

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS**

SANDRA SASSE

**CARACTERIZAÇÃO DE VARIEDADES LOCAIS DE MILHO
PROCEDENTES DE ANCHIETA – S.C. QUANTO À RESISTÊNCIA A
*Exserohilum turcicum***

**FLORIANÓPOLIS
2008**

SANDRA SASSE

**CARACTERIZAÇÃO DE VARIEDADES LOCAIS DE MILHO
PROCEDENTES DE ANCHIETA – S.C. QUANTO À RESISTÊNCIA A
*Exserohilum turcicum***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciências com Área de concentração em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientadora: **Juliana Bernardi Ogliari**
Co-orientador: **Robson M. Di Piero**

Florianópolis

2008

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, pela experiência de vida, crescimento profissional e pessoal e por ter confiado na conclusão deste trabalho.

À professora Juliana Bernardi Ogliari, pela orientação e paciência, mas principalmente por ter contribuído para minha formação intelectual e pela superação de meus próprios limites.

Ao professor Robson M. Di Piero, pelas contribuições e pela co-orientação.

Ao amigo Volmir, por estar presente em todos os momentos, por me ajudar durante todas as etapas do trabalho e principalmente pela amizade incondicional.

Aos amigos Marcia, Henrique e Samantha, pela solidariedade e pelos bons momentos.

À Associação de Pequenos Agricultores Plantadores de Milho Crioulo Orgânico e Derivados e ao Sindicato de Trabalhadores na Agricultura Familiar, por cederem as sementes crioulas utilizadas neste trabalho.

À CAPES por um ano de bolsa.

Ao Sr. Alencar, por todos os favores prestados e simpatia.

Ao professor Mauricio Sedrez dos Reis, pelas palavras de conforto nos momentos difíceis.

Ao querido Ricardo, pelo amor, carinho e compreensão.

Aos meus pais Ruth e Ivo, minha avó Cecília, meus irmãos Lena, Vani e Leo e aos meus sobrinhos Wi e Nicolle, por me apoiar em todas as decisões, pelo amor e pela motivação. E por compreender a minha ausência...

SUMÁRIO

RESUMO	x
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Importância econômica do milho	3
2.2. A importância do milho na pequena propriedade.....	5
2.3. Importância da doença.....	6
2.4. Taxonomia e etiologia	8
2.5. Ciclo de relações patógeno-hospedeiro	10
2.6. Epidemiologia	13
2.7. Resistência genética	14
2.7.1. Expressão dos genes de resistência qualitativa a <i>Exserohilum turcicum</i>	16
2.7.2. Expressão dos genes de resistência quantitativa a <i>Exserohilum turcicum</i>	19
3. OBJETIVOS	24
3.1. Objetivo geral	24
3.2. Objetivos específicos	24
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1. Material Vegetal.....	25
4.2. Material Fúngico	26
4.2.1. Procedimento – Coleta dos isolados	26
4.2.2. Isolamento do patógeno e obtenção de cultura monospórica	26
4.2.3. Obtenção de inóculo	27
4.3. Condução do campo experimental – plantio e tratos culturais	28
4.4. Delineamento Experimental	28
4.5. Inoculação das plantas.....	28
4.6. Avaliação da doença	29
4.7. Análise estatística.....	30
4.8. Classificação dos níveis de resistência/suscetibilidade	31
5. RESULTADOS	32
5.1. Isolamento, caracterização e seleção de isolados de <i>Exserohilum turcicum</i>	32
5.2. Tipo de lesão	34
5.3. Período de incubação	35

5.4. Avaliação da severidade	37
5.4.1. Avaliações nas folhas individuais	37
5.4.2. Avaliações na planta inteira	43
5.5. Avaliação da Incidência.....	50
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	53
6.1. Isolamento e caracterização de isolados de <i>Exserohilum turcicum</i>	53
6.2. Experimento em campo	53
6.3. Tipo de lesão e período de incubação.....	54
6.4. Avaliação da severidade em folhas	55
6.5. Avaliação da severidade na planta inteira	58
6.7. Avaliação da incidência.....	60
6.8. Modelo de resistência parcial com interação patógeno x hospedeiro	60
6.9. Seleção de fontes genéticas de resistência	63
7. CONCLUSÕES	65
ANEXOS	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Formas de germinação da célula basal e progressão da formação do septo em *Drechslera* (a, c), *Bipolaris* (b, d) e em *Exserohilum* (b, e). Fonte: ALCORN, 1988. ... 9
- Figura 2** – Observações de *Exserohilum turcicum* em meio de cultura BDA, mediante microscopia óptica. A) Seleção do conídio sob lupa. B) Deposição do conídio sobre o meio de cultura. C) Observação da formação do tubo germinativo..... 33
- Figura 3** – Lesões necróticas apresentadas por dois exemplares da variedade MPA1 (26) durante a avaliação aos 35 dias após a inoculação com o isolado ISO3..... 34
- Figura 4** – Lesões necróticas apresentadas por dois exemplares da variedade Roxo (29) durante a avaliação aos 35 dias após a inoculação com o isolados ISO6..... 34
- Figura 5** – Gráfico demonstrativo da interação entre as variedades de milho e os isolados de *Exserohilum turcicum* para o período de incubação (média de dias). 37
- Figura 6** – Curvas de progresso da doença de nove variedades locais de milho, elaboradas com base nas avaliações de severidade da queima de *turcicum* em folhas individuais. 39
- Figura 7** - Curvas de progresso da doença de nove variedades locais de milho, elaboradas com base nas avaliações de severidade da queima de *turcicum* em planta inteira. 44
- Figura 8** – Gráfico demonstrativo da interação entre as variedades de milho e os isolados de *Exserohilum turcicum* para a terceira avaliação (35 dias após a inoculação). 47

LISTA DE TABELAS

Quadro 1 - Descrição das características das variedades locais de milho provenientes do município de Anchieta – SC, nos experimentos realizados em Canoinhas, nas safras 2002/2003 e 2003/2004.	25
Quadro 2 - Região e município de procedência, e local da coleta das amostras de folhas de milho apresentando lesões características da queima de <i>turcicum</i>	26
Quadro 3 – Esquema de análise de variância para experimento em parcelas subdivididas.	30
Quadro 4 – Classificação das reações de variedades de milho, com base na percentagem de tecido lesionado em folha (Pataky, 2006) e percentagem na planta inteira (AGROCERES, 1996).	31
Tabela 1 – Período de incubação médio (em dias) para as combinações entre as nove variedades locais de milho e os três isolados ISO3, ISO4 e ISO6.	35
Tabela 2 – Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para as diferentes variedades de milho e para os isolados de <i>Exserohilum turcicum</i> , estimada com base na avaliação de severidade realizada em folhas individuais, aos 15, 25, 35 e 45 dias após a inoculação.	38
Tabela 3 – Severidade da queima de <i>turcicum</i> , em percentagem de tecido lesionado em folhas individuais, para nove variedades de milho, aos 15, 25, 35 e 45 dias após a inoculação.	41
Tabela 4 – Avaliação da severidade da queima de <i>turcicum</i> em percentagem de tecido lesionado em folhas individuais pelos isolados ISO3, ISO4 e ISO6 aos 15, 25, 35 e 45 dias após a inoculação.	41
Tabela 5 – Classificação das variedades locais de milho quanto à resistência a <i>Exserohilum turcicum</i> , segundo a escala diagramática elaborada por Pataky (2006), baseada na severidade da doença em folhas individuais.	42
Tabela 6 – Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) nas diferentes variedades de milho inoculadas com <i>Exserohilum turcicum</i> . Avaliações de severidade realizadas na planta inteira.	43
Tabela 7 – Severidade da queima de <i>turcicum</i> em percentagem de tecido lesionado na planta inteira, para nove variedades de milho, aos 15, 25, 35 e 45 dias após a inoculação.	46

Tabela 8 – Severidade da queima de <i>turcicum</i> em percentagem de tecido lesionado na planta inteira, para os isolados ISO3, ISO4 e ISO6 aos 15, 25, 35 e 45 dias após a inoculação.....	46
Tabela 9 – Separação de médias para o efeito das interações observadas entre nove variedades locais de milho combinadas aos isolados (ISO3, ISO4 e ISO6) para a severidade observada em plantas inteiras aos 35 dias após a inoculação.....	47
Tabela 10 – Classificação das variedades de milho quanto à resistência a <i>Exserohilum turcicum</i> , segundo a escala diagramática elaborada por AGROCERES (1996), baseada na severidade da doença na planta inteira.....	49
Tabela 11 – Médias de incidência da queima de <i>turcicum</i> para as nove variedades locais de milho inoculadas com três diferentes isolados. Avaliações realizadas aos 15 e aos 25 dias após a inoculação. Teste de separação de médias por Tukey (5%).	51
Tabela 12 – Comparação dos valores de incidência (%) da queima de <i>turcicum</i> para os diferentes isolados de <i>Exserohilum turcicum</i> . Primeira avaliação aos 15 dias após a inoculação.....	51

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 – Imagens do campo experimental instalado na Fazenda da Ressacada da Universidade Federal de Santa Catarina.....	67
Anexo 2 – Escala descritiva de notas para avaliação da resistência qualitativa descrita por Esteves (1989) e adaptada por Ogliari (1999).	68
Anexo 3 – Escala diagramática para avaliação da percentagem do tecido foliar infectado por <i>Exserohilum turcicum</i> (Pass.) Leonard Suggs. elaborada por Bleicher (1988)....	69
Anexo 4 – Escala diagramática para avaliação da severidade de <i>Exserohilum turcicum</i> (Pass.) Leonard Suggs. Elaborada por AGROCERES (1996).	70
Anexo 5	71
Quadro 1A – Análise de variância para período de incubação nas variedades Mato Grosso (39), Palha Roxa (18), Roxo (30), Roxo (29), Composto São Luiz (13), MPA1 (26), Língua de Papagaio (19), Mato-Grosso - Palha-Rocha (37) e Rajado 8 Carreiras (31).....	72
Quadro 2A – Análise de variância da AACPD calculada a partir da severidade da queima de <i>turcicum</i> em folhas individuais.	72
Quadro 3A – Análise de variância para severidade a partir da porcentagem média de tecido lesionado em folhas individuais aos 15, 25, 35 e 45 dias após a inoculação..	73
Quadro 4A – Análise de variância da AACPD na planta inteira para severidade da queima de <i>turcicum</i>	73
Quadro 5A - Análise de variância para severidades a partir da porcentagem média de tecido lesionado da planta nos diferentes momentos de avaliação.....	74
Quadro 6A – Análise de variância para incidência da queima de <i>turcicum</i> dentro da parcela útil composta por 12 plantas. Resultados para primeira avaliação (aos 15 dias após a inoculação) e para segunda avaliação (aos 25 dias após a inoculação).	74
Anexo 6 – Dados meteorológicos fornecidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A., referentes aos meses de outubro, novembro e dezembro de 2006.	75

RESUMO

A queima de *turcicum* do milho (*Zea mays* L.), causada por *Exserohilum turcicum*, é uma das principais doenças desta cultura. Em vista dos danos causados, buscaram-se estratégias que minimizem as perdas nos campos de cultivo. Uma das formas mais eficientes de controle dessa doença é a utilização de variedades com resistência genética. Pelo fato das variedades locais apresentarem variabilidade genética, são consideradas fontes potenciais de genes capazes de isentar ou minimizar os impactos dessa doença nas lavouras de milho. A utilização de variedades locais com maiores níveis de resistência à queima de *turcicum* permite ao agricultor de pequenas propriedades maior autonomia sobre sua produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar a reação de nove variedades locais de milho frente a diferentes isolados de *Exserohilum turcicum* quanto aos componentes que determinam a resistência quantitativa e qualitativa à queima de *turcicum*. Os experimentos foram realizados na Fazenda da Ressacada da Universidade Federal de Santa Catarina, em Florianópolis/SC. Foram testadas nove variedades locais procedentes do município de Anchieta/SC - Mato-Grosso (39), Palha-Roxa (18), Roxo (30), Roxo (29), Composto São Luiz (13), MPA1 (26), Língua de Papagaio (19), Mato Grosso – Palha Roxa (37) e Rajado 8 Carreiras (31) - frente a 3 isolados de *Exserohilum turcicum* coletados nos municípios de Anchieta, Florianópolis e Xaxim – SC. Foram realizadas avaliações para período de incubação, severidade e incidência, em um experimento conduzido no esquema de parcelas subdivididas, no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, tendo os isolados como parcelas e as variedades como subparcelas. O período de incubação correspondeu ao número de dias transcorridos entre a inoculação e o surgimento dos sintomas. A severidade foi medida em quatro etapas fenológicas distintas (15, 25, 35 e 45 dias após a inoculação), considerando a percentagem de área do tecido lesionado em folhas individuais e na planta inteira, a partir de uma amostra de 5 plantas de cada subparcela. Com base nos dados de severidade obtidos nas quatro avaliações, foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para as avaliações feitas em folhas e em plantas inteiras. A incidência de doença foi quantificada aos 15 e 25 dias após a inoculação. Os resultados apresentaram diferenças significativas entre variedades, em todas as variáveis analisadas. O menor período de incubação foi verificado na variedade Rajado 8 Carreiras (31) (média de 10,6 dias), enquanto que a variedades Palha-Roxa (18) apresentou o maior período de incubação (média de 12,86 dias), sendo que as variedades Mato-Grosso (39), Roxo (30), Roxo (29), Composto São Luiz (13), MPA1 (26), Língua de Papagaio (19) e Mato Grosso – Palha Roxa (37) apresentaram valores intermediários a estes e não diferiram entre si estatisticamente. As avaliações de severidade para a folha individual e para a planta inteira foram bastante semelhantes. A menor AACPD calculada com base na severidade medida em folha e planta inteira foi observada na variedade MPA1 (26), enquanto que a variedade Roxo (29) apresentou a maior severidade. As variedades Mato-Grosso (39), Palha-Roxa (18), Roxo (30), Composto São Luiz (13), Língua de Papagaio (19), Mato Grosso – Palha Roxa (37) e Rajado 8 Carreiras (31) apresentaram

valores intermediários de severidade, não diferindo entre si estatisticamente. Estes resultados são semelhantes aos observados para a incidência. Os menores valores de incidência, nas avaliações realizadas aos 15 e 25 dias após a inoculação, foram observados nas variedades Mato-Grosso (39) (23,61%) e MPA1 (26) (71,53%), respectivamente. A variedade Roxo (29) apresentou a maior incidência aos 15 e 25 dias, com 48,61% e 90,97% de plantas doentes, respectivamente. De maneira geral, a variedade MPA1 (26) apresentou maior resistência à queima de *turcicum*, enquanto que a variedade Roxo (29) apresentou maior suscetibilidade. O conhecimento da diversidade, complexidade e evolução da população de *Exserohilum turcicum*, através do monitoramento das raças predominantes nas regiões produtoras de Santa Catarina é indispensável para a recomendação de cultivares que possam reduzir os prejuízos causados por *Exserohilum turcicum*.

ABSTRACT

The Northern leaf blight of the corn (*Zea mays* L.), caused by *Exserohilum turcicum*, is one of the main diseases of this crop. In view of the damage, is seeking strategies to minimize losses in fields of crops. One of the most efficient ways of controlling this disease is the use of varieties with genetic resistance. Because of the local varieties have genetic variability, are considered potential sources of genes able to exempt or minimize the impact of the disease in crops of maize. The use of local varieties with higher levels of resistance to Northern leaf blight allows burning of the properties of small farmers more autonomy over their production. The objective was to evaluate the reaction of nine local varieties of maize to different isolates front to *Exserohilum turcicum* on the components that determine the qualitative and quantitative resistance to Northern leaf blight. The experiments were taken at the Fazenda da Ressacada at Universidade Federal de Santa Catarina in Florianópolis. Nine local varieties from Anchieta – Santa Catarina, were tested: Mato-Grosso (39), Palha-Roxa (18), Roxo (30), Roxo (29), Composto São Luiz (13), MPA1 (26), Língua de Papagaio (19), Mato Grosso – Palha Roxa (37) and Rajado 8 Carreiras (31) - confronting three isolates of *Exserohilum turcicum* from Anchieta, Florianópolis and Xaxim, in the state of Santa Catarina. There were performed assessments for the incubation period, severity and incidence in an experiment with four repetitions conducted in split plot in a randomized block design having the varieties as subplots and the different isolates as plots. The incubation period corresponded to the number of days passed between the inoculation and the appearance of symptoms. The Severity was measured in four distinct fenologic stages (15, 25, 35 e 45 days after inoculation), considering the percentage of the area of injured tissue in individual leaves and whole plant, from a sample of five plants of each subplot. The area under the disease progress curve (AUDPC) was calculated based on data obtained in four of severity ratings for the assessments made in leaves and whole plants. The incidence of the disease was quantified 15 and 25 days after the inoculation. The results showed significant differences between varieties in all variables. The shorter period of incubation was observed in variety Rajado 8 Carreiras (31) (average of 10,6 days), while the varieties Palha Roxa (18) showed the longest period of incubation (average of 12,86 days), and the varieties, Mato Grosso (39), Roxo (30), Roxo (29), Composto São Luiz (13), MPA1 (26), Língua de Papagaio (19) and Mato Grosso - Palha-Roxa (37) had intermediate values for these and did not differ statistically. The ratings of severity for individual leaves and the whole plant were very similar. The lowest AUDPC based on the severity measured in leaf and whole plant was observed in variety MPA1 (26), while the variety Roxo (29) showed the highest severity. The varieties, Mato Grosso (39), Palha-Roxa (18), Roxo (30), Composto São Luiz (13), Língua de Papagaio (19), Mato Grosso – Palha Roxa (37) and Rajado 8 Carreiras (31) had intermediate values of severity, not differing statistically. These results are similar to those observed for incidence. The lowest values of incidence in the evaluations performed at 15 and 25 days after inoculation were found in the varieties Mato-Grosso (39) (23,61%) and MPA1 (26) (71,53%), respectively. The variety Roxo (29) had the highest

incidence at 15 and 25 days, with 48,61% and 90,97% of diseased plants, respectively. In a generalized manner, the variety MPA1 (26) showed higher resistance to Northern leaf blight, while the variety Roxo (29) showed greater susceptibility. The knowledge of the diversity, complexity and evolution of the population of *Exserohilum turcicum*, by monitoring the predominant races in the producing regions of Santa Catarina is essential to the recommendation of cultivars that can reduce the damage caused by *Exserohilum turcicum*.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*), em função de seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, constitui-se em um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo. Devido a sua multiplicidade de aplicações, quer na alimentação humana ou na alimentação animal, assume relevante papel sócio-econômico, além de se constituir em indispensável matéria-prima impulsionadora de diversos complexos agroindustriais.

Com a crescente demanda deste cereal em todo o mundo, busca-se o aumento da produção aliado à melhor qualidade dos grãos. Em virtude disto, maiores são também as buscas para minimizar fatores que dizimam a produção. Dentre estes fatores, as pragas e doenças que atacam o milho são um dos maiores problemas enfrentados pelos produtores.

A queima de *turcicum* ou requeima das folhas, causada por *Exserohilum turcicum* (Pass), é uma importante doença do milho (*Zea mays L.*) que ocorre em todo o mundo. Esta doença pode causar extenso desfolhamento durante o período de enchimento de grãos, podendo resultar em perdas que variam 27 a 90% na produção de grãos (HUGHES & HOOKER 1971; PERKINS & PEDERSEN 1987).

A infecção por *Exserohilum turcicum* é favorecida por temperaturas amenas, variando de 18°C a 27°C (LEVY & COHEN, 1983; BOWEN & PERSEN, 1988; SHARMA & MISHRA, 1988; LEVY, 1989; SHURTLEFF, 1992; JULIATTI & SOUZA, 2005).

O controle da doença é feito através do plantio de cultivares com resistência genética, sendo a rotação de culturas também uma importante prática recomendada para o manejo.

No Brasil, epidemias ocorrem com maior freqüência nas regiões Sul e Centro-Oeste, causando severos prejuízos aos produtores locais (PEREIRA, 1995; OGLIARI, 1999; OGLIARI et al., 2005). Em vista deste fato, diversos estudos vêm buscando detectar a existência de variabilidade genética do patógeno *Exserohilum turcicum*, em regiões produtoras de milho no Brasil, para auxiliar programas de melhoramento que visam obter resistência a doenças.

Devido à importância desta doença, diversos pesquisadores passaram a buscar novas e/ou adicionais fontes de resistência (OGLIARI, 1999) como as encontradas especialmente em variedades locais de milho. Estas variedades apresentam boa adaptação à região de cultivo e são portadoras de diversidade genética, considerada fundamental para manter a capacidade natural de responder às mudanças climáticas e a todos os tipos de estresses bióticos e abióticos. Contudo, com a perda de variedades locais, combinações únicas de genes de valor particular podem desaparecer (OGLIARI et al., 2004).

A utilização de materiais genéticos adaptados às condições locais é, acima de tudo, uma atividade voltada à autonomia do pequeno produtor rural. Por meio do melhoramento genético e da seleção de materiais de qualidade e adaptados à realidade local, torna-se possível o aumento da produtividade das lavouras.

O controle genético de *Exserohilum turcicum* em milho pode ser alcançado através da resistência qualitativa ou quantitativa, ou ainda ambas (OGLIARI et al., 2005). Diferentes genes de resistência qualitativa foram descritos como dominantes ou parcialmente dominantes, Ht1, Ht2, Ht3, HtM, HtN e HtP (GEVERS, 1975; HOOKER, 1961, 1963, 1975, 1977, 1981; ROBBINS & WARREN, 1993; OGLIARI et al., 2005; OGLIARI et al., 2007), além de duas formas recessivas, ht4 e rt (CARSON, 1995; OGLIARI et al., 2005; OGLIARI et al., 2007).

A busca de fontes de resistência às doenças nas variedades locais pode permitir ao agricultor uma maior segurança alimentar, por reduzir ou isentar as lavouras dos agrotóxicos. Isto também possibilita a obtenção de mercado com produtos diferenciados e qualificados (OGLIARI & ALVES, 2007). Nesse sentido, o presente trabalho objetiva caracterizar nove variedades locais de milho para resistência a diferentes isolados de *Exserohilum turcicum*, coletados no estado de Santa Catarina.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Importância econômica do milho

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo. A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação humana e animal até a indústria de alta tecnologia. O uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo. Nos Estados Unidos, cerca de 50% da produção é destinada a esse fim, enquanto que no Brasil varia de 60 a 80% (SOUZA & BRAGA 2004; IBEGE, 2005).

Entre os principais produtores de milho destacam-se os Estados Unidos (42%), China (18%) e Brasil (5%). Segundo a USDA (United States Department of Agriculture), a produção mundial de milho na safra 2005/2006 situou-se em 692,2 milhões de toneladas, quantidade inferior à safra anterior (712,3 milhões). O declínio em relação à safra de 2004/2005 decorreu especialmente do recuo da produção norte-americana de 299,9 para 282,3 milhões de toneladas. A safra chinesa, no entanto, aumentou de 130,3 milhões de toneladas para 139,4 milhões de toneladas (EPAGRI/ICEPA, 2006; IBGE, 2006). Levando-se em consideração a produção de milho do Mercosul, na safra 2004/2005, esta foi de 55,4 milhões de toneladas, apresentando um decréscimo de 4,6% em relação à safra anterior que foi de 58,1 milhões de toneladas. Apesar do aumento da produção da Argentina, de 15,0 para 19,5 milhões de toneladas, o declínio da produção brasileira de 16,9% em relação à safra de 2003/2004 foi responsável pelo desempenho negativo (ICEPA, 2003; FAO, 2004; EPAGRI/ICEPA, 2006).

Atualmente, o milho no Brasil é cultivado em 3,6 milhões de propriedades rurais, abrangendo uma área de 13 milhões de hectares e atingindo uma média de produtividade de 3.272 kg/ha. Nos últimos 31 anos, a área plantada aumentou em 2,3 milhões de hectares, a produtividade em 1.619 kg/ha e a produção total em 23,6 milhões de toneladas (IBGE, 2003; AGRIANUAL, 2006).

O milho é cultivado em praticamente todo o território nacional, sendo que, 77% da área plantada e 92% da produção concentraram-se nas regiões Sul

(42,32% da área e 53,70% da produção), Sudeste (19,01% da área e 19,62% da produção) e Centro-Oeste (15,77% da área e 19,22% da produção) (EPAGRI/CEPA, 2005).

A participação da região Sul na área plantada e na produção tem-se mantido praticamente constante, enquanto na região Sudeste houve redução em 10% tanto na área plantada como na produção. As regiões Norte e Centro-Oeste apresentaram, no mesmo período, aumentos na participação da área plantada e na produção. A região Norte aumentou sua participação em 5,3% em área plantada e 2,8% em produção, enquanto que a região Centro-Oeste aumentou em 9,6% na área plantada e 14,6% em produção (COELHO et al., 2003). O Paraná, com 24% do total da produção nacional de milho, é o principal produtor, seguido em importância por Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso, Santa Catarina e Goiás (EPAGRI/ICEPA, 2005).

Em Santa Catarina, a produção de milho é de 3,3 milhões de toneladas, distribuídas em uma área de 816.133 hectares, índice que confere ao estado a quinta posição na produção brasileira (IBGE, 2004). Durante a safra de 2004/2005, a área destinada ao cultivo de milho no estado foi de 795.845 hectares, alcançando uma produção de 2,8 milhões de toneladas (EPAGRI/ICEPA, 2005), caracterizando-se por apresentar uma estrutura fundiária na qual predominam as pequenas propriedades rurais, com 18% dos estabelecimentos com área inferior a 5 ha, 47% entre 5 e 20 ha, 24% entre 20 e 50 ha, 6% entre 50 e 100 ha (SILVA et al., 2003).

A região Oeste de Santa Catarina possui um desenvolvimento econômico diretamente ligado ao setor agropecuário, sendo responsável por mais de 50% da produção total do Estado. As atividades concentram-se na produção de leite, milho, suínos, feijão, fumo e aves (MELLO & FERRARI, 2003). O milho é cultivado em cerca de 80% do total de estabelecimentos da região, correspondendo a aproximadamente 80 mil estabelecimentos agrícolas (VOGT, 2005).

2.2. A importância do milho na pequena propriedade

A agricultura familiar está presente em mais de 85% dos estabelecimentos rurais do país, sendo responsável por quase 77% do Pessoal Ocupado (PO), ou seja, quase 14 milhões de pessoas que possuem uma vocação natural para a diversificação e a integração das atividades com menor utilização de insumos externos (DIDONET et al., 2006).

Nas pequenas propriedades, a produção está condicionada principalmente às necessidades do grupo familiar. É caracterizada pelo uso da força animal e trabalho familiar ou comunitário, pela grande auto-suficiência, pouco uso de insumos externos, alta diversidade ecogeográfica, biológica, genética e produtiva, a baixa produção de dejetos e a predominância dos valores de uso que se baseiam no intercâmbio ecológico com a natureza e o conhecimento tradicional (VOGT, 2005).

O município de Anchieta, caracterizado por pequenas propriedades, tem base na agricultura e pecuária com uso da mão-de-obra familiar, com produção diversificada, objetivando a subsistência da família e a venda do excedente. A diversificação na produção agropecuária possibilita maior estabilidade à pequena propriedade, além da subsistência familiar (VOGT, 2005).

O cultivo do milho, realizado pela grande maioria dos agricultores da região, é utilizado principalmente para consumo na propriedade. Conforme estatísticas mencionadas pelo IBGE de 2003, em Anchieta, a área plantada e colhida foi de 4.940 ha, com uma produção de 17.784 toneladas e um rendimento médio de 3.600 kg/ha, sendo esta média superior à média nacional (3.272 kg/ha). O plantio de milho nestas pequenas propriedades é de grande importância, uma vez que disponibiliza matéria-prima para diferentes práticas agropecuárias. A silagem, por exemplo, utilizada na alimentação do gado, beneficia a produção de leite e seus derivados. O milho propriamente dito, além de ser utilizado na alimentação dos animais, é base para a produção de farinhas e demais produtos consumidos pelo homem, sejam na própria propriedade ou disponibilizado para o comércio local. A palha, muitas vezes utilizada apenas para incrementar a matéria orgânica no solo, é fonte de renda adicional para inúmeras famílias, através da confecção e venda

de artesanatos, principalmente pelas mulheres da pequena propriedade (ALVES et al., 2004; OGLIARI et al., 2004; VOGT, 2005).

O fato dos agricultores produzirem suas próprias sementes para o próximo plantio, associado ao intercâmbio de sementes, é uma prática freqüente no município de Anchieta (CANCI, 2006).

As variedades locais, cultivadas por pequenos produtores, podem ser definidas como populações cultivadas, distintas geograficamente ou ecologicamente, com grande diversidade genética, bem como adaptadas à condição agro-climática local (OGLIARI & ALVES, 2007). O longo tempo de uso, manejo e conservação desses recursos vegetais pelos agricultores tradicionais, além da influência da seleção natural, são fatores determinantes para a estabilidade produtiva e adaptação dos mesmos frente a ambientes particulares (OGLIARI et al., 2004). Segundo os mesmos autores, a adaptação singular destas variedades às condições ambientes de onde procedem, viabiliza sistemas de cultivo pouco exigentes em insumos e ajustados à preservação dos recursos naturais.

A manutenção das populações locais de milho permite um desenvolvimento sustentável no qual se busca a autonomia da agricultura familiar, minimizando assim a dependência de insumos provenientes de processos industriais. Isto garante menos gastos, além de contribuir para uma melhor proteção ao agroecossistema. Assim, a otimização no emprego dos recursos naturais disponíveis na unidade de produção proporciona ao agricultor e à sua família obter alimentos saudáveis e matérias-primas, bens ou utilidades de forma sustentável. Porém, para que possam continuar cumprindo seu papel social no meio produtivo, os agricultores familiares têm a necessidade premente de buscarem modelos mais integrados, que reciclem e reutilizem os recursos internos dos sistemas sustentáveis (ARAÚJO & NASS, 2002).

2.3. Importância da doença

A cultura do milho está sujeita à ocorrência de várias doenças que podem afetar a produção, a qualidade, a palatabilidade e o valor nutritivo dos grãos e da

forragem. Dentre as doenças que ocorrem na cultura do milho, merecem destaque as doenças foliares, as podridões do colmo e das raízes, além das doenças causadas por vírus, fitoplasmas e nematóides.

Pela variação de condições de ambiente em que é cultivado, o milho está sujeito ao ataque destes patógenos, alguns dos quais podem ser limitantes à qualidade e à quantidade da produção. Dentre as doenças que freqüentemente atacam a cultura do milho (*Zea mays* L.), a queima de *turcicum* ou requeima das folhas, causada por *Exserohilum turcicum* (Pass) K.J. Leonard & Suggs. [teleomorph = *Setosphaeria turcica* (Luttrell) K.J. Leonard & E.G. Suggs; syn. = *Helminthosporium turcicum* Pass], ocorre em quase todas as áreas de produção.

A infecção causada por *Exserohilum turcicum* é favorecida por temperaturas amenas, variando de 18°C a 27°C, sendo que a temperatura ótima considerada por diversos autores é de 20°C (LEVY & COHEN, 1983; BOWEN & PERSEN, 1988; SHARMA & MISHRA, 1988; LEVY, 1989; JULIATTI & SOUZA, 2005) e por umidades relativas de 90 a 100% (BENTOLILA et al., 1991; LEVY, 1991; SHURTLEFF, 1992).

No Brasil, epidemias ocorrem com maior freqüência na região Sul e nas chapadas da região Centro-Oeste, causando severos prejuízos aos produtores locais (PEREIRA, 1995; OGLIARI, 1999; OGLIARI et al., 2005). Mesmo nas pequenas propriedades, os danos causados por *Exserohilum turcicum* podem gerar perdas consideráveis.

Em Anchieta, a maioria dos agricultores (76%) não utiliza agrotóxicos para o controle de invasoras, pragas e doenças, e uma pequena parte dos agricultores faz uso desta tecnologia apenas para o controle de invasoras. Portanto, com algumas exceções, a maioria destes pequenos agricultores tem praticado uma agricultura agroecológica (CANCI et al., 2004). Tal aspecto tem grande importância positiva na produção de milho, permitindo a produção e venda de um produto diferenciado e com melhor aceitação e conseqüente remuneração no mercado. Em contrapartida, os agricultores se deparam com a possibilidade de terem suas lavouras prejudicadas pelo ataque da queima de *turcicum*.

Diante desta problemática, agricultores e instituições de pesquisa têm procurado alternativas de controle da doença, levando em consideração as particularidades de cada região e o perfil do cultivo. Uma das recomendações é o plantio de cultivares com resistência genética, sendo a rotação de culturas também uma prática recomendada.

2.4. Taxonomia e etiologia

O fungo agente causal da queima de *turcicum* pertence à Classe dos Deuteromicetos, ordem Moniliales, família Dematiaceae e ao gênero e espécie *Exserohilum turcicum*, (sinonímia *Helminthosporium turcicum*) tendo como forma sexuada *Setosphaeria turcica* (REIS et al., 2004).

O gênero *Helminthosporium* foi estabelecido em 1809, tendo como espécie-tipo o fungo *H. velutinum* Link: S.F. Gray. Alguns fitopatógenos de gramíneas pertencentes ao gênero *Helminthosporium* diferem fundamentalmente de *H. velutinum*. Por existirem tais diferenças, houve a segregação do gênero *Helminthosporium* em dois subgêneros: *Cylindro-Helminthosporium* e *Eu-Helminthosporium*, com diferenças baseadas na forma e na germinação dos conídios. Mais tarde, foi estabelecido o gênero *Drechslera*, substituindo o subgênero *Cylindro-Helminthosporium*, caracterizando o gênero com conídios cilíndricos, germinando de todas as células e associado à *Pyrenophora*. Também o gênero *Bipolaris* tomou o lugar do subgênero *Eu-Helminthosporium*, o qual foi descrito com conídios fusóides, retos e curvados, e com tubo germinativo em cada extremidade do conídio. Em 1974, criou-se o gênero *Exserohilum* para as espécies que apresentavam o hilo conidial protuberante, criando assim mais uma segregação dentro dos fungos helmintospóricos de gramíneas (ALCORN, 1988).

Os critérios usados para diferenciar os gêneros estão relacionados com o ponto de origem e direção de crescimento do tubo germinativo da célula basal do conídio, além da progressão do desenvolvimento do septo em conídios maduros. Acrescenta-se ainda, a morfologia do hilo conidial na distinção destes gêneros. Esta característica teve sua importância aumentada com a introdução do gênero *Exserohilum* para as espécies “helmintospóricas”, que apresentavam hilo

proeminente. Para a germinação dos conídios, a germinação anfígena ou a germinação oposta à germinação polar, é um importante critério para diferenciar os três gêneros. No gênero *Drechslera*, esta característica é variável e depende do substrato utilizado para a germinação. Em *Bipolaris*, a germinação ocorre geralmente nas células polares. A germinação anfígena pode ocorrer tanto em *Bipolaris* quanto em *Exserohilum*. A germinação da célula basal do conídio apresenta diferenças nos três gêneros. Em *Drechslera*, o tubo germinativo emerge em uma posição mediana entre o hilo e o septo, crescendo perpendicularmente à "axis" do conídio. Já em *Bipolaris* e em *Exserohilum*, o tubo germinativo emerge adjacente ao hilo e cresce na direção da "axis", conforme mostra a Figura 1 (ALCORN, 1988).

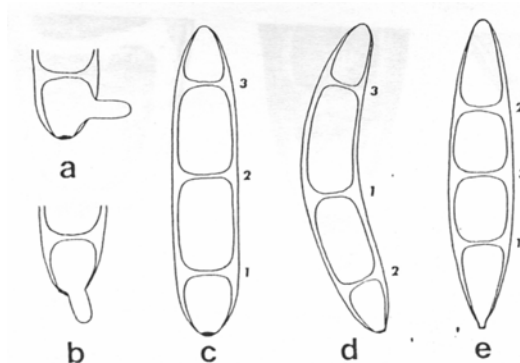


Figura 1 – Formas de germinação da célula basal e progressão da formação do septo em *Drechslera* (a, c), *Bipolaris* (b, d) e em *Exserohilum* (b, e). Fonte: ALCORN, 1988.

Com relação à ontogenia do septo, em *Drechslera* o primeiro septo, no conídio maduro, delimita a célula proximal, a qual não se divide posteriormente, tornando-se a célula basal. O segundo septo é mediano e o terceiro é distal. Para *Bipolaris*, a ontogenia do primeiro septo é mediana a submediana, o segundo septo delimita a célula basal e o terceiro septo também é distal. Em *Exserohilum*, o primeiro septo é submediano, o segundo é supramediano e o terceiro mediano ou variável. A terceira característica importante está relacionada com a morfologia

do hilo, onde *Exserohilum* apresenta um hilo bem mais proeminente do que *Bipolaris* e *Drechslera* (ALCORN, 1988).

Quanto às características particulares de *Exserohilum*, os conídios possuem coloração verde-oliva a marrom-escuro, são fusiformes a ligeiramente curvos. Apresentam de 3 a 8 septos, com dimensões de 20 x 105 µm (SHURTLEFF, 1986; PEREIRA et al., 1996).

O processo de reprodução geralmente ocorre de forma assexuada (fase imperfeita), através de conídios que são formados livremente a partir das hifas. Pode ainda ocorrer por meio da fase sexuada (fase perfeita), porém este processo é raro na natureza. Nesta fase ocorre a formação dos esporos no interior dos ascos, que se desenvolvem no interior dos corpos de frutificação. O conteúdo dos ascos então se diferencia em ascósporos. Os ascos são cilíndricos, contendo de 1 a 8 ascósporos, usualmente de 2 a 4, que são hialinos, retos ou ligeiramente curvos, com 3 septos e dimensões de 13-17 x 42-78 µm (SHURTLEFF, 1986; BEDENDO, 1995).

2.5. Ciclo de relações patógeno-hospedeiro

O início de uma epidemia em um campo é marcado pelo aparecimento da primeira lesão em uma planta hospedeira. Porém, para que esta primeira lesão tenha surgido, foi necessário que o patógeno tenha sido produzido e sobrevivido em algum lugar para depois ser transportado e depositado sobre um hospedeiro saudável para dar continuidade ao seu ciclo de vida.

A sobrevivência do inóculo entre os ciclos da cultura é indispensável para a perpetuação do patógeno. A ausência de mecanismos de sobrevivência causaria sua eliminação ou mesmo sua extinção. Sendo assim, cada patógeno ao longo de sua evolução, desenvolveu estratégias para garantir sua sobrevivência (BARBIERI & CARVALHO, 2001).

Os fungos podem produzir estruturas capazes de resistir à ausência do hospedeiro e ao ambiente desfavorável. São exemplos típicos destas chamadas estruturas especializadas de resistência os clamidósporos e os escleródios. As atividades saprofíticas também consistem em estratégias de sobrevivência, pois a

matéria orgânica em decomposição e o solo podem eventualmente substituir o hospedeiro como fonte de nutrientes (BEDENDO, 1995).

No caso da queima de *turcicum* do milho, o agente causal *Exserohilum turcicum* é considerado um patógeno hemibiotrófico por apresentar uma fase parasitária na planta viva e uma fase necrotrófica nos restos culturais. Este fungo pode sobreviver de uma estação para a outra de cultivo sobre a palha (folhas, bainha das folhas e palha da espiga), na forma de micélio colonizando o substrato e produzindo conidióforos e conídios (BOOSALIS et al., 1967). O período de tempo de sobrevivência nos restos culturais é determinado principalmente pelas condições de temperatura, umidade e luz. Em geral, enquanto existirem nutrientes e fonte de carbono disponível no substrato, ele continuará explorando-o nutricionalmente e produzindo inóculo. Esta é a fonte de inóculo mais importante para a infecção das plantas de milho (REIS et al., 2004).

Durante a fase saprofítica, o inóculo de *Exserohilum turcicum* é produzido e disseminado (REIS et al., 2004). A disseminação geralmente se dá por meio de agentes externos como o ar, a água, insetos e muitas vezes a própria ação do homem. Pode ocorrer em pequenas distâncias, por exemplo, de uma folha infectada para as demais partes da própria planta ou ainda através de longas distâncias, partindo de uma planta infectada e depositando-se sobre outra que esteja a quilômetros do seu local de origem. Tais variações dependem das diferentes intensidades que atuam os agentes da disseminação.

A deposição de *Exserohilum turcicum* sobre o tecido vegetal sadio, junto a condições favoráveis de temperatura e umidade, origina uma série de reações bioquímicas entre patógeno e hospedeiro. Segundo Gaumann (1950) apud Amorim (1995), inicia-se o processo denominado de infecção, que compreende a germinação de *Exserohilum turcicum* e se estende até o estabelecimento de relações parasitárias estáveis com o hospedeiro, englobando os mecanismos de pré-penetração, penetração e colonização (BEDENDO, 1995).

A germinação do conídio de *Exserohilum turcicum* dá origem a um tubo germinativo, que penetra na superfície foliar ou ganha o interior dos tecidos via estômatos. O mecanismo de pré-penetração inclui o movimento direcionado em

relação à célula hospedeira com a emissão de tubos germinativos em direção ao estômato e posterior crescimento na superfície do hospedeiro. A distribuição do patógeno dentro do tecido hospedeiro implica no seu processo de colonização. Esta distribuição pode ocorrer em maior ou menor extensão a partir do ponto de infecção (BEDENDO, 1995). Segundo Gaumann (1950) apud Amorim (1995), a colonização provém de uma infecção localizada e origina uma infecção generalizada.

A colonização é feita através do crescimento das hifas, que invadem o tecido parenquimatoso, fazendo com que ocorra a liberação de toxinas e enzimas. No caso de *Exserohilum turcicum*, as enzimas atuam causando morte e decomposição celular, liberando os nutrientes requeridos para o crescimento do patógeno. Durante a fase de colonização é que *Exserohilum turcicum* se desenvolve, invadindo o tecido do hospedeiro e provocando alterações em diversos processos fisiológicos (BEDENDO, 1995; PEREIRA et al., 1996). Como consequência destes processos surgem os sintomas, evidenciados por pontos cloróticos, que correspondem ao local de penetração do patógeno. Podem ainda apresentar um halo amarelado ou verde-claro, que consiste na área de crescimento do fungo para novas células. Este período compreendido entre a deposição sobre o hospedeiro e o surgimento dos primeiros sintomas é chamado de período de incubação (CAMARGO, 1995). Os pontos cloróticos transformam-se em pequenas lesões que, posteriormente, exibirão um centro necrótico, evidenciando a morte de células. Dependendo do número de sítios sadios e da via de infecção que o patógeno seguir, haverá formação de novas lesões, ou ainda, o crescimento das lesões já formadas. No caso de haver coalescência entre as lesões, podem ser atingidas grandes áreas do limbo foliar, causando sua morte.

À medida que os tecidos vão sendo colonizados, ocorre a reprodução de *Exserohilum turcicum* sobre o tecido necrosado em genótipos suscetíveis à doença. O período de tempo transcorrido até então, desde o contato do patógeno com o hospedeiro, é chamado de período latente (BERGAMIM FILHO, 1995). As estruturas reprodutivas, principalmente do tipo conídios, são produzidas no tecido necrosado e exteriorizam-se através de rupturas na superfície foliar ou via

estômatos. Uma vez expostas, as estruturas reprodutivas maturam e posteriormente são liberadas, podendo assim, serem disseminadas para se depositarem sobre um novo hospedeiro, dando continuidade ao ciclo. O ciclo só será interrompido se o patógeno não possuir a virulência necessária para causar novas infecções, ou seja, se o hospedeiro possuir genes de resistência que impeçam a instalação de novas infecções.

2.6. Epidemiologia

O desenvolvimento de doenças infecciosas é caracterizado por uma série de eventos sucessivos e ordenados. Estes eventos incluem sobrevivência, disseminação, infecção, colonização e reprodução do patógeno (BERGAMIM FILHO, 1995). Trata-se, portanto, de um processo cíclico envolvendo patógeno e hospedeiro.

A ocorrência de diversos ciclos de infecção do patógeno durante um único ciclo de cultivo do hospedeiro caracteriza as chamadas “doenças de juros compostos” (VAN DER PLANK, 1963). A queima de *turcicum* se enquadra neste contexto, uma vez que plantas infectadas servem de fonte de inóculo do patógeno para posteriores infecções neste mesmo ciclo do hospedeiro.

Os eventos envolvidos na produção da primeira lesão representam o ciclo primário das relações patógeno-hospedeiro. O inóculo produzido sobre as lesões é responsável pelos ciclos secundários da doença. Tais ciclos podem ocorrer a partir do momento em que os fatores ambientais forem propícios para que haja continuidade do ciclo reprodutivo do patógeno. Assim, os esporos produzidos por *Exserohilum turcicum*, após serem liberados, dispersos e depositados, germinarão, penetrarão e produzirão novas lesões, com mais esporos. Esta seqüência é o ciclo de infecção, que leva a cadeia de infecção e que explica a ocorrência das epidemias (BERGAMIM FILHO, 1995).

As estratégias epidemiológicas dos patógenos podem diferir em função do tipo de clima em que se encontram. Conforme Zadoks (1971), climas temperados, por possuírem estações do ano bem definidas e invernos longos, favorecem os patógenos que concentram a produção de seus esporos no início de seu período

infeccioso, podendo causar epidemias explosivas com maior número de lesões e esporos. Por outro lado, patógenos de clima tropical como *Exserohilum turcicum*, quando são desfavorecidos pelo aumento da temperatura e pela falta de orvalho dos trópicos, investem no aumento do tamanho das lesões já formadas e nas esporulações freqüentes com quantidades reduzidas de esporos. Vitti (1993) mostrou que o desenvolvimento de *Exserohilum turcicum* através do crescimento das lesões apresentou maior eficiência em condições de campo em clima tropical. Esta estratégia é usada por este fungo como forma de garantir sua sobrevivência em condições climáticas adversas (BERGAMIM FILHO & AMORIM, 2001).

2.7. Resistência genética

Em vista dos prejuízos causados pela queima de *turcicum* nos cultivos de milho, muitas são as alternativas buscadas para reduzir ou mesmo isentar as lavouras deste patógeno. Conforme Wakelyns (1997), uma maneira de reduzir a probabilidade dos patógenos sofrerem mutações vantajosas ou conseguirem por recombinação reunir genes que possibilitem uma infecção vitoriosa sobre as plantas é a utilização de genes de resistência parcial, ou então através da piramidização de genes de resistência a raça-específica. Sendo assim, a utilização de germoplasma resistente é considerada um método de controle satisfatório da queima de *turcicum* do milho (OGLIARI, 1999), pois além de evitar as perdas causadas pelas moléstias, não aumenta os custos de produção, garantindo maior retorno aos produtores (PRIESTLEY & BAYLES, 1988).

A resistência pode ser definida como a habilidade do hospedeiro em impedir o crescimento e o desenvolvimento do patógeno (PARLEVLIT, 1997). Segundo a teoria gene-a-gene de Flor (1971), a reação de resistência é o efeito da interação entre o produto do gene de resistência do hospedeiro (geralmente dominante) e o produto do gene de avirulência do patógeno (geralmente recessivo).

Van der Plank (1963) definiu os termos resistência vertical e resistência horizontal para caracterizar as interações patógeno-hospedeiro. Segundo ele, a resistência vertical é efetiva contra algumas raças do patógeno e age diminuindo a

quantidade de inóculo inicial e retardando o início da epidemia. A resistência horizontal, por outro lado, atua contra todas as raças do patógeno, e age diminuindo a taxa de progresso da epidemia.

Segundo Parlevliet (1997), os termos referentes à resistência podem ser agrupados de acordo com sua expressão (completa, parcial, quantitativa, residual, de campo, de plântula, de planta adulta, e total), sua herança (gene maior, gene menor, poligênica), sua especificidade (raça-específica, raça não-específica, patógeno-específica e ampla), e seu mecanismo de ação (hipersensibilidade, não-hipersensibilidade, pré-haustorial e pós-haustorial).

Na literatura, alguns termos são usados com freqüência como sinônimos para as expressões de resistência vertical e horizontal. A resistência vertical é também chamada de resistência qualitativa, raça-específica ou monogênica, enquanto que a resistência horizontal é também chamada de resistência raça não-específica, incompleta, parcial ou quantitativa e durável (MARTINELLI, 1993).

No caso de *Exserohilum turcicum*, a resistência pode ser classificada como qualitativa e quantitativa, quanto à expressão dos sintomas (PATTERSON et al., 1963; HILU & HOOKER, 1965; PRATT et al., 1993; PARLEVLIET, 1997; PATAKY, 2006). A resistência considerada qualitativa é controlada efetivamente por um ou poucos genes, de grande efeito fenotípico, que resultam em classes distintas quanto ao tipo de lesão. Em plantas resistentes, é possível verificar a ausência de lesão, lesão clorótica ou clorótico-necrótica, enquanto que plantas suscetíveis apresentam lesão necrótica. Entretanto, a resistência que apresenta variação contínua entre os genótipos é considerada quantitativa. Neste caso, a resistência é comumente relacionada à herança de natureza poligênica e, de modo geral, também é conhecida como resistência de campo (PATTERSON et al., 1963; HILU & HOOKER, 1965; PRATT et al., 1993; PARLEVLIET, 1997; OGLIARI, 1999; OGLIARI et al., 2005; PATAKY, 2006).

No presente trabalho, a nomenclatura adotada será resistência qualitativa e quantitativa, para se referir à classificação sob o ponto de vista da expressão da resistência genética, bem como da herança genética.

2.7.1. Expressão dos genes de resistência qualitativa a *Exserohilum turcicum*

A resistência qualitativa a *Exserohilum turcicum* é controlada por genes Ht e rt. Resulta em diferentes fenótipos como resposta às infecções e manifesta-se mediante uma reação de hipersensibilidade, caracterizada por lesões clorótico-necróticas com limitada esporulação nos centros necróticos (HILU & HOOKER, 1965; HOOKER & KIM, 1973; LEONARD et al., 1989; OGLIARI et al., 2005).

Diferentes genes de resistência qualitativa foram descritos como dominantes ou parcialmente dominantes, Ht1, Ht2, Ht3, HtM, HtN e HtP (GEVERS, 1975; HOOKER, 1961, 1963, 1975, 1977, 1981; ROBBINS & WARREN, 1993; OGLIARI et al., 2005), além de duas formas recessivas, ht4 e rt (CARSON, 1995; OGLIARI et al., 2005; OGLIARI et al., 2007).

O gene Ht manifesta a resistência por lesões pequenas e necróticas rodeadas por halos cloróticos com diminuição da esporulação, ocorrendo em plântula e plantas adultas (HOOKER, 1961).

O gene Ht1, identificado a partir da cultivar *Ladyfinger*, condiciona o aparecimento de lesões cloróticas que retardam a formação de áreas necróticas na região central das mesmas, além da redução no tamanho das lesões e quase completa supressão da esporulação (HOOKER, 1961).

Os genes Ht2 e Ht3 foram caracterizados por conferirem lesões cloróticas do tipo resistente, atraso no aparecimento de necrose e inibição quase completa da esporulação (HOOKER, 1977; HOOKER & PERKINS, 1980).

O gene HtN, de efeito dominante, foi identificado a partir da cultivar mexicana Peptilla e se manifesta pelo aumento do período de incubação e de latência junto a ocorrência de diferenças qualitativas no tipo de lesão (GEVERS, 1975). A ação deste gene foi também caracterizada pelo menor número de lesões (WHITE, 2000) e pela ausência de lesões (HOOKER, 1980) ou pelo retardo do desenvolvimento da lesão (HOOKER & PERKINS, 1980; RAYMUNDO et al., 1981). Leath & Pedersen (1983) observaram que híbridos resultantes de linhagens portadoras deste gene apresentavam lesões cloróticas que eram facilmente identificadas e poderiam indicar uma condição de heterozigose para o gene HtN.

O gene HtM, derivado de "Mayorbela", é capaz de conferir resistência quase completa a *Exserohilum turcicum* em milho, aumentando também o período de incubação e de latência (WARREN, 1981,1982; ROBBINS & WARREN,1993).

O gene ht4, na forma recessiva identificado por Carson & Wicks (1993), manifesta-se através de pontos de infecção de coloração alaranjada escura a marrom, circundados por halo clorótico e, eventualmente, evoluindo para as típicas e alongadas lesões necróticas da queima de *turcicum*.

Ogliari et al. (2005) descreveram duas novas fontes de resistência a *Exserohilum turcicum*: o gene dominante HtP e o gene recessivo rt. Ambos os genes isoladamente conferem resistência através de lesões do tipo clorótico-necróticas.

Pelo fato destes genes conferirem resistência a raça-específica, diversos trabalhos tem relatado a existência de raças fisiológicas de *Exserohilum turcicum* (BERQUIST & MASIAS, 1974; SMITH E KINSEY, 1980; THAKUR et al., 1989; TURNER & JOHNSON, 1980; LIPS & HITE, 1982; JORDAN et al., 1983; WINDES & PEDERSEN, 1991; WELZ et al., 1993; OGLIARI et al., 2005).

As raças de *Exserohilum turcicum* foram definidas com base nas reações fenotípicas quando inoculadas em linhagens de milho diferenciadoras e nomeadas de acordo com os genes de resistência superados por elas (OGLIARI et al., 2005).

A descrição inicial das raças foi realizada por Berquist e Masias (1974), após caracterizarem um isolado do Hawaii como sendo virulento para Ht1. Esse isolado foi inicialmente classificado como raça "2", e os isolados avirulentos foram classificados como raça "1".

No sistema de classificação de raças proposto por Leonard et al. (1989), as raças foram classificadas de acordo com seus genes de avirulência/virulência do patógeno. A raça 0 é avirulenta para todos os genes de resistência até então descritos; a raça 1 é virulenta apenas para o gene Ht1 e avirulenta aos demais; a raça 2 é virulenta apenas ao gene Ht2 e avirulenta aos demais; a raça 3 é virulenta apenas ao gene Ht3 e avirulenta aos demais; a raça 12, virulenta aos genes Ht1 e Ht2 e avirulenta aos demais; a raça 23, virulenta aos genes Ht2 e Ht3

e avirulenta aos demais e; a raça 23N é virulenta apenas aos genes Ht2, Ht3 e HtN e avirulenta aos demais.

No Brasil, foi relatada a presença das raças 0, 2, 3, N, 1N, 2N, 3N, 12N, 23N e 123N (GIANASI et al., 1996). Ogliari et al. (2005) identificaram a presença de duas novas raças denominadas 123x e 123rx, sendo x um fator ou fatores de virulência não identificados e r, como um novo fator de virulência efetivo sobre o gene de resistência *rt*.

A desvantagem primária do tipo de resistência qualitativa frente a *Exserohilum turcicum* é a possibilidade de propiciar vulnerabilidade a novas raças do patógeno. Segundo Ogliari (2004), a utilização de cultivares resistentes em sistema de monocultivo em grandes áreas agrícolas, propicia a pressão de seleção sobre populações fitopatogênicas.

No caso das variedades locais, cultivadas por vários anos, no mesmo ambiente, existe uma tendência das mesmas se tornarem populares junto aos agricultores. Tal fato pode resultar na vulnerabilidade desta variedade e conseqüente “quebra” da resistência qualitativa, mediante a atuação de raças virulentas sobre genes de resistência raça-específicos. Porém, quando um gene de grande efeito se torna inefetivo por causa de uma nova raça de *Exserohilum turcicum*, em alguns casos, o efeito deste gene não é completamente perdido. Uma certa resistência ainda pode ser visível, sugerindo um efeito residual do gene superado pela raça-específica do patógeno. Este fato não deve ser confundido com a resistência residual, a qual se refere a outros genes de pequeno efeito fenotípico também presentes junto a genes de grande efeito neutralizados (RILEY, 1973; PEDERSEN & LEATH, 1988; PARLEVLIT, 1997).

Estudos foram realizados com linhagens de milho, na presença e na ausência do gene Ht1 e inoculadas com isolados de *Exserohilum turcicum* virulentos para Ht1 (PEDERSEN & LEATH, 1981). Os autores observaram menor severidade da queima de *turcicum* em variedades portadoras do gene Ht1 e interpretaram estes resultados como um indicativo de que o gene Ht1 ou genes ligados a ele foram responsáveis pela baixa severidade da doença nas linhagens de milho. Concluíram que se tratava, portanto, de um exemplo do efeito residual

deste gene.

Para diversos autores, os efeitos residuais constituem fatores genéticos da resistência quantitativa (RILEY, 1973; LEATH & PEDERSEN, 1988), descrita no item a seguir, juntamente com os genes de pequeno efeito fenotípico que determinam a resistência residual e efetiva a raças não específicas do patógeno.

2.7.2. Expressão dos genes de resistência quantitativa a *Exserohilum turcicum*

A resistência quantitativa foi a primeira a ser descoberta e utilizada no controle da queima de *turcicum*. Essa resistência é caracterizada por ser determinada por vários genes que, individualmente, são de efeito pequeno e, na maioria dos casos, atua uniformemente sobre todas as raças de um patógeno (CHAVES, 1976; OGLIARI, 1999).

Esse tipo de resistência apresenta como característica a presença de variação contínua quanto ao grau de resistência, indo de extrema resistência até extrema suscetibilidade, além de afetar a taxa de desenvolvimento da doença (PARVLEVIET, 1997; GONÇALVES-VIDIGAL & POLETINE, 1999).

Na queima de *turcicum*, a resistência quantitativa contribui para a redução da severidade da doença, sob a forma de menor número e tamanho das lesões do tipo suscetível e com pequeno decréscimo na esporulação, quando em condições favoráveis de umidade e temperatura. Pode ainda ocasionar o aumento do período de incubação e de latência do patógeno (PATTERSON et al., 1963; HILU & HOOKER, 1965; PRATT et al., 1993; PATAKY, 2006).

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 doença (PARLEVLIET, 1985). O progresso lento pode ser o resultado dos efeitos combinados dos componentes de resistência citados anteriormente, tais como baixa frequência de infecção, período latente longo, lesões pequenas, baixa produção de esporos por lesão e período infeccioso curto (WAHL et al., 1980).

A vantagem desta resistência é sua habilidade para controlar um espectro maior de raças em uma população patogênica (FEHR, 1987). A desvantagem associa-se à dificuldade em transferi-la de um genótipo para outro, pois a probabilidade de transferência de todos os alelos desejáveis a partir de um genótipo resistente para um suscetível é baixa, quando um grande número de genes está envolvido no controle da resistência.

Essa resistência é responsável pela estabilidade relativa das variedades por um período de tempo mais longo, e também pelo não surgimento de raças com genes capazes de vencê-la. Diversas mudanças genéticas seriam necessárias para o patógeno vencer a resistência quantitativa (MUNDT et al., 1995). Ainda assim, quando ocorrerem estas alterações genéticas capazes de vencer a resistência qualitativa, poderão ocorrer reações verificadas pelo efeito residual desses genes superados pelo patógeno. Isto foi verificado quando genes de grande efeito foram sendo superados por diferentes raças de *Exserohilum turcicum* ao longo de diferentes gerações de cultivo, mantendo porém um efeito residual de resistência (LEATH & PEDERSEN, 1985; PEDERSEN & LEATH, 1988).

A resistência quantitativa é considerada potencialmente mais durável e estável do que a resistência qualitativa (VAN DER PLANK, 1984). Segundo Nelson (1970), a estabilidade da resistência quantitativa é influenciada pelo número de genes de resistência condicionando o caráter e pela habilidade relativa do patógeno em criar novas raças com genes de virulência capazes de vencer a resistência do hospedeiro. Wilcoxson (1981) declarou que o progresso lento da doença é uma característica estável por períodos de tempo relativamente longos.

Esta característica tem merecido atenção por parte de melhoristas e fitopatologistas para o controle das enfermidades (VAN DER PLANK, 1984). A avaliação dos componentes da resistência quantitativa e a posterior seleção para um ou mais desses componentes é uma maneira de se aumentar a resistência das variedades locais de milho a *Exserohilum turcicum*.

Diversos estudos foram realizados envolvendo cruzamentos de linhagens resistentes e suscetíveis a *Exserohilum turcicum*, nos quais uma das variáveis

mais analisadas foram as porcentagens de tecido foliar atacado e o tamanho das lesões desenvolvidas (ELLIOT & JENKINS, 1946; JENKINS & ROBERTS, 1952; RAMIREZ, 1986; KRISTEM et al., 1986; WELZ & GEIGER, 1999; BLEICHER & BALMER, 1993; CARSON & VAN DIKE, 1994; CARSON, 2006). Os ensaios foram conduzidos em casa de vegetação e em campo, permitindo verificar, entre outras variáveis, a interação genótipo e ambiente.

Elliot & Jenkins (1946) estudaram o comportamento de linhagens e híbridos em condições de campo e concluíram que era possível diferenciar os materiais resistentes dos suscetíveis utilizando uma escala com base na porcentagem de tecido infectado.

Jenkins & Roberts (1952) estudaram a herança da resistência a *Exserohilum turcicum* com base na porcentagem de tecido infectado, utilizando gerações resultantes dos cruzamentos entre linhagens suscetíveis e resistentes. Observaram que a resistência era controlada por um grande número de genes, sendo alguns destes genes de efeito qualitativo. Observaram ainda que este tipo de resistência não se manifestava em plântulas, mas sim em planta adulta (FROSI, 1991).

Ramirez (1986) analisou o comprimento e a largura das lesões e o tipo de reação de progênies de milho pipoca e observou diferentes graus de resistência a *Exserohilum turcicum* em plantas jovens e concluiu que diferentes reações do hospedeiro ao patógeno podem diferenciar níveis de suscetibilidade para queima de *turcicum*.

Kristem et al. (1986) estudaram o efeito do genótipo do hospedeiro na taxa de expansão e na forma da curva de expansão da lesão causada por *Exserohilum turcicum*. Concluíram que o genótipo possui grande influência, tanto sobre o tamanho médio da lesão quanto sobre a taxa de aumento do tamanho da lesão. Verificaram ainda que as variações entre os genótipos não podem ser explicadas somente por um modelo aditivo simples e nem por modelos genéticos de dominância completa.

Welz & Geiger (1999) relatam que o período de incubação e a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) são importantes componentes da

resistência quantitativa frente a *Exserohilum turcicum* e, geralmente, estão correlacionados.

Bleicher & Balmer (1993) avaliaram o efeito da seleção recorrente fenotípica no aumento do nível de resistência a *Exserohilum turcicum* no cultivar Pirapoca Amarela. A resistência foi avaliada com base na frequência de infecção e na área média de lesões. As reações observadas em plantas de diferentes ciclos de seleção não diferiram quanto à frequência de infecção, porém, a área média de lesões diferiu em algumas populações selecionadas, em comparação à população original.

Carson & Van Dike (1994) verificaram que o período de incubação e o período latente foram consistentemente correlacionados e refletiam níveis de resistência parcial em linhagens híbridas.

Carson (2006) avaliou a eficiência da seleção recorrente fenotípica de componentes quantitativos em linhagens híbridas com vários níveis de resistência parcial. Verificou que após três ciclos de seleção houve um aumento para o período de latência e concluiu que a seleção com base nesta variável é efetiva para melhorar a resistência parcial.

A conclusão desta série de experimentos foi que a seleção de genótipos com resistência quantitativa a *Exserohilum turcicum* pode ser realizada com base no seu comportamento a campo, através da quantificação da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), da taxa de progresso da doença e de sua severidade durante o cultivo.

O atual cenário revela a necessidade urgente de que os programas de melhoramento possam aumentar a durabilidade da resistência genética e diminuir a instabilidade da cultura frente às epidemias esporádicas causadas por *Exserohilum turcicum*. A resistência quantitativa é uma opção bastante promissora, uma vez que, por suas características, não impõe sobre a população patogênica a intensa pressão de seleção para raças virulentas, tal como ocorre com a resistência qualitativa (CHAVES & MARTINELLI, 2005).

As variedades locais, também conhecidas como *landraces*, são materiais importantes pelo elevado potencial de adaptação que apresentam para condições

ambientais específicas (PATERNIANI et al., 2000), além de serem portadoras de imensa diversidade genética e possíveis fontes de resistência às doenças. A utilização de materiais genéticos adaptados às condições locais é, acima de tudo, uma atividade voltada à autonomia do pequeno produtor rural. Por meio do melhoramento genético e da seleção de materiais adaptados à realidade local, torna-se possível o aumento da produtividade das lavouras e a diminuição de perdas. O controle da queima de *turcicum* no milho pode ser alcançado através da resistência genética em programas de melhoramento por haver variabilidade com potencial de resistência frente aos fatores bióticos e abióticos no cultivo de milho (OGLIARI & ALVES, 2007).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Identificar novas fontes de resistência a *Exserohilum turcicum* a partir de nove variedades locais de milho de Anchieta - Santa Catarina, inoculadas com isolados coletados em diferentes municípios do Estado.

3.2. Objetivos específicos

- Coletar e estabelecer isolados de *Exserohilum turcicum* oriundos do campo para uma condição *in vitro*, produzindo culturas monospóricas;
- Caracterizar isolados de *Exserohilum turcicum* procedentes de diferentes regiões produtoras de milho do estado de Santa Catarina;
- Caracterizar a reação de nove variedades locais de milho de Anchieta – SC frente a diferentes isolados de *Exserohilum turcicum* coletados no estado de Santa Catarina, quanto aos componentes que determinam a resistência quantitativa e qualitativa.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material Vegetal

Para a realização do experimento, foram utilizadas nove variedades locais de milho, cedidas por agricultores do município de Anchieta/SC. As variedades foram selecionadas por apresentarem diferentes níveis de resistência a *Exserohilum turcicum*, nos cultivos a campo realizados no próprio município e também a partir de observações realizadas em experimentos conduzidos na região Norte do Estado de Santa Catarina, nos anos agrícolas de 2002/2003 e 2003/2004 (OGLIARI et al., 2004). Dentre 15 variedades de porte alto e 15 de porte baixo, foram selecionadas 7 que apresentaram maiores níveis de resistência, além de duas suscetíveis (Quadro 1).

Quadro 1 - Descrição das características das variedades locais de milho provenientes do município de Anchieta – SC, nos experimentos realizados em Canoinhas, nas safras 2002/2003 e 2003/2004.

Nome da Variedade	Número de Acesso	Porte	Cor dos grãos	Cor da Palha	Tipo (*)
Mato-Grosso	39	Alto	Amarelo	Roxo/Castanho	R
Palha-Roxa	18	Alto	Amarelo	Roxo/Castanho	R
Roxo	30	Alto	Roxo	Roxo/Castanho	R
Roxo	29	Alto	Roxo	Roxo/Castanho	R
Composto São Luiz	13	Alto	Amarelo	Castanho	S
MPA1	26	Baixo	Amarelo/Alaranjado	Castanho	M/R
Língua de Papagaio	19	Baixo	Preto/Azul/Coloridos	Roxo/Castanho	R
Mato Grosso – Palha Roxa	37	Baixo	Amarelo/Roxo	Roxo	R
Rajado 8 Carreiras	31	Baixo	Amarelo/Roxo	Roxo/Castanho	S

(*) Níveis de suscetibilidade e/ou resistência observados a campo nas safras agrícolas 2002/2003 e 2003/2004 por Ogliari (2004): R=resistência, M/R=média resistência e S=suscetibilidade.

Uma descrição detalhada das características agronômicas destas variedades pode ser encontrada em Alves et al. (2004) e Ogliari et al. (2004).

4.2. Material Fúngico

4.2.1. Procedimento – Coleta dos isolados

Durante a safra 2003/2004 e 2004/2005, foram coletadas folhas de milho contendo lesões típicas de queima de *turcicum*, ocorrendo naturalmente em lavouras de milho. As coletas ocorreram em diferentes regiões de Santa Catarina, nos municípios de Anchieta, Florianópolis, Rio dos Cedros e Xaxim. A especificação do local de coleta dentro de cada município está apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 - Região e município de procedência, e local da coleta das amostras de folhas de milho apresentando lesões características da queima de *turcicum*.

Isolado	Região	Município de Procedência	Local
ISO1	Vale do Itajaí	Rio dos Cedros	Propriedade Rural
ISO2	Extremo Oeste	Anchieta/SC	Propriedade Rural
ISO3	Oeste	Xaxim/SC	Propriedade Rural
ISO4	Litoral	Florianópolis/SC	Campus Universitário
ISO5	Litoral	Florianópolis/SC	Campus Universitário
ISO6	Extremo Oeste	Anchieta/SC	Propriedade Rural
ISO7	Extremo Oeste	Anchieta/SC	Propriedade Rural

4.2.2. Isolamento do patógeno e obtenção de cultura monospórica

O isolamento do agente causal da queima de *turcicum* do milho foi efetuado a partir de pedaços da folha contendo lesões, mantidos em câmara úmida dentro de placas de Petri, sem assepsia prévia, em temperatura ambiente por 24 horas. Nestas condições, ocorreu a esporulação do patógeno nas lesões. Os pedaços de folha que apresentaram quantidade considerável de estruturas em estágio reprodutivo foram colocados sobre vidro-relógio e, com auxílio de uma alça de platina, estas estruturas foram raspadas e, a seguir, diluídas em água destilada esterilizada. Esta suspensão contendo os conídios foi então filtrada em gaze estéril para reter as demais estruturas e impurezas contidas sobre a folha

lesionada. Após a filtragem, o meio líquido foi despejado em pequenas porções sobre pedaços de papel filtro também esterilizados. Estes foram submetidos à visualização na lupa para a localização de conídios. Uma vez localizado o conídio sob lupa, este foi “pescado” e transferido com a alça de platina individualmente para placas de Petri contendo meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA). Na seqüência, a placa de Petri foi levada ao microscópio para garantir que apenas um conídio fosse depositado no meio de cultura contido na placa. Este conídio foi observado e fotografado sob microscópio em intervalos de duas horas para certificar sua germinação. As culturas monospóricas foram então mantidas em sala de crescimento sob temperatura de 25 ± 2 °C, com fotoperíodo de 16 horas de luz, intensidade luminosa de $50 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

O crescimento e desenvolvimento das culturas foram acompanhados visualmente. Culturas contaminadas por outros fungos e bactérias foram descartadas.

4.2.3. Obtenção de inóculo

Para a obtenção do inóculo, foram utilizados, como substrato, grãos de sorgo em frascos Erlenmeyers de 250 ml. Cada frasco recebeu 50 g de grãos mais 40 ml de água destilada e foi autoclavado duas vezes durante 30 minutos, com um intervalo de 24 horas entre as autoclavagens, conforme procedimento adotado por Ogliari (1999).

Após as autoclavagens, aos grãos de sorgo autoclavados, foram adicionados fragmentos de meio de cultura BDA, contendo estruturas provenientes do cultivo monospórico de *Exserohilum turcicum*. Após a repicagem, o fungo foi incubado a 25 ± 2 °C, com fotoperíodo de 16 horas de luz e intensidade luminosa de $50 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, por 10 dias, até a completa colonização dos grãos de sorgo. A partir do terceiro dia, cada frasco Erlenmeyer foi agitado periodicamente para possibilitar a colonização de todos os grãos.

4.3. Condução do campo experimental – plantio e tratos culturais

Os ensaios foram instalados na Fazenda da Ressacada, da Universidade Federal de Santa Catarina, em Florianópolis, na segunda quinzena do mês de agosto de 2006, período este que apresentou temperaturas favoráveis ao desenvolvimento do patógeno conforme descrito na literatura.

Previamente, foram coletadas amostras de solo para serem submetidas à análise química no Laboratório Físico Químico e Biológico da Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC). As adubações do campo experimental foram realizadas segundo recomendação da Rolas (2004).

A semeadura foi realizada de forma manual em sulcos. No estágio de duas folhas definitivas, foi feito o desbaste para manter quatro plantas por metro linear e uma densidade de 40.000 plantas ha⁻¹ no estande final.

A irrigação foi acionada aos finais de tarde, quando necessária, enquanto que o controle de plantas daninhas foi realizado mediante capinas quinzenais durante a condução do experimento. O campo experimental pode ser visualizado no Anexo 1.

4.4. Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições, tendo os isolados como parcelas e as variedades como subparcelas, a fim de minimizar a possibilidade de interferência dos isolados entre as parcelas. Cada unidade experimental foi composta por uma fileira simples, com espaçamento de 0,25 m entre plantas e 1 m entre sulcos e uma área útil constituída por 4 m². O plantio da bordadura foi realizado em torno de todo o ensaio experimental e entre as parcelas.

4.5. Inoculação das plantas

A inoculação das plantas foi realizada no estágio V4 (RITCHIE et al., 2003), no qual a planta apresenta de quatro a seis folhas totalmente expandidas, em

torno da quarta semana após a emergência. Para isto, cerca de vinte grãos de sorgo colonizados com *Exserohilum turcicum* foram introduzidos no cartucho (verticilo) de cada planta. Foram inoculadas 12 plantas contínuas por subparcela, sendo a terceira planta de cada fileira a primeira a ser inoculada. As folhas das plantas inoculadas foram marcadas com linha vermelha para as posteriores avaliações.

4.6. Avaliação da doença

Após a inoculação, todas as plantas foram acompanhadas diariamente para quantificar o período de incubação, que compreende o número de dias transcorridos entre a inoculação e o surgimento dos sintomas (VAN DER PLANK, 1963; BERGAMIN FILHO & AMORIM, 1996).

A avaliação do tipo de lesão foi feita com base na escala descritiva elaborada por Esteves (1989) e adaptada por Ogliari (1999) (Anexo 2).

Para a avaliação da incidência, que corresponde ao número de plantas com sintomas da queima de *turcicum* dentro da área útil, constituída por 12 plantas, foram realizadas duas avaliações, sendo a primeira aos 15 e a segunda aos 25 dias após a inoculação.

Com relação à severidade, foram realizadas quatro avaliações, a primeira após 15 dias da inoculação e as seguintes com intervalos de 10 dias. Dentro da área útil da parcela, constituída por 12 plantas, foram avaliadas cinco plantas, de forma intercalada, sendo a primeira equivalente a terceira da parcela útil.

A severidade foi avaliada de duas formas: em folhas individuais e na planta inteira. A avaliação em folhas individuais foi realizada em três folhas inoculadas, com auxílio de uma escala diagramática baseada na percentagem de área foliar afetada, elaborada por Bleicher (1988) (Anexo 3). A avaliação da severidade por planta foi feita com base na escala diagramática elaborada pela AGROCERES (1996) (Anexo 4).

A evolução da doença foi estimada através da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), com base nos dados de severidade obtidos em cada avaliação, segundo aplicação por Campbell & Madden (1990).

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(Y_{i+1} + Y_i) \cdot (T_{i+1} - T_i)}{2}$$

Onde:

Y_i = severidade da doença na época de avaliação i ($i=1,2\dots n$)

Y_{i+1} = severidade da doença na época de avaliação $i+1$

T_i = época da avaliação i

T_{i+1} = época de avaliação $i+1$

n = número total de observações

4.7. Análise estatística

As análises de variância em blocos casualizados seguiram o esquema de parcelas subdivididas, conforme exemplificado no Quadro 3.

Quadro 3 – Esquema de análise de variância para experimento em parcelas subdivididas.

Causas de Variação	G.L.*	Q.M.
Blocos	J-1	
Isolados (I)	L-1	QM_I
Resíduo (a)	$(L-1)(J-1)$	$QM_{R(a)}$
Parcelas	LJ-1	
Variedades (V)	K-1	QM_V
Interação I x V	$(L-1)(K-1)$	$QM_{V \times I}$
Resíduo (b)	$L(J-1)(K-1)$	$QM_{R(b)}$
Total	LJK-1	

* Onde, J = Blocos, L = Isolados e K = Variedades.

A análise estatística dos dados foi realizada segundo o software STATISTICA 6.0 for Windows para as variáveis analisadas (período de incubação; severidade em folha aos 15, 25, 35 e 45 dias após a inoculação; AACPD-folha; severidade na planta inteira aos 15, 25, 35 e 45 dias após a inoculação; AACPD-planta e incidência, aos 15 e 25 dias após a inoculação).

As variáveis que apresentaram significância pelo teste F para $\alpha \leq 0,05$, foram submetidas a teste de separação de médias de Tukey para a mesma magnitude de significância.

4.8. Classificação dos níveis de resistência/suscetibilidade

A partir das avaliações de severidade da queima de *turcicum* em folhas e na planta inteira, buscou-se classificar as reações das nove variedades locais de milho com base nas classificações de severidade adotadas por Pataky (2006) e AGROCERES (1996) (Quadro 4).

Quadro 4 – Classificação das reações de variedades de milho, com base na percentagem de tecido lesionado em folha (Pataky, 2006) e percentagem na planta inteira (AGROCERES, 1996).

Classificação da severidade em folhas (Pataky, 2006)		Classificação da severidade na planta (AGROCERES, 1996)	
Severidade % (Folha)	Classificação (*)	Severidade % (Planta)	Classificação (*)
0 - 10	R	0	AR
10 - 15	R/MR	1 - 7	R
15 - 24	MR	8 - 14	MR
24 - 32	RD	15 - 24	MS
32 - 40	MS	25 - 34	MS/S
> 40	S	35 - 50	S
		> 50	AS

(*) Onde: AR= alta resistência; R= resistente; MR= mediana resistência; RD= resistência mediana; MS= mediana suscetibilidade; S= suscetível; AS= alta suscetibilidade.

5. RESULTADOS

5.1. Isolamento, caracterização e seleção de isolados de *Exserohilum turcicum*

Para o isolamento do agente causal da queima de *turcicum* do milho visando a obtenção de culturas monospóricas, adotou-se uma técnica de isolamento de patógeno diferenciada das citadas por diversos autores em estudos relacionados a *Exserohilum turcicum*. A técnica comumente utilizada consiste em isolar o patógeno a partir de segmentos foliares contendo lesões da queima de *turcicum*. O procedimento usual inicia com a imersão dos segmentos foliares em soluções de álcool 70% (v/v) e hipoclorito de sódio (0,5% i.a.), seguidas de lavagem com água destilada esterilizada. Estes segmentos são mantidos em meio ágar-água até o crescimento das hifas. A obtenção da cultura monospórica se dá a partir da retirada das extremidades das hifas de cada isolado que são transferidas para meios de cultura à base de lactose-caseína-hidrolizada-ágar ou BDA e mantidas em câmaras de crescimento sob condições de temperatura e luz controladas (LIPPS et al., 1977; BLEICHER & BALMER, 1993; OGLIARI, 1999; GIANASI et al., 1996).

A metodologia adotada neste trabalho mostrou-se tão eficiente quanto as relatadas anteriormente para a obtenção de culturas monospóricas. A visualização do conídio transferido para o meio de cultura, com auxílio de microscópio óptico, permitiu a observação das estruturas para caracterizar e confirmar se tratar do fungo *Exserohilum turcicum* (Figura 2). Assim, verificou-se a presença de conídios com coloração marrom-escuro ou verde-oliva, fusiformes e ligeiramente curvos, apresentando de 3 a 8 septos, sendo o primeiro septo submediano, o segundo supramediano e o terceiro mediano ou variável. Foi possível observar a presença de um hilo conidial protuberante e com emergência do tubo germinativo adjacente ao hilo, que é uma característica marcante na classificação deste fungo.

Esta etapa também garantiu a transferência dos conídios individuais, assegurando, assim, a posterior formação de culturas monospóricas. Os resultados foram evidenciados pelo crescimento das colônias e pela não

contaminação do meio de cultura por bactérias ou fungos indesejáveis. As observações visuais que acompanharam todo o processo, desde a transferência dos isolados de *Exserohilum turcicum* em meio de cultura até seu crescimento, além da observação de suas características morfológicas, permitiram obter culturas monospóricas com sucesso e com rapidez.

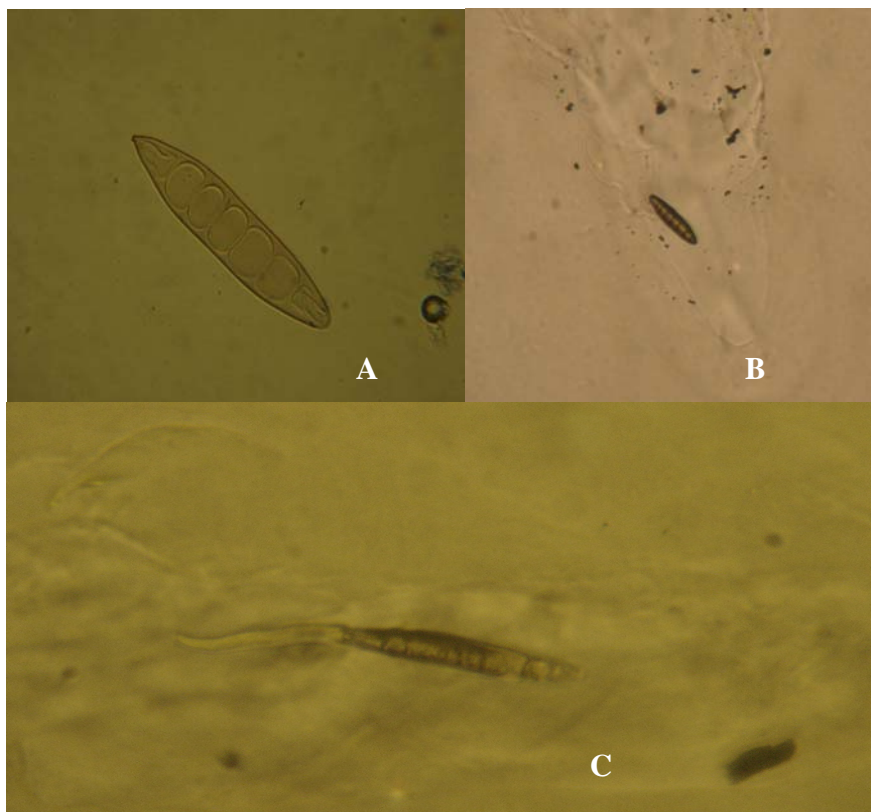


Figura 2 – Observações de *Exserohilum turcicum* em meio de cultura BDA, mediante microscopia óptica. A) Seleção do conídio sob lupa. B) Deposição do conídio sobre o meio de cultura. C) Observação da formação do tubo germinativo.

Os isolados usados para a realização do experimento foram selecionados com base nos aspectos taxonômicos descritos acima. Com base nestes atributos e também pelo fato de terem apresentado maior vigor no crescimento *in vitro*, com produção de peritécios globosos e escuros, foram selecionados os isolados ISO3, ISO4 e ISO6. A procedência desses isolados já foi apresentada no Quadro 2 (Materiais e Métodos).

5.2. Tipo de lesão

Não foram observadas lesões do tipo resistentes, ou seja, cloróticas, clorótico-necróticas ou ausência de lesões em nenhuma das nove variedades inoculadas com os três isolados selecionados. Todas as lesões observadas foram do tipo necróticas, classificadas como suscetíveis, seguindo a escala descritiva de Esteves (1989), adaptada por Ogliari (1999).

O tipo de lesão observado em todas as variedades nos diferentes tratamentos pode ser ilustrado respectivamente nas Figuras 3 e 4 através dos exemplares das variedades MPA1 (26) e Roxo (29), as quais exibiram, respectivamente, as menores e maiores porcentagens de área foliar lesionada durante as avaliações.



Figura 3 – Lesões necróticas apresentadas por dois exemplares da variedade MPA1 (26) durante a avaliação aos 35 dias após a inoculação com o isolado ISO3.



Figura 4 – Lesões necróticas apresentadas por dois exemplares da variedade Roxo (29) durante a avaliação aos 35 dias após a inoculação com o isolados ISO6.

5.3. Período de incubação

A análise de variância para o período de incubação, envolvendo as variedades Mato Grosso (39), Palha Roxa (18), Roxo (30), Roxo (29), Composto São Luiz (13), MPA1 (26), Língua de Papagaio (19), Mato Grosso – Palha Roxa (37) e Rajado 8 Carreiras (31) como subparcelas, e os isolados ISO3, ISO4 e ISO6 como parcelas, está no Quadro 1A (Anexo 5). Foram observadas diferenças significativas ($\alpha \leq 0,05$) entre variedades, isolados e para a interação variedades e isolados.

O menor período de incubação foi observado na variedade Rajado 8 Carreiras (31), na qual o surgimento dos sintomas ocorreu em média aos 10,60 dias após a inoculação. A variedade Palha Roxa (18) apresentou o maior período de incubação, em média aos 12,86 dias após a inoculação (Tabela 1).

Tabela 1 – Período de incubação médio (em dias) para as combinações entre as nove variedades locais de milho e os três isolados ISO3, ISO4 e ISO6.

Variedades	Isolados			Média (*)
	ISO3	ISO4	ISO6	
Mato Grosso (39)	13,00 a A	12,40 a AB	11,43 a A	12,27 ab
Palha Roxa (18)	13,50 a A	13,06 a A	12,04 a A	12,86 a
Roxo (30)	12,89 a A	13,15 a A	11,47 a A	12,50 a
Roxo (29)	13,32 a A	9,36 b BC	11,93 a A	11,53 ab
Composto São Luiz (13)	13,05 a A	12,75 a A	12,27 a A	12,69 a
MPA1 (26)	12,00 a AB	12,25 a AB	11,22 a A	11,82 ab
Língua de Papagaio (19)	9,50 b B	12,45 a AB	12,66 a A	11,53 ab
Mato Grosso – Palha Roxa (37)	13,65 a A	8,75 b C	12,05 a A	11,48 ab
Rajado 8 Carreiras (31)	12,09 a AB	8,45 b C	11,28 a A	10,60 b
Média (*)	12,55 a	11,40 b	11,81 b	11,92
CV(a)				9,14
CV (b)				11,95

(*) Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de separação de médias Tukey. CV(a) = coeficiente de variação para isolados e CV(b) = coeficiente de variação para variedades.

A Tabela 1 mostra que, considerando o conjunto de variedades analisado, a menor média para período de incubação foi apresentada pelas variedades inoculadas com o isolado ISO4 (11,40 dias), não diferindo significativamente das variedades inoculadas com o isolado ISO6 (11,81 dias). Quando as variedades

foram inoculadas com o ISO3, a média do período de incubação foi de 12,55 dias, diferindo significativamente dos isolados ISO4 e ISO6.

O efeito significativo da interação entre variedades e isolados pode ser verificado pelo teste de separação de médias de Tukey (5%) (Tabela 1), para cada combinação variedade x isolado. Observando o comportamento das variedades Mato Grosso – Palha Roxa (37) e Língua de Papagaio (19) frente aos isolados ISO3 e ISO4, pode-se constatar a presença de interação diferencial. Neste caso, o efeito diferencial deve-se a uma inversão na classificação dessas variedades quanto ao período de incubação, quando as mesmas foram inoculadas com ISO3 e ISO4. Da mesma forma, houve uma inversão na classificação dos isolados ISO3 e ISO4 quanto à duração do período de incubação, quando os mesmos foram inoculados sobre as referidas variedades.

O efeito significativo para a interação entre variedades x isolados repete-se para várias combinações, tal como pode ser observado entre as variedades Palha Roxa (18) e Roxo (29) frente aos isolados ISO3 e ISO4, entre as variedades Palha Roxa (18) e Roxo (29) frente aos isolados ISO4 e ISO6 e, assim por diante, embora esse efeito não tenha alterado a ordem de classificação da resistência das variedades frente aos referidos isolados, bem como da agressividade dos isolados frente às variedades. Esse efeito da interação entre as nove variedades e os três isolados, pode ser observado na Figura 5.

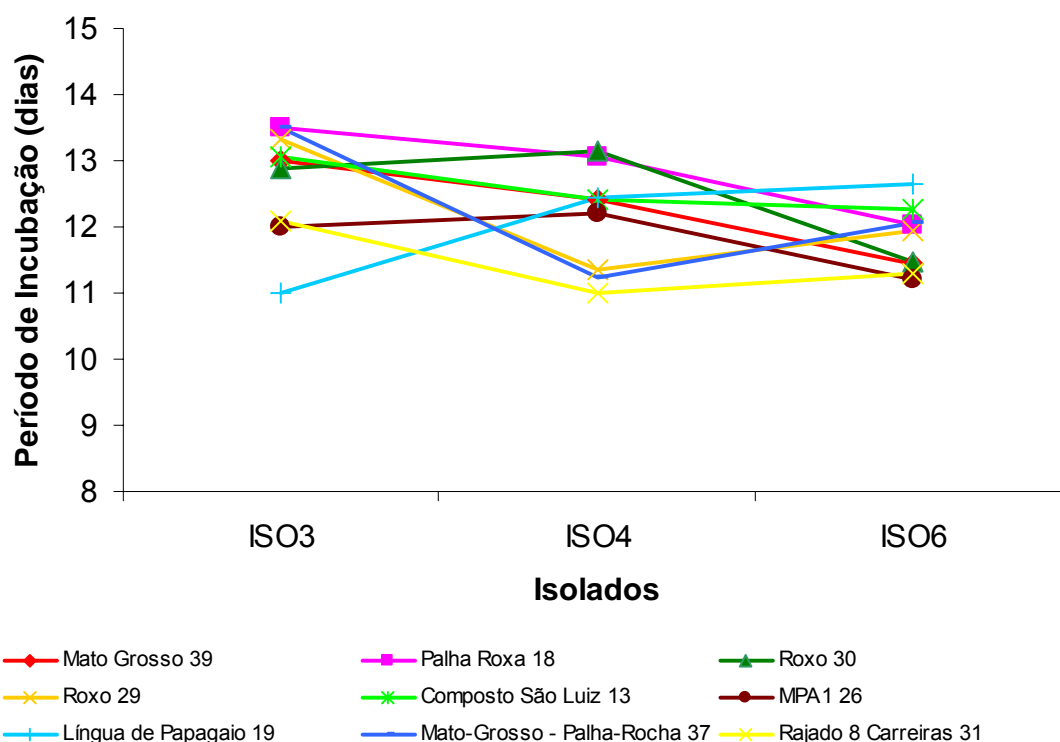


Figura 5 – Gráfico demonstrativo da interação entre as variedades de milho e os isolados de *Exserohilum turcicum* para o período de incubação (média de dias).

5.4. Avaliação da severidade

Os resultados obtidos para a severidade da queima de *turcicum* nas variedades de milho estão descritos de duas formas. Uma das avaliações considerou apenas as reações apresentadas nas folhas individuais inoculadas, com base na porcentagem da área foliar lesionada. A outra avaliação foi referente à área afetada da planta inteira. A partir dos dados referentes à porcentagem de área lesionada nas folhas e na planta inteira, em quatro épocas de avaliação, foi calculada a área abaixo da curva para o progresso da doença (AACPD).

5.4.1. Avaliações nas folhas individuais

O Quadro 2A (Anexo 5) apresenta a análise de variância para AACPD calculada com base na severidade da queima de *turcicum*, avaliada em folhas individuais. Foram observadas diferenças significativas entre variedades e entre

isolados para $\alpha \leq 0,05$ pelo teste F, porém não foi observado efeito significativo para a interação variedades e isolados.

A precisão experimental estimada pelo coeficiente de variação da AACPD nas folhas individuais foi de 37,38% e 27,12%, para variedades e isolados, respectivamente. Estes valores, embora considerados altos, foram semelhantes aos valores de CV para variedades, relatados por Fantin et al. (1991), na avaliação de genótipos de milho pipoca quanto à resistência a doenças e qualidade da pipoca.

As médias da AACPD observadas em folhas individuais, bem como o teste de separação de médias ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey das variedades, estão na Tabela 2.

As variedades MPA1 (26) e Língua de Papagaio (19) apresentaram os menores valores para a AACPD e, portanto, foram mais resistentes em relação às variedades Roxo (29) e Roxo (30), as quais apresentaram os maiores valores de severidade. As demais variedades não apresentaram diferenças estatísticas entre si, reagindo de forma semelhante frente aos isolados.

Tabela 2 – Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para as diferentes variedades de milho e para os isolados de *Exserohilum turcicum*, estimada com base na avaliação de severidade realizada em folhas individuais, aos 15, 25, 35 e 45 dias após a inoculação.

Variedades	AACPD			Média (*)
	Iso3	Iso4	Iso6	
MPA1 26	256,00	514,00	482,25	417,41 a
Língua de Papagaio 19	212,25	334,25	826,00	457,50 a
Mato Grosso 39	335,00	424,75	658,00	472,58 ab
Composto São Luiz 13	515,75	330,75	687,50	511,33 abc
Mato Grosso-Palha Roxa 37	388,25	447,75	752,00	529,33 abc
Palha Roxa 18	403,75	569,75	769,00	580,83 abc
Rajado 8 Carreiras 31	532,75	416,50	1088,75	679,33 abc
Roxo 30	472,75	714,25	1036,00	741,00 bc
Roxo 29	642,25	818,25	882,25	780,91 c
Média	417,64 a	507,81 a	797,97 b	574,47
CV(a)				27,12
CV(b)				37,38

(*) Médias seguidas das mesmas letras na linha e na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de separação de médias Tukey. CV(a) = coeficiente de variação para isolados e CV(b) = coeficiente de variação para variedades.

A comparação entre os isolados de *Exserohilum turcicum* quanto à agressividade nas folhas inoculadas, quantificadas pela AACPD (Tabela 2), indicou que os isolados ISO3 e ISO4 não diferenciaram entre si para esta variável, mas ambos diferiram de ISO6, o qual se comportou como o isolado mais agressivo.

As curvas de progresso da doença de cada variedade, elaboradas com base nas avaliações de severidade nas folhas individuais, podem ser visualizadas na Figura 6.

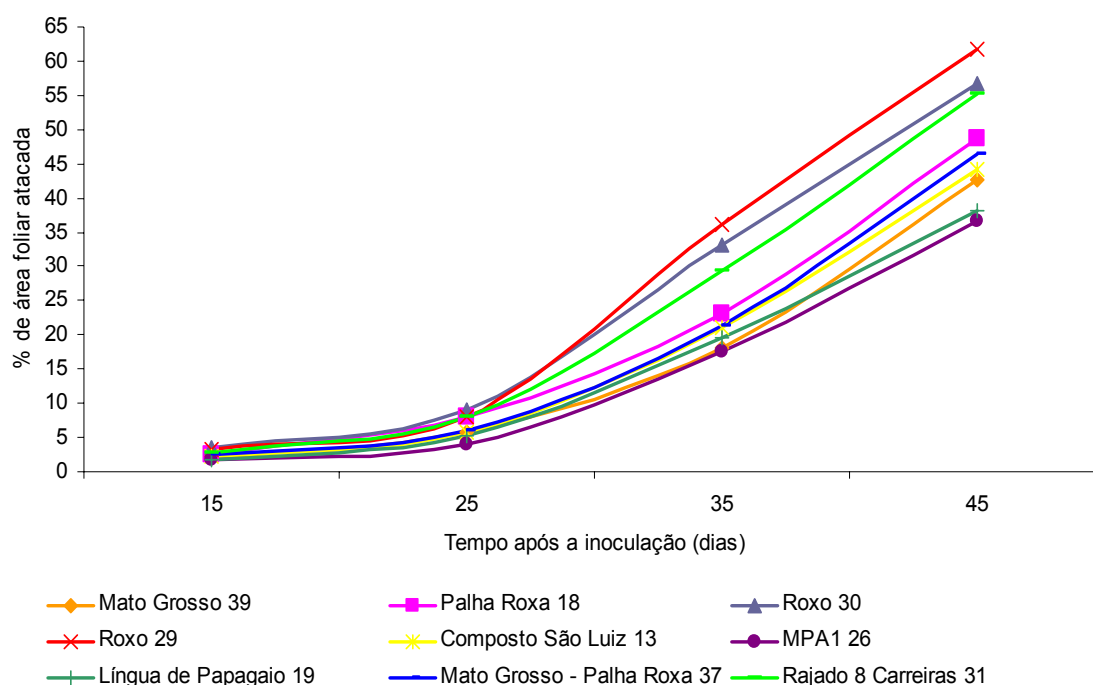


Figura 6 – Curvas de progresso da doença de nove variedades locais de milho, elaboradas com base nas avaliações de severidade da queima de *turcicum* em folhas individuais.

Por sua vez, as avaliações pontuais de severidade nos diferentes momentos do experimento permitiram monitorar e verificar o progresso da queima de *turcicum* nas nove variedades aos 15, 25, 35 e 45 dias após a inoculação. As análises de variância para as quatro avaliações estão no Quadro 3A (Anexo 5) e o teste de separação de médias para variedades e isolados estão nas Tabelas 5 e 6, respectivamente.

A primeira, segunda, terceira e quarta avaliações, realizadas respectivamente aos 15, 25, 35 e 45 dias após a inoculação, revelaram diferenças significativas entre variedades e entre isolados, mas o efeito da interação entre isolados e variedades não foi significativo para $\alpha \leq 0,05$.

A primeira e a segunda avaliação foram semelhantes para o comportamento das variedades. As variedades MPA1 (26) e Língua de Papagaio (19) obtiveram os menores valores de severidade e a variedade Roxo (30) apresentou o maior valor de severidade (Tabela 3). Esses resultados praticamente concordam com a análise efetuada com base na AACPD.

A partir da terceira avaliação foi possível discriminar duas novas variedades. Os menores valores para a severidade na terceira e na quarta avaliação, foram apresentados pelas variedades MPA1 (26), Língua de Papagaio (19) e Mato Grosso (39), ambas diferiram das variedades Roxo (29) e Roxo (30) pelo teste de separação de médias (Tukey, 5%), cujas severidades foram mais elevadas (Tabela 3).

O comportamento dos isolados ISO3, ISO4 e ISO6 foi semelhante em todos os quatro momentos de avaliação. O Isolado ISO6 demonstrou maior agressividade aos 15, 25, 35 e 45 dias após a inoculação, diferindo significativamente dos isolados ISO3 e ISO4, cujos valores de severidade foram inferiores e não diferiram entre si.

As avaliações de severidade em folhas individuais com base nas médias de percentagens permitiram classificar os diferentes tipos de reações das nove variedades locais de milho, de acordo com a classificação proposta por Pataky (2006), descrita no Quadro 4 (Materiais e Métodos). Os resultados para a classificação das variedades com base na percentagem média de tecido foliar lesionado para cada uma das avaliações, aos 15, 25, 35 e 45 dias após a inoculação, estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 3 – Severidade da queima de *turcicum*, em percentagem de tecido lesionado em folhas individuais, para nove variedades de milho, aos 15, 25, 35 e 45 dias após a inoculação.

Variedade	Tempo de Avaliação							
	15 dias	(*)	25 dias	(*)	35 dias	(*)	45 dias	(*)
MPA1 26	1,70	a	4,06	a	17,65	a	36,65	a
Língua de Papagaio 19	1,81	a	5,30	a	19,53	ab	38,20	a
Mato Grosso 39	1,95	ab	5,88	a	18,11	a	42,61	ab
Composto São Luiz 13	2,23	ab	5,68	a	21,18	ab	44,06	ab
Mato Grosso-Palha Roxa 37	2,41	ab	5,90	a	21,36	ab	46,50	ab
Palha Roxa 18	2,63	ab	8,00	a	23,16	abc	48,56	ab
Rajado 8 Carreiras 31	2,76	ab	8,13	a	29,45	abc	55,16	ab
Roxo 29	3,20	ab	7,98	a	36,10	c	61,61	b
Roxo 30	3,58	b	8,93	a	33,18	bc	56,80	ab
Média	2,48		6,65		24,42		47,80	
CV(b)	50,61		56,76		45,00		36,06	

(*) Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de separação de médias Tukey. CV(b) = coeficiente de variação para variedades.

Tabela 4 – Avaliação da severidade da queima de *turcicum* em percentagem de tecido lesionado em folhas individuais pelos isolados ISO3, ISO4 e ISO6 aos 15, 25, 35 e 45 dias após a inoculação.

Isolado	Avaliações			
	15 dias (*)	25 dias (*)	35 dias (*)	45 dias (*)
ISO3	1,55 a	4,98 a	16,41 a	37,66 a
ISO4	1,96 a	5,00 a	21,57 a	44,49 a
ISO6	3,92 b	9,97 b	35,26 b	61,27 b
Média	2,48	6,65	24,42	47,80
CV(a)	37,25	30,83	33,08	21,43

(*) Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de separação de médias Tukey. CV(a) = coeficiente de variação para isolados

Na primeira e segunda avaliação, aos 15 e 25 dias após a inoculação, respectivamente, a classificação das variedades variou de resistente a moderadamente resistente. A partir da terceira e quarta avaliação, aos 35 e 45 dias após a inoculação, respectivamente, foi possível discriminar as variedades suscetíveis. Os valores de severidade em folhas individuais para a terceira avaliação aos 35 dias variaram de 17,6% a 36,1% e para a quarta avaliação aos 45 dias, de 36,6% a 61,6%, com médias de 24,4% e 47,7%, respectivamente. Assim, pelos resultados obtidos para severidade em folhas e pela classificação adotada por Pataky (2006), as variedades utilizadas neste experimento apresentariam variação entre resistência moderada e suscetibilidade.

Tabela 5 – Classificação das variedades locais de milho quanto à resistência a *Exserohilum turcicum*, segundo a escala diagramática elaborada por Pataký (2006), baseada na severidade da doença em folhas individuais.

Variedades	Isolados	15 dias		25 dias		35 dias		45 dias		MÉDIA	
		%	(“)	%	(“)	%	(“)	%	(“)	%	(“)
Mato Grosso (39)	ISO3	1,45	R	5,70	R	11,50	RM	29,70	RD	12,08	RM
Palha Roxa (18)		1,15	R	4,50	R	15,20	RM	39,05	RD	14,97	RM
Roxo (30)		1,55	R	5,25	R	21,15	RM	38,65	RD	16,65	RM
Roxo (29)		3,05	R	9,25	R	25,90	RM	52,05	S	22,56	RM
Composto São Luiz (13)		1,10	R	4,80	R	22,15	RM	47,05	S	18,77	RM
MPA1 (26)		0,45	R	1,85	R	9,25	R	28,10	RD	9,91	R
Língua de Papagaio (19)		0,75	R	2,75	R	8,40	R	18,65	RM	7,63	R
Mato Grosso - Palha Roxa (37)		2,00	R	4,30	R	14,15	RM	36,75	SM	14,30	RM
Rajado 8 Carreiras (31)		2,45	R	6,45	R	20,05	RM	48,65	S	19,40	RM
Mato Grosso (39)	ISO4	0,90	R	3,10	R	18,65	RM	39,65	SM	15,57	RM
Palha Roxa (18)		2,80	R	7,05	R	22,70	RM	48,85	S	20,35	RM
Roxo (30)		3,25	R	7,10	R	31,70	RD	58,75	S	25,2	RD
Roxo (29)		2,60	R	6,10	R	40,00	SM	66,25	S	28,73	RD
Composto São Luiz (13)		1,80	R	4,20	R	12,40	RM	29,35	RD	11,93	RM
MPA1 (26)		1,70	R	4,80	R	22,75	RM	44,30	S	18,38	RM
Língua de Papagaio (19)		0,90	R	3,50	R	12,55	RM	32,95	SM	12,47	RM
Mato Grosso - Palha Roxa (37)		1,75	R	5,05	R	16,85	RM	42,25	S	16,47	RM
Rajado 8 Carreiras (31)		1,95	R	4,10	R	16,55	RM	38,10	SM	15,17	RM
Mato Grosso (39)	ISO6	3,50	R	8,85	R	24,20	RD	58,50	S	23,76	RM
Palha Roxa (18)		3,95	R	12,45	RM	31,60	RD	57,80	S	26,45	RD
Roxo (30)		5,95	R	14,45	RM	46,70	S	73,00	S	35,02	SM
Roxo (29)		3,95	R	8,60	R	42,40	S	66,55	S	30,37	RD
Composto São Luiz (13)		3,80	R	8,05	R	29,00	RD	55,80	S	24,16	RD
MPA1 (26)		2,95	R	5,55	R	20,95	RM	37,55	SM	16,75	RM
Língua de Papagaio (19)		3,80	R	9,65	R	37,65	S	63,00	S	28,52	RD
Mato Grosso - Palha Roxa (37)		3,50	R	8,35	R	33,10	SM	60,50	S	26,36	RD
Rajado 8 Carreiras (31)		3,90	R	13,85	RM	51,75	S	78,75	S	37,06	SM

% = valores em percentagem da severidade observada em cada avaliação

(“) R = resistente, RM = resistência moderada, RD = resistência mediana, SM = suscetibilidade moderada, S = suscetível.

5.4.2. Avaliações na planta inteira

As análises de variância do progresso da doença na planta inteira, com base na AACPD, estão apresentadas no Quadro 4A (Anexo 5). A precisão experimental estimada pelo coeficiente de variação da AACPD da planta inteira foi de 33,01% e 23,47% para variedades e isolados, respectivamente. Estes valores foram inferiores aos de CV da AACPD em folhas individuais e também aos encontrados por Juliatti et al., (2005) em avaliações de severidade da queima de *turcicum* com base na planta inteira.

O Quadro 4A (Anexo 5) também mostra que não foram observadas diferenças significativas para isolados e para interação isolado e variedade, embora o valor de p tenha sido muito próximo ao nível 5% considerado significativo entre as variáveis. Contudo, a análise de variância revelou diferenças significativas entre as variedades para $\alpha \leq 0,05$. A Tabela 6 mostra o comportamento das nove variedades frente aos três isolados pelo teste de separação de médias (Tukey, 5%).

Tabela 6 – Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) nas diferentes variedades de milho inoculadas com *Exserohilum turcicum*. Avaliações de severidade realizadas na planta inteira.

Variedades	AACPD			Média (*)
	Iso3	Iso4	Iso6	
MPA1 26	95,25	147,50	132,00	124,91 a
Língua de Papagaio 19	108,25	102,75	165,75	125,58 a
Mato Grosso 39	118,00	153,00	161,75	144,25 ab
Mato Grosso-Palha Roxa 37	105,75	157,75	173,50	145,66 ab
Palha Roxa 18	122,00	144,00	207,50	157,83 abc
Composto São Luiz 13	165,00	110,75	211,75	162,50 abc
Roxo 30	171,25	176,50	231,25	193,00 abc
Rajado 8 Carreiras 31	166,75	141,25	311,00	206,33 bc
Roxo 29	130,75	228,25	316,50	225,16 c
Média	131,44	151,31	212,33	165,03
CV(a)				23,47
CV(b)				33,01

(*) Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de separação de médias Tukey. CV(a) = coeficiente de variação para isolados e CV(b) = coeficiente de variação para variedades.

Foi possível observar que a AACPD da planta inteira manteve o mesmo padrão de comportamento das variedades quando comparada com a AACPD avaliada em folhas individuais. Os menores valores da AACPD foram apresentados pelas variedades MPA1 (26) e Língua de Papagaio (19), as quais diferiram da variedade Roxo (29), cujo valor para esta variável foi o maior. Isso indica que Roxo (29) foi a variedade mais suscetível frente ao conjunto de três isolados de *Exserohilum turcicum*, em relação às demais variedades.

As curvas de progresso da doença de cada variedade, elaboradas com base nas avaliações de severidade na planta inteira, podem ser visualizadas na Figura 7. Na comparação entre as curvas de progresso da doença das diferentes variedades, é possível observar que as variedades com menores AACPD apresentam menor inclinação e, por isso, são mais horizontais. Isso demonstra que o progresso da doença nestas variedades é mais lento e pode estar associado à resistência horizontal.

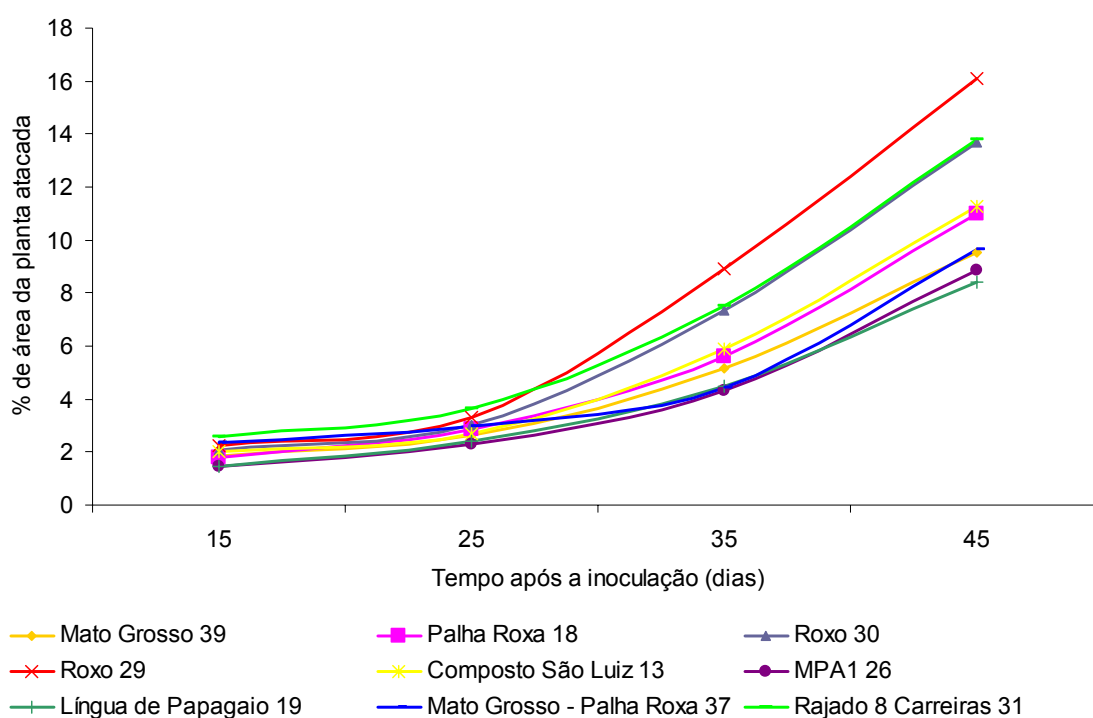


Figura 7 - Curvas de progresso da doença de nove variedades locais de milho, elaboradas com base nas avaliações de severidade da queima de *turcicum* em planta inteira.

As análises de variância para as quatro avaliações da severidade da doença em nível de planta inteira estão no Quadro 5A (Anexo 5).

Os testes de separação de médias para variedades e isolados estão nas Tabelas 7 e 8, respectivamente.

A primeira, segunda, terceira e quarta avaliação, realizadas respectivamente aos 15, 25, 35 e 45 dias após a inoculação, revelaram diferenças significativas entre variedades em todas as avaliações e entre isolados apenas para a segunda avaliação, enquanto que o efeito da interação entre isolados e variedades foi significativo para $\alpha \leq 0,05$ apenas na terceira avaliação.

Os resultados na primeira e na segunda avaliação foram semelhantes para o comportamento das variedades. As variedades MPA1 (26) e Língua de Papagaio (19) apresentaram os menores valores de severidade e a variedade Rajado 8 Carreiras (31) apresentou o maior valor de severidade. Na terceira avaliação, aos 35 dias após a inoculação, os menores valores para a severidade foram apresentados pelas variedades MPA1 (26), Língua de Papagaio (19), Mato Grosso (39) e Mato Grosso-Palha Roxa (37). A maior severidade foi verificada na variedade Roxo (29), concordando com os resultados observados para maior severidade na terceira avaliação em folhas individuais. Na quarta avaliação, realizada aos 45 dias após a inoculação, a variedade Língua de Papagaio (19) apresentou o menor valor para severidade e diferiu em relação a variedade Roxo (29) e Rajado 8 Carreiras (31) (Tabela 7).

O isolado ISO6 demonstrou tendência a maior agressividade analisando-se o conjunto de variedades, enquanto que o isolado ISO3 mostrou-se menos agressivo, embora tenham sido detectadas diferenças significativas pelo teste F para $\alpha \leq 0,05$ apenas na segunda avaliação (Tabela 8). Estes resultados estão de acordo com os obtidos para severidade em folhas individuais.

Tabela 7 – Severidade da queima de *turcicum* em percentagem de tecido lesionado na planta inteira, para nove variedades de milho, aos 15, 25, 35 e 45 dias após a inoculação.

Variedade	Tempo de avaliação			
	15 dias*	25 dias*	35 dias*	45 dias*
MPA1 26	1,43 a	2,30 a	4,33 a	8,85 ab
Língua de Papagaio 19	1,46 ab	2,43 a	4,46 a	8,38 a
Mato Grosso 39	1,85 abc	2,65 ab	5,15 a	9,55 ab
Mato Grosso-Palha Roxa 37	2,33 bc	2,96 ab	4,43 a	9,66 ab
Palha Roxa 18	1,80 abc	2,86 ab	5,61 ab	11,00 abc
Composto São Luiz 13	2,03 abc	2,70 ab	5,88 ab	11,26 abc
Roxo 30	2,06 abc	3,03 ab	7,35 ab	13,70 abc
Rajado 8 Carreiras 31	2,56 c	3,65 b	7,51 ab	13,80 bc
Roxo 29	2,23 abc	3,31 ab	8,91 b	16,10 c
Média	1,98	2,88	5,96	11,37
CV(b)	34,82	30,37	47,07	36,26

* Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de separação de médias Tukey. CV(b) = coeficiente de variação para variedades.

Tabela 8 – Severidade da queima de *turcicum* em percentagem de tecido lesionado na planta inteira, para os isolados ISO3, ISO4 e ISO6 aos 15, 25, 35 e 45 dias após a inoculação.

Isolado	Avaliações			
	15 dias	25 dias (*)	35 dias	45 dias
ISO3	1,66	2,20 a	4,71	9,13
ISO4	1,82	2,70 b	5,35	10,49
ISO6	2,44	3,73 c	7,81	14,47
Média	1,98	2,88	5,96	11,37
CV(a)	30,92	21,38	31,09	25,54

(*) Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de separação de médias Tukey. CV(a) = coeficiente de variação para isolados

Os dados referentes às médias de interação entre isolados e variedades e o teste de separação de médias por Tukey (5%) para a terceira avaliação (aos 35 dias após a inoculação) estão apresentados na Tabela 9 e representados graficamente na Figura 8.

O efeito de interação entre variedades e isolados foi significativo para $\alpha \leq 0,05$, mostrando uma leve tendência na ordem de classificação da resistência de algumas variedades, segundo o isolado, bem como na ordem de classificação da agressividade de certos isolados, segundo a variedade considerada.

Tabela 9 – Separação de médias para o efeito das interações observadas entre nove variedades locais de milho combinadas aos isolados (ISO3, ISO4 e ISO6) para a severidade observada em plantas inteiras aos 35 dias após a inoculação.

Variedades (*)	Severidade em Planta Inteira Isolados (*)		
	Iso3	Iso4	Iso6
Mato Grosso (39)	3,90 a A	6,20 a A	5,35 a B
Palha Roxa (18)	4,70 a A	4,75 a A	7,40 a AB
Roxo (30)	6,90 a A	6,75 a A	8,40 a AB
Roxo (29)	3,90 b A	9,30 ab A	13,55 a A
Composto São Luiz (13)	6,10 a A	3,80 a A	7,75 a AB
MPA1 (26)	3,60 a A	5,25 a A	4,15 a B
Língua de Papagaio (19)	4,00 a A	3,45 a A	5,95 a B
Mato Grosso – Palha Roxa (37)	3,35 a A	4,80 a A	5,15 a B
Rajado 8 Carreiras (31)	6,00 b A	3,90 b A	12,65 a A
CV(a)	31,09		
CV(b)	47,07		

(*) Médias com a mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de separação de médias Tukey. CV(a) = coeficiente de variação para isolados e CV(b) = coeficiente de variação para variedades.

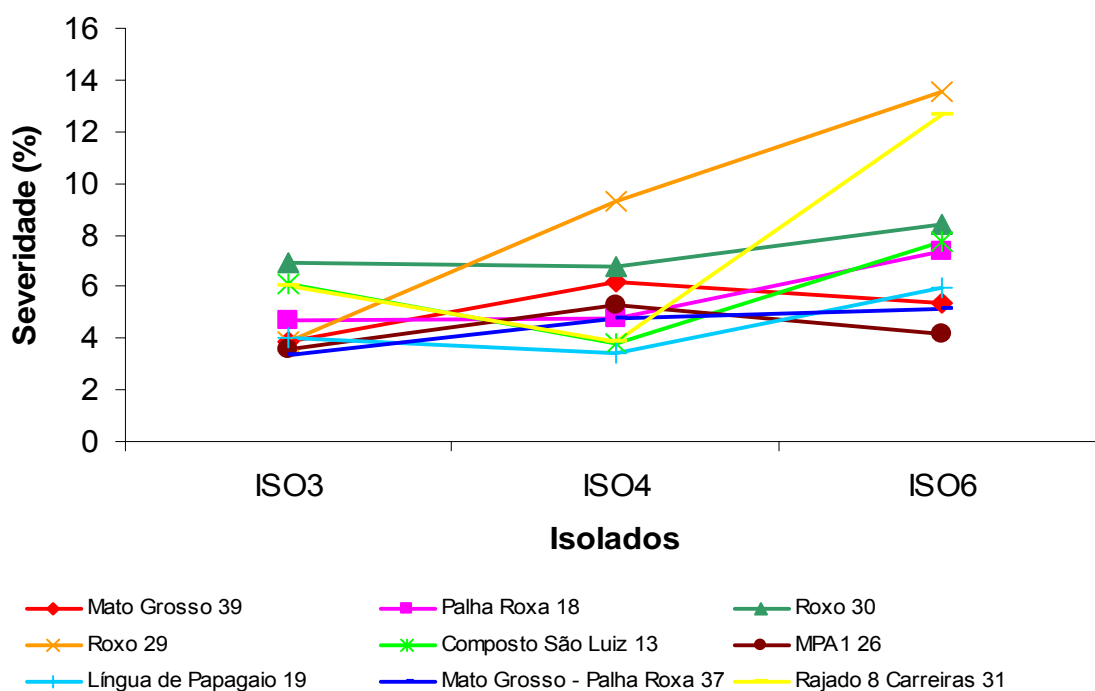


Figura 8 – Gráfico demonstrativo da interação entre as variedades de milho e os isolados de *Exserohilum turcicum* para a terceira avaliação (35 dias após a inoculação).

As avaliações de severidade na planta inteira com base nas médias de percentagens permitiram classificar os diferentes tipos de reações das nove variedades locais de milho, de acordo com a classificação proposta pela escala diagramática elaborada por AGROCERES (1996) (Quadro 4).

Na primeira e segunda avaliação, aos 15 e 25 dias após a inoculação, respectivamente, a classificação das variedades variou de resistente a moderadamente resistente, concordando com os resultados obtidos para a classificação das variedades com base em folhas individuais. A variedade MPA1 (26) apresentou severidade média de 8,85% e Língua de Papagaio (19) de 8,38%. A variedade Roxo (29) apresentou o maior nível de severidade, com 16,61% de área da planta atacada pela queima de *turcicum*.

De acordo com a proposta da escala diagramática (AGROCERES, 1996), de modo geral, a média da severidade em porcentagem, indica o tipo de reação classificada como mediana resistência para MPA1 (26) e Língua de Papagaio (19) e mediana suscetibilidade para Roxo (29). Os resultados para a classificação das variedades com base na percentagem média da planta atacada para cada uma das avaliações, aos 15, 25, 35 e 45 dias após a inoculação, estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Classificação das variedades de milho quanto à resistência a *Exserohilum turcicum*, segundo a escala diagramática elaborada por AGROCERES (1996), baseada na severidade da doença na planta inteira.

Variedades	Isolados	15 dias		25 dias		35 dias		45 dias		MÉDIA	
		%	(*)	%	(*)	%	(*)	%	(*)	%	(*)
Mato Grosso (39)	ISO3	2,05	R	2,20	R	3,90	R	7,30	MR	3,86	R
Palha Roxa (18)		1,30	R	1,90	R	4,70	MR	8,60	MS	4,13	MR
Roxo (30)		1,60	R	2,50	R	6,90	MR	12,25	MS	5,81	MR
Roxo (29)		1,80	R	2,40	R	3,90	R	9,95	MS	4,51	MR
Composto São Luiz (13)		2,10	R	2,50	R	6,10	MR	11,60	MS	5,58	MR
MPA1 (26)		0,70	R	1,70	R	3,60	R	7,05	MR	3,26	R
Língua de Papagaio (19)		1,30	R	1,90	R	4,00	R	7,25	MR	3,61	R
Mato Grosso - Palha Roxa (37)		1,80	R	1,90	R	3,35	R	7,05	MR	3,53	R
Rajado 8 Carreiras (31)		2,30	R	2,80	R	6,00	MR	11,15	MS	5,56	MR
Mato Grosso (39)	ISO4	1,60	R	2,10	R	6,20	MR	10,80	MS	5,18	MR
Palha Roxa (18)		2,00	R	2,90	R	4,75	MR	9,50	MS	4,79	MR
Roxo (30)		1,90	R	2,60	R	6,75	MR	12,80	MS	6,01	MR
Roxo (29)		1,90	R	3,25	R	9,30	MS	16,75	MS	7,80	MR
Composto São Luiz (13)		1,20	R	2,10	R	3,80	R	7,95	MR	3,76	R
MPA1 (26)		1,80	R	2,50	R	5,25	MR	10,40	MS	4,99	MR
Língua de Papagaio (19)		1,00	R	2,40	R	3,45	R	6,85	MS	3,43	R
Mato Grosso - Palha Roxa (37)		2,30	R	3,30	R	4,80	MR	10,75	MS	5,29	MR
Rajado 8 Carreiras (31)		2,7	R	3,20	R	3,90	R	8,65	MS	4,61	MR
Mato Grosso (39)	ISO6	1,90	R	3,65	R	5,35	MR	10,55	MS	5,36	MR
Palha Roxa (18)		2,10	R	3,80	R	7,40	MR	14,90	MS	7,05	MR
Roxo (30)		2,70	R	4,00	R	8,40	MS	16,05	MS	7,79	MR
Roxo (29)		3,00	R	4,30	MR	13,55	MS	21,60	MR	10,61	MS
Composto São Luiz (13)		2,80	R	3,50	R	7,75	MR	14,25	MR	7,08	MR
MPA1 (26)		1,80	R	2,70	R	4,15	MR	9,10	MS	4,44	MR
Língua de Papagaio (19)		2,10	R	3,00	R	5,95	MR	11,05	MS	5,53	MR
Mato Grosso - Palha Roxa (37)		2,90	R	3,70	R	5,15	MR	11,20	MR	5,74	MR
Rajado 8 Carreiras (31)		2,70	R	4,95	MR	12,65	MS	21,60	MR	10,48	MS

% = valores em porcentagem da severidade observada em cada avaliação

(*) AR = alta resistência, R = resistente, MR = mediana resistência, MS = mediana suscetibilidade, MS/S = mediana suscetibilidade/suscetibilidade, S = suscetível, AS = alta suscetibilidade.

5.5. Avaliação da Incidência

As avaliações da incidência levaram em consideração o número de plantas que expressaram sintomas da queima de *turcicum* dentro das parcelas avaliadas, em dois momentos, aos 15 e aos 25 dias após a inoculação.

Os dados referentes às análises de variância para a incidência podem ser observados no Quadro 6A (Anexo 5). Os valores referentes às médias de incidência e o teste de separação de médias por Tukey (5%), para as variedades e para isolados, estão apresentados nas Tabelas 11 e 12, respectivamente.

A primeira avaliação, efetuada aos 15 dias após a inoculação, revelou diferenças significativas entre variedades e entre isolados pelo teste F para $\alpha \leq 0,05$, mas não revelou diferenças significativas para o efeito de interação entre isolados e variedades (Quadro 6A, Anexo 5).

A variedade Mato-Grosso (39) exibiu os menores valores de incidência, com média de 23,61% de plantas atacadas pela queima de *turcicum*, enquanto que na variedade Roxo (29) foi observado o maior índice de plantas afetadas, correspondendo a 48,61% da parcela útil avaliada (Tabela 11).

A menor incidência de plantas atacadas pela queima de *turcicum* aos 25 dias após a inoculação ocorreu na variedade MPA1 (26) (71,53%), a qual diferiu significativamente da variedade Roxo (29), a qual manteve a maior incidência da primeira para a segunda avaliação. Aos 25 dias após a inoculação, 90,97% das plantas avaliadas nesta variedade manifestaram os sintomas da doença.

Tabela 11 – Médias de incidência da queima de *turcicum* para as nove variedades locais de milho inoculadas com três diferentes isolados. Avaliações realizadas aos 15 e aos 25 dias após a inoculação. Teste de separação de médias por Tukey (5%).

Variedade	Média da Incidência em %			
	15 dias (*)		25 dias (*)	
Mato Grosso (39)	23,61	a	78,47	ab
Palha Roxa (18)	27,78	ab	80,56	ab
Roxo (30)	36,11	ab	80,56	ab
Composto São Luiz (13)	29,86	ab	81,25	ab
MPA1 (26)	30,56	ab	71,53	a
Língua de Papagaio (19)	42,36	ab	78,47	ab
Mato Grosso-Palha Roxa (37)	32,64	ab	79,86	ab
Rajado 8 Carreiras (31)	29,86	ab	86,81	ab
Roxo (29)	48,61	b	90,97	b
Média	33,49		80,94	
CV	47,72		15,87	

(*) Médias seguidas das mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de separação de médias Tukey.

Analisando o conjunto de variedades, os isolados diferiram entre si para as percentagens de incidência desta primeira avaliação (Tabela 12). Variedades inoculadas com o isolado ISO3 apresentaram os menores níveis de incidência, correspondente a 19,66% de plantas afetadas. Quando inoculadas com o isolado ISO6, obtiveram os maiores índices de incidência, com uma média de 47% de plantas atacadas. As variedades inoculadas com o isolado ISO4 apresentaram média de incidência intermediária aos isolados ISO3 e ISO6, com 33,83% das plantas contendo lesões da queima de *turcicum*. Este fato concorda com aqueles observados para a severidade da queima de *turcicum* nas avaliações da AACPD em folhas individuais e na planta inteira.

Tabela 12 – Comparação dos valores de incidência (%) da queima de *turcicum* para os diferentes isolados de *Exserohilum turcicum*. Primeira avaliação aos 15 dias após a inoculação

Isolado	Incidência (%)	(*)
ISO3	19,66	a
ISO4	33,83	b
ISO6	47,00	c
Média	33,46	
CV	28,12	

(*) Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de separação de médias Tukey.

Na segunda avaliação, foram observadas diferenças significativas entre as variedades pelo teste F para $\alpha \leq 0,05$, porém não entre isolados e para o efeito de interação entre isolados e variedades.

Levando em consideração o número de plantas dentro da parcela útil (12 plantas), da primeira para a segunda avaliação, na variedade Rajado 8 Carreiras, foi observado o maior aumento em número de plantas atacadas, aumentando de 3,58 para 10,42 plantas doentes. Na variedade Língua de Papagaio, o número de plantas doentes, que surgiram após a primeira avaliação, foi o menor quando comparado com as demais variedades, aumentando de 5,08 para 9,42 plantas doentes.

Entretanto, se for considerado o percentual de aumento da incidência da primeira para a segunda avaliação nas variedades, os resultados diferenciam daqueles obtidos apenas com base no aumento em número de plantas doentes.

Na variedade Mato Grosso (39), foi observado o maior percentual de aumento de plantas atacadas pela queima de *turcicum*. Ou seja, da primeira para a segunda avaliação, a incidência aumentou num percentual de 232,35%, enquanto que, na variedade Língua de Papagaio (19), ocorreu o menor aumento (85,24%).

De modo geral é possível observar que as variedades apresentaram comportamento similar para incidência e severidade. A segunda avaliação para incidência, efetuada aos 25 dias após a inoculação, apresentou resultados idênticos aos observados para a AACPD em folhas e na planta inteira quanto ao posicionamento das variedades de milho em termos de resistência à queima de *turcicum*. A variedade Roxo (29), a qual apresentou a maior incidência, também teve a maior AACPD em folhas individuais e na planta inteira. A variedade MPA1 (26), que apresentou menor incidência, também teve a menor AACPD em folhas individuais e na planta inteira.

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6.1. Isolamento e caracterização de isolados de *Exserohilum turcicum*

A primeira etapa do trabalho que consistiu na obtenção do agente causal da queima de *turcicum*, foi fundamental para a realização do experimento. A metodologia de isolamento do patógeno adotada no presente trabalho apresentou resultados satisfatórios. Mesmo se tratando de um procedimento diferenciado dos encontrados na literatura (LIPPS et al., 1977; BLEICHER & BALMER, 1993; OGLIARI, 1996; GIANASI et al., 1996), permitiu a obtenção de culturas monospóricas de *Exserohilum turcicum* de forma eficiente. A vantagem observada por esta metodologia foi a redução de tempo transcorrido entre as etapas de isolamento do patógeno, bem como a economia dos componentes utilizados na preparação de meios de cultura. Contudo, é um procedimento mais demorado do que a coleta de conídios diretamente da lesão, o que não é uma prática incomum entre fitopatologistas. O diferencial está na raspagem de conídios da superfície foliar com posterior diluição em água esterilizada e sua deposição sobre papel filtro. Uma vez que os conídios estão dispersos sobre o papel filtro, sua visualização e sua captura individual são facilitadas, garantindo a pescagem de apenas um conídio por vez para a obtenção da cultura monospórica.

A caracterização de *Exserohilum turcicum* através da observação de suas estruturas morfológicas, principalmente da verificação de um hilo protuberante, garantiu maior confiabilidade para a obtenção de culturas monospóricas deste patógeno. Uma vez obtidas as culturas monospóricas, estas poderão servir como fonte de inóculo para demais experimentos de avaliação e caracterização da queima de *turcicum* no milho.

6.2. Experimento em campo

Na condução do experimento em condições de campo, os fatores de ambiente foram determinantes para a ocorrência e desenvolvimento da doença. Segundo Agrios (1988), as condições de ambiente interferem no desenvolvimento das doenças através de sua influência sobre o patógeno.

As temperaturas médias registradas durante os meses de implantação e avaliação apresentaram variações entre 18°C a 24°C (EPAGRI/CIRAM, 2006) (Anexo 6), revelando que as condições do meio ambiente foram favoráveis à ocorrência da queima de *turcicum*. Diversos autores já relataram a importância da temperatura para a ocorrência da infecção causada por *Exserohilum turcicum*. Para que a infecção seja eficiente, as temperaturas devem ser amenas, variando de 18°C a 25°C, sendo que a temperatura ótima considerada por diversos autores é de 20°C (LEVY & COHEN, 1983; SHARMA & MISHRA, 1988; BOWEN & PERSEN, 1988; LEVY, 1989; JULIATTI & SOUZA, 2005). Leath et al. (1990) mencionaram que a infecção não ocorre em temperaturas muito altas (26 a 30°C), prevalecendo as infecções em climas de temperatura moderada. Levy & Cohen (1983), estudando o efeito da temperatura na infecção por *Exserohilum turcicum*, verificaram que a infecção ocorria entre 15 e 30°C, ressaltando, porém, que o efeito da temperatura neste caso depende também da concentração do inóculo.

6.3. Tipo de lesão e período de incubação

Quanto ao tipo de lesão, não foram observadas nas variedades utilizadas neste experimento, reações caracterizada por lesões clorótico-necróticas ou de ausência de lesão (HILU & HOOKER, 1964; HOOKER & KIM, 1973; LEONARD et al., 1989). Este fato evidencia que não houve a ação de genes de grande efeito capazes de conferir resistência qualitativa frente aos isolados testados. Todas as lesões observadas durante o experimento foram do tipo necróticas, caracterizada como lesão suscetível (GEVERS, 1975; HOOKER, 1961, 1963, 1975, 1977, 1981; ROBBINS & WARREN, 1993; OGLIARI et al., 2005; OGLIARI et al., 2007).

Para as avaliações do período de incubação, os resultados obtidos foram semelhantes aos observados por outros autores para queima de *turcicum*, em experimentos a campo com variedades de milho. Warwick & Warren (1981) observaram um período médio de incubação de 14 dias e Dingerdissen et al. (1996) observaram 9 a 11, dias em três diferentes regiões de clima tropical.

Diversos trabalhos relatam a diferença existente entre períodos de incubação para experimentos quando realizados a campo e sob condições de

ambiente controlado. Um exemplo para este fato é o experimento realizado por Warwick & Warren (1981). Os autores verificaram que o período de incubação em ambiente controlado foi de 2 a 3 dias e em condições de campo, este período foi de 14 dias.

Sob condições controladas, os períodos de incubação geralmente são menores. Reuveni (1993) observou em seus experimentos que o período de incubação ocorreu entre 5 e 10 dias após a inoculação. Warwick & Warren (1981) observaram que os sintomas da doença se manifestaram no espaço de 2 a 3 dias e para Raymundo & Hooker (1982), este período foi de 3 a 7 dias. Ainda assim, Carson & Van Dike (1994), em experimentos com diferentes intensidades luminosas e de temperatura, apresentaram resultados muito semelhantes para os períodos de incubação obtidos neste trabalho.

Embora as variedades tenham apresentado períodos de incubação muito próximos, houve diferenças significativas entre elas, entre os isolados e também para o efeito de interação entre variedades e isolados. Estes resultados confirmam que as variedades reagiram de forma diferenciada frente aos isolados testados, evidenciando o efeito da interação entre patógeno-hospedeiro. Esta observação discorda de Pedersen & Brandenburg (1986), que não observaram diferença no período de incubação em plantas inoculadas com isolados de diferentes regiões geográficas.

Hooker (1963), Adipalla et al. (1993), Brewster & Carson (1992) e Carson (1995) descrevem o aumento do período de incubação como um componente da resistência parcial, útil na seleção de genes de resistência. Parlevliet (1979) discorda disso, uma vez que o período de incubação não afeta a taxa de reprodução do patógeno.

6.4. Avaliação da severidade em folhas

Para as avaliações de severidade, a utilização de duas formas de avaliação, uma em folhas individuais e outra na planta inteira, permitiu maior consistência de dados para revelar as diferenças existentes entre os tratamentos. Para as avaliações nas folhas individuais, a utilização da escala diagramática

elaborada por Bleicher (1988), para avaliar a porcentagem do tecido foliar afetado, foi um método rápido e simples de avaliação. Esta mesma metodologia foi adotada por Bleicher et al. (1992), os quais realizaram um experimento a campo para avaliar a severidade de *Exserohilum turcicum* na cultivar Pirapoca Amarela. Os autores consideraram o método eficiente em avaliações de experimentos com grande quantidade de cultivares.

A precisão experimental estimada pelo CV de variedades da AACPD nas folhas individuais foi semelhante à relatada para severidade da queima de *turcicum*, em genótipos de milho pipoca (FANTIN et al., 1991).

Uma vez que os tratamentos refletem diferenças na constituição genética dos materiais, a grande importância do genótipo do hospedeiro sobre a porcentagem de tecido foliar afetado pode ser verificada através das análises que revelaram diferenças significativas entre as variedades frente aos isolados.

As variedades MPA1 (26) e Língua de Papagaio (19), por exemplo, apresentaram menor AACPD, diferindo estatisticamente das demais variedades. Assim, o comportamento destas variedades pode sugerir que as mesmas apresentam um maior nível de resistência à queima de *turcicum*, quando comparadas com as demais variedades testadas. Esse comportamento da variedade MPA1 (26) foi diferente daquele observado nos experimentos conduzidos em Canoinhas, nas safras de 2002/2003 e 2003/2004, conforme indicado no Quadro 1 (Materiais e Métodos). Isso pode ser explicado por um possível efeito de interação dessa variedade com o local de avaliação, ou ainda, devido à presença de diferentes raças de *Exserohilum turcicum* nestes locais.

Dingerdissen et al. (1996) avaliaram a severidade da doença com base na AACPD através da porcentagem de área foliar afetada em variedades do Kenya, em 1994, e puderam diferenciar as variedades suscetíveis das resistentes com base no progresso da doença.

As avaliações nos diferentes momentos do experimento permitiram acompanhar o progresso da doença nas variedades. A primeira avaliação, efetuada aos 15 dias após a inoculação e a segunda avaliação, efetuada aos 25 dias após a inoculação, foram similares. A partir da terceira avaliação, efetuada

aos 35 dias após a inoculação, foi possível discriminar duas novas variedades, para menor e maior porcentagem de área foliar atacada. A terceira avaliação foi altamente significativa para variedades, mantendo os mesmos resultados na quarta avaliação, efetuada aos 45 dias após a inoculação. Em virtude da análise de variância da AACPD ser significativa para variedades, qualquer avaliação a partir dos 35 dias após a inoculação (terceira avaliação) seria um ótimo indicativo para comparar as variedades quanto à resistência à queima de *turcicum*, com base na severidade em folhas. Este fato poderia ainda favorecer programas de melhoramento genético, em virtude de a terceira avaliação coincidir com o início da floração masculina e anteceder a floração feminina.

A partir das avaliações da severidade da queima de *turcicum* em diferentes épocas é possível classificar o nível de severidade e/ou resistência das variedades de acordo com escalas diagramáticas ou compará-las aos resultados e classificações adotadas por outros autores.

Pataky et al. (2006), realizando estudos referentes à severidade da queima de *turcicum* com base na área foliar de 379 híbridos de milho-doce, observaram severidade de 8,0% a 86,0% nas avaliações realizadas no ano de 2005 e de 6,0% a 48,0% em 2006, apresentando médias de 38,0% e 25,0%, respectivamente. Verificaram que os efeitos na produção eram mínimos, quando as plantas apresentavam severidade inferior a 20,0%. A partir dos resultados, elaboraram critérios de classificação para as reações à queima de *turcicum*, sendo que plantas com severidade inferior a 10,0% são consideradas resistentes, de 10,0% a 15,0%, resistentes ou de resistência moderada, de 15,0% a 24,0%, resistência moderada, de 24,0% a 32,0%, resistência mediana, de 32,0% a 40,0%, suscetibilidade moderada, e severidades acima de 40,0%, como suscetíveis.

Os valores de severidade em folhas individuais para a terceira avaliação aos 35 dias variaram de 17,6% a 36,1% e para a quarta avaliação aos 45 dias, de 36,6% a 61,6%, com médias de 24,4% e 47,7%, respectivamente. Assim, pelos resultados obtidos para severidade em folhas e pela classificação adotada por Pataky (2006), as variedades utilizadas neste experimento apresentariam variação entre resistência moderada e suscetibilidade.

6.5. Avaliação da severidade na planta inteira

Para as avaliações considerando a porcentagem de área atacada na planta inteira, a utilização da escala diagramática elaborada por AGROCERES (1996) permitiu acompanhar o progresso da queima de *turcicum* nas plantas das diferentes variedades de milho utilizadas no experimento. Por se tratar de uma escala de fácil comparação visual e muito prática em avaliações a campo, já foi utilizada por outros autores em experimentos similares.

Gomes et al. (2005) avaliaram a severidade da queima de *turcicum* com base na mesma escala utilizada neste trabalho (AGROCERES, 1996) e concluíram que as reações do milho observadas permitiam identificar genótipos com diferentes níveis de resistência a *Exserohilum turcicum*.

A precisão experimental estimada pelo CV de variedades e isolados da AACPD, nas avaliações da planta inteira, foram inferiores aos observados para AACPD em folhas individuais. Os valores de CV da AACPD na planta inteira deste trabalho foram semelhantes aos encontrados para a severidade da queima de *turcicum* em variedades e híbridos de milho por Sawazki et al. (1990) e inferiores aos descritos recentemente por Juliatti et al. (2005).

Na avaliação da severidade da queima de *turcicum* da planta inteira com base na AACPD, foram encontradas diferenças significativas entre as variedades. Verificou-se que as variedades com menores AACPD foram MPA1 (26) e Língua de Papagaio (19). A variedade que apresentou maior AACPD foi a variedade Roxo (29). Estes resultados são similares aos verificados nas avaliações da AACPD em folhas individuais. Esta diferença para menor e maior severidade, respectivamente, quando comparadas entre as demais variedades, mostra que ocorreu variabilidade entre as variedades para a reação a *Exserohilum turcicum*. As variações entre estes tratamentos frente aos isolados pode ter ocorrido devido às diferenças em seus genótipos, já que não houve diferença significativa entre os isolados. Estes resultados estão de acordo com Leath & Pedersen (1978), para os quais a principal causa de variação da resistência à *Exserohilum turcicum* é a constituição genética de cada material.

Quanto às avaliações realizadas em diferentes épocas do experimento, a primeira avaliação, efetuada aos 15 dias após a inoculação, e a segunda avaliação, efetuada aos 25 dias após a inoculação, apresentaram resultados similares. As variedades que apresentaram menores e maiores valores para a severidade na planta inteira foram as mesmas observadas em folhas individuais.

A segunda avaliação, efetuada aos 25 dias após a inoculação e a terceira avaliação, efetuada aos 35 dias após a inoculação, apresentaram resultados similares para as severidades observadas anteriormente nas variedades.

A terceira avaliação manteve os resultados para menor severidade, havendo apenas alterações para maior severidade na planta. A variedade Roxo (29) teve a maior severidade, diferindo significativamente das demais variedades, seguida da variedade Rajado 8 Carreiras (31). Estes resultados se mantiveram para a quarta avaliação, efetuada aos 45 dias após a inoculação. Igualmente nas avaliações em folhas, isto poderia sugerir que a partir da terceira avaliação aos 35 dias após a inoculação seria compatível para comparar e classificar as variedades quanto à resistência à queima de *turcicum*, com base na severidade na planta inteira.

A severidade com base na porcentagem de área da planta afetada, quando efetuada na terceira e quarta avaliação, podem ser utilizadas para a classificação das variedades em diferentes níveis de resistência e/ou suscetibilidade.

Warwick & Warren (1981) realizaram estudos da queima de *turcicum* em campo e observaram que a severidade da área foliar chegou a 94% na cultivar A 619. Concluíram que o mecanismo de resistência não é ativado no começo da infecção, devendo ocorrer mais tarde. A resistência poligênica foi efetiva no campo com plantas adultas, porém não em plântulas, concordando com Levy & Cohen (1983), os quais verificaram que plantas jovens são mais suscetíveis à infecção por *Exserohilum turcicum* do que plantas adultas. Esta consideração pode justificar o fato de que foi possível discriminar novas variedades para maior e menor severidade a partir da terceira avaliação deste experimento, realizada aos 35 dias após a inoculação. A variedade MPA1 (26) apresentou severidade média de 8,85% e a variedade Língua de Papagaio (19) de 8,38%. A variedade Roxo

(29) apresentou o maior nível de severidade, com 16,61% de área da planta atacada pela queima de *turcicum*. De acordo com a proposta da escala diagramática (AGROCERES, 1996), de modo geral, a média destas severidades em porcentagem, indica o tipo de reação classificada como mediana resistência para MPA1 (26) e Língua de Papagaio (19) e mediana suscetibilidade para Roxo (29). De modo geral, as avaliações de severidade da queima de *turcicum* apresentaram resultados similares para avaliações em folhas e na planta inteira. Este fato concorda com as observações realizadas por Bleicher (1992), que correlacionou a porcentagem da área da planta com a porcentagem média de área foliar atacada em Pirapoca Amarela.

6.7. Avaliação da incidência

Os dados referentes às avaliações de severidade confirmam os resultados obtidos para a incidência de plantas atacadas. As variedades que apresentaram menor severidade coincidiram com as que apresentaram menor número de plantas doentes. As variedades com maiores taxas de progresso da doença também apresentaram maior número de plantas doentes dentro da parcela.

6.8. Modelo de resistência parcial com interação patógeno x hospedeiro

Diferenças significativas para o efeito da interação entre isolados e variedades foram obtidas para duas variáveis, ou seja, para o período de incubação e para a terceira avaliação (aos 35 dias após a inoculação) de severidade com base na reação apresentada na planta inteira. A presença de interação significativa entre patógeno x hospedeiro para as citadas variáveis, em presença de lesões do tipo suscetível (lesões necróticas), explica que a resistência residual manifestada por todas as variedades analisadas segue um modelo de resistência parcial, tal como observado por Parlevliet para o patossistema *Puccinia hordeilcevada* (1975). Ainda que as demais variáveis não tenham manifestado interação patógeno x hospedeiro significativa, para níveis de significância inferiores a 5%, pode-se observar uma tendência a mudanças de comportamento das variedades, segundo os isolados testados, assim como

mudanças de comportamento de agressividade, segundo a variedade considerada.

O efeito residual dos genes qualitativos superados pelos três isolados pode ter sido responsável pelo comportamento diferenciado das variedades frente aos isolados de *Exserohilum turcicum* e dos isolados frente as variedades para as variáveis que apresentaram interação significativa, ou seja, para período de incubação e para severidade na planta inteira aos 35 dias após a inoculação.

Parlevliet (1979) destaca que a resistência pode apresentar efeitos de interação entre patógeno x hospedeiro. Uma das razões para explicar a manifestação da interação entre patógeno x hospedeiro como efeito associado a resistência parcial, deve-se a um modelo de interação poligene-a-poligene (PARLEVLIET & ZADOKS, 1976), similar àquele apresentado na teoria gene-a-gene de Flor (1946), para o patossistema *Melampsora lini*.

A existência de um 'efeito residual' proporcionado por genes de resistência de grande efeito fenotípico, que foram superados por raças-específicas de *Exserohilum turcicum*, tal como descrito por Nelson (1970) e Parlevliet (1988), também pode ter sido responsável pela interação observada entre as variedades e os isolados de *Exserohilum turcicum* para as variáveis período de incubação e severidade na planta inteira após 35 dias da inoculação. Estes genes superados por essas raças-específicas do patógeno podem continuar contribuindo para a expressão da 'resistência residual' à queima de *turcicum*, sem perder completamente sua ação sobre o patógeno (PARLEVLIET, 1997). A interação patógeno-hospedeiro verificada por Parlevliet (1975), no patossistema *Puccinia hordei/cevada*, pode ser resultado desse efeito proporcionado por antigos monogenes de resistência, que perderam parcialmente sua efetividade.

A resistência parcial é um tipo de resistência incompleta, geralmente condicionada por genes menores, em que, embora o hospedeiro apresente reação de suscetibilidade, verifica-se uma baixa taxa de progresso da doença (ADIPALLA et al., 1993; BREWSTER & CARSON, 1992; MEYER et al., 1991). Diversos autores atribuíram diferentes níveis de severidade da queima de *turcicum* à presença de resistência parcial a *Exserohilum turcicum*, em determinadas variedades de milho

(ADIPALLA et al., 1993; BREWSTER & CARSON, 1992; MEYER et al., 1991). Este tipo de resistência, quando presente em variedades de polinização aberta, pode surgir pela recombinação genética em cultivos sucessivos, possibilitando o acúmulo de alelos favoráveis em sistemas de resistência poligênica. Este fato foi também relatado por Kamikoga et al. (1990), os quais realizaram um experimento semelhante, testando diferentes variedades de milho frente a isolados de *Exserohilum turcicum* procedentes de diversas regiões brasileiras, e classificaram o “Composto Indígena” como resistente para quase todos os isolados testados.

Para que a resistência parcial possa ser identificada e caracterizada em um grupo de genótipos, é necessário que entre estes haja variabilidade para os diversos componentes que a condicionam. A variação de comportamento entre as variedades utilizadas no presente trabalho, indica a possibilidade de seleção de genótipos portadores de resistência parcial.

Adipalla et al. (1993) e Brewster & Carson (1992), verificaram que a resistência parcial a *Exserohilum turcicum* em milho é expressa na redução da severidade da doença ou do progresso durante o enchimento de grãos.

Meyer et al. (1991), em estudos referentes à resistência parcial à queima de *turcicum* em milho-doce, observaram diferentes níveis de severidade em três ciclos de cultivo: 0% a 6,0% de severidade no primeiro ciclo (1988), 7,0% a 34,0% no segundo (1989), e 6,0% a 68,0% no terceiro ciclo (1990).

Pataky & Ledencan (2006) avaliaram híbridos com e sem o gene Ht1, quanto à reação de resistência conferida pelo gene Ht1 em milho-doce, quando infectado com uma mistura de isolados virulentos e avirulentos, e observaram severidade de 1 a 59%, em 2003, e de 3 a 75%, em 2004. Relataram que a severidade é dependente da quantidade de inóculo.

Lips et al. (1997) estudaram a interação do gene Ht na resistência parcial a *Exserohilum turcicum* em milho e verificaram que as lesões não aumentavam em número e sim em tamanho e este fato é que aumentava a severidade. Mesmo não observando nenhuma variedade com características de resistência qualitativa, os diferentes níveis de severidade sugeriram indícios de resistência quantitativa nas variedades com menores taxas de progresso da doença.

6.9. Seleção de fontes genéticas de resistência

Outro aspecto importante neste trabalho se refere ao fato da terceira e quarta avaliações coincidirem com o início da floração no milho. É possível identificar genótipos com diferentes níveis de resistência antes do florescimento, descartando as variedades com alta taxa de progresso da doença, conforme proposto por Juliatti & Souza (2005). Este é um fator importante na seleção de fontes de resistência genética a serem utilizadas em programas de melhoramento genético vegetal.

Carson (2006) utilizou uma população de milho sintética, desenvolvida a partir de cinco linhagens híbridas com variações em resistência parcial a *Exserohilum turcicum* e avaliou a eficiência da seleção recorrente fenotípica para componentes de resistência parcial. Encontrou severidades de 54,0% a 85,0%, no primeiro ciclo de seleção, e de 8,0% a 43%, no segundo. Relatou a eficiência da seleção destes componentes antes do florescimento através da seleção de parentes masculinos e femininos. Teoricamente, isto dobra a eficiência da seleção quando comparada com a seleção massal praticada por Pataky (2005), onde a seleção é fenotípica e praticada em polinização aberta em plantas femininas algum tempo após a polinização.

Chaves et al. (2004) estudaram a correlação de componentes de resistência entre si e com a intensidade da ferrugem da folha a campo em aveia branca. Concluíram que se pode pensar em selecionar genótipos através da mensuração de um único componente de resistência se este apresentar alta correlação de associação com a AACPD. De fato, este procedimento pode ser de grande utilidade para agilizar a seleção em programas de melhoramento. No entanto, a seleção baseada em apenas um componente só será eficiente à campo, se houver também alta correlação entre os componentes de resistência (PARLEVLIT, 1988).

De modo geral, embora não houvessem variedades portadoras resistência qualitativa dentre as nove variedades analisadas, foi possível verificar a variabilidade existente entre as mesmas, quanto a resistência quantitativa. Esta

variabilidade foi confirmada para todas as variáveis analisadas nesse trabalho, mediante as diferentes reações apresentadas diante dos isolados ISO3, ISO4 e ISO6. A partir do comportamento dessas variedades, foi possível quantificar o desenvolvimento da queima de *turcicum* e, assim, diferenciar genótipos de milho de acordo com sua reação frente à *Exserohilum turcicum*.

A quantificação de doenças é fundamental para estudos epidemiológicos e para a avaliação de estratégias de controle. A quantificação de uma variável que expresse a intensidade de doença, quer seja ela medida pela incidência ou pela severidade, é necessária, tanto para descrever o progresso da epidemia e sua relação com o clima ou com medidas de controle, quanto para validação de modelos de previsão ou para a aplicação do manejo integrado. Assim, o conhecimento da diversidade, complexidade e evolução da população de *Exserohilum turcicum*, através do monitoramento das raças predominantes nas regiões produtoras de Santa Catarina é indispensável para a recomendação de cultivares que possam reduzir os prejuízos causados por *Exserohilum turcicum*.

A seleção de genótipos de milho com resistência quantitativa à queima de *turcicum* poderia ser baseada no comportamento dos mesmos no campo, através da quantificação da AACPD, visto que, o estudo das curvas de progresso da doença auxilia a identificação de genótipos com um progresso lento.

Sugere-se que experimentos desta natureza sejam feitos com avaliações a campo e busquem o maior número possível de ambientes (anos e locais), pois a expressão estável da resistência quantitativa em vários locais permitiria verificar as interações patógeno-hospedeiro entre diferentes genótipos de *Exserohilum turcicum* e de variedades de milho, segundo às condições particulares de cada ambiente. A seleção de genótipos com resistência quantitativa à queima de *turcicum* deve ainda envolver a quantificação de seus componentes, para minimizar a possibilidade de que a resistência observada a campo não seja reflexo da baixa frequência de raças virulentas do patógeno. Este fato justifica, diante das demais variáveis observadas, que a análise da resistência quantitativa é imprescindível na verificação da presença da resistência conferida por genes de efeito menor.

7. CONCLUSÕES

- A metodologia utilizada para a caracterização e a obtenção de culturas monospóricas de *Exserohilum turcicum* apresenta resultados satisfatórios;
- A quantificação da doença com base no cálculo da AACPD é satisfatória para distinguir variedades com maiores e menores graus de resistência;
- Em todas as análises estatísticas foram constatadas diferenças significativas entre as variedades, o que demonstra a composição genética diferenciada das populações locais de milho testadas no experimento;
- As severidades observadas com base na percentagem de tecido afetado pela queima de *turcicum*, tanto na folhas individuais quanto na planta inteira, foram semelhantes, sugerindo que estas variáveis são correspondentes;
- Avaliações realizadas para a severidade com base na AACPD na planta inteira apresentaram coeficientes de variação inferiores aos observados em folhas individuais, indicando que a avaliação desta variável fornece resultados com maior precisão;
- Em geral, a variedade MPA1 (26) apresentou maior resistência à queima de *turcicum* com base na severidade, enquanto que a variedade Roxo (29) apresentou maior suscetibilidade;
- As variedades Mato Grosso (39), Palha Roxa (18), Roxo (30), Composto São Luiz (13), Língua de Papagaio (19), Mato Grosso – Palha Rocha (37) e Rajado 8 Carreiras (31) apresentaram um comportamento variável, porém, intermediário às variedades que se destacaram para menor e maior resistência à queima de *turcicum*;
- Todos os componentes da resistência avaliados foram bons indicativos para quantificar a resistência quantitativa das variedades locais frente à queima de *turcicum*.

ANEXOS

Anexo 1 – Imagens do campo experimental instalado na Fazenda da Ressacada da Universidade Federal de Santa Catarina.

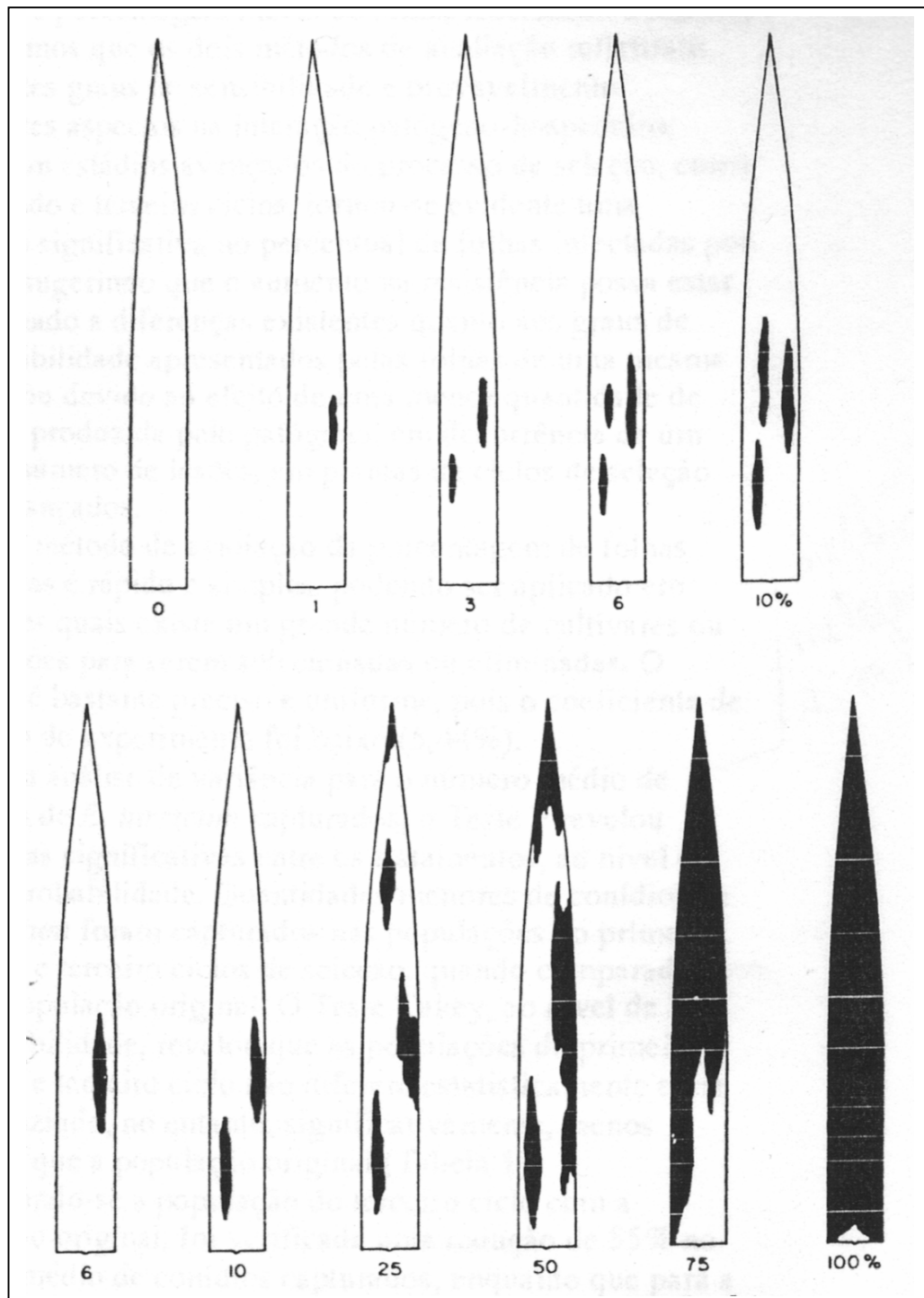


Anexo 2 – Escala descritiva de notas para avaliação da resistência qualitativa descrita por Esteves (1989) e adaptada por Ogliari (1999).

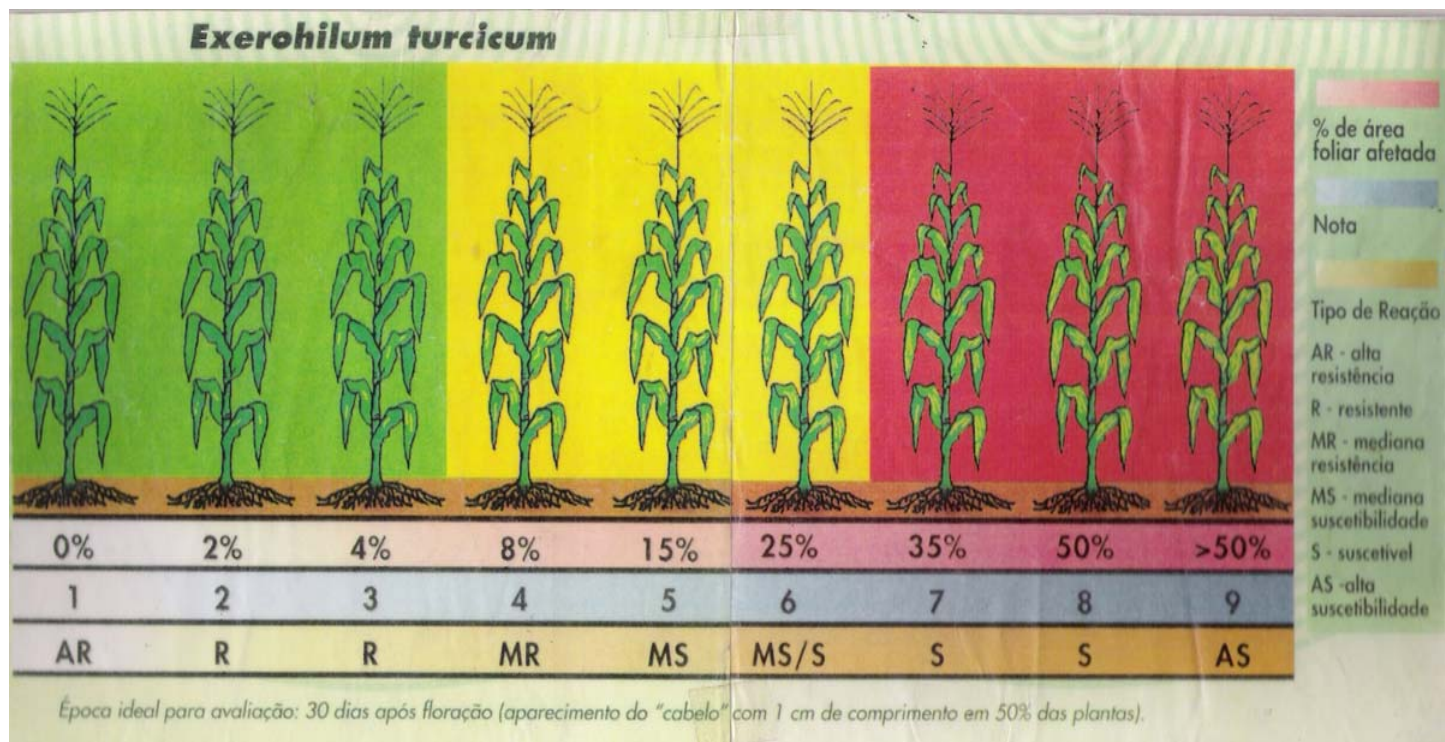
Nota	Características fenotípicas	Tipo de Reação Esteves (1989)*	Tipo de Reação Ogliari (1999)*
1	Ausência de sintomas	R₁	R
2	Pontos cloróticos ou pequenas lesões clorótico-necróticas de formato circular	R₂	
3	Lesões clorótico-necróticas em fase inicial de desenvolvimento ou presença de lesões clorótico-necróticas estreitas, dispostas ao longo das nervuras e freqüentemente estendendo-se à nervura mais próxima	R₃	
4	Presença de lesões clorótico-necróticas grandes, podendo haver coalescência entre lesões	R₄	
5	Presença de lesões clorótico-necróticas delimitadas, sem halo clorótico e com bordos mais escuros na periferia das lesões	S₅	S
6	Presença de lesões clorótico-necróticas sem delimitação, com murcha e seca na extremidade das folhas	S₆	

* Onde: R = Reação de resistência
S = Reação de suscetibilidade

Anexo 3 – Escala diagramática para avaliação da percentagem do tecido foliar infectado por *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard Suggs. elaborada por Bleicher (1988).



Anexo 4 – Escala diagramática para avaliação da severidade de *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard Suggs. Elaborada por AGROCERES (1996).



Anexo 5

Quadro 1A – Análise de variância para período de incubação nas variedades Mato Grosso (39), Palha Roxa (18), Roxo (30), Roxo (29), Composto São Luiz (13), MPA1 (26), Língua de Papagaio (19), Mato Grosso – Palha Rocha (37) e Rajado 8 Carreiras (31).

Fonte de Variação	GL	QM	F	p
Bloco	3			
Isolado(a)	2	12,29046	10,3257**	0,0046
Bloco x Isolado	6	1,19027		
Variedade (b)	8	6,26751	3,0836**	0,0048
Isolado x Variedade	16	8,20772	4,0382**	0,0010
Erro	72	2,03254		
Total	107	363,10012		
Média	11,92			
CVa	9,1478			
CVb	11,9540			

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$), * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($01 \Rightarrow p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

Quadro 2A – Análise de variância da AACPD calculada a partir da severidade da queima de *turcicum* em folhas individuais.

Fonte de Variação	GL	QM	F	p
Bloco	3	183794,95	3,99	
Isolado(a)	2	1421881,00	6,51*	0,0314
Bloco x Isolado	6	218461,35		
Variedade (b)	8	204212,19	4,43**	0,0002
Isolado x Variedade	16	62711,54	1,36ns	0,1867
Erro	72	46102,22		
Total	107			
Média	574,47			
CVa	27,12			
CVb	37,38			

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$), * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($01 \Rightarrow p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

Quadro 3A – Análise de variância para severidade a partir da porcentagem média de tecido lesionado em folhas individuais aos 15, 25, 35 e 45 dias após a inoculação.

FV	GL	Avaliação 1			Avaliação 2			Avaliação 3			Avaliação 4		
		QM	F	p	QM	F	p	QM	F	p	QM	F	p
Bloco	3	4,71	2,99*	0,0364	26,71	1,87ns	0,1418	420,92	3,49*	0,0200	1078,47	3,63*	0,0168
Isolado(a)	2	57,85	7,54*	0,0230	298,34	7,88*	0,0210	3414,47	5,81*	0,0394	5326,23	5,64*	0,0418
Bloco x Isolado	6	7,67			37,87			587,32			944,00		
Variedade (b)	8	4,85	3,09**	0,0048	32,39	2,27*	0,0316	554,00	4,59**	0,0001	878,60	2,96**	0,0064
Isolad x Varied	16	1,60	1,02ns	0,4512	14,81	1,04ns	0,4291	176,77	1,46ns	0,1377	348,28	1,17ns	0,3105
Erro	72	1,57			14,26			120,71			297,03		
Total	107												
Média			2,48			6,65			24,42			47,80	
CVa			37,25			30,83			33,08			21,43	
CVb			50,61			56,76			45,00			36,06	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$), * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($01 = < p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

Quadro 4A – Análise de variância da AACPD na planta inteira para severidade da queima de *turcicum*.

FV	GL	QM	F	p
Bloco	3	10057,10	3,39*	0,0225
Isolado(a)	2	63971,19	4,74ns	0,0583
Bloco x Isolado	6	13501,69		
Variedade (b)	8	15202,15	5,12**	0,0000
Isolado x Variedade	16	5189,94	1,75ns	0,0564
Erro	72	2966,76		
Total	107			
Média		165,03		
CVa		23,47		
CVb		33,01		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$), * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($01 = < p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

Quadro 5A - Análise de variância para severidades a partir da porcentagem média de tecido lesionado da planta nos diferentes momentos de avaliação.

FV	GL	Avaliação 1			Avaliação 2			Avaliação 3			Avaliação 4		
		QM	F	p	QM	F	p	QM	F	p	QM	F	p
Bloco	3	1,03	2,19ns	0,0972	2,46	3,22*	0,0277	30,71	3,90*	0,0122	71,97	4,23**	0,0082
Isolado(a)	2	6,16	1,83ns	0,2391	21,98	6,44*	0,0321	96,45	3,12ns	0,1179	277,70	3,66ns	0,0914
Bloco x Isolado	6	3,36			3,41			30,92			75,90		
Variedade (b)	8	1,73	3,66**	0,0013	2,15	2,82**	0,0090	31,63	4,01**	0,0006	83,01	4,88**	0,0001
Isolad x Varied	16	0,60	1,26ns	0,2449	0,54	0,70ns	0,7824	16,00	2,03*	0,0221	27,54	1,62ns	0,0852
Erro	72	0,47			0,76			7,88			16,99		
Total	107												
Média			1,98			2,88			5,96			11,37	
CVa			30,92			21,38			31,09			25,54	
CVb			34,82			30,37			47,07			36,26	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$), * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

Quadro 6A – Análise de variância para incidência da queima de *turcicum* dentro da parcela útil composta por 12 plantas. Resultados para primeira avaliação (aos 15 dias após a inoculação) e para segunda avaliação (aos 25 dias após a inoculação).

Fonte de Variação	GL	15 dias			25 dias		
		QM	F	p	QM	F	p
Bloco	3	7,91	2,15	0,1012	27,49	11,57**	0,0000
Isolado(a)	2	96,73	8,41*	0,0182	37,01	1,81ns	0,2427
Bloco x Isolado	6	11,50			20,45		
Variedade (b)	8	10,37	2,82**	0,0089	5,13	2,16*	0,0409
Isolado x Variedade	16	5,63	1,53ns	0,1128	1,43	0,60ns	0,8736
Erro	72	3,68			2,38		
Total	107						
Média		4,02			9,71		
CVa		28,13			15,52		
CVb		47,72			15,87		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$), * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($01 \leq p < .05$), ns não significativo ($p \geq .05$).

Anexo 6 – Dados meteorológicos fornecidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A., referentes aos meses de outubro, novembro e dezembro de 2006.



Empresa de Pesquisa
Agropecuária e Extensão
Rural de Santa Catarina S.A.



Estação: São José - SC (Grande Florianópolis)
Latitude: 27°35`S Longitude: 48°34`O Altitude: 2 metros
Fonte: Epagri/Ciram/Inmet
Estação: Florianópolis - SC (Bairro Itacorubi)
Latitude: 27°34'49' Longitude: 48°30'22" Altitude: 2 metros
Fonte: Epagri/Ciram

Nome	Variavel		ANO	SET	OUT	NOV	DEZ
Florianópolis (São José)	Temperatura do Ar	Máxima	2006	21,12	23,33	24,20	27,83
Florianópolis (São José)	Temperatura do Ar	Mínima	2006	15,41	18,72	19,49	22,67
Florianópolis (Itacorubi)	Temperatura do Ar	Máxima	2006	21,45	23,45	24,29	27,55
Florianópolis (Itacorubi)	Temperatura do Ar	Mínima	2006	15,75	18,08	18,84	21,9

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2006: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP, 2005. 504p.

AGRIOS, G. **Plant Pathology**. 3 ed. San Diego: Academic Press, 1988. 803 p.

AGROCERES. **Guia Agroceres de sanidade**. 2 edição. 1996. 72p.

ADIPALA, E.; LIPPS, P.E.; MADDEN, L.V. Occurrence of *Exserohilum turcicum* on maize in Uganda. **Plant Disease**, v.77, p. 202-205, 1993.

ALCORN, J.L. The taxonomic of "*Helminthosporium*" species. **Annual Review of Phytopathology**. V.26, p 37-56, 1988.

ALVES, A. C. & VOGT, G. C. & FANTINI, A. C. & OGLIARI, J. B. & MARASCHIN, M. Variedades locais de milho e a agricultura familiar do extremo oeste catarinense. In. CANCI, A. & VOGT, G. A. & CANCI, I. J. **A diversidade das espécies crioulas em Anchieta** – SC. Ed. Mclee. São Miguel do Oeste. p. 67-85. 2004.

AMORIM, L. Avaliação de doenças. In: BERGAMIN, A.F.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo : Ceres, v. 1, p. 647-670, 1995.

ANDREW, R.H.; ROWE, P.R.; OELKE, E.A. Certain factors influencing the development of northern corn leaf blight following seedling inoculation. **Crop Science**, Madison, v.4, p. 4-7, 1964.

ARAÚJO, P.M. DE; NASS, L.L. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.589-593, jul./set. 2002.

BARBIERI, R. & CARVALHO, F.I.F. de. Coevolução de plantas e fungos patogênicos. **Revista Brasileira de agrociência**, v.7, n.2, p. 79-83, 2001.

BEDENDO, I.P. Manchas foliares. In: BERGAMIM FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**, v.1, p.855-857, 1995.

BENTOLILA, S.; GUITTON, C.; BOUVET, N.; SAILAND, A.; NYKAZA, S.; FREYSSINET, G. Identification of RFLP marker tightly linked to the Ht1 gene in maize. **Theoretical and Applied Genetics**, v.82, p. 393-398, 1991.

BEADLE, G.W. **The origin of *Zea mays***. In: Origins of agriculture. Mouton Publishers – The Hague. Ed: REED, C. Paris, 1977.

BERGAMIM FOLHO, A. A epidemia como um sistema. In: BERGAMIM FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**, v.1, p. 574-597, 1995.

BERGAMIM FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**, v.1, 1995. 919p.

BERGAMIM FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: Epidemiologia e controle econômico**. Ceres, São Paulo. 1996.

BERGAMIM FILHO, A.; AMORIM, L. Epidemiologia comparativa entre os patossistemas temperado e tropical: conseqüências para a resistência a fungicidas. **Fitopatologia brasileira**. Brasília, v.26 n.2, 2001.

BERGER, R.D. *Helminthosporium turcicum* lesion numbers related to numbers of trapped spores and fungicide sprays. **Phytopathology**. v.63, p. 930-933, 1973.

BERGQUIST, R.R.; MASIAS, O.R. Physiological specialization in *Trichometasphaeria turcica* f. sp. Zeae and *T. turcica* f. sp. Sorgui in Hawaii. **Phytopathology**. v.64, p. 645-649, 1974.

BLEICHER, J. **Níveis de resistência a *Helminthosporium turcicum* Pass. em três ciclos de seleção em milho pipoca (*Zea mays* L.)**. Piracicaba, 1988. 130p. Tese (Doutorado) - ESALQ – SP, 1988.

BLEICHER, J.; BALMER, E. Efeitos da seleção recorrente fenotípica sobre a resistência a *Exserohilum turcicum* (pass.) Leonard & Suggs em milho. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v.28, n.11, p. 1291-1295, nov. 1993.

BOOSALIS, M.G.; SUMMER, D.R. & RAO, A.S. Overwintering of conidia de *Helminthosporium turcicum* on corn residues and in the soil in Nebraska. **Phytopathology**. v.57, p.990-996, 1967.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. Viçosa : UFV, 1997. 547p.

BOWEN, K.L.; PEDERSEN, W.L. Effects of northern leaf blight and detasseling on yields and yield components of corn inbreds. **Plant Disease**, v.72, n.11, p. 952-956, 1988.

BREWSTER, V.A.; CARSON, M.L.; WICKS, Z.W. Mapping components of partial resistance to northern leaf blight of maize using reciprocal translocations. **Phytopathology**. V.87, p. 664-669, 1997.

BREWSTER, V.A.; CARSON, M.L.; WICKS, Z.W. Mapping components of partial resistance to northern leaf blight of maize using reciprocal translocations. **Phytopathology**, v.82, p. 225-229, 1992.

BURDON, J.J. & SILK, J. Sources and patterns of diversity in plant-pathogenic fungi. **Phytopathology**. v.82, p.225-229, 1992.

CANCI, A. & VOGT, G. A. & CANCI, I. J. 2004. **A diversidade das espécies crioulas em Anchieta** – SC. Ed. Mclees. São Miguel do Oeste. 112 p.

CANCI, I.J. **Relações dos sistemas informais de conhecimento no manejo da agrobiodiversidade no Oeste de Santa Catarina**. Florianópolis, 2006. 191p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

CAMARGO, L.E.A. Mecanismos de variabilidade genética de agentes fitopatogênicos. **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**, v.1, p. 456-469. 1995.

CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York. Wiley, 1990.

CARSON, M.L. Inheritance of latent period length in maize infected with *Exserohilum turcicum*. **Plant Disease**, v.79, p. 581-585, 1995.

CARSON, M.L.; WICKS, Z.W. Response of a maize synthetic to S1 recurrent selection for grain yield in a disease-stress environment. **Maydica**, v.38, p.193-199, 1993.

CARSON, M.L. & VAN DYRE, C.J. Effect of light and temperature on expression of partial resistance of maize to *Exserohilum turcicum*. **Plant Disease**, v.78, p. 519-522, 1994.

CARSON, M.L. Response of a maize synthetic to selection for components of partial resistance to *Exserohilum turcicum*. **Plant Disease**, v.90, p. 910-914, 2006.

CHAVES, M.S.; MARTINELLI, J.A.; FEDERIZZI, L.C. Resistência quantitativa à ferrugem da folha em genótipos de aveia branca: II – Avaliação de componentes de resistência. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, p. 47-55, 2004.

CHAVES, M.S.; MARTINELLI, J.A. Ferrugem da folha de aveia: aspectos epidemiológicos e perspectivas de controle através da resistência genética na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n.4, p. 397-403, 2005.

CHAVES, G. M. Melhoramento do cafeeiro visando a obtenção de cultivares resistentes a *Hemileia vastatrix* Berk et Br. **Revista Ceres**, v.23, p. 321-32, 1976.

CHENOLU, V.V. & HORA, T.S. **Studies of losses to *Helminthosporium turcicum* Blight of mayze**, Indian Phytopathology, New Delhi, v.15, p. 235-237, 1962.

COELHO, R.S.B. Patogenicidade de *Helminthosporium turcicum* Pass. e herança de resistência de diferentes fontes em milho. Piracicaba, 1980. 62p. Tese (Doutorado) - ESALQ – SP, 1980.

COELHO, A.M.; CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. Rendimento do milho no brasil: Chegamos ao máximo? **Potafos Encarte Técnico**. Informações agronômicas n.101, mar., 2003.

CONAGIN, A.; JUNQUEIRA, A.A.B. **O milho no Brasil**. In: Cultura e adubação do milho. Ed.: Instituto Brasileiro de Potassa. São Paulo, 1966. 541p.

DE LEON, C. **Moléstias do milho**; guia para sua identificação no campo. 2 ed. Piracicaba: Fundação Cargill, 1978. 92p.

DIDONET, A. D.; BAGGIO, A. J.; MACHADO, A. T.; TAVARES, E. D.; COUTINHO, H. L. da C.; CANUTO, J.C.; GOMES, J. C. C.; RIBEIRO, J. F.; WADT, L. H. de O.; MATTOS, L. M. de; BORBA, M. F. S.; KATO, M. do S A.; URCHEI, M. A.; KITAMURA, P. C.; PEIXOTO, R.T. de G. **Marco referencial em Agroecologia**. 2.versao. Brasilia, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 34p. Disponível em: http://www.embrapa.br/a_embrapa/unidades_de_pesquisa/sct/publicacoes/transferencia/marco_ref.pdf > Acesso em: maio de 2007.

DINGERDISSEN, A.L.; GEIGER, H.H.; LEE, M. SCHECHERT, A.; WELZ, H.G. Interval mapping of genes for quantitative resistance of maize to *Setosphaeria turcica*, cause of northern leaf blight, in a tropical environment. **Molecular Breeding**, v.2, p.143-156, 1996.

DUNN, G.M.; NAN, T. Gene dosage effects on monogenic resistance to northern corn leaf blight. **Crop Science**, Madison, v.10, p. 352-4, 1970.

ELLIOT, C.; JENKINS, M.T. *Helminthosporium turcicum* leaf blight of corn. **Phytopatology**, St. Paul, v.36, p. 660-6, 1946.

EMGE, R.G., KINGSOLVER, C.H. & JOHNSON, D.R. Growth of sporulating zone of *Puccinia striiformis* and its relationship to stripe rust epiphytology. **Phytopathology**. v.65, p. 679-681, 1975.

EPAGRI. Disponível em <http://www.epagri.rct-sc.br>. Acesso em: Junho de 2006.

EPAGRI. **Avaliação de cultivares para o Estado de Santa Catarina 2004/2005**. Florianópolis, 2004. 141p. (Epagri. Boletim Técnico, 125).

Epagri/Cepa. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina**. Florianópolis: Publicação Anual. Editada pela Epagri 2003.

Epagri/Cepa. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina**. Florianópolis: Publicação Anual. Editada pela Epagri 2005.

Epagri/Cepa. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina**. Florianópolis: Publicação Anual. Editada pela Epagri 2006.

ESTEVES, M.C.F. **Reação a *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs em milho (*Zea mays*L.) e variabilidade do patógeno**. Piracicaba, 1989. 55p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1989.

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**. v.17, p. 90-99, 1991.

FAO. The State of the World's Plant Genetic Resource for Food and Agriculture. **Agricultural Production Indices**. 2004. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: fevereiro de 2006.

FEHR, W.R. **Principles of cultivar development**. Volume I: Theory and technique. Iowa State Univ. Ed. McGraw-Hill, Inc. 255p.

FERRARI, D. L. **Agricultura familiar, trabalho e desenvolvimento no oeste de Santa Catarina**. Campinas, 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, 2003.

FLOR, H.H. Current status of the gene-for-gene concept. **Annual Review Phytopathology** 9:275-296. 1971.

FRANCELLI, A.L.; NETO, D.D. Milho: Fisiologia da produção. In. **Seminário sobre fisiologia da produção e manejo de água e nutrientes na cultura do milho de alta produtividade**. ESALQ/USP-POTAFOS. Piracicaba-SP. p. 1-26, 1996.

FREDERIKSEN, R. A. **Compedium of sorghum diseases**. St. Paul: American Phytopathology Society, 1991. 82p.

FROSI, J.F. **Níveis de resistência a *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs em milho**. Piracicaba, 1991. 96p. Tese (Doutorado) - ESALQ/USP, 1991.

GIANASI, L. CASTRO, H.A. de, SILVA, H.P. da. Raças fidiológicas de *Exserohilum turcicum* identificadas em regiões produtoras de milho no Brasil, safra 93/94. **Summa Phytopathologica**, v.22, p. 214-217, 1996.

GEVERS, H.O. A new major gene for resistance to *Helminthosporium turcicum* leaf blight of maize. **Plant Dis Rep**, v.59, p. 296-299, 1975.

GONÇALVES-VIDIGAL, M. C. & POLETINE, J. P. **Resistência às doenças**. In: DESTRO, D. Melhoramento Genético de Plantas, 1999.

HILU, H.M.; HOOKER, A.L. Monogenic chlorotic resistance to *Helminthosporium turcicum* in corn seedlings. **Phytopathology**, St. Paul, v.53, p. 909, 1963.

HILU, H.M.; HOOKER, A.L. Host-pathogen relationship of *Helminthosporium turcicum* in resistant and susceptible corn seedlings. **Phytopathology**, v.54, p. 570-575, 1964

HILU, H.M.; HOOKER, A.L. Host-pathogen relationship of *Helminthosporium turcicum* in resistant and susceptible corn seedlings. **Phytopathology**, v.54, p. 570-575, 1965.

HILU, H.M.; HOOKER, A.L. Localized infection by *Helminthosporium turcicum* on corn leaves. **Phytopathology**, v.55, p. 189-192, 1965.

HOOKER, A.L. A new type of resistance in corn to *Helminthosporium turcicum* in seeding corn. **Plant Disease Reporter**, v. 45, p. 780-781, 1961.

HOOKER, A.L. Inheritance of chlorotic-lesion resistance to *Helminthosporium turcicum* in seeding corn. **Phytopathology**, v.53, p. 660-662, 1963.

HOOKER, A.L.; PERKINS, J.M. **Helminthosporium leaf blight of corn** – the state of the art. p.68-87. In: Proc. Annu. Corn sorghum Res. Conf. 35th.

HOOKER, A.L. *Helminthosporium turcicum* as a pathogen of corn. **Reporter Tottori Mycology Institute**, v. 12, p.115-125, 1975.

HOOKER, A.L. A second major gene locus in corn for chlorotic-lesion resistance to *Helminthosporium turcicum*. **Crop Science**, v.17, p.132-135, 1977.

HOOKER, A.L. Relationship of dominant genes in corn for chlorotic lesion resistance to *Helminthosporium turcicum*. **Plant Disease**, v. 64, p. 387-388, 1980.

HOOKER, A.L. Resistance to *Helminthosporium turcicum* from *Tripsacum floridanum* incorporated into corn. **Maize Genetics Cooperation Newsletter**. v.55, p. 87-88, 1981.

HOOKER, A.L.; KIM, S.K. Monogenic and multigenic resistance to *Helminthosporium turcicum* in corn. **Plant Disease Reporter**, v.57, p. 586-589, 1973.

HUGHES, G.R. & HOOKER, A.L. Gene action conditioning resistance to northern leaf blight in maize. **Crop Science**, v.11, p 180-184, 1971.

SHURTLEFF, M.C. **A compendium of corn diseases**. 2.ed. St. Paul: APS/University of Illinois, 1986. 105p.

SHURTLEFF, M.C. (Ed.) **Compendium of corn diseases**. 2.ed. St. Paul: American Phytopathological Press, 1992. 105p.

IBEGE. **Produção Agrícola Municipal (PAM)**. 2003. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: Abril de 2006.

IBEGE. **Produção Agrícola Municipal (PAM)**. 2004. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: Abril de 2006.

IBEGE. **Produção Agrícola Municipal (PAM)**. 2005. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: Abril de 2006.

ICEPA. Instituto CEPA/SC. **Estimativas do Instituto Cepa/SC (março/2003)**. Disponível em: <http://www.icepa.rct-sc.br/>. Acesso em: Abril de 2006.

ICEPA. Instituto CEPA/SC. **Estimativas do Instituto Cepa/SC (março/2005)**. Disponível em: <http://www.icepa.rct-sc.br/>. Acesso em: Abril de 2006.

JENKINS, M.T.; ROBERT, A.L. Evaluating the breeding potential of inbred lines of corn resistant to the leaf blight caused by *Helminthosporium turcicum*. **Agronomy Journal**, v.51, p. 93-96, 1959.

JENKINS, M.T.; ROBERT, A.L. Inheritance of resistance to the leaf blight of corn caused by *Helminthosporium turcicum*. **Agronomy Journal**, v.44, p. 136-140, 1952.

JULIATTI, F.C.; SOUZA, R.M. Efeito de épocas de plantio na severidade de doenças foliares e produtividade de híbridos de milho. **Biosci.J**, Uberlândia, v.21, n.1, p.103-112, jan/abr, 2005.

KAMIKOGA, A.T.M.; SALGADO, C.L.; BALMER, E. Reações de diferentes populações de milho de pipoca. **Summa Phytopathologica**, v.17, p. 100-104, 1990.

KEEN, N.T. Gene-for-gene complementary in plant-pathogen interactions. **Annual Review Genetics**, Palo Alto, v.24, p. 447-463, 1990.

KRISTEM, M.S.; HILL, Jr. R.R.; AYRES, J.E. Genetic analysis of *Helminthosporium turcicum* lesion expansion on corn. **Plant Disease**, v.78, p. 149-153, 1988.

LEATH, S.; PEDERSEN, W.L. An inoculation technique to detect the HtN gene in inbred lines of corn under greenhouse conditions. **Plant Disease**, v.67, p. 520-522, 1983.

LEATH, S.; PEDERSEN, W.L. Effects of the Ht. Ht2 and Ht3 genes in three maize inbreds on quantitative resistance to *Exserohilum turcicum* race 2. **Plant Disease**, Beltsville, v.70, p. 529-31, 1986.

LEATH, S.; THAKUR, R.P.; LEONARD, K.J. Variation in expression of monogenic resistance in corn to *Exserohilum turcicum* race 3 under different temperature and light regimes. **Phytopathology**, v.80, p. 309-313, 1990.

LEONARD, K.J.; LEVY, Y.; SMITH, D.R. Proposed nomenclature for pathogenic races of *Exserohilum turcicum* on corn. **Plant Disease**, v.73, p. 776-777, 1989.

LIPPS, P.E. Interaction of Ht and partial resistance to *Exserohilum turcicum* in maize. **Plant Disease**, v. 81, p. 227-282, 1997.

LEVY, Y.; COHEN, Y. Biotic and environmental factors affecting interaction of sweet corn with *Exserohilum turcicum*. **Phytopathology**, v.73, n.5, 1983.

LEVY, Y. Variation in fitness among field isolates of *Exserohilum turcicum* in Israel. **Plant Disease**, v. 75, p. 163-166, 1991. **Phytopathology**, v.79, n.11, 1989.

LOPES, U.V. **Herança da resistência de milho a helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) nas fases de plântula e planta adulta**. Viçosa, 1987. 130p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1987.

LOPES, M.T.G.; LOPES, R.; BRUNELLI, K.R.; SILVA, H.P. da; MATIELLO, R.R.; CAMARGO, L.E.A. Controle genético da resistência à mancha-de-*Phaeosphaeria* em milho. **Ciência Rural**, v.37, n.3, Santa Maria, 2007.

MACHADO, C.T.T.; PATERNIANI, M.L.S. Origem domesticação e difusão do milho. In: **Milho crioulo: conservação e uso da biodiversidade**. Eds: SOARES, A.C.; MACHADO, A.T.; SILVA, B.M.; WEID, J.M. von der. Rio de Janeiro; AS – PTA, 1998. 185p.

MARTINELLI, J. A. Uso de misturas varietais para o controle de doenças de plantas. In: LUZ, W. C. (Ed.) **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo: RAPP, p. 121-142, 1993.

MATIELLO, R.R.; BARBIERI, R.L.; CARVALHO, F.I.F. Resistência de plantas a moléstias fúngicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, p. 161-168, 1997.

MELLO, M.A. de & FERRARI, D.L. A base agrícola do Oeste Catarinense, a importância e o perfil da atividade leiteira. In: TESTA, V.M.; MELLO, M.A. de; FERRARI, D.L.; SILVESTRO, M.L.; DORIGON, C. **A escolha da trajetória da produção de leite como estratégia de desenvolvimento do Oeste Catarinense**. Florianópolis: SAR, 2003. 130p.

MEYER, A.C.; PATAKY, J.K.; JUVIK, J.A. Partial resistance to northern leaf blight and Stewart's wilt in sweet corn germ plasm. **Plant Disease**, v.75, n.11, p.1094-1097, 1991.

MUNDT, C.C.; BROPHIL, L.S.; SCHIMITT, M.S. Disease severity and yield of pure-line wheat cultivars and mixtures in the presence of eyespot, yellow rust, and their combination. **Plant pathology**, v. 44, n.1, p. 173-182, 1995.

NELSON, R.R., MACKENZIE, D.R.; SCHEIFELE, G.L. Interaction of genes for pathogenicity and virulence in *Trichometasphaeria turcica* with different numbers of genes for vertical resistance in *Zea mays*. **Phytopathology**, v.60, p.1250-1254, 1970.

OGLIARI, J.B.; GUIMARÃES, M.A.; CAMARGO, L.E.A. New resistance genes in the *Zea mays* - *Exserohilum turcicum* Pathosystem. **Genetics and Molecular Biology**, v.28, p.3, 2005.

OGLIARI, J.B. & ALVES, A.C. Manejo e uso de variedades de milho como estratégia de conservação em Anchieta. In: BOEF, W.S. de; THIJSSSEN, M.H.; OGLIARI, J.B.; STHAPIT, B.R. **Biodiversidade e agricultores: fortalecendo o manejo comunitário**. Porto Alegre, R.S.: L&PM, 2007. 271p.

OGLIARI, J.B.; GUIMARÃES, M.A.; GERALDI, I.O.; CAMARGO, L.E.A. Chromosomal locations of the maize (*Zea mays* L.) HtP and rt genes that confer resistance to *Exserohilum turcicum*. **Genetics and Molecular Biology**, v.30, p. 630-364, 2007.

OGLIARI, J.B. Estratégias de Manejo de Monogenes de Resistência a Doenças de Plantas In: **Manejo Ecológico de Doenças de Plantas**. 1 ed. Florianópolis: Editora CCA/UFSC, 2004, v.1, p. 193-220.

OGLIARI, J.B.; ALVES, A.C.; FONSECA, J.A., BALBINOT, A. **Relatório final técnico-científico**, Processo nº 420007/2001-6. Análise genética da diversidade e caracterização fenotípica de *Zea mays* L. e *P. vulgaris* de Santa Catarina. In: Anais do III congresso brasileiro de agroecologia (CBA). Porto Alegre, CBA, 2004.

OGLIARI, J.B. **Identificação e localização de um gene de resistência de milho à *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs. através do uso de marcadores microsátélites**. Piracicaba, 1999. 115p. Tese (Doutorado) - ESALQ/USP, 1999.

PARLEVLIET, J. E. Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*. III. The inheritance of the host plant effect on latent period in four cultivars. **Euphytica**, Dordrecht, v. 25, p. 241- 248, 1976.

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

PARLEVLIET, J.E. Resistance of the nonrace-specific type. In: Bushnell, W.R. & Roelfs, A.P. The cereal Rust: Disease distribution, epidemiology and control. New York. **Academic Press**, p. 501-525, 1985.

PARLEVLIET, J.E. Strategies for the utilization of partial resistance for the control of cereal rusts. In: Simmonds, N.W. & Rajaram, S. **Breeding strategies for resistance to the rusts of wheat**. México, D.F. Cimmyt, p. 48-62, 1988.

PARLEVLIET, J. E. Present concepts in breeding for disease resistance. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, suplemento, p. 7-15, 1997. Palestra apresentada no Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 30., 1997, Poços de Caldas, MG.

PATAKY, J.; WILLIAMS, M.; WARSAW, B.; MEYER, M.; MOODY, J. Sweet corn hybrid disease nursery – 2006. **Crop Sciences**, University of Illinois, Urbana, 2006.

PATAKY, J.K.; LEDENCAN, T. Resistance conferred by the Ht1 gene in sweet corn infected by mixtures of virulent and avirulent *Exserohilum turcicum* . **Plant Disease**, v.90, n.6, p. 771-776, 2006.

PATERNIANI, E.; NASS, L.N.; SANTOS, M.X. O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil: Uma abordagem histórica da utilização de germoplasma. In: UDRY, C.V.; DUARTE, W.F. (Org.) **Uma história brasileira do milho** – o valor de recursos genéticos. Brasília: Paralelo 15, p. 11-41, 2000.

PATTERSON, E.B.; HOOKER, A.L.; HAGAN, W.L. Location of a dominant gene in maize for resistance a *Helminthosporium turcicum* . **Maize Genetics Cooperation Newsletter**, v.37, p. 45, 1963.

PEDERSEN, W. L., LEATH, S. Pyramiding major genes for resistance to maintain residual effects. **Annu. Rev. Phytopathol.** v.26, p. 369-378, 1988.

PEREIRA, O.A.P. Análise da situação atual da doença de milho no Brasil e disponibilidade de germoplasma resistente..**Summa Phytopathologica**, v.21, p. 67-70, 1995.

PEREIRA, O.A.P.; CARVALHO, R.V. de; CAMARGO, L.E.A. Doenças do milho (*Zea mays*). In: BERGAMIM FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: Epidemiologia e controle econômico**. Ceres, São Paulo. p. 479-480, 1996.

PERKINS, J.M., PEDERSEN, W.L. Disease development and yield losses associated with northern leaf blight on corn. **Plant Disease**, St. Paul, MN, v.71, p. 940-943, 1987.

PRATT, R.C.; ADIPALA, E.; LIPPS, P.E. Characterization of race-nonspecific resistance to

PRIESTLEY, R. H.; BAYLES, R. A. The contribution and value of resistant cultivars to disease control in cereals. In: CLIFFORD, B. C.; LESTER, E. (Eds.). **Control of Plant Diseases: Costs and Benefits**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, p. 53-65, 1988.

RAMIRES, A.B. Graus de suscetibilidade a *Helminthosporium turcicum* Pass. em progênies de milho cultivar Pirapora Amarela. Piracicaba, 1986. 59p. Dissertação (Mestrado) - ESALQ – SP, 1986.

RAYMUNDO, A.D.; HOOKER, A.L. Measuring the relationship between northern corn leaf blight and yield losses. **Plant Disease**, v.65, p. 325-327, 1981.

RAYMUNDO, A.D.; HOOKER, A.L. Single and combined effects of monogenic and polygenic resistance on certain components of northern corn leaf blight development. **Phytopathology**, v.72, p. 99-103, 1982.

REIS, E.M.; CASA, R.T.; BRESOLIN, R.A.C. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. 2 ed. rev. atual. Lages : Graphel, 2004. 144p.

RITCHIE, W.R. et al. **How a corn plant develops**, 2003. Disponível em: <http://www.ag.iastata.edu/departaments/agronomy/corngrows.html>. Acesso em: Abril de 2006.

ROBBINS, W.A.; WARREN, H.L. Inheritance resistance to *Exserohilum turcicum* in PI 209135, "Mayorbela" variety of maize. **Maydica**, v.38, p. 209-213, 1993.

ROLAS. **Recomendações de adubações e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo: SBCS - Núcleo Regional Sul, 1994. 224p.

SAWAZAKI, E.; ISHIMURA, I.; ROSSETTO, C.J.; MAEDA, J.A.; SÁES, L.A. **Milho verde: avaliação da resistência à lagarta da espiga, da espessura do pericarpo e outras características agrônômicas**. Bragantia, 1990, vol.49, no.2, p.241-251. ISSN 0006-8705.

SHARMA, J.P.; MISHRA, B. Epidemiology and prediction of *Turcicum* leaf blight in maize. Indian **Phytopathology**, v., p. 81-83, 1988.

SIGULAS, K.M.; HILL Jr, R.; AYRES, J.E. Genetic analysis of *Exserohilum turcicum* lesion expansion on corn. **Phytopathology**, v.78, p. 179-185, 1988.

SILVA F. C. A.; HEIDEN, F. C.; AGUIAR, V. V. P.; PAUL, J. M. **Migração rural e estrutura agrária no oeste catarinense**. Florianópolis: Instituto Cepa/SC, 2. ed. rev. e atual, 99 p., 2003.

SIMCOX, K.D.; BENNETZEN, J.L. The use of molecular markers to study *Setosphaeria turcica* resistance in maize. **Phytopathology**, v.83, p. 1326-1330, 1993.

SMITH, D.R.; KINSEY, J.G. Latent period – a possible selection tool for *Exserohilum turcicum* resistance in corn (*Zea mays* L.). **Maydica**, v.38, p. 205-208, 1993.

SOARES, A.M.Q. & LOPES, C.A. Avaliação de populações de milho-pipoca para resistência a *Exserohilum turcicum*. **Horticultura brasileira**. v.11, 1993.

SOUZA, P. M.; BRAGA, M. J. Aspectos econômicos da produção e comercialização do milho no Brasil. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. **Tecnologia de produção de milho**. Viçosa: UFV, p. 13-53, 2004.

THAKUR, R.P.; LEONARDO, K.J.; LEATH, A. Effects of temperature and light on avirulence of *Exserohilum turcicum* on corn. **Phytopathology**, v.79, p. 631-635, 1989.

VANDERPLANK, J.E. **Host-pathogen interactions in plant disease**. Academic Press, New York, 1963.

VANDERPLANK, J.E. **Disease resistance in plants**. 2.ed. Gainesville: Academic Press, 1984. 194p.

VOGT, G.A. **A dinâmica do uso e manejo de variedades locais de milho em propriedades agrícolas familiares**. Florianópolis, 2005. 102p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

VITTI, A.J.; BERGAMIM FILHO, A.; AMORIM, L.; FERGIES, N.C. Epidemiologia comparativa entre a ferrugem comum e a queima de *turcicum* do milho: I. Efeito de variáveis climáticas sobre os parâmetros monocíclicos. **Summa Phytopathologica**, v.21, p. 127-130, 1995.

VITTI, A. J. **Epimiologia comparativa entre ferrugem comum (*puccinia sorghi* Schweinitz) e queima de *turcicum* (*Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs do milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba, 1993. Dissertação (Mestrado) - ESALQ, 1993.

WAHL, I.; WILCOXSON, R.D.; ROWELL, J.B. Slow rusting of wheat with stem rust detected in the glasshouse. **Plant Disease**, v.64, p. 54-56, 1980.

WARREN, H.L. Registration of H102 and H103 maize germplasm. **Crop Science**, v. 21, p. 477, 1981.

WARREN, H.L. Registration of H110 and H111 maize germplasm. **Crop Science**, v. 22, p.1270-1271, 1982.

WARWICK, D.R.N.; WARREN, H. Fontes de resistência de queima de *turcicum* em milho. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v.16, p. 659-664, set./out., 1981.

WEID, J. M. van der. Impactos potenciais do programa de sementes de milho crioulo. In: SOARES, A.C.; MACHADO, A.T.; SILVA, B.M.; WEID, J.M. von der. **Milho crioulo: conservação e uso da biodiversidade**. Rio de Janeiro; AS – PTA, 1998. 185p.

WHITE, D.G. **Compendium of corn diseases**. Third Edition St. Paul: The American Phytopathological Society, 2000.

WINDES, J.M.; PEDERSEN, W.L. An isolate of *Exserohilum turcicum* virulento n maize with resistance gene HtN. **Plant Disease**, v.75, p. 430, 1991.

ZADOKS, J.C. System analysis and dynamics of epidemics. **Phytopatology**, v.61, n.6, p. 600-610, 1971.