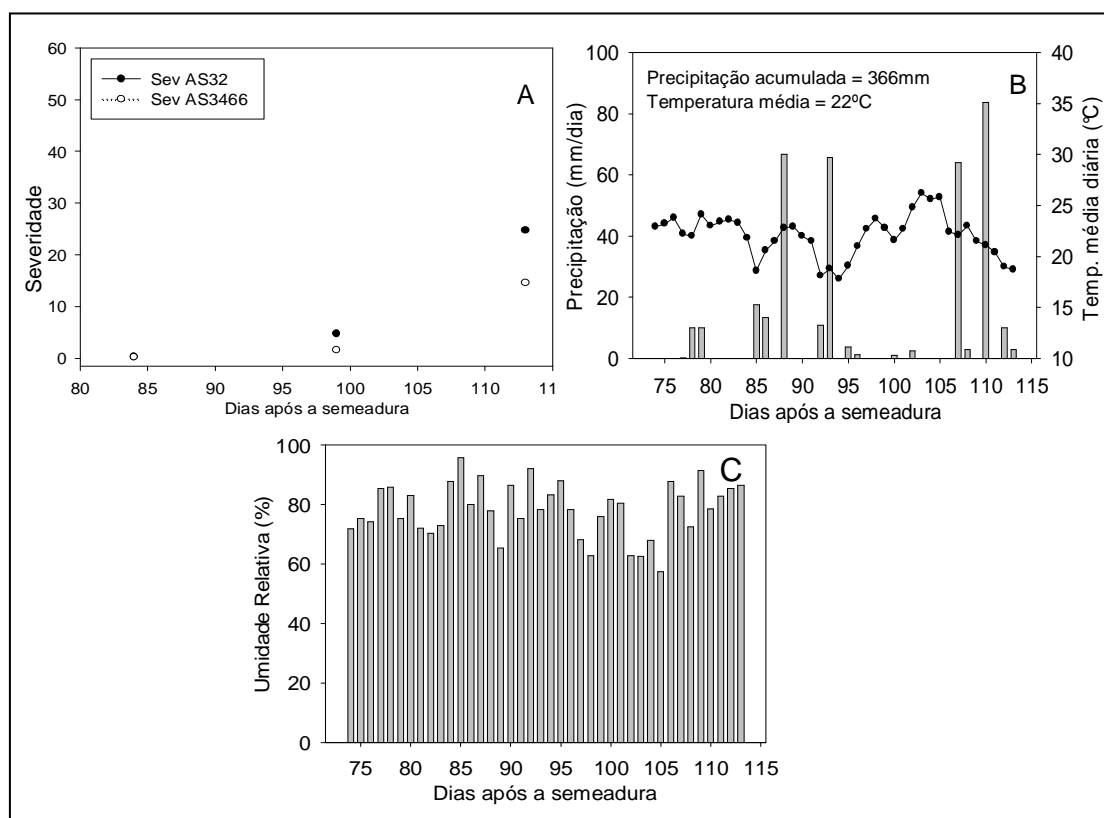


FIGURA 6. Avaliação da variável severidade à Mancha Branca do Milho com os fatores climáticos analisados no município de Vila Maria. (A) Curva de progresso da doença para os dois híbridos AS32 (suscetível) e AS3466 (resistente). (B) Precipitação média diária em milímetros e a temperatura média diária com início 10 dias antes da 1ª avaliação. (C) Umidade Relativa média diária com início 10 dias antes da 1ª avaliação. Safrinha 2006/2007.

Em trabalho realizado por Godoy *et al.* (1999) com germinação de esporos do fungo *in vitro*, observaram melhor germinação à temperatura média de 23°C. Fernandes *et al.* (1995), constataram que temperatura média noturnas superiores a 14°C e umidade relativa do ar superior a 60% favoreciam a severidade da Mancha Branca do Milho. Estes autores também observaram que temperaturas mínimas superiores a 14°C, mas com umidade inferior a 60%, dificultava a ocorrência de doença, concluindo que a umidade era um fator determinante para o aparecimento da Mancha Branca do Milho. Já Kishikumo *et al.* (2000), observaram favorecimento da Mancha Branca do Milho quando a precipitação foi bem distribuída e o acúmulo de chuvas ultrapassou os 350 mm durante o período do experimento.

Guimarães *et al.* (2004) relataram que a doença Mancha Branca do Milho era favorecida por temperaturas entre 14°C e 20°C e umidade relativa do ar acima de 60%. Estes mesmos autores observaram ainda que severidades mais elevadas, com mais de 75% das folhas com lesão, eram observadas com temperaturas entre 16 e 20°C e umidade relativa acima de 70%. Estes dados corroboram com aqueles observados nos municípios de Cruz Alta, Vila Maria e Machadinho, apesar das severidades variarem de 25 a 50%, a temperatura média nos locais permaneceu inferior a 22°C e a umidade relativa média superior a 78%. Também Fantin *et al.* (1996) observaram que o crescimento micelial *in vitro* de *P. maydis* era melhor na faixa de temperatura de 20 a 22°C. Cabe ressaltar ainda que estes autores, provavelmente, desconheciam na época a presença de outros agentes etiológicos envolvidos na doença Mancha Branca do Milho. De forma geral, foi observado que temperaturas em torno de 20°C associadas à elevada

umidade relativa do ar no período do florescimento podem proporcionar maior desenvolvimento da Mancha Branca do Milho.

4.3 Curva e modelagem do progresso da doença

Um resumo do comportamento dos híbridos testados nos diferentes locais está apresentado na Tabela 2. Foram analisadas as variáveis severidade inicial (Y_0), severidade máxima ($Y_{m\acute{a}x}$) observadas a campo e a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). As severidades iniciais observadas foram muito baixas para os híbridos utilizados, isso indica que a primeira avaliação, realizada 84 dias após a semeadura, registrou o início da doença. A severidade máxima foi observada no município de Cruz Alta, para o híbrido suscetível, onde se aproximou de 50%, já para o híbrido resistente não passou de 36%. Em Vila Maria o a severidade máxima ($Y_{m\acute{a}x}$) dos híbridos seguiu padrão semelhante ao de Cruz Alta. No município de Mato Queimado, onde as variáveis ambientais medidas foram desfavoráveis a doença, a diferença da severidade máxima entre os híbridos foi inferior a 2% e a severidade máxima do híbrido suscetível foi de 13%. Entretanto no município de Machadinho a severidade máxima observada de 40% foi do híbrido resistente, e a severidade do híbrido suscetível foi próxima a 25%, porém a AACPD calculada entre os híbridos foi maior para o suscetível. Por esta razão devemos avaliar a resistência genética utilizando a AACPD, por essa se mostrar mais confiável do que uma única avaliação na severidade final. A amplitude da severidade observada nos locais estudados foi de menos de 1% para a severidade inicial e próxima a 49,5% para a severidade máxima. Resultados

semelhantes foram obtidos por Amaral *et al.* (2005), onde a amplitude da severidade variou entre 1% e 55% da área foliar afetada entre os materiais testados. Entretanto, Pegoraro *et al.* (2001) observaram valores de severidade máxima próximos a 67% e severidade mínima de 4%. O fato de o híbrido resistente apresentar severidade final mais elevada do que o suscetível não tem uma explicação satisfatória, pois inúmeros fatores, como diferentes patógenos naquele local, fatores climáticos intrínsecos ao ambiente, cultivar, esporos viáveis, senescência podem estar ligados a este fato.

Ficou evidente que a variável AACPD possibilita uma maior diferenciação entre os híbridos suscetível e resistente. Assim sendo, considerou-se esta variável como a melhor escolha para a avaliação da reação dos híbridos à Mancha Branca do Milho.

TABELA 2. Médias observadas para severidade inicial (Y0) e severidade final (Ymáx) e AACPD estimada para os híbridos AS32 (suscetível) e AS3466 (resistente) em quatro locais do RS, safrinha (2006/2007).

Local	Y0	Ymáx	AACPD
Híbrido AS32			
Cruz Alta	0,64	49,43	135,99
Mato Queimado	0,38	13,24	45,50
Machadinho	0,26	24,68	76,22
Vila Maria	0,29	24,71	44,05
Híbrido AS3466			
Cruz Alta	0,28	35,24	48,43
Mato Queimado	0,31	11,66	27,46
Machadinho	0,23	40,37	51,86
Vila Maria	0,23	14,57	17,70

4.4 Modelagem do progresso da doença

A determinação da curva do progresso da doença é importante, para o estudo das causas da ocorrência das epidemias (Waggoner, 1986). Modelos matemáticos de crescimento são capazes de resumir, na forma de expressões matemáticas relativamente simples, a relação existente entre doença e tempo. Esse conhecimento permite uma tomada de decisão com a antecedência necessária para minimizar danos econômicos e/ou sociais não sejam causados à cultura. Segundo Neher *et al.* (1997), a seleção do melhor modelo é determinada através do valor do coeficiente de determinação (R^2), que devem ser maiores do que 80%. Modelos com R^2 menores de 50% são inconsistentes e pouco adequados aos dados utilizados.

Com base nos dados obtidos e apresentados na Tabela 3, observa-se que, apesar dos dois modelos aplicados terem sido altamente significativos, o modelo matemático que apresentou o melhor ajuste para o híbrido suscetível (AS32) e resistente (AS3466) foram linear e exponencial, respectivamente. A maior taxa de progresso da doença (r), ajustada ao modelo para o AS32, foi verificada em Cruz Alta e, em Mato Queimado foi encontrada a menor taxa de aumento da severidade. Estes ambientes foram também os que apresentaram as variáveis ambientais mais distintas. No entanto, para os ambientes de Machadinho e Vila Maria, que apresentaram características semelhantes de ambiente, a taxa de crescimento da doença para o AS32, ajustada ao modelo foi a mesma (Tabela 3).

TABELA 3. Valor do coeficiente de determinação (R^2) entre os valores previstos e observados dos modelos para resistência e a taxa de aumento da severidade (r) da Mancha Branca do Milho.

Local	AS32				AS3466			
	Linear		Exponencial		Linear		Exponencial	
	r	R^2	r	R^2	r	R^2	r	R^2
Cruz Alta	0,0163*	0,94	0,1454*	0,93	0,0117*	0,83	0,1631*	0,97
Mato Queimado	0,0043*	0,94	0,1192*	0,92	0,0381*	0,84	0,1252*	0,90
Machadinho	0,0081*	0,92	0,1529*	0,89	0,0130*	0,79	0,1720*	0,87
Vila Maria	0,0081*	0,87	0,1493*	0,97	0,0048*	0,78	0,1469*	0,85

* Significativamente diferente de zero por teste F a 5% de probabilidade.

A maior taxa de aumento da severidade da doença observada e ajustada ao modelo exponencial foi observada em Machadinho, sendo que neste ambiente a severidade final observada para o híbrido AS3466 foi superior ao híbrido suscetível. A menor taxa de aumento da doença observada foi no município de Mato Queimado (Tabela 3). Nesse local as condições ambientais foram as mais desfavoráveis para a doença, a temperatura permaneceu elevada e a umidade relativa do ar muito baixa. Este fato reforça a interação das variáveis ambientais com a severidade da doença.

Pelo fato do híbrido suscetível (AS32) não apresentar nenhum tipo de resistência para impedir o progresso da doença, ele permite que a severidade da doença mantenha taxas de aumento constantes, exceto por variações climáticas, ou condições locais que interfiram na interação planta/patógeno (Figura 7).

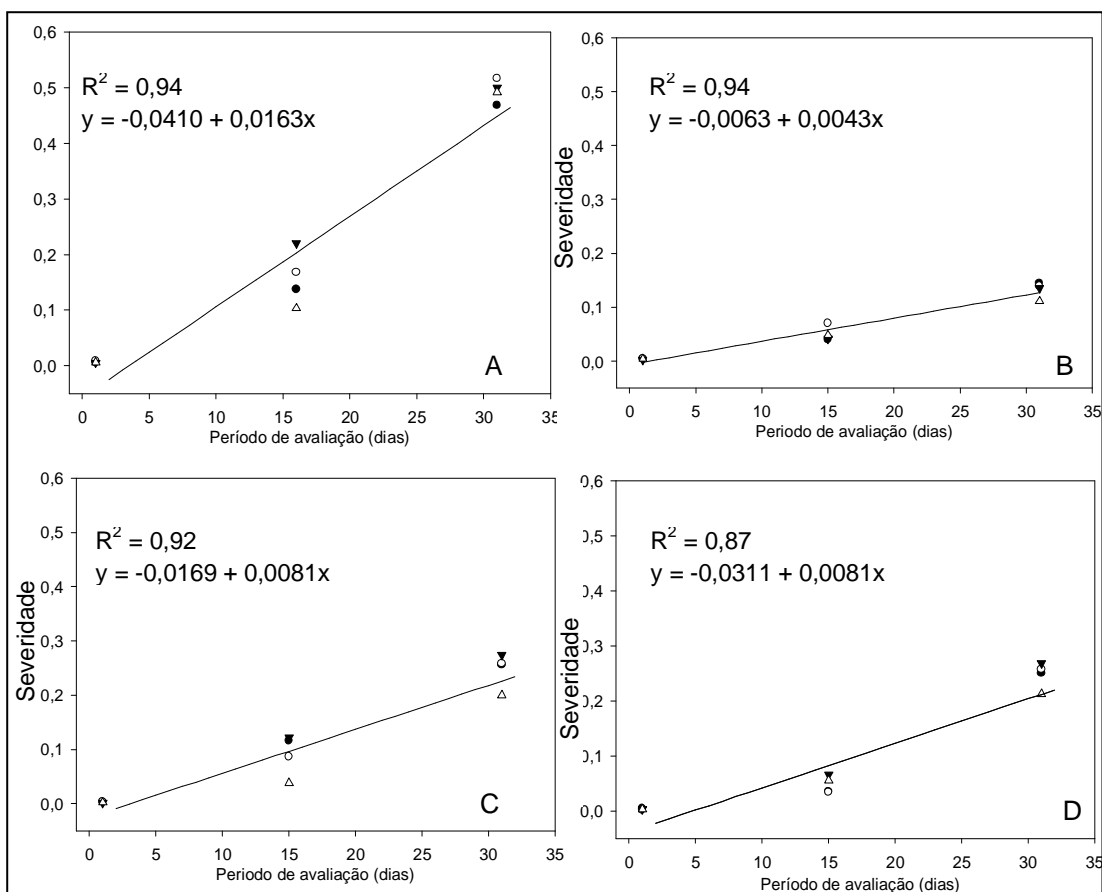


FIGURA 7. Aplicação do ajuste ao modelo de regressão linear na severidade avaliada nos quatro ambientes, Cruz Alta (A), Mato Queimado (B), Machadinho (C), Vila Maria (D) para o híbrido AS32 (suscetível). Safrinha 2006/2007.

No híbrido AS3466 a doença apresentou inicialmente um progresso lento, que se acentuou na última avaliação (Figura 8).

O grande incremento da severidade verificado na última avaliação pode ser explicado pelo desenvolvimento fisiológico da planta, que na fase final já estava em estado de senescência. Isto pode permitir o avanço da doença, uma vez que a ausência de substâncias de defesa e grande quantidade de inóculo podem contribuir para o incremento da severidade.

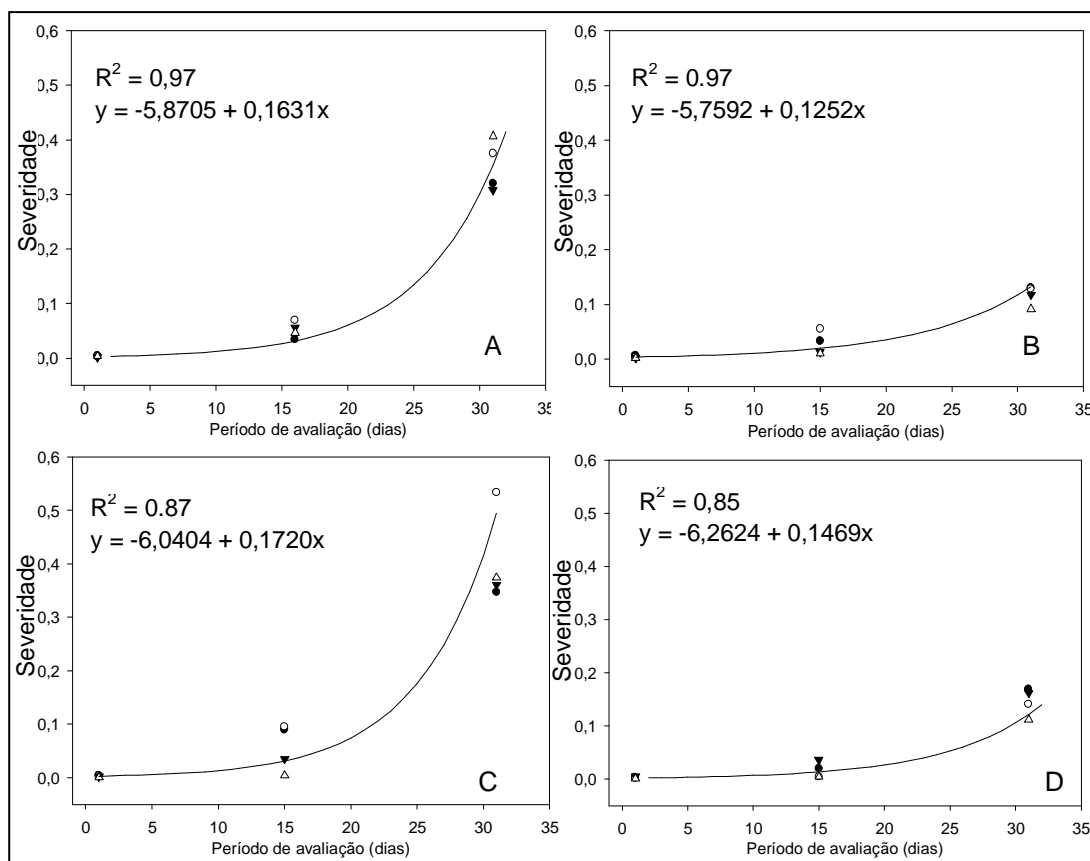


FIGURA 8. Aplicação do ajuste ao modelo de regressão exponencial na severidade avaliada nos quatro ambientes, Cruz Alta (A), Mato Queimado (B), Machadinho (C), Vila Maria (D) para o híbrido AS3466. Safrinha 2006/2007.

Segundo Heagle & Moore (1970) o progresso lento é o resultado dos efeitos combinados de componentes de resistência presentes no hospedeiro tais como: baixa frequência de infecção, período latente longo, lesões pequenas, baixa produção de esporos por lesão e período infeccioso curto. O efeito de cada componente é pequeno, mas o efeito combinado pode representar redução na taxa de progressão de moléstia (Parlevliet & Van Ommeren, 1975; Parlevliet, 1979). Os resultados observados de resistência a doença e ajustados pelos modelos matemáticos sugerem que a resistência não é qualitativa, aparentemente a resistência verificada é quantitativa. A resistência quantitativa é definida como um tipo de resistência incompleta,

em que, embora o hospedeiro apresente reação de suscetibilidade, verifica-se uma baixa taxa de desenvolvimento da moléstia (Parlevliet, 1979; 1985)

O estudo da herança da resistência da Mancha Branca do Milho tem verificado a presença de vários genes atuando. (Carson, 2001) determinou três genes de grande efeito em uma população de germoplasma temperado. Da mesma forma Silva (2002) e Lopes (2003) trabalhando com milho tropical determinaram três genes. Pegoraro (2001) também indicou a presença de mais de um gen, sugerindo a presença de dois genes numa população. Amaral *et al.* (2005) indicaram a presença de dois *QTLs* um de maior efeito e outro de menor efeito.

4.5 Correlação entre as variáveis ambientais e os componentes da doença

A análise da correlação possibilitou verificar a relação entre as condições climáticas e seus efeitos sobre a população de patógenos. Nessa análise, foram utilizadas as variáveis taxa de crescimento da doença (r), severidade inicial (Y_0), severidade máxima ($Y_{\text{máx}}$), e AACPD. De maneira geral, foi observado que a quantidade de correlações significativas entre as variáveis ambientais e as variáveis da severidade tendeu a ser mais elevadas no híbrido resistente do que no híbrido suscetível (Tabela 4). A correlação entre a taxa de crescimento da doença (r) para o AS32 com a temperatura média nos quarenta dias da avaliação foi significativa e negativa, indicando que à medida que a temperatura aumenta ocorre uma redução na severidade da doença. A temperatura inferior a 21°C também foi altamente significativa para a taxa de crescimento da doença no AS32,

indicando que a doença é favorecida por temperaturas mais baixas. A correlação da umidade relativa acima de 70% com a taxa (r) também foi significativa e positiva, indicando que a umidade relativa mais elevada favorece o desenvolvimento da doença. A severidade máxima também foi significativa para a variável temperatura média e temperatura inferior a 23°C. Para a AACPD a variável temperatura também foi significativa.

TABELA 4. Correlação entre as variáveis que compõem a epidemia (r = taxa de crescimento, Y_0 = severidade inicial, Y_{max} = severidade máxima e AACPD) ajustada aos modelos Linear para o AS32 e o exponencial para o AS3466, com as variáveis climáticas (T. média = temperatura média nos 40 dias de avaliação; P. Média = precipitação média nos 40 dias da avaliação; U.R. Média = Umidade relativa média dos 40 dias; Dias $T \text{ } ^\circ\text{C} \leq 19^\circ\text{C}$ = número de dias com temperatura inferior a 19 °C; Dias prec = número de dias que ocorreu precipitação nos 40 dias de avaliação; Dias U.R. $\geq 70\%$ = número de dias com umidade relativa superior a 70%).

	AS32 Linear				AS3466 Exponencial			
	r	Y_0	Y_{max}	AACPD	r	Y_0	Y_{max}	AACPD
T. média	-0,73	-0,17	-0,73	-0,61	-0,93	0,72	-0,76	-0,53
Prec. Média	-0,61	-0,86	-0,61	-0,82	-0,19	-0,62	-0,47	-0,67
U. R.	0,58	-0,02	0,58	0,48	0,96	-0,81	0,79	0,55
Dias $T \text{ } ^\circ\text{C} \leq 19^\circ\text{C}$	0,91	0,48	0,91	0,84	0,89	-0,44	0,81	0,65
Dias $T \text{ } ^\circ\text{C} \leq 21^\circ\text{C}$	0,92	0,69	0,92	0,97	0,79	-0,10	0,85	0,82
Dias $T \text{ } ^\circ\text{C} \leq 23^\circ\text{C}$	0,59	-0,02	0,59	0,49	0,96	-0,81	0,79	0,54
Dias prec.	-0,41	-0,85	-0,41	-0,42	0,44	-0,79	0,29	0,11
Dias U.R. $\geq 80\%$	0,55	-0,03	0,55	0,50	0,98	-0,76	0,86	0,65
Dias U.R. $\geq 70\%$	0,63	0,03	0,63	0,49	0,92	-0,81	0,72	0,46

Com o Y_0 e o Y_{max} observados

No híbrido AS3466, a taxa de crescimento da doença só não foi significativamente correlacionada com a precipitação média e os dias com precipitação durante o período. Para a severidade máxima ($Y_{máx}$), a correlação com a precipitação média e os dias com precipitação durante o período não foram significativos. Por outro lado no híbrido AS3466 a AACPD

só foi correlacionada com o número de dias com temperaturas inferiores a 21°C.

4.6 Estimativa de rendimento de grãos

Na avaliação da estimativa de rendimento de grãos, foi possível observar diferenças significativas entre os híbridos, resistente e suscetível, no mesmo local (Figura 9). A maior produtividade obtida em Cruz Alta, provavelmente se deve a fatores não mensurados, tendo em vista que este foi o local com severidade mais acentuada (Figura 3A) para o híbrido suscetível, e ainda apresentou a maior diferença de produtividade entre os dois híbridos, chegando a 15%. Em Mato Queimado as chuvas acumuladas foram superiores à Cruz Alta e a severidade observada durante todo o período de avaliação foi praticamente à mesma para ambos os híbridos, isso provavelmente se refletiu no rendimento de grãos uma vez que não houve diferença significativa entre os híbridos. Em Machadinho a maior severidade da doença observada no híbrido AS3466, superior a 40%, ao final do seu ciclo não interferiu na produtividade, provavelmente pelo fato de já estar em senescência, uma vez que a diferença de produtividade entre os híbridos, foi 14% superior para o AS3466. O maior acúmulo de chuvas observado neste ambiente logo após o florescimento não contribuiu para que a produtividade fosse mais elevada ou próxima a de Cruz Alta. Em Vila Maria a severidade para o AS32 foi praticamente a mesma observada em Machadinho, e a severidade do AS3466 foi inferior ao AS32. Entre os locais analisados, Machadinho apresentou o maior acumulado de chuvas e a melhor distribuição, no entanto não houve diferença significativa entre os híbridos. A

produtividade foi a menor, entre os ambientes, possivelmente por diferenças de fertilidade ou características físicas do solo.

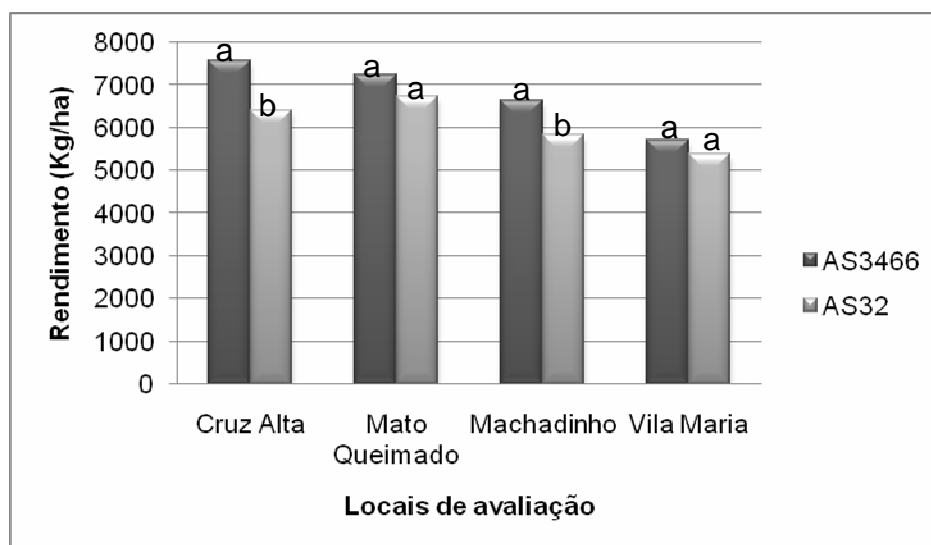


FIGURA 9. Estimativa de rendimento de grãos (kg/ha) para os híbridos AS32 e AS3466 em diferentes locais. Comparações dos híbridos dentro de cada local com a mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa para rendimento de grãos por teste de Tukey a 5% de probabilidade. Safrinha (2006/2007).

Embora neste trabalho não se tenha evidenciado diferenças significativas de rendimento na totalidade dos ambientes devido a diferenças de severidade da doença exceto para Cruz Alta, outros autores observaram variação da produtividade com a severidade. Segundo Fernandes & Oliveira (1997), os cultivares suscetíveis à Mancha Branca do Milho podem chegar a apresentar perdas em torno de 60% na produção. Fantin *et al.* (2006), estimaram a redução da produtividade do milho comparando grupos de híbridos com níveis diferentes de severidade, em 22 locais, e observaram redução da 530kg/ha para severidades próximas a 11% e redução de 820kg/ha para severidade acima da 75%. Pegoraro *et al.* (2000), observaram correlação significativa entre o rendimento de grãos na mesma época de semeadura e a severidade da doença, indicando que a Mancha

Branca do Milho esteve associada a redução do rendimento. Da mesma forma, Sawazaki *et al.* (1997), obtiveram alta correlação entre severidade da moléstia e a redução do rendimento de grãos em milho. No entanto a redução de produtividade observada por Pegoraro *et al.* (2001), foi mais significativa quando comparada entre diferentes épocas de cultivo num mesmo local, indicando que semeaduras mais tardias apresentaram menor rendimento. O fato de híbridos resistentes e suscetíveis apresentarem rendimentos diferenciados na mesma época de semeadura não permite considerar como única causa a severidade da doença, uma vez que ela ocorre principalmente em final de ciclo. Para uma análise mais precisa deveria também ser considerados o ciclo (superprecoce, precoce, tardio) a soma térmica, o potencial produtivo (simples, duplo ou triplo), e o peso de mil grãos, os quais não foram mensurados neste trabalho.

O fato de Vila Maria apresentar produtividade inferior a todos os demais ambientes, para os dois híbridos, pode ter sido provocada pela fertilidade do solo, ou outras variáveis ambientais que não foram medidas, uma vez que a severidade foi praticamente à mesma e não houve estiagem. Em geral, além da menor severidade observada para o AS3466, fatores como adaptação a época e local de semeadura e o peso das sementes podem ter contribuído para a maior produtividade.

4.7 Componentes da resistência

A resistência, geralmente, afeta mais a multiplicação do patógeno do que a sua disseminação (Lobo *et al.*, 2000). Durante o processo de avaliação de resistência a doenças, na maioria dos casos, os sintomas são

avaliados de acordo com o que eles refletem quantitativamente, ou seja, o crescimento do patógeno na planta hospedeira. Portanto, no presente estudo, foram realizadas a contagem e a medição de lesões em uma determinada área da folha de inserção da espiga.

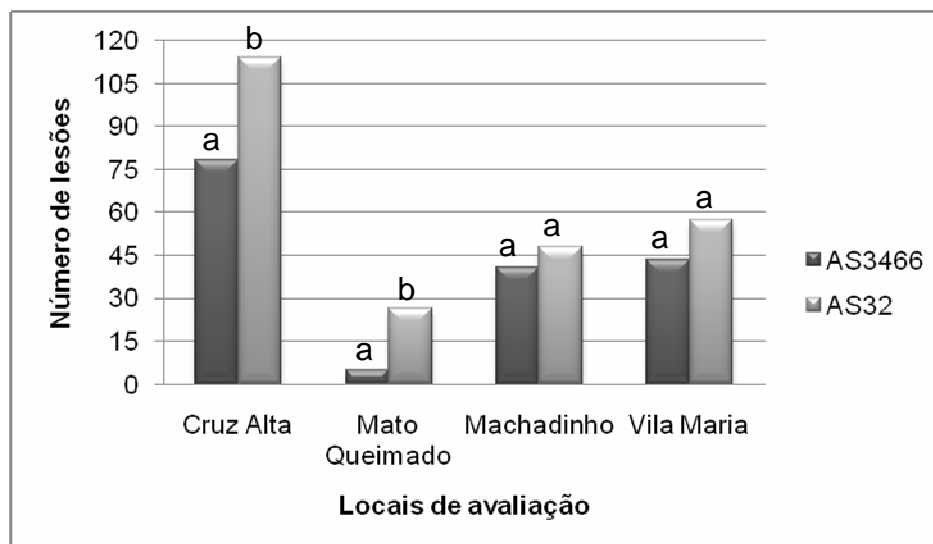


FIGURA 10. Estimativa do número de lesões da folha da espiga para os híbridos AS32 e AS3466 para o mesmo local. Comparações dos híbridos dentro de cada local com a mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa para o número de lesões por teste de Tukey a 5% de probabilidade. Safrinha (2006/2007).

De maneira geral, em Cruz Alta e Mato Queimado (Figura 10) a resistência esteve relacionada com o número de lesões. Nos demais ambientes não houve diferença significativa para esta variável. No ambiente de Cruz Alta o híbrido suscetível apresentou maior quantidade de lesões do que o híbrido resistente, isso reduziu a área fotossintética da planta e que refletiu na diferença observada na produtividade. Segundo Godoy *et al.* (2001), a doença não reduz apenas a área foliar, mas também afeta a fotossíntese no tecido foliar remanescente. Os autores também observaram que folhas com severidade entre 10 e 20% apresentaram redução na taxa

fotossintética ao redor de 40% e que a taxa de redução fotossintética era maior do que a taxa de aumento da severidade. Em Mato Queimado a significativa diferença do número de lesões observada entre as folhas dos híbridos resistente e suscetível não refletiu em diferenças de rendimento de grãos. Provavelmente o rendimento não foi afetado porque na segunda avaliação a severidade era inferior a 5%, neste período a planta estava na fase final do período de enchimento de grãos. Portanto o maior número de lesões observado na última avaliação, bem como o aumento da severidade, não foi capaz de afetar o rendimento de grãos uma vez que a planta já tinha completado seu ciclo e estava em senescência. No ambiente de Machadinho, apesar da severidade da planta inteira ter sido maior no final do ciclo para o AS3466 não houve reflexo no número de lesões na folha de inserção da espiga na última avaliação e rendimento de grãos do híbrido AS3466. Do mesmo modo, em Vila Maria também não houve diferença significativa no número de lesões entre os dois híbridos não sendo, porém observada diferença de rendimento de grãos entre os dois híbridos.

Com relação ao componente da resistência diâmetro das lesões, foram constatadas lesões grandes com diâmetro superior a 7 mm e lesões pequenas com diâmetro inferior a 2 mm. O diâmetro médio foi inferior a 5 mm em todos os locais (Figura 11). O híbrido AS3466 no ambiente de Cruz Alta apresentou menor quantidade de lesões na folha, mas as lesões foram de diâmetro maior. O fato de o híbrido resistente ter menor quantidade de lesões pode possibilitar a ocorrência de lesões de maior diâmetro, uma vez que a superfície foliar assintomática disponível é maior. No ambiente de Mato Queimado foi observado uma maior diferença de diâmetro de lesão

entre os dois híbridos. Neste ambiente, o AS32 apresentou maior número de lesões e também o maior diâmetro das lesões. Nos ambientes de Vila Maria e Machadinho não foi observada diferença significativa no tamanho das lesões entre os dois híbridos. Trabalho realizado por Amaral *et al.* (2005) com inoculação artificial de *P. sorghina* detectou diferenças no diâmetro das lesões entre os genótipos resistentes e suscetível. Observaram ainda que a quantidade de lesões foi maior no híbrido suscetível.

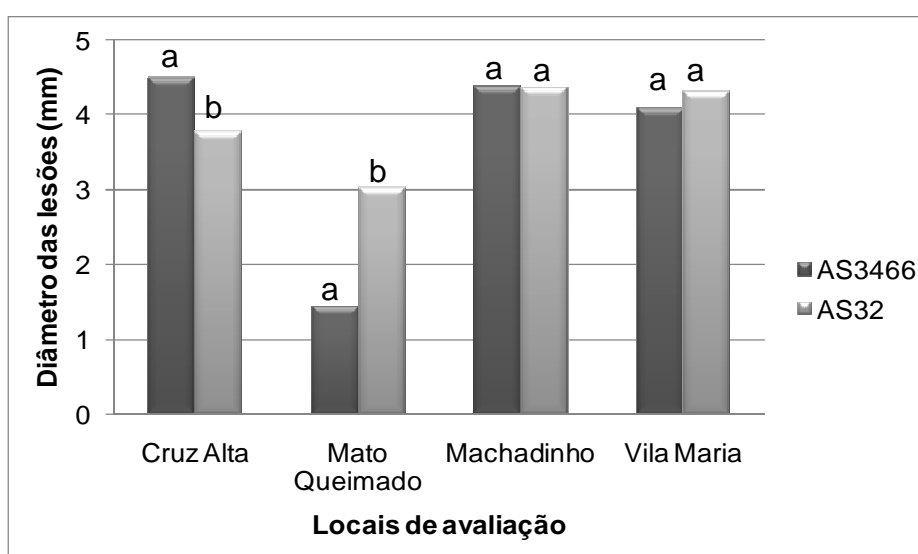


FIGURA 11. Estimativa do tamanho das lesões para os híbridos AS32 e AS3466 para o mesmo local. Comparações dos híbridos dentro de cada local com a mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa para o tamanho de lesões por teste de Tukey a 5% de probabilidade. Safrinha (2006/2007).

Os componentes de resistência, tamanho da lesão e número de lesões, permitiram diferenciar os genótipos resistentes e suscetíveis à Mancha Branca do Milho em pelo menos 50% dos ambientes estudados. O mesmo foi verificado por Chand & Walker (1964), monitorando a população de *Pseudomonas lachrymans* (Smith & Ryan) em plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.). Para o melhoramento de plantas, dois aspectos devem

ser considerados: a durabilidade da resistência e a necessidade de avaliar a sua estabilidade frente a diferentes populações de patógenos (Casela, 2004). Neste contexto, a decisão por seleção de resistência parcial para Mancha Branca do Milho, mais duradoura e estável, implicaria em adotar uma estratégia de melhoramento diferenciada (Amaral *et al.*, 2005). Num primeiro momento seria favorecido o acréscimo de vários genes de resistência parcial para, posteriormente, inserção de um ou poucos genes de efeito maior (Parlevliet & Ommeren, 1988). Portanto, fica evidente que os genótipos portadores de resistência apresentam mecanismos que dificultam o crescimento da doença em seus tecidos. O método mais eficiente para o controle desta doença entre outras é o uso de cultivares resistentes, rotação ou escalonamento de culturas, sincronização do plantio em campos adjacentes (Silvia & Menten, 1997).

O levantamento realizado em diferentes ambientes confirma os resultados obtidos por Amaral (2005), onde no município de Vila Maria observou mais de um agente envolvido na doença e a ausência do fungo *Phaeosphaeria maydis*.

O emprego de fungicidas dos grupos químicos das estrobilurinas e ditiocarbatos tem sido apresentado para o controle da Mancha Branca do Milho (Pereira *et al.*, 2005). No entanto essa forma de controle pode ser bastante discutida, uma vez que as plantas já estão em senescência.

5 CONCLUSÕES

Os resultados demonstram a existência de mais de um agente etiológico causando as lesões típicas da Mancha Branca do Milho. Sendo identificados como *P. sorghina* e *Phoma* sp. e apresentaram frequências diferentes nos ambientes estudados.

O ambiente demonstrou participação decisiva na ocorrência e desenvolvimento da Mancha Branca do Milho, o que dificulta estudos da herança da resistência e trabalhos de melhoramento genético.

Os híbridos resistentes retardaram o progresso da doença, aumentando o período de escape da cultura, em geral aumentando a produtividade.

O modelo exponencial apresentou o melhor ajuste ao genótipo com resistência à Mancha Branca do Milho, indicando que o agente etiológico tem seu desenvolvimento retardado mesmo em condições favoráveis de ambiente.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROCERES. **Guia Agroceres de sanidade**. São Paulo: Sementes Agroceres, 1996. 72p.

ALLISON, J.C.S.; WATSON, D.J. The production and distribution of dry matter maize after flowering. **Annual Botany**, London, v.30, p.365-381, 1966.

AMARAL, A.L. *et al.* Pathogenic fungi causing symptoms similar to Phaeosphaeria Leaf Spot of maize in Brasil. **Plant Disease**, St. Paul, v.89, p.44-49, 2005.

AMARAL, A.L. *et al.* *Phoma sorghina* a new pathogen associated with Phaeosphaeria Leaf Spot on maize in Brasil. **Plant Pathology**, Surrey, v.53, n.2, p.259, 2004.

AMORIN, L. Ciclos Primários e Secundários. In: BERGAMIN-FILHO, A.; KIMATI, K.; AMORIN, L. **Manual de fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Agronomia Ceres, 1995a. v.1, p.234-243.

AMORIM, L. Colonização e reprodução. In: BERGAMIN FILHO, A; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de Fitopatologia**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995b. v.1, p.309-323.

ARNY, D.C.; NELSON, R.R. *Phyllosticta maydis* species nova, the Incitant of Yellow Leaf Blight of Maize. **Phytopathology**, St. Paul, v.61 p.1170-1172, 1971.

BALMER, E.; PEREIRA, O.A.P. Doenças do milho. In PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G.P. **Melhoramento e Produção de Milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.595-634.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 3 ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247p.

BARNETT, H.I.; HUNTER, B.B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. St. Paul: APS Press, 1998. 218p.

BEDENDO, I.P. Manchas foliares. In: BERGAMIN FILHO, A; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de Fitopatologia**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, p.848-858.

BERGAMIN FILHO, A; AMORIM, L. **Doenças de Plantas Tropicais: Epidemiologia e Controle Econômico**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1996.

BERGAMIN FILHO, A. Curvas de Progresso da doença. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, p.902-626.

BONFETI, C.A. et al. Microscopia de lesão da doença descrita no Brasil como Mancha Foliar de *Phaeosphaeria* em milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, suplemento, p.235, 2004. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 37., 2004, Gramado, RS.

BRASIL, E.M.; CARVALHO, Y. Comportamento de híbridos de milho em relação a *Phaeosphaeria maydis* em diferentes épocas de plantio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.12, p.1977-1981, 1998.

BRUNELLI, K.R.; SILVA, H.P.; CAMARGO, L.E.A. Mapeamento de genes de resistência a *Puccinia polysora* em milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, n.2, p.134-140, 2002.

CALDWELL, R.M. Breeding for general and/or specific resistance. In: INTERNATIONAL WHEAT GENETICS SYMPOSIUM, 3., 1968, Canberra, **Proceedings...**Canberra, 1968. p. 263-272.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to Plant Disease Epidemiology**. New York : John Wiley, 1990. 532p.

CARSON, M.L. Inheritance of resistance to *Phaeosphaeria* leaf spot of maize. **Plant Disease**, St. Paul, v.85, p.798-800, 2001.

CARSON, M.L. Vulnerability of U.S. maize germ plasm to *Phaeosphaeria* Leaf Spot. **Plant Disease**, St. Paul, v.83, p.462-464, 1999.

CARSON, M.L. *Phaeosphaeria* Leaf Spot of Maize in Florida. **Plant Disease**, St. Paul, v.75, n.9, p.968, 1991.

CASA, R.T.; REIS, E.M. Doenças da cultura do milho. In: FANCELLE, AL.; DOURADO NETO, D. **Milho: estratégia de manejo para alta produtividade**. Piracicaba : ESALQ : LPV, 2003. p.1-18.

CASELA, C.R.; FERREIRA A.S. *Letter to the editor*. The phaeosphaeria leaf spot of maize in Brazil: evidences of a new etiological agent? **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v 31, n.4, julho – agosto, 2006.

CASELA, C.R.; FERREIRA, A.S.; FERNANDES, F.T.; PINTO, N.F.J.A. **Cultivo do milho: doenças foliares**. Brasília : Embrapa.CNPMS, 2002. 5p. (Comunicado técnico, 48).

CHAND, J.N.; WALKER, J.C. Relation of age of leaf and varietal resistance to bacterial multiplication in cucumber inoculated with *Pseudomonas lachrymans*. **Phytopathology**, ST.Paul, v.54, p.49-50, 1964.

CHESTER, K.S. Plant disease losses: their appraisal and interpretation. **Plant Disease Reporter**, Washington, v.193, p.191-362, 1950. Supplement.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento - **Décimo levantamento de grão/ julho2007**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/10levsafra.pdf>> Acesso em: 20 janeiro. 2008.

COSTA, F.M.P. **Severidade de *Phaeosphaeria maydis* e rendimento de grãos milho**. Piracicaba : ESALQ, 2001.110 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

DOWSWELL, C.R.; PALIWAL, R.L.; CANTRELL, R.P. *Maize in the third world*. Oxford: Westview Press, 1996.

DUARTE, J. de O.; CRUZ, J.C.; GARCIA J.C. MATTOSO, M.J. **Cultivo do milho**. Sete Lagoas, 2006. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/economia.htm>> Acesso em: 08 fev. 2008.

DUDIENAS, C.; DIARTE, A.P.; PATERNIANI, M.E.A.; CASTRO, J.L.; GOZI, C.; VASCONCELOS, J.A.M.; GELLER, C.; PAVÃO, L.A. Severidade da mancha de *Phaeosphaeria* em cultivares de milho safrinha. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.24, n.1, p.78, 1998.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para a cultura do milho**. Brasília: Embrapa, 1993. 204p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D.; Cultura do milho: aspectos fisiológicos e manejo de água. **Informações Agronômicas POTAFOS**, Piracicaba, n. 13, p.1-6, 1996. Trabalho apresentado no Seminário de Fisiologia da Produção e Manejo de Água e Nutrientes na Cultura do Milho de Alta Produtividade, 1996, Piracicaba.

FANTIN, G.M. Mancha de *Phaeosphaeria*, doença do milho que vem aumentando sua importância. **Biológico**, São Paulo, v.56, n.1, p.39, 1994.

FANTIN, G.M.; BALMER, E. Método de inoculação e evolução de sintomas da mancha foliar de *Phaeosphaeria maydis* em milho. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 23, n.70, 1997.

FANTIN, G.M.; BALMER, E.; PASCHOLATI, S.F.; LUCON, C.M.M. Influência da temperatura no crescimento micelial *in vitro* de *Phaeosphaeria maydis*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.22, p. 61, 1996.

FANTIN, G.M.; DUARTE, A.P.; CRUZ, F.A.; DUDIENAS, C.; CASTRO, J.L.; PEREIRA, J.O.F.; GALLO, P.B.; BORTOLETO, N.; RAMOS, V.J.; RIBEIRO, J.L. Efeito da Mancha de *Phaeosphaeria* sobre a Produtividade do Milho Safrinha no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26., 2006, Belo Horizonte. **Trabalhos apresentados**. Sete Lagoas, 2006. 5p. CD-ROM.

FANTIN, G.M.; SAWAZAKI, E.; BARROS, B.C. Avaliação de genótipos de milho pipoca quanto a resistência a doenças e qualidade da pipoca. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.17, n.2, p.90-99, 1991.

FERNANDES, F.T.; LIMA, P.; SANS, L.M.A.; PINTO, N.F.J.A. Influência de fatores climáticos na ocorrência de *Phyllosticta* em milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.20, p.309, Suplemento, 1995.

FERNANDES, F.T.; OLIVEIRA, E. **Principais doenças da cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa.CNPMS, 1997. 80p. (Circular técnica, 26).

GUIMARÃES, D.; SANS, L.M.A.; SANTANA, D.P.; LEÃO, M.L. Tendências de variação da temperatura e precipitação em 75 anos de observação da estação climatológica principal de Sete Lagoas, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza. **Anais...** [Fortaleza], 2004.

GODOY, C.V.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Efeito da temperatura e umidade na germinação *in vitro* de esporos de *Phaeosphaeria maydis*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 25, p.24, 1999. Resumo.

GODOY, C.V.; AMORIN, L.; BERGAMIN FILHO, A. Efeito da mancha de *Phaeosphaeria maydis* na eficiência fotossintética de plantas de milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.23, suplemento, p.246, 1998. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 31., 1998, Fortaleza, CE.

HANLIN, R.T. **Illustrated Genera of Ascomycetes**. St. Paul: APS Press, 1992. 263p.

HEAGLE, A.S.; MOORE, M. B. Some effects of moderate adult resistance to crown rust of oats. **Phytopathology**, St. Paul, v. 60, p. 461-466, 1970.

HENNINGS, P.V. Fungi S. Paulenses II. Puttermans collect: **Hedwigia**, Dresden, v.41, p.295-311, 1902.

HUBER, D.M.; McCAY-BUIS, T. S. A multiple component analysis of the take-all disease of cereals. **Plant Disease**, St. Paul, v. 77, n. 5, p. 437-447, 1993.

JANN, E.V.; DUARTE, R.J.F.; IKEDA, M.; FELIPPE, J.M. Eficácia do Fungicida Pyrachlostrobin + Epoxiconazole no controle de *Phaeosphaeria maydis*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, suplemento, p. 285, 2004b. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 37., 2004, Gramado, RS.

JANN, E.V.; SANCHEZ, W.; FELIPPE, J.M. Eficácia do fungicida Opera[®] no controle de doenças foliares, aplicado em diferentes estádios de desenvolvimento, na cultura do milho pipoca (*Zea mays* L.). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, suplemento, p. 284, 2004a. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 37., 2004, Gramado, RS.

JEGER, M.J. the potencial of analytic compared with simulation approaches to modelong in plant disease epidemiology. In: LEONARD, K.J.; FRY, W.E. (ed). **Plant Disease Epidemiology. Population Dynamics and Management**. New York : Macmillan, 1986. p.255-281.

KOSHIKUMO É.S.M. **Epidemiologia da Mancha de Phaeosphaeria e da cercosporriose em milho**. Jaboticabal : Unesp, 2007. 72f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

KRANZ, J. **Epidemics of Plant Diseases. Mathematical Analysis and modeling**. Berlin : Springer, 1974. 170p.

LOBO, V.L.S. Herança e componentes da resistência à mancha-bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, raça T2) em tomateiro. Brasília : UnB, 2000. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2000.

LOPES, M.T.G. Mapeamento de genes de resistência a mancha de *Phaeosphaeria* em milho. Piracicaba : ESALQ, 2003. 117f. Dissertação (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

LUZ, W.C. **Indicações técnicas para a cultura do milho no RS**. Porto Alegre: FEPAGRO : EMATER/RS : FECOAGRO/RS; Passo Fundo : EMBRAPA/TRIGO: 2001. 11p. (Boletim Técnico, 7 - Moléstias do milho e seu manejo integrado).

MACKENZIE, D.R. Association of potato early blight, nitrogen rate and potato yield. **Plant Disease**, St.Paul, v. 65, n.7, p.575-577, 1981.

MARRIEL, I.E. *et al.* Análise quantitativa e metabólica da população bacteriana em lesões de mancha foliar de *Phaeosphaeria* em milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, suplemento, p.203, 2004. Trabalho

apresentado no Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 37., 2004, Gramado, RS.

MATTOS, L.; AMES, T. *Botryodiplodia theobromae* afectando manzano. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.21, p.26-32, 1986.

MELO, F.L.A.; CHIAVEGATO, E.J.; CIA, E.; FUZATTO, M.G.; PIZZINATO, M.A. Escolha do modelo e taxa aparente de infecção para a curva de progresso da romulose (*Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*) do algodoeiro. In CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia, GO. **Anais...** [Goiânia], 2003.

MOORMAN, G.W. Increased plant mortality caused by *Pythium* root rot of poinsettia associated with high fertilization rates. **Plant Disease**, St. Paul, v.70, n.2, p.160-162, 1986.

NAZARENO, N.R.X.; LIPPS, P. E.; AND MADDEN, L. V. Effect of levels of corn residue on the epidemiology of gray leaf spot of corn in Ohio. **Plant Disease**, St. Paul, v.77, n 1, p.67-70, 1993.

NEHER, D.A.; REYNOLDS, K.L.; CAMPBELL, C.L. Analysis of Disease Progress Curves Using Linear Models. In: FRANCI, L. J.; NEHER, D.A. **Exercices in Plant Disease Epidemiology**. St. Paul : APS Press, 1997. p.29-33.

NETER, J.; KUTNER, M.H.; NACHTSSHEIM, C.J.; WASSERMAN, W. **Applied linear statistical models**. 4. Boston: WCB/McGraw-Hill, 1996.

NIKS, R.E.; LINDHOUT, W.H. **Curso sobre Mejoramento para Resistência a Enfermedades y Plagas**. 3 ed. Wageningen: Wageningen University, 2004. 216p.

OLIVEIRA, E.; FERNANDES, T.F.; CARVALHO, E.M.; MACHADO, J.C. The Phaeosphaeria Leaf Spot Of Maize In Brazil: Evidences of a New Ethologic Agent. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v.3, n.3, p.343-356, 2004.

PACCOLA-MEIRELLES, L.D. *et al.* Confirmação da etiologia da doença descrita no Brasil como sendo a mancha foliar de Phaeosphaeria em milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá, 2004. **Anais...** Cuiabá, 2004. 1CD-ROM.

PACCOLA-MEIRELLES, L.D. *et al.* Detection of bacterium associated with a leaf spot disease of maize in Brasil. **Journal Phytopathology**, Berlin, v.149, p.275-279, 2001.

PARLEVLIET, J.E. Present Concepts in Breeding for Disease Resistance Private. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.22, suplemento, p.7-15, 1997. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 30., 1997, Poços de Caldas, MG.

PARLEVLIET, J.E.; VAN OMMEREN, A. Accumulation of partial resistance in barley to barley leaf rust and powdery mildew through recurrent selection against susceptibility. **Euphytica**, Wageningen, v. 37, p. 261-274, 1988.

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

PEGORARO, D.G.; BARBOSA NETO, J.F.; SOGLIO, F.K.D.; VACARO, E.; NUSS, C.N.; CONCEIÇÃO, L.D.H. Herança da resistência à mancha-foliar de feosféria em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.329-336, 2002.

PEGORARO, D.G. *et al.* Efeito da época de semeadura na mancha foliar de *Phaeosphaeria* em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.8, p.1037-1042, 2001.

PEGORARO, D.G.; VACARO, E.; NUSS, C.N.; SOGLIO, F.K.; SERENO, M.J.C.M., BARBOSA NETO, J.F. Incidência da mancha foliar causada pelo fungo *Phaeosphaeria maydis* em milho: efeito de épocas de semeadura e doses de nitrogênio. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22, Londrina, 1998. **Anais**. Londrina, 1998. p.122.

PEREIRA, A.O.P., CAMARGO R.V.; CAMARGO L.E.A. Doenças do milho (*Zea mays*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO; A.; CAMARGO L.E.A. (Ed) **Manual de Fitopatologia-** Doenças de Plantas cultivadas. Piracicaba: Ceres, 2005. v.2 p. 477-488.

PEREIRA, O.A.P. Doenças do milho. In: KIMATI, H.; AMORIM, L; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Ed.) **Manual de Fitopatologia**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v.2, p.538-555.

PEREZ, L.H.; SACHS, R.C.C.; RESENDE J.V. Análise e Indicadores do agronegócio. In: MILHO: Demanda Por Etanol Eleva Cotações . Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=8945>>. Acesso em : 15 jun. 2007.

PINTO, N.F.J. de A. Eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares do milho. **Summa Phytopatologica**, Botucatu, v.23, n.3/4, 1997.

RAEDER, U.; BRODA,P. Rapid preparation of DNA from filamentous fungi. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, UK, v.1, p.17-20, 1985.

RANE, M.S.; PAYAK, M.M.; RENFRO, B.L.A *Phaeosphaeria* leaf spot of maize. **Indian Phytopathology Bulletin**, New Delhi, v.3, p.8-10, 1966.

RANE, M.S.; PAYAK, M. M.; RENFRO, B.L.A. *Phaeosphaeria* Leaf spot of maize. **Indian Phytopathology Society Bulletin**, New Delhi, v.3, p.7-10, 1965.

REIS, E.M.; CASA, R.T. **Manual de Identificação e Controle de Doenças de Milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 77p.

RITCHIE, S.W.; BENSON, G.O.; LUPKES, S. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University Cooperative Extension Service, 1992. 30p. (Special report, 48).

ROBINSON, R.A. **Return to Resistance**: Breeding crops to reduce pesticide dependence. Davis: Agaccess, 1996. 480p.

ROLIM G.S.; PEDRO JUNIOR, M.J.; FANTIN, G.M.; BRUNINI, O.; DUARTE, A.P. Modelo Agrometeorológico para estimativa da intensidade da Mancha de *Phaeosphaeria* em milho safrinha no estado de São Paulo, em função da temperatura, do ar e chuva. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO, 8, Campinas, 2005. [**Anais...**] Campinas, 2005.

SAWAZAKI, E. et al. Reação de Cultivares de milho à Mancha de *Phaeosphaeria* no Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, p.585-589, 1997.

SHOEMAKER, R.A.; BABCOCK, C.E. *Phaeosphaeria*. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.67, n.5, p.1500-1599, 1989.

SILVA, H.P.; MORO, J.R. Diallel analysis of maize resistance to *Phaeosphaeria maydis*. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.1, p.36-42, 2004.

SILVA, H.P. **Genética da resistência à *Phaeosphaeria maydis* em milho**. Botucatu : Unesp, 2002. 105f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2002.

SILVA, H.P. Incidência de doenças fúngicas na "safrinha". In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO "SAFRINHA", 4., Campinas, 2000. **Anais...** Campinas, 2000. p.81-86.

SILVA, H.P.; MENTEN, J.O.M. Manejo integrado de doenças na cultura do milho. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO MILHO. [**Informações...**] Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1997. p.40-56.

SOUZA, P.P. *et al.* Efeito de híbridos e fungicidas na evolução em doenças foliares em Irai de Minas – MG. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, suplemento, p.112, 2004. Trabalho apresentado no Congresso de Brasileiro de Fitopatologia, 37., 2004, Gramado, RS.

SOUZA, J.C.; DUARTE, J.M. Reação de cultivares de milho a *Phaeosphaeria maydis*. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.26, p.325-331, 2002.

TOMAZELA; L.T. **Adubação nitrogenada e de nutrientes na produtividade e incidência de doenças foliares em milho**. Piracicaba : ESALQ, 2005. 57f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

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

VANDERPLANK, J.E. **Plant Diseases**: epidemics and control. New York : Academic Press, 1963.

VIÉGAS, G.P. Práticas culturais. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G.P. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho**. Campinas : Fundação Cargill, 1987. p.376-428.

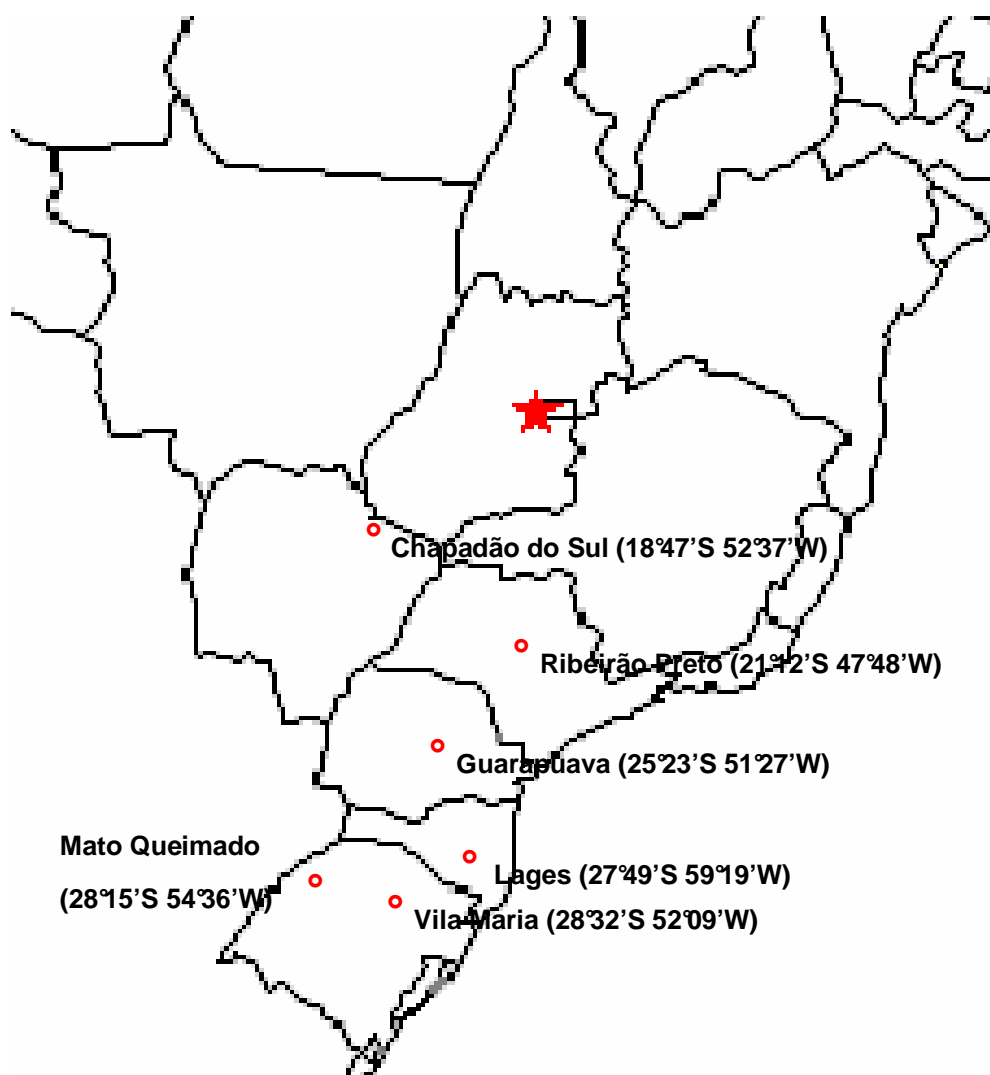
VON PINHO, R.G. **Metodologias de avaliação, quantificação de danos e controle genético da resistência do milho à *Puccinia polysora* e *Physopella zae***. Lavras : UFL, 1998. 140f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

WAGGONER, P.E. Progress curves of foliar disease: their interpretation and se. In: LEONARD, K.J.; FRY, N. E.(Eds.) **Plant Disease Epidemiology**: Population dynamics and management. New York : MacMillan, 1986. p. 3-54.

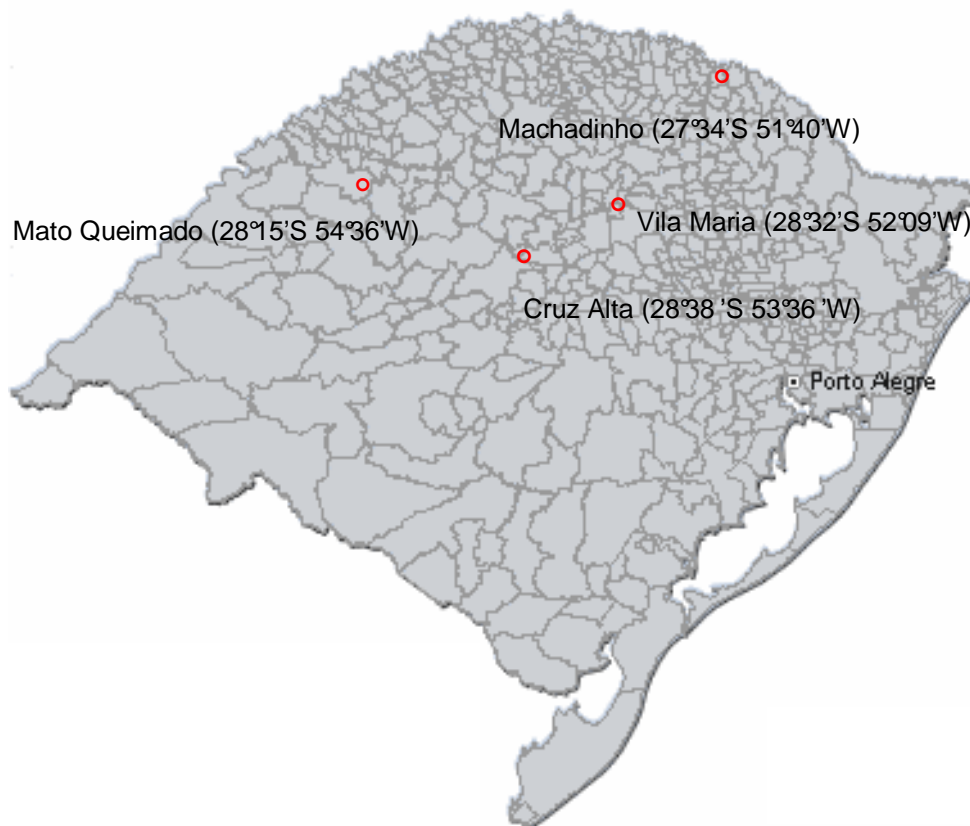
WHITE, D.G. **Compendium of corn diseases**. 3.ed. St. Paul: APS Press, 2000. 78p.

7 APÊNDICES

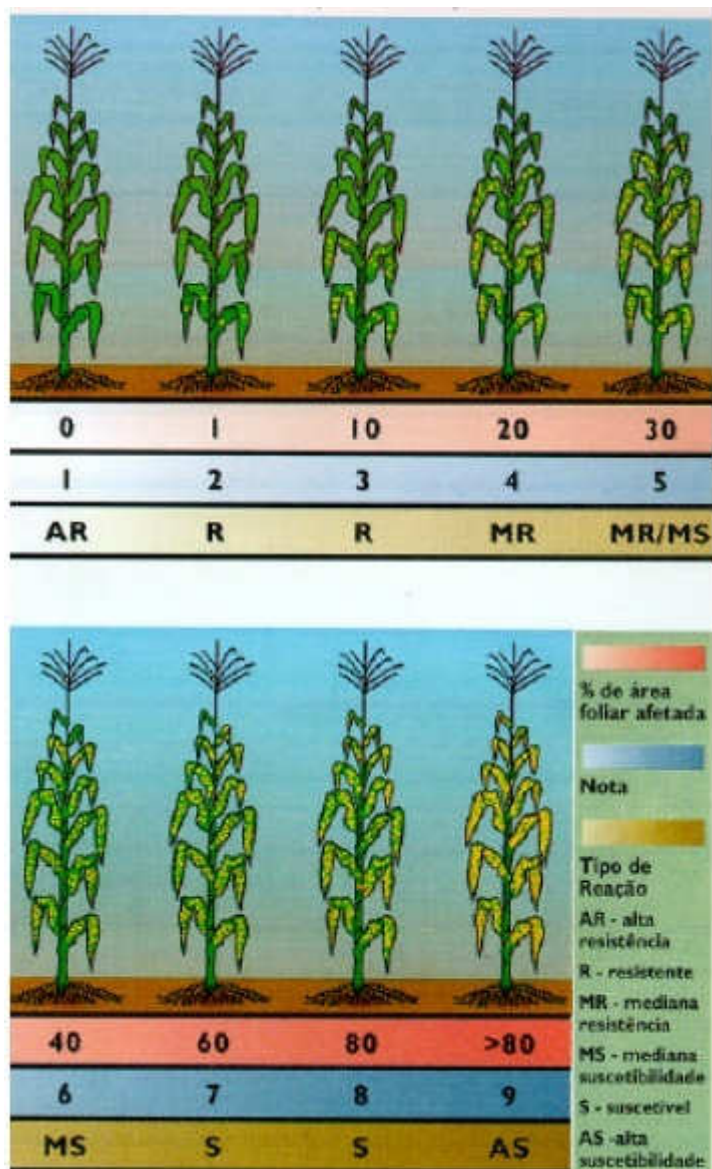
Apêndice 1. Indicação da localização dos locais onde foram coletadas as amostras de folhas com lesões típicas da Mancha Branca do Milho para identificação do agente etiológico.



Apêndice 2. Locais no estado do Rio Grande do Sul, onde foram implantados os experimentos para estudo da epidemiologia da Mancha Branca do Milho.



Apêndice 3. Escala diagramática para avaliação de Mancha-Branca do Milho. Adaptado de Agroceres (1996).



8 VITA

Márcio Luiz De Carli é filho de Lorentino De Carli e Maria Regina Orsato De Carli. Nasceu em Vila Maria-RS em 19 de setembro de 1978.

Cursou até a quinta série do primeiro grau na Escola Municipal Ipiranga na Comunidade de São José no interior de Vila Maria-RS e, no Colégio Estadual de Vila Maria-RS concluiu o primeiro grau. O segundo grau cursou no Colégio Estadual de Vila Maria, em Vila Maria-RS. Em 2000 ingressou no Curso de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre-RS, onde se graduou Engenheiro Agrônomo em dezembro de 2005. Em março de 2006 ingressou no curso de Mestrado em Fitotecnia área de concentração Fitossanidade do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre-RS, onde obteve o grau de Mestre em maio de 2008.