

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL – MPV**

GIOVANI JIAN PILETTI

RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MILHO À MANCHA DE MACROSPORA

LAGES – SC

2013

GIOVANI JIAN PILETTI

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Trezzi Casa

LAGES – SC

2013

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Renata Weingärtner Rosa – CRB 228/14ª Região
(Biblioteca Setorial do CAV/UDESC)

Piletti, Giovani Jian
Resistência de genótipos de milho à mancha de macrospora / Giovani
Jian Piletti; orientador: Ricardo Trezzi Casa . – Lages, 2013.
75f.

Inclui referências.

Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias /
UDESC.

1. Diplodia. 2. Resistência genética. 3. *Stenocarpella macrospora*.
4. *Zea mays* . I. Título.

CDD – 633.15

GIOVANI JIAN PILETTI

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MILHO A MANCHA DE
MACROSPORA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Banca Examinadora:

Dr. Ricardo Trezzi Casa
Orientador – UDESC/Lages-SC

Ph.D Pedro Boff
Membro – EPAGRI/Lages-SC

Dra. Marta Maria Casa Blum
Membro – URI/Erechim-RS

Dr. Clovis Arruda de Souza
Membro – UDESC/ Lages-SC

Lages, Santa Catarina, 21 de Fevereiro de 2013.

*A ciência se compõe de erros que, por sua vez,
são os passos até a verdade (Julio Verne).*

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Terezinha, minha irmã Raquel e meu cunhado Junior pelo amor, carinho, educação, dedicação e incentivo na realização deste trabalho. Meus eternos agradecimentos.

À Ligia Maria, pelo amor, dedicação, paciência, companheirismo dentre muitas outras qualidades que me inspiram para buscar a melhoria constante profissionalmente e como ser humano.

Ao meu orientador Ricardo Trezzi Casa, por ter me aceitado como orientado, pela paciência, amizade, pelo exemplo de profissionalismo e pelos enormes conhecimentos transmitidos. Muito obrigado!

Aos co-orientadores pelo apoio, amizade, sugestões e ensinamentos.

Aos colegas da pós-graduação: Lenita, Francine, Cristiano pelo companheirismo.

Aos meus amigos: Marcos Hendges, Edwin Pulido Rueda, Amauri Schimt, Bruno Pansera, Cristiano Sachs, Maiquel Fisntg, Juan Stoltz, Romulo Zancan que em algum momento desta caminhada foram importantes para que eu chegasse até aqui.

A todos os bolsistas e voluntarios do Laboratório de Fitopatologia, Maiquel, Juan, Romulo, Leila, pelo trabalho, prestatividade e amizade.

A UDESC pelo ensino gratuito e de qualidade.

A Coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

A todos que de alguma forma contribuíram para que esse sonho se tornasse realidade.

Muito obrigado!

RESUMO

Piletti, Giovani Jian. **Resistência de genótipos de milho à mancha de macrospora**. 2013. 75 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal – Áreas: Ciências Agrárias e Agronomia) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2013.

A importância dos patógenos que infectam a cultura do milho constitui um dos principais entraves para o contínuo aumento na produtividade da cultura. A resistência genética é uma das principais estratégias de controle de doenças foliares, no entanto, no Brasil não há informações de cultivares de milho resistente à mancha de macrospora causada pelo fungo *Stenocarpella macrospora*. Com o objetivo de avaliar a resistência de diferentes cultivares comerciais à mancha de macrospora, o impacto da sua ocorrência na produtividade e qualidade de grãos, obter uma concentração ideal de conídios de *S. macrospora* a ser utilizada na inoculação do milho e investigar se há diferença na severidade da doença a partir de isolados do fungo foram desenvolvidos quatro experimentos. O primeiro experimento testou seis concentrações de conídios: 0, 60, 120, 180, 240 e 300 mil conídios mL⁻¹ e o segundo testou isolados oriundos das regiões de Vacaria, Passo Fundo, São Valentim, Campinas do Sul, Estado do Rio Grande do Sul, Lages e Quilombo, Estado de Santa Catarina, e Pato Branco, Estado do Paraná. Os dados de concentração de inóculo foram submetidos à análise de regressão (P<0,05) enquanto os dados dos diferentes isolados foram submetidos ao teste de Tukey (P<0,05). O terceiro trabalho foi conduzido em casa de vegetação, no ano de 2011, com 92 cultivares e três isolados do fungo das regiões Oeste e Serrana do Estado de Santa Catarina (OSC e SSC) e Campos de Cima da Serra do Estado do Rio Grande do Sul (CCSRS). Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições. Avaliou-se a severidade da mancha de macrospora aos 21 dias após a inoculação. Os dados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott (P<0,05), respostas entre grupos de genótipos analisadas por contraste ortogonal (P<0,05). O quarto experimento foi realizado a campo no município de Lages, SC, safra 2011/2012, com oito genótipos: CD 393, NBX 920YG, TORK TL, AS 1565, DKB 240YG, SG 6304YG, P30F53YG e SCS 155 CATARINA, sob inoculação de conídios de *S. macrospora* em diferentes estádios de (V10, V12 e Pendoamento) e uma testemunha. Avaliaram-se incidência de podridão branca de espiga, porcentagem de grãos ardidos, massa de mil grãos e rendimento de grãos. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e posteriormente por teste de Tukey (P<0,05). Foi realizado teste de Dunnett para comparação dos estádios de inoculação com a testemunha, para cada híbrido. Os resultados obtidos em tais experimentos permitem afirmar que houve infecção e expressão de sintomas em todas cultivares avaliadas, diferindo no nível de severidade. Os híbridos simples demonstraram-se mais resistentes para os três isolados, demonstrando que a maior variabilidade genética da VPA e do HD não garantiu maior resistência à mancha de macrospora. Foi verificado também diferenças de agressividade entre os isolados de regiões diferentes, sendo o isolado de Quilombo o que apresentou na média maior severidade da doença. Para este isolado houve diferença significativa entre cultivares transgênicas e convencionais. Pode-se confirmar que não foi detectada resistência completa à *S. macrospora*. A partir da análise de regressão determinou-se que com 180 mil conídios mL⁻¹ foi alcançada máxima severidade. Dos oito híbridos avaliados, cinco apresentaram queda de produtividade quando foram inoculados com *S. macrospora*. Para todos os híbridos houve aumento de podridão branca da espiga e grãos ardidos quando comparados os estádios de inoculação com a testemunha e conforme o estádio de inoculação se aproximou do pendoamento aumentou espigas doentes e grãos ardidos.

Ficou evidenciado neste estudo que existe variabilidade genética para resistência a podridão da espiga causada por *S. macrospora* com inóculo oriundo das lesões foliares.

Palavras-chave: diplodia, resistência genética, *Stenocarpella macrospora*, *Zea mays*

ABSTRACT

Piletti, Giovanni Jian. **Resistance of maize genotypes to macrospora spot.** 2013. 75 f. Dissertation (Mestrado em Produção Vegetal – Áreas: Ciências Agrárias e Agronomia) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2013

The importance of pathogens that infect corn crop is a major obstacle to the continued increase in crop yield. Genetic resistance is a major strategy for disease control, however, in Brazil there is no information maize cultivars resistant to macrospora spot caused by the fungus *Stenocarpella macrospora*. With the objective to evaluate the resistance of different cultivars to macrospora spot, the impact of their occurrence on yield and quality of grain, get an ideal concentration of conidial *S. macrospora* to be used for inoculation of corn and investigate whether there are differences in disease severity from isolates of the fungus were developed four experiments. The first experiment tested six concentrations: 0, 60, 120, 180, 240 and 300 000 conidia mL⁻¹ and the second tested isolates from the regions of Vacaria, Passo Fundo, São Valentim, Campinas do Sul, state of Rio Grande do Sul, and Quilombo e Lages, Santa Catarina state, and Pato Branco, Paraná state. The inoculum concentration data were subjected to regression analysis (P <0.05) while data from different isolates were submitted to Tukey test (P <0.05). The third study was conducted in a greenhouse, in 2011, with 92 cultivars and three isolates of the fungus and mountainous regions west of the State of Santa Catarina (OSC and SSC) and Campos de Cima da Serra of the State of Rio Grande do Sul (CCSRS). It was used a completely randomized design with five replicates. It was evaluated the severity of the macrospora spot 21 days after inoculation. Data were analyzed by ANOVA and means were compared by the Scott Knott test (P <0.05) and genotype groups responses being analyzed by orthogonal contrast (P <0.05). The fourth experiment was conducted in the field in Lages, SC, 2011/2012 season, with eight genotypes: CD 393, NBX 920YG, TORC TL, AS 1565, DKB 240YG, SG 6304YG, P30F53YG and SCS 155 CATARINA under inoculating conidia of *S. macrospora* in different stages (V10, V12 and tasseling) and a control. It was evaluated the incidence of white rot cob, percentage of rot grains, thousand grain weight and grain yield. Data were analyzed by analysis of variance and then by Tukey test (P <0.05). Dunnett's test was conducted to compare the stages of inoculation with control for each hybrid. The results in these experiments have revealed that there was infection and expression of symptoms in all cultivars, differing in severity. The hybrids showed up for the three most resistant isolates, indicating that the greatest genetic variability of VPA and HD did not guarantee greater resistance to macrospora spot. It was also verified differences in aggressiveness among isolates from different regions, being isolated from the Quilombo showed that on average greater disease severity, for this isolated significant difference between transgenic and conventional cultivars. It can be confirmed that was not detected complete resistance to *S. macrospora*. From the regression analysis it was determined that with 180.000 conidia ml⁻¹ was reached maximum severity. Of the eight hybrids tested, five had decreased productivity when inoculated with *S. macrospora*. For all hybrids increased incidence of white rot cob and rot grains compared stages of inoculation with the witness (check) and as the stadium came from tasseling inoculation increased the percentage of rot cob and rot grain. It was demonstrated in this study that there is genetic variation for resistance to white rot cob caused by *S. macrospora* with inoculum derived from leaf lesions.

Key-words: diplodia, genetic resistance, *Stenocarpella macrospora*, *Zea mays*

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Temperatura média (A) e umidade relativa do ar (B) na casa de vegetação durante o mês de fevereiro de 2011, período de condução do experimento de concentração de inóculo. Lages, SC, 2013..... 26
- Figura 2. Severidade da mancha de macrospora em folha de planta jovem do milho híbrido DKB 240 em função da concentração de inóculo de conídios de *Stenocarpella macrospora*. Lages, SC, 2012..... 27
- Figura 3. Severidade da mancha de macrospora em folha de planta jovem do milho híbrido DKB 240 em função da inoculação de conídios de *Stenocarpella macrospora* oriundos de diferentes regiões do sul do Brasil. Lages, SC, 2013..... 28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Cultivares de milho utilizadas para avaliação da resistência genética à mancha de macrospora, Lages, SC, 2012.	39
Tabela 2. Severidade da mancha de macrospora em diferentes cultivares de milho submetidas à inoculação com três isolados de <i>Stenocarpella macrospora</i> , Lages, SC, 2012.....	42
Tabela 3. Comparação da média de severidade de mancha de macrospora entre inóculos oriundos de diferentes regiões do Sul do Brasil em plantas de milho, Lages, SC, 2012.....	45
Tabela 4. Comparação de severidade média entre híbridos simples (HS), duplo (HD), triplo (HT) e variedades de polinização aberta (VPAs) à mancha de macrospora, Lages, SC, 2012.	46
Tabela 5. Comparação de genótipos de milho transgênicos e convencionais quanto à severidade da mancha de macrospora para o isolado de Lages, Lages, SC, 2012.	47
Tabela 6. Comparação de genótipos de milho transgênicos e convencionais quanto à severidade da mancha de macrospora para o isolado de Vacaria, Lages, SC, 2012.	48
Tabela 7. Comparação de genótipos de milho transgênicos e convencionais quanto à severidade da mancha de macrospora para o isolado de Quilombo, Lages, SC, 2012.....	50
Tabela 8. Incidência média de podridão branca da espiga em genótipos de milho considerando a inoculação de <i>Stenocarpella macrospora</i> em três estádios de desenvolvimento da cultura. Lages, SC, 2012.....	61
Tabela 9. Incidência média de podridão branca da espiga em genótipos de milho conforme época de inoculação de <i>Stenocarpella macrospora</i> nas folhas da planta. Lages, SC, 2012....	62
Tabela 10. Incidência de podridão branca da espiga em cultivares de milho sem inoculação e com inoculação de <i>Stenocarpella macrospora</i> em três estádios de desenvolvimento da cultura. Lages, SC, 2012.....	64
Tabela 11. Comparação de grãos ardidos conforme os híbridos na média das épocas de inoculação, Lages, SC, 2012.	64
Tabela 12. Comparação de grãos ardidos conforme época de inoculação na média de todos os híbridos, Lages, SC, 2012.	65
Tabela 13. . Comparação de grãos de milho ardidos entre inoculados e tratamento para cada híbrido, Lages, SC, 2012.....	66
Tabela 14. Comparação da massa de mil grãos de milho conforme época de inoculação na média de todos os híbridos, Lages, SC, 2012.....	67
Tabela 15. Comparação da massa de mil grãos de milho conforme os híbridos na média das épocas de inoculação, Lages, SC, 2012.	67

Tabela 16. Comparação da massa de mil grãos entre inoculados e testemunha para cada híbrido, Lages, SC, 2012.....	68
Tabela 17. Comparação do rendimento de grãos de milho conforme época de inoculação com <i>Stenocarpella macrospora</i> na média de todos os híbridos, Lages, SC, 2012.	69
Tabela 18. Comparação do rendimento de grãos de milho conforme os híbridos na média das épocas de inoculação com <i>Stenocarpella macrospora</i> , Lages, SC, 2012.....	69
Tabela 19. Rendimento de grãos de milho em cada híbrido na média da testemunha e inoculado com <i>Stenocarpella macrospora</i> , Lages, SC, 2012.	70
Tabela 20. Comparação do rendimento de grãos entre inoculados com <i>Stenocarpella macrospora</i> e testemunha para cada híbrido, Lages, SC, 2012.....	71

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	13
2 SEVERIDADE DA MANCHA DE MACROSPORA EM FUNÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE INÓCULO DE DIFERENTES ISOLADOS DE <i>Stenocarpella macrospora</i>.....	19
2.1 RESUMO	19
2.2 ABSTRACT	20
2.3 INTRODUÇÃO	21
2.4 MATERIAL E MÉTODOS	23
2.4.1 Concentração de inóculo	24
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
2.5.1 Concentração de inóculo	26
2.5.2 Inoculação de diferentes isolados do fungo	27
2.6 CONCLUSÕES	29
2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
3 RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE MILHO À MANCHA DE MACROSPORA	32
3.1 RESUMO	32
3.2 ABSTRACT	33
3.3 INTRODUÇÃO	34
3.4 MATERIAL E MÉTODOS	37
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
3.5.1 Comportamento de cultivares em função do isolado utilizado	40
3.5.2 Comportamento de cultivares transgênicas e convencionais.....	47
3.6 CONCLUSÕES	51
3.7 REFERÊNCIAS	51
4 INOCULAÇÃO DE CONÍDIOS DE <i>Stenocarpella macrospora</i> EM FOLHAS DE MILHO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DA PLANTA E SUA RELAÇÃO COM GRÃOS ARDIDOS E COMPONENTES DE RENDIMENTO	55

4.1 RESUMO	55
4.2 ABSTRACT	56
4.3 INTRODUÇÃO	57
4.4 MATERIAL E MÉTODOS	59
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	61
4.5.1 Incidência de podridão da espiga	61
4.5.2 Incidência de grãos ardidos	64
4.5.3 Massa de mil grãos	66
4.5.4 Rendimento de grãos.....	68
4.6 CONCLUSÕES	71
4.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75

1 INTRODUÇÃO GERAL

O milho é um dos cereais mais antigos e importantes do mundo. Acredita-se que ele é oriundo do teosinto, pois ambos possuem o mesmo número de cromossomos, os quais são homólogos e se cruzam facilmente, o que resulta em produtos férteis, sendo considerados da mesma espécie com várias subespécies (PATERNIANI e CAMPOS, 1999). Sua origem data de cerca de oito a dez mil anos atrás na América Central, e foi levado pelos colonizadores e cultivado em todos os continentes após a descoberta das Américas, tornando-se um dos cereais mais cultivados no mundo e assumindo grande importância na cadeia alimentícia.

Atualmente é o cereal mais produzido no mundo, devido a sua alta produtividade e, principalmente, a sua ampla utilização. Além da sua importância econômica como principal componente na alimentação de aves, suínos e bovinos, tem também um papel social muito importante, principalmente na agricultura familiar.

O milho pode ser utilizado no consumo humano e animal, e também na fabricação do etanol, principalmente nos Estados Unidos. Na alimentação humana, as formas mais utilizadas de consumo são “in natura” como milho verde ou beneficiado que são as farinhas em geral, também é utilizado como principal componente de rações para aves e suínos. Na região sul do Brasil é utilizado como fonte de alimento para bovinos no inverno, pois se trata de um período em que há redução na oferta de pastagens. Como o milho oferece grande produção de matéria seca e boa fonte de energia, é armazenado tanto na forma de silagem (planta inteira triturada), como grão úmido para servir de alimento nesse período.

A produção mundial de milho no ano agrícola 2011/12 foi de 873 milhões de toneladas e está projetada para 2012/2013, em aproximadamente, 950 milhões de toneladas (USDA, 2012). O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo, ficando atrás dos Estados Unidos e China (USDA, 2012). No ano agrícola 2010/11, o Brasil produziu cerca de 57,4 milhões de toneladas de milho (CONAB, 2012) numa área de, aproximadamente 14 milhões de hectares. Apesar de ser um dos grandes produtores do mundo, a produtividade média brasileira está em torno de 4,5 t. ha⁻¹ com grande variação entre as regiões produtoras no país (CONAB, 2012). Quando comparada à produtividade média dos Estados Unidos no último ano agrícola que é em torno de 10 t. ha⁻¹ (USDA, 2012), é uma média muito abaixo do que pode ser alcançada se melhorado o manejo da cultura.

O Estado de Santa Catarina é o sétimo produtor de milho a nível nacional, sendo que sua produção, no ano agrícola 2011/12, foi de 3,0 milhões de toneladas. A produção de milho de Santa Catarina não atende a demanda oriunda principalmente pelos setores de aves e

suínos. Em 2009/10, a oferta de milho foi de 3,7 milhões de toneladas, sendo que a demanda para o mesmo ano agrícola foi de 5,4 milhões de toneladas. O déficit catarinense anual na produção de milho superou 1,7 milhões de toneladas no ano 2009/2010 (CEPA, 2012).

A grande lacuna existente entre o rendimento médio obtido em lavouras e o que é verificado sob condições de alto manejo pode ser atribuída a várias causas, como o uso de genótipos com baixo potencial de rendimento de grãos ou não adaptados à região de cultivo, épocas de semeadura imprópria, escolha inadequada de arranjos de plantas e aplicação de baixas doses de fertilizantes, principalmente nitrogenado e incidência de doenças que diminuem a área fotossintetizante e rendimento de grãos, por consequência (SANGOI, 2010).

O milho é uma cultura que apresenta grande habilidade fisiológica de conversão de CO₂ em compostos orgânicos e elevado potencial produtivo. A translocação destes compostos orgânicos para os grãos pode ser alterada pelas condições desfavoráveis que ocasionam estresse na cultura (TOLLENAAR, 1977), assim a redução de área foliar fotossintetizante ocasionada pelas doenças foliares pode afetar o potencial produtivo desta cultura. Além disso, esta cultura apresenta acentuada sensibilidade aos fatores bióticos e abióticos, pequena plasticidade foliar, reduzida prolificidade e limitada capacidade de compensação de espaços (SANGOI et al., 2007), por isto para que a cultura possa manifestar sua capacidade produtiva é necessário um manejo adequado de forma a prevenir fatores que possam causar estresses.

A expansão da área cultivada em plantio direto provocou reflexos nas populações dos agentes causais das doenças do milho. A presença dos restos culturais infectados sobre a superfície do solo beneficia a sobrevivência de muitos fitopatógenos, especificamente os agentes necrotróficos (REIS et al., 2004).

A manifestação de patógenos em cada safra agrícola depende das condições ambientais para o seu desenvolvimento, da fonte de inóculo presente na lavoura e da suscetibilidade dos híbridos de milho (CASA et al., 2010).

No Sul do Brasil, as doenças fúngicas foliares mais frequentes são a cercosporiose, helmintosporiose comum, mancha branca, ferrugem comum e mancha de macrospora (CASA et al., 2010; WORDELL FILHO & CASA, 2011). Na safra agrícola de 2009/10 foi observado elevada incidência de cercosporiose e ferrugem comum. Já na safra 2010/11 houve predominância da mancha de macrospora, o que ocasionou elevada incidência de podridão branca da espiga e aumento de grãos ardidos (CASA et al., 2011).

A mancha de macrospora causada pelo fungo *Stenocarpella macrospora* tem crescido de importância nos últimos anos devido ao prejuízo que causa no milho tanto em quantidade de grãos quanto em qualidade dos mesmos. Em híbridos suscetíveis pode causar grandes

lesões foliares (LATTERELL & ROSSI, 1983) diminuindo a área fotossintetizante e funcionando como fonte de inóculo para infecções de colmo e espiga. O fungo também é detectado em colmo e espiga de plantas de milho provocando doença conhecida como “podridão de diplodia” (WHITE, 1999).

Há constatações de que lesões foliares da mancha de macrospora na folha da espiga têm relação positiva com incidência de podridão de espigas e consequente incidência de grãos ardidos e redução da produtividade. Bampi et al. (2011) observaram redução de produtividade na ordem de 2.802 kg ha⁻¹ em plantas que apresentavam mancha de macrospora na folha da espiga e aumento de 22% na incidência de podridão de espiga e 11% de acréscimo na incidência de grãos ardidos. De modo semelhante, na safra 2011/2012 Fingstag et al (2012) obtiveram redução de até 1.061 kg ha⁻¹ quando comparou-se plantas com mancha de macrospora na folha da espiga e sem a mancha, a presença de mancha aumentou até 25% a incidência de podridão de espiga e até 10% a incidência de grãos ardidos.

O fungo *S. macrospora* parasita plantas de milho (SUTTON e WATERSTON, 1966; WHITE, 1999), sendo um patógeno necrotrófico que apresenta fase parasitária na planta viva e fase saprofítica em restos culturais do milho. Não há, na literatura nacional, hospedeiros para *S. macrospora*, assumindo que o milho seja o único hospedeiro (COSTA NETO, 1976; PINTO et al., 1997; REIS et al., 2004; PEREIRA et al., 2005; CASA et al, 2006). Este fungo foi relatado pela primeira vez sobre colmos de milho no ano de 1896, em Auburn, Alabama, Estados Unidos (EARLE, 1897). No Brasil, foi relatado primeiramente no Estado de São Paulo causando podridão em sementes (JOHANN, 1935). Anos mais tarde foram relatados os sintomas de mancha foliar na Bahia depois de realizado teste de patogenicidade e a descrição morfológica do fungo (RAM et al., 1973). Atualmente a espécie *S. macrospora* tem sido encontrada causando mancha foliar em lavouras de milho em todas as regiões do Brasil, muitas vezes, no entanto, não é devidamente identificada, por ser confundida com a helmintosporiose comum (CASA et al., 2010).

O fungo *S. macrospora* apresenta no campo, em seu ciclo biológico, somente a forma anamórfica (imperfeita ou assexuada), apresentando picnídios subepidérmicos, globosos ou alongados, com coloração marrom-escura a preta, paredes grossas, diâmetro de 150-300 µm e um ostíolo protuberante papilado, geralmente não apresentam conidióforos e os conídios são de coloração pardos-oliva a pardos, cilíndricos, fusiformes, retos a ligeiramente curvados, medindo 44-82 x 7,5-11,5 µm, bicelulados e comumente com 1-2 septos (1-3) (SUTTON e WATERSTON, 1966; SUTTON, 1980). Não se encontra na literatura relatos sobre a presença

de raças de *S. macrospora*, entretanto foi relatado por Casa et al. (2006) a existência de variação no grau de agressividade entre diferentes isolados do patógeno.

O fungo pode causar manchas foliares, podridão de espiga e podridão de colmo. Inicialmente as manchas foliares são pequenas áreas do limbo foliar com aspecto encharcado, tornando-se necrosado e com coloração parda, com manchas de forma irregular que medem normalmente 1 a 3 cm de comprimento e 0,5 a 1,0 cm de largura, com bordo amarelo, avermelhado ou arroxeadado, que podem apresentar anéis concêntricos mais escuros a partir do ponto inicial de infecção. Essas lesões aumentam de tamanho estendendo-se no sentido longitudinal da folha, podendo dilacerar o tecido vegetal infectado. Há formação de picnídios no tecido necrosado, em formato de pequenos pontos negros, subepidérmicos, isolados ou agrupados. Sob estes picnídios podem ser observados a extrusão dos cirros de conídios de cor preta (CASA et al., 2010). A doença torna-se mais agressiva em virtude da grande produção de inóculo sobre lesões, que contribui para o aumento do potencial de inóculo disponível para a infecção do colmo e da espiga.

No caso de podridão do colmo, os sintomas secundários manifestam-se várias semanas após a polinização. Os entrenós basais das plantas infectadas apresentam lesões externas, de forma localizada, de cor parda a escura, iniciando preferencialmente nos nós. As folhas das plantas infectadas murcham, tornando-se verde-acinzentadas e secas, sintoma semelhante ao dano causado por geada. O quadro sintomatológico inclui alteração da cor externa do colmo, parte interna dos nós e desintegração da medula, deixando apenas os feixes vasculares intactos. As plantas severamente atacadas podem ser prematuramente mortas (REIS et al., 2004).

Na espiga, os sintomas iniciam, principalmente, na base da espiga logo após a fecundação. As brácteas da espiga tornam-se despigmentadas e de coloração parda. Quando a infecção ocorre duas semanas após a polinização, toda a espiga pode tornar-se podre, apresentando coloração pardo-cinza a esbranquiçada, enrugada e leve, com as palhas internas fortemente aderidas umas as outras ou aos grãos, devido ao crescimento do micélio do fungo. Os picnídios negros podem formar-se sobre a palha, brácteas florais, sabugo e grãos. Os grãos infectados apresentam cor cinza fosco a marrom. Quando são infectadas no final do ciclo da cultura, as espigas não apresentam sintomas externos, mas quando são despalhadas e os grãos assintomáticos removidos, o micélio branco pode ser visto crescendo entre os grãos remanescentes nas espigas.

Na palha, o fungo sobrevive formando picnídios, produzindo e liberando cirros de conídios, que constituem o inóculo primário para as plantas do novo cultivo (CASA et al.,

2003). No sistema de semeadura direta, onde os restos culturais do milho são deixados sobre a superfície do solo e a decomposição é mais lenta, o período de sobrevivência dos patógenos necrotróficos durante a fase saprofítica é aumentada (CASA et al., 2003). Desta forma, o inóculo encontra-se num posicionamento ideal para esporulação, liberação e dispersão. Por isso, a intensidade de diplodia no sistema semeadura direta é maior quando é realizada a monocultura (MORA e MORENO, 1984; FLETT e WEHNER, 199; CASA et al., 2004).

A infecção natural em espigas ocorre, principalmente, no período de duas a três semanas após a polinização do milho, com clima úmido (molhamento) e temperatura de 28 a 30 °C (SHURTLEFF, 1992). A infecção da espiga causada por *S. macrospora* pode ter origem com inóculo produzido sobre as lesões foliares. O fungo pode penetrar na espiga e colonizar os grãos pela germinação dos conídios que foram removidos dos picnídios e transportados pela água até a base da espiga (REIS et al., 2004; BAMPI et al., 2011).

O fato de *S. macrospora* infectar exclusivamente plantas de milho, não formar estrutura de repouso e apresentar conídios dispersados a curtas distâncias, constitui característica biológica do patógeno, que propicia manejar a doença reduzindo ou eliminando a fonte de inoculo primário (CASA et al., 2006). Desta forma, as principais estratégias de controle de *S. macrospora* são uso de sementes saudáveis, tratamento de sementes com fungicida eficiente, rotação de culturas, manejo de densidade de plantas, evitando altas densidades e equilíbrio de nutrientes principalmente N e K (REIS et al., 2004; CASA et al., 2006).

A ausência de realização de rotação de culturas em grande parte das áreas produtoras de milho devido à necessidade constante da alta produção no Estado de Santa Catarina para o consumo animal vem dificultando o manejo das doenças através desta prática cultural. O emprego de fungicidas para o controle da doença também não é viável, já que não existe um produto químico registrado no Ministério da Agricultura (MAPA) específico para a doença (MAPA, 2011).

Outra alternativa para o controle da *S. macrospora* é o uso de cultivares resistentes. A resistência genética de plantas é um dos métodos mais eficientes e econômicos no controle de doenças. A utilização de cultivares resistentes é uma ótima estratégia de manejo, uma vez que não causa nenhum tipo de impacto negativo ao meio ambiente, é compatível com outras alternativas de controle em muitos casos suficiente para o controle da doença (COSTA et al., 2009). Entretanto, informações sobre a resistência genética de híbridos de milho para mancha foliar causada por *S. macrospora* não são encontradas ou são escassas e imprecisas, há informações apenas a respeito do complexo de doenças de colmo e que afetam a sanidade de

grãos, e não especificamente sobre doenças causadas por *S. macrospora* (OLANTINO et al., 1999b; CRUZ et al., 2012).

A falta de informações sobre a resistência genética dos materiais disponíveis para semeadura dificulta o manejo sustentável de forma a prevenir a incidência de mancha de macrospora e favorece o prevaecimento da mesma no sistema de produção. Para que se possa conhecer mais sobre a doença estudos visando o controle genético de *S. macrospora* devem ser explorados. Estes estudos tornam-se ainda mais cruciais para regiões onde há predominância de monocultivo de milho e condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento da doença, como é o caso da região Sul do país.

Deste modo, com intuito de verificar a existência de genótipos resistentes à mancha de macrospora e podridão branca de espiga, bem como avaliar se existem níveis de agressividade entre inóculos e também avaliar qual a melhor concentração de conídios para realizar tais avaliações foram realizados três experimentos utilizando cultivares comerciais de milho e isolados de *S. macrospora* provenientes de regiões geográficas do Sul do país.

2 SEVERIDADE DA MANCHA DE MACROSPORA EM FUNÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE INÓCULO DE DIFERENTES ISOLADOS DE *Stenocarpella macrospora*.

2.1 RESUMO

A mancha de macrospora do milho tem sido detectada com maior frequência nos últimos anos no Brasil. Uma das estratégias de controle desta doença é a resistência genética, no entanto, não há metodologia padronizada para avaliação da reação de cultivares. O trabalho teve como objetivo obter uma concentração ideal de conídios de *Stenocarpella macrospora* a ser utilizada na inoculação do milho e investigar se há diferença na severidade da doença a partir de isolados do fungo. Foram realizados dois experimentos em casa de vegetação, no ano de 2012, utilizando o híbrido simples DKB 240, em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições. O primeiro experimento testou seis concentrações de conídios: 0, 60, 120, 180, 240 e 300 mil conídios mL⁻¹ e o segundo testou isolados oriundos das regiões de Vacaria, Passo Fundo, São Valentim, Campinas do Sul, Estado do Rio Grande do Sul, Lages e Quilombo, Estado de Santa Catarina, e Pato Branco, Estado do Paraná. Os dados de concentração de inóculo foram submetidos à análise de regressão (P<0,05). A resposta foi quadrática tendo ponto de máxima severidade com 180 mil conídios mL⁻¹. Os dados dos isolados foram analisados por teste de Tukey (P<0,05). Os isolados foram estatisticamente diferentes, sendo divididos em dois grupos de acordo com maior ou menor severidade. Os isolados obtidos de Quilombo, Lages e Vacaria constituíram o grupo que causou maior severidade nas plantas e o grupo que causou menor severidade da doença foi composto pelos isolados de Passo Fundo, Pato Branco, São Valentim e Campinas do Sul, demonstrando que há diferença de agressividade entre isolados.

Palavras-chave: diplodia, inoculação, mancha foliar, *Zea mays*.

2.2 ABSTRACT

SEVERITY OF THE MACROSPORA SPOT DEPENDING ON THE CONCENTRATION OF ISOLATED FROM DIFFERENT INOCULUM *Stenocarpella macrospora*.

The macrospora spot in maize has been detected more frequently in recent years in Brazil. One of the strategies to control the disease is genetic resistance, however, there is no standardized method for evaluation of the reaction of cultivars. The study aimed to obtain an optimal concentration of conidia *Stenocarpella macrospora* to be used for inoculation of corn and investigate whether there are differences in disease severity from isolated fungus. Two experiments were conducted in a greenhouse, in the year 2012, using the simple hybrid DKB 240, in a completely randomized design with five replicates. The first experiment tested six concentrations tested: 0, 60, 120, 180, 240 and 300 000 conidia mL⁻¹ and the second tested isolates from the regions of Vacaria, Passo Fundo, São Valentim e Campinas do Sul, state of Rio Grande do South, and Quilombo Lages, Santa Catarina, and Pato Branco, Paraná state. The inoculum concentration data were subjected to regression analysis ($P < 0.05$). The response was quadratic with the point of maximum severity with 180 000 conidia mL⁻¹. The data of the isolates were analyzed by Tukey's test ($P < 0.05$). The isolates were statistically different, were divided into two groups according to greater or lesser severity. The isolates from Quilombo, Lages and Vacaria was the group that caused more severe in plants and the group that caused lower disease severity was composed by isolates: Passo Fundo, Pato Branco, São Valentim e Campinas do Sul, demonstrating that there is difference in aggressiveness among isolates.

Key-words: diplodia, inoculation, leaf spot, *Zea mays*

2.3 INTRODUÇÃO

A expansão das fronteiras agrícolas, a prática da monocultura e a ampliação das épocas de cultivo proporcionaram aumento de problemas na cultura do milho, principalmente com relação às doenças, que são capazes de afetar seriamente o desempenho agrônômico e econômico das lavouras. Para a evolução segura do cultivo do milho, do ponto de vista fitossanitário, é necessário que tais causas sejam percebidas e estudadas como parte de um processo evolutivo da própria agricultura.

A ocorrência e a severidade da mancha de macrospora, causada pelo fungo *Stenocarpella macrospora* (Earle) Sutton [Sin. *D. macrospora* Earle], depende principalmente da presença do inóculo na área de cultivo, fato demonstrado em áreas de monocultivo pela presença de restos culturais infectados (CASA et al., 2003). Flett et al. (1998) observaram uma relação linear positiva entre incidência de podridão branca da espiga, causada por *S. macrospora*, e a quantidade de resíduo na superfície do solo. A infecção do fungo também depende da presença de condições ambientais favoráveis, como umidade relativa do ar acima de 50% (LATTERELL & ROSSI, 1983) e temperatura entre 20 e 30°C (ALOVERA et al., 2002). Outro detalhe importante também é a presença de híbrido suscetível. Neste último caso não há disponível no Brasil cultivares resistentes à mancha de macrospora (CRUZ et al., 2012).

A germinação dos conídios de *S. macrospora* ocorre entre 12 e 15 h após a sua deposição no tecido hospedeiro (BRUNELLI et al., 2005). A formação de apressórios sobre a superfície intacta e a penetração na abertura estomática demonstra a habilidade do fungo em penetrar os tecidos suscetíveis tanto diretamente (tecido foliar intacto) quanto por aberturas naturais.

Os sintomas da mancha de macrospora são lesões foliares que podem aparecer nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta, na forma de pequenas estrias avermelhadas ou pardas, rodeadas com halo amarelo característico, podem também ter formato irregular, medindo de 1 a 3 cm de comprimento, com coloração parda e centro mais escuro a partir do ponto inicial de infecção. Posteriormente tornam-se alongadas e irregulares, podendo se estender por quase todo o comprimento da lâmina foliar. Sobre o tecido necrosado, em ambos os lados da folha, são observados pequenos pontos negros, subepidérmicos, isolados ou agrupados, constituídos pelos picnídios do fungo, com umidade, extrudam longos cirros de conídios, que são fonte de inóculo para outras partes das plantas e podem causar também podridões de colmo e espiga (CASA et al., 2006).

O fungo *S. macrospora* apresenta picnídios subepidérmicos, globosos ou alongados, com coloração marrom-escuro a preta, paredes grossas, diâmetro de 150-300 µm e um ostíolo protuberante papilado. Os conidióforos são normalmente ausentes. Apresentam células conidiogênicas enteroblásticas, fialídicas, cilíndricas, formadas nas células internas da parede do picnídio. Os conídios são de coloração pardo-oliva a pardo, cilíndricos, fusiformes, retos a ligeiramente curvados, medindo 44-82 x 7,5-11,5 µm, bicelulados e comumente com um ou dois septos (SUTTON e WATERSTON, 1966; SUTTON, 1980).

A resistência genética de plantas de milho a *Stenocarpella* vem sendo investigada há décadas em diversas partes do mundo através de técnicas de inoculação em diferentes sítios de infecção e em diferentes estádios de desenvolvimento da planta (FOLEY, 1960; ULLSTRUP, 1970; JUGENHEIMER, 1976; PEREIRA & PEREIRA, 1976; CHAMBERS, 1988; KLAPPROTH & HAWK, 1991; MÁRIO, 1998; PASCUAL, 2002; SUTOYO & RAIMUNDO, 2003; ALOVERA, 2004), o que tem esclarecido, em parte, os processos de infecção, colonização e expressão dos sintomas em diversos híbridos testados.

Não há relatos da presença de raças de *S. macrospora*, mas sabe-se da existência de diferentes isolados e grau de agressividade. Hoppe (1936), estudando o antagonismo entre as espécies *Stenocarpella* obteve 21 isolados de *Stenocarpella maydis* (Berkeley) Sutton e quatro de *S. macrospora* a partir de 25 culturas isoladas de espigas de milho. Em inoculações com várias combinações de três isolados de *S. maydis* e um de *S. macrospora*, após subsequente apodrecimento da espiga, verificou-se o efeito inibitório e somente um isolado foi recuperado.

Latterell & Rossi (1983), compararam os fungos *S. macrospora* e *S. maydis* quanto à sua patogenicidade e constataram ser *S. macrospora* o mais agressivo durante os estádios iniciais da planta. *S. macrospora* restringiu o crescimento de *S. maydis* em trabalho desenvolvido por Rheeder et al. (1990); o antagonismo inter e intraespecífico foi também detectado por Casa et al. (1998).

A resistência genética de plantas a doenças tem sido um dos principais pilares de sustentação da agricultura moderna. Segundo Casela (2005) essa estratégia é, ao mesmo tempo, o meio mais eficiente, econômico e seguro, do ponto de vista ambiental, de se controlar doenças de plantas. Quando se analisa do ponto de vista do agricultor, a resistência genética é a medida de controle mais atraente, já que não requer nenhuma atividade extra durante o ciclo da cultura, é compatível com outras medidas de manejo, e pode ser suficiente para o controle de algumas doenças.

As empresas produtoras de sementes melhoradas testam centenas e até milhares de genótipos ao mesmo tempo com o intuito de encontrar genótipos que sejam resistentes. As diferenças nos níveis de infecção em diferentes locais e anos estão diretamente relacionadas com a metodologia usada para inoculação e, principalmente, pela quantidade de inóculo utilizado. A seleção para linhas resistentes requer um método seguro de inoculação, com a produção de infecção consistente entre anos e dentro de linhas e, sobretudo, simulando a ocorrência natural da doença. A técnica tem que ser exequível, devido ao grande número de plantas a serem inoculadas num curto espaço de tempo (KLAPPROTH e HAWK, 1991).

Atualmente não há relatos na literatura de um número exato de conídios de *S. macrospora* que possam ser utilizados para inoculação em plantas de milho e que possa causar a severidade ideal para uma avaliação precisa e segura. Analisando alguns trabalhos existentes na literatura sobre inoculação com *S. macrospora* é possível encontrar divergências quanto à concentração de inóculo. Olatinwo et al. (1999) utilizaram uma suspensão contendo $1,5 \times 10^4$ mL⁻¹ conídios de *S. macrospora*, a qual foi inoculada dez dias após a floração feminina na base da espiga. No trabalho de Brunelli et al. (2005) foi utilizada uma suspensão contendo 1×10^5 conídios de *S. macrospora* por mL, sendo esta suspensão aplicada na quinta folha totalmente expandida das plantas de milho. Com intuito de avaliar níveis de resistência de diferentes genótipos de milho, Bampi (2012), utilizou uma suspensão de 7×10^4 conídios mL⁻¹ de *S. macrospora* aplicados na segunda folha completamente expandida das plantas de milho.

A partir do exposto os objetivos do trabalho foram obter uma concentração ideal de conídios de *S. macrospora* a ser utilizada na inoculação de híbrido de milho que favoreça o desenvolvimento da mancha de macrospora bem como investigar se há diferenças de severidade da doença com inoculação de isolados do fungo obtidos de regiões distintas.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, o primeiro com intuito de inferir qual é a concentração de conídios que causa a maior severidade em planta de milho e que, por consequência, seria mais eficaz na avaliação da severidade da mancha foliar causada por *S. macrospora*, e o segundo, avaliar a severidade da mancha de macrospora em função de isolados do fungo de diferentes regiões do sul do Brasil.

Ambos os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, com controle parcial de temperatura e umidade relativa do ar, no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, em Lages, SC, no ano de 2012.

O híbrido simples DKB 240 foi utilizado nos dois experimentos devido a grande quantidade de área semeada na região e relatos de produtores e técnicos quanto a sua suscetibilidade a doença. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições em ambos os experimentos.

As sementes do híbrido foram semeadas em vasos de 1,5 litros de capacidade com uma mistura de substrato agrícola, vermiculita e solo, na proporção de 4:2:4. Foram semeadas sete sementes por vaso e dez dias após a semeadura foi realizado desbaste manual com intuito de deixar cinco plantas por vaso.

Os conídios de *S. macrospora* foram adquiridos de colmos de milho híbrido AS 1565, naturalmente infectados, obtidos na área experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, município de Lages, que foram levados ao Laboratório de Fitopatologia da mesma universidade, onde passaram pelo processo de desinfestação em solução de hipoclorito de sódio a 2%, secos e armazenados, para posterior isolamento e multiplicação do inóculo. A produção de inóculo foi obtida a partir destes colmos que foram colocados em câmara úmida para hidratação dos picnídios do fungo. Os colmos permaneceram em câmara de crescimento com temperatura de 28° C durante 48 horas para forçar a extrusão dos cirros de conídios. Os cirros de conídios foram removidos com água estéril por raspagem. As concentrações de inóculo foram mensuradas com auxílio de câmara de Neubauer.

2.4.1 Concentração de inóculo

Foram preparadas diferentes concentrações de conídios suspensos em água sendo os tratamentos compostos por 0, 60, 120, 180, 240 e 300 mil conídios mL⁻¹. Para manter os conídios em suspensão foi adicionada 1 gota do espalhante Twen 20 em 1 litro de água.

As inoculações foram realizadas quando as plântulas apresentavam duas folhas completamente expandidas, inoculando-se com pipeta automática 2 mL da concentração de conídios no interior das folhas. Com o intuito de fornecer uma condição ideal para um maior desenvolvimento do fungo, as plantas foram cobertas por um filme plástico por um período de 48 horas para conservar um alto índice de umidade relativa do ar e manter um microclima favorável para o desenvolvimento do patógeno.

Experimentos prévios testando três épocas de avaliação da severidade, aos 14, 21 e 28 dias após a inoculação, mostraram que aos 14 dias as manchas estavam iniciando e não havia tamanho suficiente para avaliação; aos 28 dias as folhas já estavam entrando em senescência devido ao avanço das manchas foliares e ao adensamento de plantas. Foi considerado, portanto, que aos 21 dias após a inoculação as manchas estavam com tamanho adequado e as condições eram as ideais para avaliação. Avaliou-se, então, a severidade da doença 21 dias após a inoculação.

A severidade foi baseada na porcentagem da área necrosada com a mancha de macrospora, ou seja, foi feita a comparação da área total da segunda folha completamente expandida com a área necrosada pelo patógeno.

Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente pela análise de variância. Os resultados da relação entre concentração de inóculo e severidade da mancha de macrospora foram submetidos à análise de regressão.

2.4.2 Inoculação de diferentes isolados do fungo

Os isolados de *S. macrospora* foram provenientes de colmos de milho dos Estados do Rio Grande do Sul (municípios de Vacaria, Passo Fundo, São Valentim e Campinas do Sul), Santa Catarina (municípios de Lages e Quilombo) e Paraná (município de Pato Branco). O município de Vacaria apresenta clima cfb, caracterizado como temperado (mesotérmico úmido com verão ameno) de acordo com a classificação de Köppen. Enquadram-se nesta classificação também os municípios de Lages e Pato Branco. Os municípios de Quilombo, Passo Fundo, Campinas do Sul e São Valentim apresentam clima cfa, ainda conforme a classificação climática de Köppen, caracterizado por ser subtropical mesotérmico úmido com verão quente (CAVIGLIONE, 2000; KUINCHTNER, 2001; CEPA, 2003a; CEPA, 2003b). As temperaturas médias anuais nestes municípios são: Campinas do Sul e São Valentim (18 a 20 °C), Quilombo e Pato Branco (17 a 18 °C), Passo Fundo (16 a 17 °C) e as menores médias são em Lages (15 a 16 °C) e Vacaria (14 a 15 °C), (CAVIGLIONE, 2000; SEMC, 2002; CEPA, 2003a; CEPA, 2003b).

Neste experimento foi utilizada uma concentração de 180 mil conídios mL⁻¹, pré-estabelecida conforme dados do primeiro experimento.

A metodologia para produção do inóculo, inoculação e avaliação da severidade da doença foi a mesma utilizada no experimento de concentração de inóculo.

Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente pela análise de variância. Os valores de F foram considerados significativos ao nível de significância de 5% ($P < 0,05$). Quando alcançada significância estatística no teste F foi realizado teste de comparação de médias de Tukey, ambos a 5% de significância.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

2.5.1 Concentração de inóculo

A temperatura média do ar e a umidade relativa do ar dentro da casa de vegetação sofreu pequena variação durante o período de 21 dias que foi o tempo da inoculação até a avaliação da severidade. A variação da temperatura foi de 22,7 °C a 24,4 °C (Figura 1) e da umidade relativa de 73 a 83% (Figura 1), valores dentro da faixa ideal de desenvolvimento do fungo *S. macrospora*. Conforme mencionado por Eddins (1930) e também por Alovera (2002), o crescimento micelial ótimo do fungo situa-se na faixa entre 20 e 30 °C.

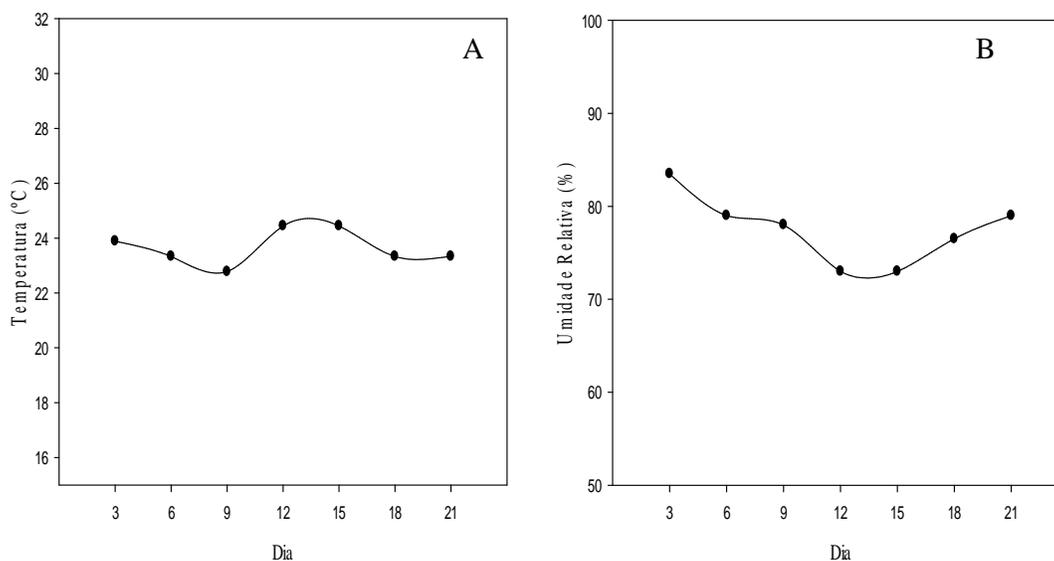


Figura 1. Temperatura média (A) e umidade relativa do ar (B) na casa de vegetação durante o mês de fevereiro de 2011, período de condução do experimento de concentração de inóculo. Lages, SC, 2013.

A severidade da mancha de macrospora aumentou quadráticamente conforme incremento da concentração de inóculo ($y = -0,8929 + 0,0731x - 0,0001x^2$) (Figura 2). O ponto de máxima severidade foi alcançado quando utilizado 180 mil conídios por mL de suspensão, declinando após esse valor. Pascual et al. (2002) testando diferentes concentrações de

conídios de *S. macrospora* que variaram de 2×10^3 a 5×10^4 não encontraram diferenças significativas entre as concentrações testadas, embora tenha havido diferenças numéricas indicando que em torno da concentração 4×10^4 a severidade de mancha foliar tende a estabilizar-se. Alovera et al. (2004) testaram diferentes concentrações de inóculo de *S. macrospora* (0; 1×10^4 ; 2×10^4 ; 3×10^4 ; 4×10^4 conídios mL^{-1}) em diferentes locais de inoculação e concluíram que a severidade da doença aumentava conforme se aumentava os dias após a inoculação, e também que a severidade dependia da concentração utilizada de inóculo, sendo significativa a diferença na severidade para as concentrações 3×10^4 e 4×10^4 conídios mL^{-1} .

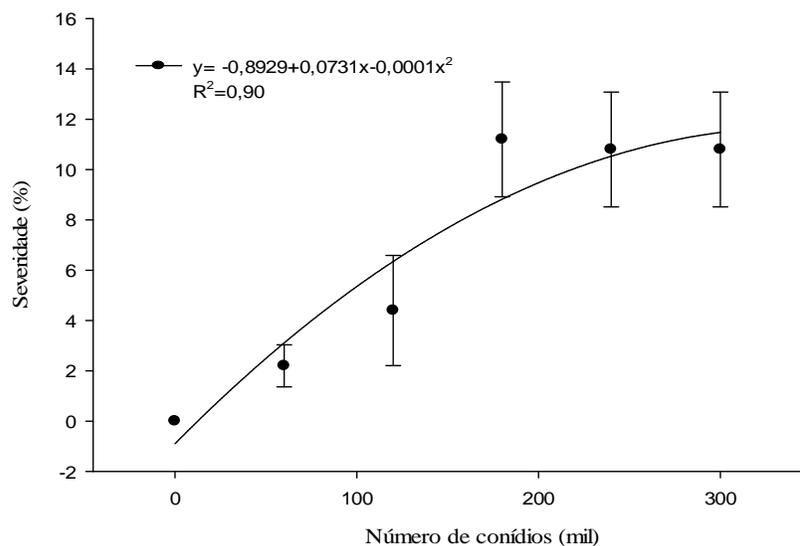


Figura 2. Severidade da mancha de macrospora em folha de planta jovem do milho híbrido DKB 240 em função da concentração de inóculo de conídios de *Stenocarpella macrospora*. Lages, SC, 2012.

2.5.2 Inoculação de diferentes isolados do fungo

Verificou-se que os isolados de *S. macrospora* oriundos de regiões diferentes se comportaram de maneiras distintas quanto à severidade da mancha de macrospora no híbrido DKB 240. Foram observados dois grupos distintos de severidade (Figura 3).

O isolado proveniente de Quilombo, SC, proporcionou maior severidade da doença (11%), porém não diferiu estatisticamente do inóculo de Lages, SC, e de Vacaria, RS, os quais apresentaram 8,2% de severidade (Figura 3), formando o grupo considerado de isolados mais agressivos. A menor severidade da doença foi obtida com o isolado de Campinas do Sul,

RS, (2,2%), não diferindo estatisticamente de Pato Branco, PR, (3,4%) São Valentim, RS, (3,4%) e Passo Fundo, RS, (3,6%), sendo considerados isolados de menor agressividade. Ficou evidente que há variação na agressividade entre isolados deste fungo, fato também já mencionado Casa et al. (2011).

Estes resultados corroboram com Sutoyo & Raymundo (2003), onde os autores concluíram a partir de estudos com 119 isolados de *S. macrospora* coletados de diferentes áreas cultivadas com milho nas Filipinas que existe variabilidade do fungo, principalmente quanto ao período de incubação, período latente, produção de picnídios, tamanho da lesão e severidade da doença, e que estas diferenças podem levar a diferença na virulência de cada isolado. Os isolados mais virulentos apresentaram período de incubação mais curto, menor período latente, mais picnídios, lesões maiores e maior severidade da doença bem como maior taxa de aumento da doença.

A partir da análise dos dados e comparação entre as características climáticas, principalmente quanto à temperatura das regiões onde foram coletados os isolados, não foi possível afirmar que existe relação entre característica climática e agressividade do isolado. No entanto, ressalva-se que dois isolados de três considerados mais agressivos são oriundos de Vacaria, RS, e de Lages, SC, municípios considerados de clima frio.

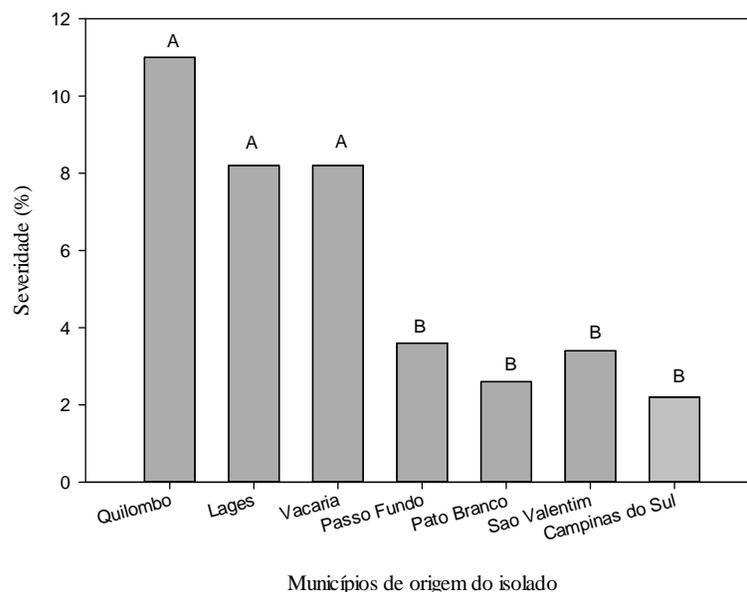


Figura 3. Severidade da mancha de macrospora em folha de planta jovem do milho híbrido DKB 240 em função da inoculação de conídios de *Stenocarpella macrospora* oriundos de diferentes regiões do sul do Brasil. Lages, SC, 2013.

2.6 CONCLUSÕES

O número de conídios que causou maior severidade e que, portanto pode se adequar melhor em experimentos com intuito de avaliar níveis de resistência a *S. macrospora* foi $1,8 \times 10^{-4}$, entretanto, este estudo deve servir de base para investigações posteriores, já que foi realizado somente um híbrido.

Foram identificadas diferenças de agressividade entre os isolados de *S. macrospora* quando inoculados no híbrido DKB 240, entretanto, mais estudos devem ser conduzidos para identificar possíveis relações entre virulência e agressividade de isolados e condições climáticas da região de origem do inóculo.

2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALOVERA, R.B.; ILAG, L.L.; RAYMUNDO, A.D. Effect of environmentl factors on mycelial growth, spore germination and pycnidial production of *Stenocarpella macrospora* (Earle) Sutton causing leaf blight, stalk rot and ear rot in corn. **Journal of Tropical Plant Pathology**, Los Baños, v. 38, n. 1 e 2, p. 54, 2002.

ALOVERA, R.B.; RAYMUNDO, A.D. *Stenocarpella* disease complex in corn: I. Disease progression as affected by site of inoculation and inoculum concentration. **Journal of Tropical Plant Pathology**, Los Baños, v. 40, n. 1 e 2, p. 1-13, 2004.

BAMPI, D. **Resistência genética e controle químico de *Stenocarpella macrospora* do milho**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2011. 63 p.

BRUNELLI, K.R.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; CAVALCANTI, L.S.; FERREIRA, P.T.O.; CAMARGO, L.E.A. Germinação e penetração *Stenocarpella macrospora* em folhas de milho. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v. 30, n. 2, p.187-190, 2005.

CASA, R. T., REIS, E.M., ZAMBOLIM, L. Decomposição dos restos culturais do milho e sobrevivência saprofítica de *Stenocarpella macrospora* e *S. maydis*. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v. 28, n.4, p. 355-361, 2003.

CASA, R. T.; REIS, E.M.; ZAMBOLIM, L. Doenças do milho causadas por fungos do gênero *Stenocarpella*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31, n.5, p.427-439, 2006.

CASA, R.T., BAMPI, D., KUHNEM JUNIOR, P.R., BLUM, M.M.C, WORDELL FILHO, J.A. Mancha-de-macrospora do milho no Sul do Brasil. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 126, n. 1, p13-18, 2011.

CASA, R.T.; REIS, E.M.; ZAMBOLIM, L. Fungos associados a semente de milho produzida nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.23, n. 1, p.370-373, 1998.

CASELA, C. R. Variabilidade genética de patógenos e resistência de cultivares. In: Seminário nacional de milho safrinha, 8., 2005, Assis. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônomo, 2005. p.189-194.

CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina : IAPAR, 2000. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=599>. Acesso em 12 dez 2012.

CEPA, 2003a. **Caracterização Regional do Estado de Santa Catarina**. Disponível em: <http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/diagnostico/LAGES.pdf>. Acesso em 12 dez 2012.

CEPA, 2003b. **Caracterização Regional do Estado de Santa Catarina**. Disponível em: http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/diagnostico/SAO_LOURENCO_OESTE.pdf. Acesso em 12 dez 2012.

CHAMBERS, K.R. Effect of time of inoculation on Diplodia stalk and ear rot of maize in South Africa. **Plant Disease**, Ames, v. 72, n. 1, p. 529-531, 1988.

CRUZ, J.C.; QUEIROZ, L.R.; PEREIRA FILHO, I.A. **Milho - Cultivares para 2012/2013**. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/>. Acesso: 06 dez 2012.

EDDINS, A.H. Dry rot of corn caused by *Diplodia macrospora* Earle. **Phytopathology**, Sant. Paul, v.20, n.3, p. 439-448, 1930.

FLETT, B.C., McLAREN, N.W. & WEHNER, F.C. Incidence of ear rot pathogens under alternating corn tillage practices. **Plant Disease**, Ames, v. 82, n. 1, p. 781-784, 1998.

FOLEY, D.C. The response of corn to inoculation with *Diplodia zae* and *Giberella zae*. **Phytopathology**, East Lansing, v.50, n. 1, p. 146-150, 1960.

HOPPE, P.E. Intraspecific and interspecific aversion in Diplodia. **Journal Agricultural Research**, Ames, v.53, n. 1, p. 671-680, 1936.

JUGENHEIMER, R.W. **Corn improvement seed production and uses**. New York: John Wiley & Sons, 1976. 670p.

KLAPPROTH, J.C. & HAWK, J.A. Evaluation of four inoculation techniques for infecting corn ear with *Stenocarpella maydis*. **Plant Disease**, Ames, v. 75, n. 1, p.1057- 1060, 1991.

KUINCHTNER A.; BURIOL G. A. Clima do estado do rio grande do sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**. Série: Ciências Exatas, S. Maria, v.2, n.1, p.171-182, 2001. Disponível em: <http://sites.unifra.br/Portals/36/tecnologicas/2001/clima.pdf>. Acesso em 12 dez 2012.

LATTERELL, F.M. & ROSSI, A.E. *Stenocarpella macrospora* (= *Diplodia macrospora*) and *S. maydis* (= *D. maydis*) compared as pathogens of corn. **Plant Disease**, Ames, v. 67, n. 1, p. 725-729, 1983.

MÁRIO, J.L. **Comparação de métodos de inoculação de *Diplodia maydis* em espigas de milho e reação de híbridos em condições de infecção natural de *D. macrospora*** (Dissertação de Mestrado). Passo Fundo. Universidade de Passo Fundo. 1998.

OLATINWO, R.; CARDWELL, K.; MENKIR, A.; DEADMAN, M.; JULIAN, A. Inheritance of resistance to *Stenocarpella macrospora* (Earle) ear rot of maize in the mid-altitude Zone of Nigeria. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.105, n.6, p.535-543, 1999.

PASCUAL, C.B.; GUZMAN, P.S.; SALAZAR, A.M. Reliable and Economical inoculum production method and disease resistance evaluation techniques to *Stenocarpella macrospora* in maize. **Journal of Tropical Plant Pathology**, Los Baños, v.38, n.1, p.1-8, 2002.

PEREIRA, O.A.P. & PEREIRA, W.S.P. Estudo de *Diplodia zea* (Shw) Lev. e *Fusarium moniliforme* em colmo de milho. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.2, n. 1, p. 157-165, 1976.

RHEEDER, J.P.; MARASAS, W.F.O.; WYK, P.S.VAN.; TOIT, W. DU.; PRETORIUS, A.J.; SCHALKWYK, D.J. VAN. Incidence of *Fusarium* and *Diplodia* species and other fungi in naturally infected grain of South African maize cultivars. **Phytophylactica**, Pretoria, v.22, n. 1, p.97-102, 1990.

SEMC, 2002. **Atlas Socio - Econômico do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <http://www.seplag.rs.gov.br/atlas/atlas.asp.?menu=340>. Acesso em 12 dez 2012.

SUTOYO; RAIMUNDO, A.D. Multivariate statistical analysis of the virulence of *Stenocarpella macrospora* and host resistance to *Stenocarpella* gall blight in corn. **Journal of Tropical Plant Pathology**, Los Baños, v. 39, n. 1 e 2, p. 83, 2003.

SUTTON, B.C. **The coelomycetes**. Commonwealth Mycological Institute, Kew Surrey, England. 1980. 696p.

SUTTON, B.C.; WATERSTON, J.M. ***Diplodia macrospora*. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria**. 83. London C.M.I., 1966.

ULLSTRUP, A.J. Methods for inoculating corn ears with *Gibberella zae* and *Diplodia maydis*. **Plant Disease**, Ames, v.54, n. 1, p.658-662, 1970.

3 RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE MILHO À MANCHA DE MACROSPORA

3.1 RESUMO

A importância dos patógenos que infectam a cultura do milho constitui um dos principais entraves para o contínuo aumento na produtividade da cultura. A resistência genética é uma das principais estratégias de controle de doenças foliares, no entanto, no Brasil não há informações de cultivares de milho resistente à mancha de macrospora causada pelo fungo *Stenocarpella macrospora*. O objetivo deste trabalho foi obter informações a respeito dos níveis de resistência em cultivares comerciais de milho a isolados de *S. macrospora*. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, no ano de 2011, com 92 cultivares e três isolados do fungo das regiões Oeste e Serrana do Estado de Santa Catarina (OSC e SSC) e Campos de Cima da Serra do Estado do Rio Grande do Sul (CCSRS). As plantas foram inoculadas quando apresentavam duas folhas completamente expandidas, cada isolado foi inoculado em cinco plantas por vaso, com cinco repetições por cultivar, totalizando 25 plantas de cada cultivar por isolado. Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições. Avaliou-se a severidade da mancha de macrospora aos 21 dias após a inoculação. Os dados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott ($P < 0,05$) e respostas entre grupos de genótipos analisadas por contraste ortogonal ($P < 0,05$). Houve infecção e expressão de sintomas em todas as cultivares avaliadas, diferindo no nível de severidade. Os híbridos simples demonstraram-se mais resistentes para os três isolados, demonstrando que a maior variabilidade genética da VPA e do HD não garantiu maior resistência à mancha de macrospora. O isolado OSC foi o que apresentou na média maior severidade da doença. Apenas para o isolado OSC houve diferença significativa entre cultivares transgênicas e convencionais. Pode-se confirmar a existência de níveis de agressividade entre isolados de regiões diferentes. A severidade da mancha de macrospora foi variável conforme a cultivar e o isolado, portanto pode-se confirmar que não foi detectada resistência completa à *S. macrospora*.

Palavras-chave: mancha de diplodia, resistência genética, *Stenocarpella macrospora*, *Zea mays*

3.2 ABSTRACT

CULTIVARS CORN'S RESISTANCE TO MACROSPORA SPOT

The importance of pathogens that infect corn crop is a major obstacle to the continued increase in crop yield. Genetic resistance is a major strategy for disease control, however, in Brazil there is no information maize cultivars resistant to stain caused by the fungus macrospora *Stenocarpella macrospora*. The objective of this study was to obtain information about the levels of resistance in commercial varieties of corn to isolates of *S. macrospora*. The work was conducted in the greenhouse, in the year 2011, with 92 cultivars and three isolates of the fungus and mountainous regions west of the State of Santa Catarina (OSC and SSC) and Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul (CCSRS). Plants were inoculated when they had two fully expanded leaves, each isolate was inoculated in five plants per pot, with five replicates per cultivar, totaling 25 plants of each cultivar by isolate. We used a completely randomized design with five replicates. It was evaluated the severity of the stain macrospora 21 days after inoculation. Data were analyzed by ANOVA and means were compared by the Scott Knott test ($P < 0.05$) and genotype groups responses being analyzed by orthogonal contrast ($P < 0.05$). There was infection and expression of symptoms in all cultivars, differing in severity. The hybrids showed up for the three most resistant isolates, indicating that the greatest genetic variability of VPA and HD did not guarantee greater resistance to stain macrospora. The isolate showed the OSC on average greater disease severity. Just for the isolated OSC significant difference between transgenic and conventional cultivars. You can confirm the existence of levels of aggression among isolates from different regions. The severity of the stain macrospora was variable according to cultivar and isolated, so we can confirm that no resistance was detected to complete *S. macrospora*.

Palavras-chave: Diplodia leaf spot, genetic resistance, *Stenocarpella macrospora*, *Zea mays*.

3.3 INTRODUÇÃO

A importância dos patógenos que infectam a cultura do milho constitui um dos principais entraves para o contínuo aumento na produtividade da cultura. No Brasil, há predominância de doenças causadas por fungos, que dependendo da suscetibilidade do híbrido, das condições ambientais e do sistema de cultivo, podem causar redução significativa na produtividade e na qualidade de grãos (REIS et al., 2004).

A resistência genética de plantas a doenças tem sido um dos principais pilares de sustentação da agricultura moderna. Essa estratégia é, ao mesmo tempo, o meio mais eficiente, econômico e seguro, do ponto de vista ambiental, de se controlar doenças de plantas. Do ponto de vista do agricultor, a resistência genética é a medida de controle mais atraente, já que não requer nenhuma atividade extra durante o ciclo da cultura, é compatível com outras medidas de manejo, além de ser, muitas vezes, suficiente para o controle de determinada doença (CASELA, 2005).

No caso específico da cultura do milho o uso de cultivares resistentes é uma forma de se garantir a estabilidade da produção. Historicamente, a ênfase nos programas de melhoramento de milho no Brasil foi, até há pouco tempo, direcionada para o desenvolvimento de cultivares com alto potencial produtivo e com tolerância e/ou adaptabilidade a fatores abióticos adversos. Verificou-se, a partir do início da década de 1990, um aumento na incidência e na incidência de doenças. Vários fatores estiveram e ainda estão de certa forma associados a esse aumento, tais como o cultivo intensivo de milho em áreas irrigadas, a semeadura na mesma área sem o uso de rotação de culturas principalmente no sistema plantio direto, o baixo grau de resistência das cultivares comerciais e, finalmente, o próprio aumento da área de plantio com a cultura tanto em época normal quanto em plantio de safrinha.

As plantas exibem resistência natural ao ataque dos patógenos. A interação entre um patógeno e seu hospedeiro é uma luta entre dois organismos pela própria sobrevivência, em que as células vegetais reagem à penetração do fungo através de vários mecanismos estruturais e/ou bioquímicos, procurando se defender do ataque (PASCHOLATTI & LEITE, 1995). Conforme Mac Key (1986), a resistência pode ser caracterizada pela habilidade da planta diminuir o estabelecimento de certas populações de patógenos, através de seu sistema de defesa direto e ativo.

As populações naturais de plantas geralmente são polimórficas para a resistência a diversos fungos patogênicos. Os patógenos também são polimórficos para a virulência, e

podem vencer a resistência da planta, então, a efetividade desta resistência é bastante limitada (MATIELLO et al., 1997). Estes polimorfismos são mantidos por contínuos ciclos de coevolução patógeno/hospedeiro nas populações, somado ao efeito de ocasional fluxo gênico de novos genes de resistência e de virulência vindos de populações distantes. A busca de genótipos com potencial para altos rendimentos, ocasionou uma uniformização das culturas, o que contribuiu para o aumento da pressão de seleção sobre as populações de patógenos e acelerou seu processo evolutivo (MATIELLO et al., 1997)

A resistência genética de plantas a fitopatógenos pode ser classificada com base no número de genes envolvidos. Em alguns casos, a presença de um único gene é suficiente para conferir resistência é a chamada resistência monogênica ou vertical, em outros, vários genes são necessários para resistência acontecer, é a resistência poligênica ou horizontal. Características agronômicas podem induzir resistência e não estão relacionadas ao tipo de controle genético. Na literatura são denominadas como resistência de campo, resistência de planta adulta ou resistência durável (BERGAMIM FILHO et al., 1995).

A resistência genética de plantas de milho a *Stenocarpella* vem sendo investigada há décadas em diversas partes do mundo e tem sido alcançado grande progresso pelos investigadores através de técnicas de inoculação em diferentes sítios de infecção e em diferentes estádios de desenvolvimento da planta (FOLEY, 1960; ULLSTRUP, 1970; JUGENHEIMER, 1976; PEREIRA e PEREIRA, 1976; CHAMBERS, 1988; KLAPPROTH e HAWK, 1991; MÁRIO, 1998), o que tem esclarecido, em parte, os processos de infecção, colonização e expressão dos sintomas em diversos híbridos testados.

Apesar do conhecimento sobre os processos de inoculação e infecção, a obtenção de híbridos resistentes ao controle da doença tem sido limitada, resultado de diferentes reações da doença, em virtude da dificuldade de repetibilidade do grau de resistência (FLETT e MCLAREN, 1994; VAN RENSBURG & FERREIRA, 1997).

Especificamente para mancha de macrospora, Mário et al. (1997), avaliando 196 genótipos de milho, baseou-se nos sintomas observados empregando escala de notas de 1 a 9, sendo os genótipos considerados resistentes (1 e 2), intermediários (3 e 4) e suscetíveis (5 à 9). A partir da análise de dados, encontraram 37% resistentes à doença, sendo os 63% restantes considerados intermediários e suscetíveis.

No Brasil, os híbridos comerciais de milho têm sido classificados em geral quanto a sua resistência às podridões do colmo e da espiga e em algumas situações em relação à incidência de grãos ardidos. Entretanto, não existe uma descrição clara da reação dos materiais genéticos especificamente para cada patógeno envolvido com os sintomas. Poucos

são os relatos sobre a resistência genética de híbridos comerciais às espécies de *Stenocarpella* (CASA et al., 2006). Não há ou são escassas e imprecisas informações sobre a resistência genética de híbridos de milho para mancha foliar causada por *S. macrospora* (OLANTINO et al., 1999; CASA et al., 2011; CRUZ et al., 2012). Também não há relatos da presença de raças de *S. macrospora*, mas sabe-se da existência de variação na agressividade entre diferentes isolados do patógeno (CASA et al., 2011). Para a safra de 2012/2013 não foram comercializadas cultivares resistentes a *Stenocarpella*, conforme descrito por Cruz et al., (2012).

Nos últimos anos, houve um aumento do cultivo de híbridos geneticamente modificados. Estima-se que aproximadamente 45% dos híbridos comercializados no país são transgênicos. Entretanto, existem poucas informações de estudos de campo para avaliar o comportamento de plantas transgênicas em relação a doenças quando comparadas às plantas convencionais. Há, ainda, uma diversidade de materiais genéticos disponíveis no mercado, que podem ser utilizados de modo a contornar problemas futuros e diminuir riscos e prejuízos à lavoura. Na safra 2012/13 considerando todas as cultivares (transgênicas e convencionais) 60,96 % são híbridos simples; 21,50% são híbridos triplos; 10,23% são híbridos duplos e 7,31% são variedades (CRUZ et al., 2012). Deste modo, a escolha da cultivar pode ser uma estratégia para minimizar os danos de produtividade ocasionadas pela incidência de doenças.

O híbrido triplo é obtido do cruzamento de um híbrido simples com uma linhagem. Os híbridos triplos são bastante uniformes e seu potencial produtivo é intermediário entre os híbridos simples e duplos. O mesmo ocorre com o preço de sementes. O híbrido duplo é obtido através do cruzamento de dois híbridos simples. Já o híbrido simples é obtido a partir do cruzamento de duas linhagens endogâmicas e expressa alta uniformidade genética, morfológica e fenológica, porém baixa variabilidade genética, e necessita de condições edafoclimáticas favoráveis para expressar seu alto potencial produtivo (PINTO, 2009). A variedade de polinização aberta (VPA) é um conjunto de plantas com características comuns, que apresenta material geneticamente estável e de alta variabilidade, o que lhe confere maior estabilidade de produtividade que os híbridos em condições adversas, porém normalmente têm menor potencial produtivo (ARGENTA et al., 2003). As VPAs são mais utilizadas pelos pequenos produtores, devido ao menor preço das sementes e à possibilidade de utilizá-las por até três anos, sem perdas significativas no potencial produtivo, devido à depressão endogâmica (ELIAS et al., 2010). Segundo Bisognin (1997), as cultivares que apresentam maior variabilidade genética, como é o caso da VPA e também dos híbridos duplo e triplo quando comparados ao híbrido simples podem apresentar maior tolerância e capacidade de

suportar estresses sofridos pelas plantas sem redução de produtividade de grãos, inclusive ataques de patógenos.

Deste modo, o conhecimento do nível de resistência dos genótipos torna-se uma ferramenta importante para indicação do cultivo em regiões com epidemias frequentes da doença. O presente trabalho teve como objetivo obter informações a respeito dos níveis de resistência em cultivares comerciais de milho a isolados de *S. macrospora* provenientes de três regiões do sul do Brasil.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com controle parcial de temperatura e umidade relativa do ar, no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV-UDESC, em Lages, SC, no ano de 2011.

Foram avaliadas 92 cultivares comerciais de milho obtidas de cooperativas do estado catarinense, sendo híbridos simples, duplos e triplos, transgênicos e convencionais, e variedades de polinização aberta (Tabela 1).

Em cada cultivar foram inoculados três isolados de *S. macrospora* obtidos de colmos de milho naturalmente infectados de diferentes regiões geográficas, sendo denominados de isolado OSC (híbrido Tork da região oeste do Estado de Santa Catarina, município de Quilombo), CCSRS (híbrido DKB 240 da região de Campos de Cima da Serra do Estado do Rio Grande do Sul, município de Vacaria) e SSC (híbrido AS 1565 da região Serrana do Estado de Santa Catarina, município de Lages).

Os colmos de milho infectados foram enviados para o Laboratório de Fitopatologia do CAV/UDESC, Lages, SC, onde passaram pelo processo de desinfestação em solução de hipoclorito de sódio a 2%, secos e armazenados, para posterior isolamento e multiplicação do inóculo.

Os conídios de *S. macrospora* para inoculação foram obtidos destes colmos que foram colocados em câmara úmida, com temperatura de 28° C durante 48 horas, para hidratação dos picnídios e extrusão do cirro de conídios do fungo. Os cirros de conídios foram removidos por raspagem e com água estéril contendo espalhante para manter os conídios em suspensão (uma gota de Twen 20 por litro de água). A concentração de inóculo foi mensurada e ajustada com auxílio de câmara de Neubauer, obtendo-se 180.000 conídios mL⁻¹. Quando as plantas

estavam com duas folhas completamente expandidas foi depositado no centro da folha 2 mL desta concentração com auxílio de pipeta automática.

As sementes de cada cultivar foram semeadas em vasos de 1,5 litros contendo uma mistura homogênea de substrato (40%), solo (40%) e vermiculita (20%). Foram semeadas sete sementes por vaso no dia 28/11/2011, e nove dias após a semeadura foi realizado desbaste manual deixando-se cinco plantas por vaso.

Para cada isolado do fungo foram inoculadas 25 plantas de cada cultivar, sendo cinco repetições e cinco plantas. Os vasos foram dispostos, ao acaso, em bancadas suspensas, constituindo-se um delineamento inteiramente casualizado.

A reação das cultivares foi determinada pela severidade foliar da doença quantificada aos 21 dias após a inoculação. A severidade foi baseada na porcentagem da área necrosada com a mancha de macrospora, ou seja, foi feita a comparação da área total da segunda folha completamente expandida com a área necrosada pelo patógeno.

Os dados foram submetidos à ANOVA e quando encontrado significância as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott (5%). Respostas entre grupos de genótipos foram analisadas por contraste ortogonal.

Tabela 1. Cultivares de milho utilizadas para avaliação da resistência genética à mancha de macrospora, Lages, SC, 2012.

CULTIVARES		
30 F 70 HX	20F 53	DKB 240 VT PRÓ
30F 36 HX	30F 53	DKB 240 VT PRÓ
30F 53 HR	32R 48	DKB 240 YG
30F 53 R	AG 6040	DKB 245 RR 2
30F 53H	AG 8025	DKB 350 YG
30R 50 HX	AG 9045	DKB 390 VT PRÓ
32R 22 H	AS 1556	DKB 393 YG
32R 48 HX	AS 1570	DOW 2B 688
32R 48H	AS 32	DOW 2B 688 HX
AG 8011 YG	CD 324	FÓRMULA TL
AG 8041 YG	CELERON	FÓRMULA TL + TC
AG 9020 PRÓ	DKB 240	GARRA VIP
AG 9040 YG	DKB 245	IMPACTO TL
AGN 35A 42	P 1630	MAXIMUS
AS 1551 VT PRÓ	SCS 153 ESPERANÇA	MAXIMUS TL/TG
AS 1555 YG	SCS 154 FORTUNA	MAXIMUS VIP
AS 1572 YG	SCS 155 CATARINA	MAXIMUS VIP TC
AS 1573 YG	SCS 156 COLORADO	MAXIMUS VIP TL/TG
AS 1590 YG	SG 6011	NIDERA BX 898 YG
ATAACK TL	SYN 8A 98 FERROZ	NIDERA BX 907 YG
BG 7049 YG	SYN 7205 TL	NIDERA BX 920 YG
CD 333 HX	SYN 7205 VIP TC	P 30 F 53 HX
CD 384 HX	SYN 7205 VIPTERA	P1630H
CELERON TL	SYN 7316 VIPTERA	PENTA TL + TC
CELERON TL + TC	SYN 7G 17 TL	PREMIUM FLEX
DKB 240 PRÓ	SYN 8A 98	SG 6030 YG
STATUS VIP AVICTA	SYN CELERON	SG 6304 YG
SYN 7 B 28 VIP	SYN SOMMA TL	SPRINT TL
SYN 7205 STATUS	STATUS TL + TG	STATUS TL
SYN SW 3509 TL	STATUS VIP	TORK TL
SYN SW 3949 TL	STATUS TL + TC	

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.5.1 Comportamento de cultivares em função do isolado utilizado

O nível de resistência das cultivares na média foi variável de acordo com o isolado utilizado, assim como a média da severidade para cada cultivar (Tabelas 2, 3 e 4).

Todos os genótipos avaliados apresentaram infecção e expressão dos sintomas causados por *S. macrospora* no estágio V4, com variação no grau de severidade. A média da severidade da doença nas 92 cultivares foi de 5,04% para isolado SSC de Lages, 5,45% para isolado CCSRS de Vacaria e 6,75% para isolado OSC de Quilombo (Tabela 2), demonstrando pouca variação na severidade da doença ao comparar-se os três isolados.

Em avaliações de oito linhagens a campo, Olatinwo et al. (1999a), constataram resistência à mancha de macrospora somente na linhagem 9233-9, porém não informam o tipo de resistência. Por outro lado, Olatinwo et al. (1999b) em cruzamentos de linhagens durante seis gerações para estudo da herança da resistência à *S. macrospora* encontraram genótipos altamente resistentes, contudo genótipos totalmente resistentes ou totalmente suscetíveis não foram obtidas. No caso de híbridos comerciais, Pascual et al. (2002), avaliando 60 híbridos de milho no estágio de grão farináceo com inoculação de *S. macrospora* 40 dias após a semeadura, observaram híbridos resistentes a altamente suscetíveis à mancha de macrospora, com severidade variando de 1% a 100%. Nesse os autores consideraram resistência parcial de 1 a 10% de severidade foliar como plantas resistentes. Da mesma forma, Sutoyo (2010) avaliando 37 cultivares de milho no estágio de plântula em casa de vegetação com inoculação de 2×10^5 conídios mL⁻¹ constatou diferença significativa entre cultivares, sendo que a severidade da doença variou de 4,79% a 30% aos 35 dias após a avaliação.

A resistência quantitativa a doenças em plantas é expressa, principalmente, por infecção reduzida, maior período de latência e esporulação reduzida. No entanto, o desenvolvimento desta forma de resistência requer informações genéticas adicionais, até então inexistentes ou pouco conhecidas para o patossistema *S. macrospora* (RINGER e GRYBAUSKAS, 1995).

A análise dos dados indicou quatro grupos distintos quanto à severidade foliar para o isolado SSC. O isolado CCSRS foi separado em apenas dois grupos, o que demonstra maior semelhança entre as severidades. O isolado OSC por sua vez apresentou cinco grupos de severidade entre os híbridos avaliados (Tabela 2).

O híbrido mais suscetível à mancha de macrospora entre os avaliados para o isolado SSC foi P30F53 HX com 9,4% de severidade; para o isolado CCSRS a maior suscetibilidade foi encontrada para o híbrido 30R50 HX com severidade de 9,80%; e para o isolado OSC a maior severidade encontrada foi 12,6% para o híbrido AGN 35A42.

Os resultados para menor severidade também foram variáveis conforme o isolado, sendo para SSC 0,8% no híbrido CD 324, para CCSRS 2,00% no híbrido AG 9020 PRÓ e para OSC 1,20% no híbrido AG 9040 YG, podendo ser considerados como mais resistentes à mancha de macrospora em detrimento dos demais (Tabela 2).

Algumas cultivares mantiveram severidades semelhantes mesmo quando submetidas a isolados diferentes, mantendo o mesmo nível de resistência à *Stenocarpella* independente do isolado utilizado, como por exemplo, os híbridos AS32 e TORK TL que permaneceram no grupo de severidade mais alta para os três isolados. Pode-se destacar também os híbridos BG 7049 YG, DKB 240 YG, AS 1555 YG, 30F36 HX, STATUS VIP, MAXIMUS TL/TG, CELERON TL, STATUS TL, P30F70 HX, 20F53, P1630, SCS 155, SCS 156, AS 1556, SCS 154, AG 6040, CELERON, 30F53R, ATACK TL, P30F53 HX, DKB 393 YG, MAXIMUS VIP TL/TG e D2B688 HX, os quais apresentaram valores de severidade sem grandes variações de acordo com o isolado ao que foi submetido. Do mesmo modo alguns híbridos apresentaram estabilidade independente do isolado e permaneceram em grupos de menor severidade, como foi o caso de AG 9040 YG, AG 9020 PRO, SYN CELERON, DKB 240 VT PRO, apresentando maior resistência à mancha de macrospora, mesmo inoculadas com isolados diferentes (Tabela 2).

Tabela 2. Severidade da mancha de macrospora em diferentes cultivares de milho submetidas à inoculação com três isolados de *Stenocarpella macrospora*, Lages, SC, 2012.

Inóculo Lages		Inóculo Vacaria		Inóculo Quilombo	
Cultivares	Severidade (%) ¹	Cultivares	Severidade (%) ¹	Cultivares	Severidade (%) ¹
P 30 F 53 HX	9,4 A	30R 50 HX	9,80 A	AGN 35A 42	12,60 A
AS 1590 YG	9,2 A	AS 1590 YG	9,20 A	SYN 7316 VIPTERA	12,40 A
MAXIMUS TL/TG	9,2 A	ATAACK TL	9,20 A	STATUS VIP	
AG 6040	8,8 A	CELERON TL	8,80 A	AVICTA	12,00 A
SCS 156				TORK TL	11,20 A
COLORADO	8,8 A	AS 1555 YG	8,60 A	AS 32	11,20 A
SYN 7 B 28 VIP	8,8 A	30F 36 HX	8,40 A	DKB 245	10,20 B
30F 36 HX	8,4 A	DKB 393 YG	8,40 A	DKB 350 YG	10,00 B
AS 32	8,4 A	AS 32	8,00 A	MAXIMUS TL/TG	9,80 B
AS 1555 YG	8,4 A	AS 1556	7,80 A	32R 48	9,60 B
SG 6304 YG	8,4 A	AS 1570	7,80 A	SYN SW 3949 TL	9,60 B
30R 50 HX	8,2 A	SCS 156		SYN SOMMA TL	
AS 1556	8,2 A	COLORADO	7,80 A		9,20 B
30F 53 R	8,0 A	MAXIMUS TL/TG	7,60 A	30F 53	9,20 B
STATUS VIP	7,8 A	STATUS TL + TG	7,60 A	DKB 245 RR 2	9,00 C
CELERON TL	7,8 A	SCS 155 CATARINA	7,60 A	CELERON TL + TC	8,80 C
BG 7049 YG	7,6 A	SG 6304 YG	7,60 A	SCS 156	
AG 8041 YG	7,6 A	AG 6040	7,60 A	COLORADO	8,80 C
DKB 393 YG	7,6 A	AG 8041 YG	7,60 A	SG 6011	8,80 C
SCS 155 CATARINA	7,6 A	30F 53 R	7,40 A	SYN 7205 STATUS	8,80 C
TORK TL	7,6 A	STATUS VIP	7,20 A	SYN 7 B 28 VIP	8,80 C
ATAACK TL	7,4 A	SCS 154 FORTUNA	7,00 A	AG 6040	8,80 C
NIDERA BX 920 YG	7,2 A	SG 6030 YG	7,00 A	BG 7049 YG	8,80 C
DKB 245	7,0 B	SYN 7 B 28 VIP	6,80 A	AG 9045	8,60 C
CELERON	6,8 B	SYN 8A 98 FERROZ	6,80 A	AS 1556	8,60 C
AS 1570	6,8 B	CELERON	6,80 A	AS 1555 YG	8,40 C
STATUS TL	6,8 B	TORK TL	6,60 A	SCS 154 FORTUNA	8,20 C
NIDERA BX 898 YG	6,6 B	PENTA TL + TC	6,60 A	DKB 240	8,00 C
DOW 2B 688 HX	6,4 B	SYN 7205 VIP TC	6,60 A	DKB 393 YG	8,00 C
SCS 154 FORTUNA	6,4 B	AS 1573 YG	6,60 A	ATAACK TL	8,00 C
STATUS TL + TG	6,2 B	MAXIMUS VIP TL/TG	6,60 A	30F 53 R	8,00 C
FÓRMULA TL + TC	6,2 B	30 F 70 HX	6,40 A	30F 53H	7,80 C
AS 1573 YG	6,2 B	NIDERA BX 920 YG	6,40 A	SYN 8A 98	7,80 C
DKB 240 YG	6,2 B	DOW 2B 688	6,40 A	DKB 240 PRÓ	7,80 C
SG 6030 YG	6,0 B	DOW 2B 688 HX	6,20 A	32R 48 HX	7,80 C
AS 1551 VT PRÓ	6,0 B	BG 7049 YG	6,20 A	AS 1572 YG	7,60 C
MAXIMUS VIP TL/TG	6,0 B	NIDERA BX 898 YG	6,20 A	CD 333 HX	7,60 C
32R 48	5,8 B	DKB 240 YG	6,00 A	CELERON	7,60 C
30 F 70 HX	5,8 B	DKB 245	6,00 A	DKB 24 VT PRÓ	7,60 C
SYN 7205 VIP TC	5,8 B	MAXIMUS VIP TC	6,00 A	MAXIMUS VIP TC	7,60 C
		AGN 35A 42	6,00 A	PREMIUM FLEX	7,60 C
				SYN 7205 VIP TC	7,60 C

Continua...

...Continuação						
32R 48 HX	5,6 B	32R 48	5,80 A	32R 22 H	7,40 C	
NIDERA BX 907 YG	5,6 B	CD 384 HX	5,80 A	CELERON TL	7,40 C	
GARRA VIP	5,4 B	GARRA VIP	5,80 A	SCS 155 CATARINA	7,00 C	
IMPACTO TL	5,4 B	NIDERA BX 907 YG	5,80 A	SYN 7205 TL	7,00 C	
AGN 35A 42	5,4 B	P 1630	5,80 A	DKB 240 YG	7,20 C	
DOW 2B 688	5,4 B	AS 1572 YG	5,60 A	FÓRMULA TL	7,00 C	
STATUS VIP AVICTA	5,2 B	STATUS TL	5,60 A	STATUS VIP	6,80 C	
MAXIMUS VIP	5,2 B	IMPACTO TL	5,60 A	STATUS TL + TC	6,80 C	
P1630H	5,0 B	STATUS VIP AVICTA	5,40 A	AS 1551 VT PRÓ	6,80 C	
PENTA TL + TC	5,0 B	STATUS TL + TC	5,40 A	SCS 153 ESPERANÇA	6,60 C	
STATUS TL + TC	5,0 B	P1630H	5,40 A	SPRINT TL	6,60 C	
20F 53	4,6 C	20F 53	5,40 A	30F 53 HR	6,60 C	
SYN 8A 98 FERROZ	4,6 C	AS 1551 VT PRÓ	5,40 A	NIDERA BX 907 YG	6,60 C	
32R 22 H	4,4 C	AG 8025	5,20 B	AS 1570	6,40 C	
P 1630	4,4 C	32R 48 HX	5,00 B	32R 48H	6,40 C	
SCS 153 ESPERANÇA	4,4 C	FÓRMULA TL	5,00 B	DOW 2B 688	6,40 C	
FÓRMULA TL	4,2 C	32R 22 H	4,40 B	NIDERA BX 898 YG	6,40 C	
AG 8025	4,0 C	CD 333 HX	4,40 B	NIDERA BX 920 YG	6,40 C	
AS 1572 YG	4,0 C	DKB 240 VT PRÓ	4,40 B	30F 36 HX	6,20 D	
30F 53H	4,0 C	DKB 245 RR 2	4,40 B	AG 8011 YG	6,20 D	
MAXIMUS	4,0 C	SCS 153 ESPERANÇA	4,40 B	20F 53	6,00 D	
SYN SOMMA TL	3,8 C	SYN 7205 STATUS	4,20 B	STATUS TL	6,00 D	
SYN 7205 STATUS	3,8 C	FÓRMULA TL + TC	4,20 B	AS 1590 YG	6,00 D	
CD 384 HX	3,6 C	CELERON TL + TC	4,20 B	30 F 70 HX	6,00 D	
32R 48H	3,6 C	DKB 390 VT PRÓ	4,00 B	P 30 F 53 HX	6,00 D	
AG 9040 YG	3,4 C	SPRINT TL	4,00 B	MAXIMUS	5,80 D	
SPRINT TL	3,4 C	SYN SW 3509 TL	4,00 B	GARRA VIP	5,60 D	
DKB 245 RR 2	3,4 C	AG 9040 YG	3,80 B	DOW 2B 688 HX	5,40 D	
DKB 240 VT PRÓ	3,2 C	P 30 F 53 HX	3,80 B	AG 8025	5,20 D	
DKB 390 VT PRÓ	3,2 C	SYN 7316 VIPTERA	3,80 B	MAXIMUS VIP TL/TG	5,00 D	
DKB 240	3,2 C	SG 6011	3,80 B	PENTA TL + TC	5,00 D	
SYN 7G 17 TL	3,2 C	MAXIMUS	3,80 B	SG 6304 YG	5,00 D	
SG 6011	3,0 C	AG 8011 YG	3,60 B	STATUS TL + TG	5,00 D	
CELERON TL + TC	3,0 C	SYN 7G 17 TL	3,60 B	SYN 7205 VIPTERA	4,60 D	
DKB 350 YG	2,6 D	SYN 7205 VIPTERA	3,60 B	AS 1573 YG	4,60 D	
AG 8011 YG	2,4 D	DKB 240	3,60 B	DKB 240 VT PRÓ	4,60 D	
DKB 240 PRÓ	2,4 D	CD 324	3,40 B	IMPACTO TL	4,60 D	
SYN SW 3509 TL	2,2 D	30F 53	3,40 B	MAXIMUS VIP	4,60 D	
30F 53 HR	2,0 D	32R 48H	3,40 B	CD 324	4,40 D	
SYN 7205 TL	2,0 D	SYN 7205 TL	3,20 B	SYN SW 3509 TL	4,00 E	
SYN 7205 VIPTERA	2,0 D	DKB 350 YG	3,20 B	30R 50 HX	3,60 E	
CD 333 HX	2,0 D	SYN SW 3949 TL	3,20 B	SG 6030 YG	3,60 E	

Continua...

...Continuação						
AG 9045	1,8	D	30F 53H	3,20	B	CD 384 HX 3,40 E
DKB 240 VT PRÓ	1,6	D	30F 53 HR	3,00	B	AG 9020 PRÓ 3,20 E
SYN 8A 98	1,6	D	SYN 8A 98	3,00	B	DKB 390 VT PRÓ 3,00 E
SYN CELERON	1,6	D	DKB 240 PRÓ	2,80	B	AG 8041 YG 3,00 E
SYN 7316 VIPTERA	1,4	D	MAXIMUS VIP	2,80	B	SYN 7G 17 TL 3,00 E
MAXIMUS VIP TC	1,2	D	PREMIUM FLEX	2,80	B	SYN 8A 98 FERROZ 3,00 E
PREMIUM FLEX	1,2	D	SYN CELERON	2,80	B	P1630H 2,80 E
30F 53	1,2	D	SYN SOMMA TL	2,60	B	SYN CELERON 2,40 E
AG 9020 PRÓ	1,0	D	DKB 240 VT PRÓ	2,60	B	P 1630 2,20 E
SYN SW 3949 TL	1,2	D	AG 9045	2,60	B	FÓRMULA TL + TC 1,60 E
CD 324	0,8	D	AG 9020 PRÓ	2,00	B	AG 9040 YG 1,20 E
Média	5,04			5,45		6,75
CV (%)	47,54			43,60		24,35

¹Médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Entretanto, não é possível afirmar que este foi um comportamento geral, pois muitas cultivares apresentaram diferenças no valor de severidade em função dos diferentes isolados utilizados. Pode-se tomar como exemplo os híbridos SYN 7205 TL, AG 8041 YG, SYN 3949 TL, 30R50 HX, 32R48 HX, SYN 7205 ST, 30F53 HR, SPRINT TL, DKB 245 RR2, DKB 240 PRO, PREMIUM FLEX, FORMULA TL, podendo caracterizar, para estes híbridos, uma variabilidade genética em função do isolado utilizado.

Mendes et al. (2012) encontrou diferença significativa para a inoculação com *S. macrospora* em cinco híbridos considerados resistentes e cinco considerados suscetíveis ao complexo causador de podridão de colmo e espiga, houve diferenças na produtividade entre híbridos inoculados e não inoculados, independente de serem considerados resistentes ou suscetíveis, também não houve relação proporcional entre produtividade e porcentagem de grãos ardidos. Os resultados indicam que não há entre os híbridos testados, nenhum que seja totalmente resistente à *S. macrospora*. Segundo esses autores os resultados encontrados confirmam o relato feito por Wisner et al. (1960), que cita que não existe genótipo com resistência completa a *Stenocarpella*. No entanto, esses autores não mencionam sobre mancha de macrospora.

O isolado OSC foi o que apresentou na média maior severidade, pois das 92 cultivares avaliadas em 43 delas houve maior severidade da mancha de macrospora (Tabela 2), podendo demonstrar assim a sua maior agressividade. Tal fato fica evidente nos seguintes híbridos: SYN 7205 VP, SYN 7316 VP, SYN 8A98 FERROZ, SYN SOMA TL, STATUS VIP AVICTA, DKB 350 YG, CELERON TL/TC, TORK TL.

Como algumas cultivares se comportaram de maneira diferente quanto à severidade da mancha de macrospora para os três isolados, pode-se afirmar que existe níveis de agressividade. O equilíbrio entre a resistência do genótipo e a agressividade do isolado pode ser importante na discriminação de genótipos resistentes ou suscetíveis em programas de melhoramento genético (MAXWELL e THOMPSON, 1974). Os isolados geralmente são mais agressivos em seus locais de origem. Contudo, diferenças de agressividade podem ser observadas em alguns anos, devido às condições ambientais e a concentração de inóculo no ambiente (KAPPELMAN et al., 1965). De modo contrário, outras cultivares se comportaram de maneira semelhante para todos os isolados, indicando que estas cultivares mantem a característica de resistência ao patógeno independente do isolado utilizado. Este fator é importante em programas de melhoramento, pois indicam que determinado material genético é estável e apresentar-se-á resistente em regiões geográficas distintas (PINTO, 2009).

A partir da análise dos dados da severidade da mancha de macrospora por meio de contrastes ortogonais foi encontrada diferença significativa entre todos os isolados, onde o isolado OSC apresentou maior média de severidade (6,75%) seguido do isolado CCSRS (5,44%) e SSC (5,04%). Isto ressalta que há diferença entre isolados do mesmo patógeno provenientes de regiões diferentes.

Tabela 3. Comparação da média de severidade de mancha de macrospora entre inóculos oriundos de diferentes regiões do Sul do Brasil em plantas de milho, Lages, SC, 2012.

Inóculo	Severidade (%)
Lages	5,04*
Vacaria	5,44*
CV (%)	19,79
Quilombo	6,75*
Lages	5,04*
CV (%)	16,19
Quilombo	6,75*
Vacaria	5,44*
CV (%)	14,87

*Diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

^{ns} Não diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

As cultivares se comportaram de maneira diferente para os isolados (Tabela 4). Para o isolado SSC houve diferença significativa entre a comparação HS e VPA, onde a VPA apresentou maior severidade (6,80%), enquanto o HS apresentou 4,78%. O HS também apresentou severidade inferior aos híbridos duplo (7,53) e triplo (4,80%), mas a diferença entre HS e HT não foi significativa estatisticamente. Foram analisadas também, comparações entre VPA e híbridos duplo e triplo. Não houve diferença significativa entre VPA e HT, mas entre HD e VPA houve diferença tendo o HD apresentado maior severidade média. O híbrido

duplo apresentou-se também mais suscetível à mancha de macrospora do que o híbrido triplo, demonstrando-se assim, o material mais suscetível dentre os avaliados para o isolado SSC (Tabela 4).

Quando considerado o isolado OSC, o comportamento foi muito semelhante ao isolado SSC diferindo nos valores da média da severidade que foram mais elevados para todos os materiais genéticos avaliados. O HD foi o material que apresentou maior severidade da doença, sendo assim considerado o mais suscetível. Para o isolado OSC, entretanto, o material que apresentou menor severidade foi o HT, entretanto não foi significativa estatisticamente a comparação entre HS e HT e também não foi significativa a comparação HT e VPA (Tabela 4).

O isolado CCSRS apresentou severidades menores se comparado ao isolado de OSC, sendo que a maior severidade foi encontrada no híbrido duplo (7,20%) diferindo estatisticamente do HT e HS, mas considerado igual estatisticamente à VPA. A VPA, também foi estatisticamente superior ao HT e HS. Os híbridos simples e triplos foram os que apresentaram menor severidade na média e, portanto, considerados com maior nível de resistência do que VPA e HD (Tabela 4).

Tabela 4. Comparação de severidade média entre híbridos simples (HS), duplo (HD), triplo (HT) e variedades de polinização aberta (VPAs) à mancha de macrospora, Lages, SC, 2012.

Cultivar	Severidade (%)		
	Lages	Quilombo	Vacaria
HS	4,78*	6,61*	5,28*
VPA	6,80	7,65	6,70
HS	4,78*	6,61*	5,28*
HD	7,53	10,86	7,20
HS	4,78 ^{ns}	6,61 ^{ns}	5,28 ^{ns}
HT	4,80	6,25	5,61
VPA	6,80*	7,65*	6,70 ^{ns}
HD	7,53	10,86	7,20
VPA	6,80 ^{ns}	7,65 ^{ns}	6,70 ^{ns}
HT	4,80	6,25	5,61
HT	4,80*	6,25*	5,61*
HD	7,53	10,86	7,20
CV (%)	21,16	11,06	18,45

*Diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

^{ns}Não diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

3.5.2 Comportamento de cultivares transgênicas e convencionais

A partir dos dados analisados por contraste ortogonal, pode-se verificar que não houve diferença estatística significativa entre cultivares transgênicas e convencionais para os isolados de *S. macrospora* oriundos de Lages (SSC) e de Vacaria (CCSRS) (Tabelas 5 e 6). Resultado semelhante foi obtido Bampi (2012) onde a autora também não encontrou diferença significativa entre híbridos convencionais e transgênicos à mancha de macrospora, avaliando 27 híbridos transgênicos e 25 híbridos convencionais, utilizando para inoculação isolados obtidos de Lages, SC e Campinas do Sul, RS.

Quando se avaliou o isolado obtido em Quilombo (OSC) foi encontrada diferença estatística significativa (Tabela 7). A maior severidade foi encontrada para as cultivares convencionais (7,42%) em comparação às transgênicos (6,65%). Não se encontrou na literatura relatos similares para este patossistema. No entanto, ao analisar a incidência de grãos ardidos comparando híbridos transgênicos e convencionais, Piasson (2010) verificou menor porcentagem nos transgênicos na safra 2008/2009, demonstrando que tais híbridos podem ter maiores níveis de resistência a patógenos que podem ocasionar grãos ardidos.

Tabela 5. Comparação de genótipos de milho transgênicos e convencionais quanto à severidade da mancha de macrospora para o isolado de Lages, Lages, SC, 2012.

Transgênicos		Convencionais	
Cultivar	Severidade (%)	Cultivar	Severidade (%)
30 F 70 HX	5,8	20F 53	4,6
30F 36 HX	8,4	30F 53	1,2
30F 53 HR	2,0	32R 48	5,8
30F 53 R	8,0	AG 6040	8,8
30F 53H	4,0	AG 8025	4,0
30R 50 HX	8,2	AG 9045	1,8
32R 22 H	4,4	AS 1556	8,2
32R 48 HX	5,6	AS 1570	6,8
32R 48H	3,6	AS 32	8,4
AG 8011 YG	2,4	CD 324	0,8
AG 8041 YG	7,6	CELERON	6,8
AG 9020 PRÓ	1,0	DKB 240	3,2
AG 9040 YG	3,4	DKB 245	7,0
AGN 35A 42	5,4	P 1630	4,4
AS 1551 VT PRÓ	6,0	SCS 153 ESPERANÇA	4,4
AS 1555 YG	8,4	SCS 154 FORTUNA	6,4
AS 1572 YG	4,0	SCS 155 CATARINA	7,6
AS 1573 YG	6,2	SCS 156 COLORADO	8,8
AS 1590 YG	9,2	SG 6011	3,0

Continua...

...Continuação			
ATAACK TL	7,4	SYN 8A 98 FERROZ	4,6
BG 7049 YG	7,6	DOW 2B 688	5,4
CD 333 HX	2,0	MAXIMUS	4,0
CD 384 HX	3,6	Média	5,33^{ns}
CELERON TL	7,8	CV (%)	20,75
CELERON TL + TC	3,0	Transgênicos	
DKB 240 PRÓ	2,4	Cultivar	Severidade (%)
DKB 240 VT PRÓ	3,2	PREMIUM FLEX	1,2
DKB 240 VT PRÓ	1,6	SG 6030 YG	6,0
DKB 240 YG	6,2	SG 6304 YG	8,4
DKB 245 RR 2	3,4	SPRINT TL	3,4
DKB 350 YG	2,6	STATUS TL	6,8
DKB 390 VT PRÓ	3,2	STATUS TL + TC	5,0
DKB 393 YG	7,6	STATUS TL + TG	6,2
DOW 2B 688 HX	6,4	STATUS VIP	7,8
FÓRMULA TL	4,2	STATUS VIP AVICTA	5,2
FÓRMULA TL + TC	6,2	SYN 7 B 28 VIP	8,8
GARRA VIP	5,4	SYN 7205 STATUS	3,8
IMPACTO TL	5,4	SYN 7205 TL	2,0
MAXIMUS TL/TG	9,2	SYN 7205 VIP TC	5,8
MAXIMUS VIP	5,2	SYN 7205 VIPTERA	2,0
MAXIMUS VIP TC	1,2	SYN 7316 VIPTERA	1,4
MAXIMUS VIP TL/TG	6,0	SYN 7G 17 TL	3,2
NIDERA BX 898 YG	6,6	SYN 8A 98	1,6
NIDERA BX 907 YG	5,6	SYN CELERON	1,6
NIDERA BX 920 YG	7,2	SYN SOMMA TL	3,8
P 30 F 53 HX	9,4	SYN SW 3509 TL	2,2
P1630H	5,0	SYN SW 3949 TL	1,2
PENTA TL + TC	5,0	TORK TL	7,6
Média			4,96^{ns}
CV (%)			20,75

^{ns} Não diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

Tabela 6. Comparação de genótipos de milho transgênicos e convencionais quanto à severidade da mancha de macrospora para o isolado de Vacaria, Lages, SC, 2012.

Transgênicos		Convencionais	
Cultivar	Severidade (%)	Cultivar	Severidade (%)
30 F 70 HX	6,8	20F 53	5,0
30F 36 HX	8,4	30F 53	3,2
30F 53 HR	3,0	32R 48	5,4
30F 53 R	7,4	AG 6040	7,6
30F 53H	3,2	AG 8025	4,2
30R 50 HX	9,8	AG 9045	3,8
32R 22 H	4,4	AS 1556	6,2

Continua...

...Continuação			
32R 48 HX	5,0	AS 1570	9,0
32R 48H	3,4	AS 32	6,4
AG 8011 YG	3,6	CD 324	3,8
AG 8041 YG	7,6	CELERON	6,8
AG 9020 PRÓ	2,0	DKB 240	4,4
AG 9040 YG	3,8	DKB 245	6,0
AGN 35A 42	6,0	P 1630	6,6
AS 1551 VT PRÓ	5,8	SCS 153 ESPERANÇA	5,4
AS 1555 YG	8,6	SCS 154 FORTUNA	7,0
AS 1572 YG	5,6	SCS 155 CATARINA	7,2
AS 1573 YG	6,6	SCS 156 COLORADO	7,2
AS 1590 YG	9,2	SG 6011	3,8
ATAACK TL	9,2	SYN 8A 98 FERROZ	6,8
BG 7049 YG	6,8	DOW 2B 688	6,4
CD 333 HX	4,4	MAXIMUS	3,8
CD 384 HX	5,8	<i>Média</i>	<i>5,79^{ns}</i>
CELERON TL	8,8	<i>CV (%)</i>	<i>18,45</i>
CELERON TL + TC	4,2	Transgênicos	
DKB 240 PRÓ	2,8	Cultivar	Severidade (%)
DKB 240 VT PRÓ	4,4	SG 6304 YG	8,6
DKB 240 VT PRÓ	2,6	SPRINT TL	4,0
DKB 240 YG	6,0	STATUS TL	6,6
DKB 245 RR 2	4,4	STATUS TL + TC	5,4
DKB 350 YG	3,2	STATUS TL + TG	7,0
DKB 390 VT PRÓ	4,4	STATUS VIP	6,8
DKB 393 YG	8,8	STATUS VIP AVICTA	5,4
DOW 2B 688 HX	6,0	SYN 7 B 28 VIP	6,4
FÓRMULA TL	5,0	SYN 7205 STATUS	4,2
FÓRMULA TL + TC	4,2	SYN 7205 TL	3,2
GARRA VIP	5,4	SYN 7205 VIP TC	6,6
IMPACTO TL	5,6	SYN 7205 VIPTERA	3,6
MAXIMUS TL/TG	7,2	SYN 7316 VIPTERA	3,8
MAXIMUS VIP	5,4	SYN 7G 17 TL	4,6
MAXIMUS VIP TC	2,8	SYN 8A 98	3,0
MAXIMUS VIP TL/TG	6,6	SYN CELERON	2,8
NIDERA BX 898 YG	6,2	SYN SOMMA TL	2,6
NIDERA BX 907 YG	5,8	SYN SW 3509 TL	4,0
NIDERA BX 920 YG	6,4	SYN SW 3949 TL	3,2
P 30 F 53 HX	8,8	TORK TL	6,6
P1630H	5,4	PREMIUM FLEX	2,8
PENTA TL + TC	6,6	SG 6030 YG	7,0
<i>Média</i>			<i>5,44^{ns}</i>
<i>CV (%)</i>			<i>18,45</i>

^{ns} Não diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

Tabela 7. Comparação de genótipos de milho transgênicos e convencionais quanto à severidade da mancha de macrospora para o isolado de Quilombo, Lages, SC, 2012.

Transgênicos		Convencionais	
Cultivar	Severidade (%)	Cultivar	Severidade (%)
30 F 70 HX	6,0	20F 53	6,0
30F 36 HX	6,2	30F 53	9,2
30F 53 HR	6,6	32R 48	9,6
30F 53 R	8,0	AG 6040	8,8
30F 53H	3,0	AG 8025	5,2
30R 50 HX	3,6	AG 9045	8,6
32R 22 H	7,4	AS 1556	8,6
32R 48 HX	7,8	AS 1570	6,4
32R 48H	6,4	AS 32	11,2
AG 8011 YG	6,2	CD 324	4,4
AG 8041 YG	3,0	CELERON	7,6
AG 9020 PRÓ	3,2	DKB 240	8,0
AG 9040 YG	1,2	DKB 245	10,2
AGN 35A 42	12,6	P 1630	2,2
AS 1551 VT PRÓ	6,8	SCS 153 ESPERANÇA	6,6
AS 1555 YG	8,4	SCS 154 FORTUNA	8,2
AS 1572 YG	7,6	SCS 155 CATARINA	7,0
AS 1573 YG	4,6	SCS 156 COLORADO	8,8
AS 1590 YG	6,0	SG 6011	8,8
ATAACK TL	8,0	SYN 8A 98 FERROZ	3,0
BG 7049 YG	8,8	DOW 2B 688	6,4
CD 333 HX	7,6	MAXIMUS	5,8
CD 384 HX	3,4	<i>Média</i>	<i>7,42</i>
CELERON TL	7,4	<i>CV (%)</i>	<i>11,06</i>
CELERON TL + TC	8,8	Transgênicos	
DKB 240 PRÓ	7,6	Cultivar	Severidade (%)
DKB 240 VT PRÓ	7,8	MAXIMUS VIP TL/TG	5,0
DKB 240 VT PRÓ	4,6	NIDERA BX 898 YG	6,4
DKB 240 YG	7,2	NIDERA BX 907 YG	6,6
DKB 245 RR 2	9,0	NIDERA BX 920 YG	6,4
DKB 350 YG	10	P 30 F 53 HX	10,4
DKB 390 VT PRÓ	3,0	P1630H	5,8
DKB 393 YG	8,0	PENTA TL + TC	5,0
DOW 2B 688 HX	5,4	PREMIUM FLEX	7,6
FÓRMULA TL	7,0	SG 6030 YG	3,6
FÓRMULA TL + TC	1,6	SG 6304 YG	5,0
GARRA VIP	5,6	SPRINT TL	6,6
IMPACTO TL	4,6	STATUS TL	6,0
MAXIMUS TL/TG	9,8	STATUS TL + TC	6,8
MAXIMUS VIP	4,6	STATUS VIP	6,8
MAXIMUS VIP TC	7,6	STATUS VIP AVICTA	12

...Continuação			
SYN 7 B 28 VIP	8,8	SYN 8A 98	7,8
SYN 7205 STATUS	8,8	SYN CELERON	2,4
SYN 7205 TL	7,0	SYN SOMMA TL	9,2
SYN 7205 VIP TC	7,6	SYN SW 3509 TL	4,0
SYN 7205 VIPTERA	7,8	SYN SW 3949 TL	9,6
SYN 7316 VIPTERA	12,4	TORK TL	11,2
SYN 7G 17 TL	2,8	STATUS TL + TG	5,0
Média			6,65*
CV (%)			11,06

*Diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

3.6 CONCLUSÕES

Entre as cultivares avaliadas com inoculação em plantas jovens não se constatou híbridos e variedades de polinização aberta resistente à mancha de macrospora. Demonstrou-se haver diferentes níveis de suscetibilidade em função de diferentes isolados do fungo *S. macrospora*.

Os híbridos transgênicos e convencionais apresentam comportamento semelhante quanto à severidade de mancha de macrospora havendo, no entanto, necessidade de explorar maior número de híbridos e principalmente o efeito de diferentes eventos de transgenia dentro de um mesmo genótipo.

Ao analisar a diversidade genética dos materiais testados contata-se que híbridos simples apresentam menor severidade da mancha de macrospora quando comparado à variedade de polinização aberta, híbrido duplo e triplo, considerando mais de um isolado do fungo.

Este trabalho demonstrou que estudos da variabilidade genética de híbridos à reação da mancha de macrospora são importantes para identificar genótipos mais promissores que podem ser usados em futuros estudos em programas de melhoramento de milho, buscando minimizar os danos causados por *S. macrospora*. Da mesma forma, a identificação de genótipos com menor suscetibilidade pode ser uma opção imediata para uso naquelas regiões com ocorrência generalizada da mancha de macrospora.

3.7 REFERÊNCIAS

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Estratégias de melhoramento das empresas para otimizar a resposta a densidade de plantas. In: **Reunião Técnica Catarinense de Milho**

e **Feijão, IV**, Lages-SC. Resumos Expandidos... Lages: CAV-UDESC, v.4, n. 1, p. 30-34. 2003.

BAMPI, D. **Resistência genética e controle químico de *Stenocarpella macrospora* do milho**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2011. 63 p.

BERGAMIM FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia V. 1: Princípios e conceitos**. 3. ed. Piracicaba, Agronômica Ceres, 1995, 907 p.

BISOGNIN, D. A.; COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F. Potencial de variedades de polinização aberta de milho em diferentes condições adversas de ambiente. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.3, n. 1, p. 29-34. 1997.

CASA, R. T.; BAMPI, D.; KUNHEN JUNIOR, P. R.; SANGOI, L.; BLUM, M.; WORDELL FILHO, J. A. Mancha-de-macrospora do milho no sul do Brasil. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, v. 125, n.2, p. 13-17, 2011.

CASA, R. T.; REIS, E. M.; ZAMBOLIM, L. Doenças do milho causadas por fungos do gênero *Stenocarpella*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 3, p. 427-439, 2006.

CASELA, C. R. Variabilidade genética de patógenos e resistência de cultivares. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 8., 2005, Assis. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônomo, 2005. p.189-194.

CHAMBERS, K.R. Effect of time of inoculation on Diplodia stalk and ear rot of maize in South Africa. **Plant Disease**, Ames, v.72, n. 1, p.529-531. 1988.

CRUZ, J.C.; QUEIROZ, L.R.; PEREIRA FILHO, I.A. **Milho - Cultivares para 2012/2013**. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/>. Acesso: 06 dez 2012.

ELIAS, H.T.; VOGT, G.A.; VIEIRA, L.C. Melhoramento genético do milho. In: FILHO, J.A.W.; ELIAS, H.T. (Org). **A cultura do milho em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, cap. 9, p. 414-480. 2010.

FLETT, B.C. & McLAREN, N.W. Optimum disease potential for evaluating resistance to *Stenocarpella maydis* ear rot in corn hybrids. **Plant Disease**, Ames, v.78, n. 4, p.587-589, 1994.

FOLEY, D.C. The response of corn to inoculation with *Diplodia zeae* and *Giberella zeae*. **Phytopathology**, East Lansing, v.50, n. 1, p.146-150, 1960.

JUGENHEIMER, R.W. **Corn improvement seed production and uses**. New York:John Wiley & Sons, 1976. 670p.

KAPPELMAN, A.J.; THOMPSON, D.L.; NELSON, R.R. Virulence of 20 isolates of *Diplodia zeae* as revealed by stalk rot development in corn. **Crop Science**, Madison, v.5, n. 3, p. 441-443, 1965.

KLAPPROTH, J.C. & HAWK, J.A. Evaluation of four inoculation techniques for infecting corn ear with *Stenocarpella maydis*. **Plant Disease**, Ames, v.75, n. 2, p.1057- 1060. 1991.

MAC KEY, J. Genetic interaction and breeding strategies in relation to fungal cereal diseases. In: SIDDIQUI, K.A., FARUQUI, A.M. **New genetical approaches to crop improvement**. Karaehi, p.503-525, 1986.

MARIO, J. L.; PRESTES, A. M.; REIS, E. M. Avaliação da resistência à mancha foliar causada por *Diplodia macrospora* em genótipos de milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 280, 1997. Suplemento.

MÁRIO, J.L. **Comparação de métodos de inoculação de *Diplodia maydis* em espigas de milho e reação de híbridos em condições de infecção natural de *D. macrospora*** (Dissertação de Mestrado). Passo Fundo. Universidade de Passo Fundo. 1998.

MATIELLO, R.R.; BARBIERI, R.L.; CARVALHO, F.I.F. Resistencia das plantas a moléstias fúngicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n.1, p.161-168, 1997.

MAXWELL, J.D.; THOMPSON, D.L. Mutual balance between tester resistance and isolate virulence the evaluation of corn inbreds for *Diplodia* stalk rot. **Crop Science**, Madison, v.14, n.4, p. 594-595, 1974.

MENDES, M.C.; VON PINHO, R.G.; VON PINHO E.V.R.; FARIA, M.V. Comportamento de híbridos de milho inoculados com os fungos causadores do complexo grãos ardidos e associação com parâmetros químicos e bioquímicos. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**. Guarapuava, v.8, n.2, p. 275 – 292, 2012.

OLATINWO, R.; CARDWELL, K.; MENKIR, A.; DEADMAN, M.; JULIAN, A. Inheritance of resistance to *Stenocarpella macrospora* (Earle) ear rot of maize in the mid-altitude Zone of Nigeria. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.105, n.6 , p.535-543, 1999b.

OLATINWO, R.O.; CARDWELL, K.F.; DEADMAN, M.L; JULIAN, A.M. Epidemiology of *Stenocarpella macrospora* (Earle) Sutton on maize in the Mid-altitude Zone of Nigeria. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v.147, n.6, p.347-352, 1999a.

PASCHOLATTI, S.F., LEITE, B. Hospedeiro: mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A., KIMATI, H., AMORIN, L. **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. Cap. 22, p. 417-453.

PASCUAL, C.B.; GUZMAN. P.S.; SALAZAR, A.M. Reliable and Economical inoculum production method and disease resistance evaluation techniques to *Stenocarpella macrospora* in maize. **Journal of Tropical Plant Pathology**, Los Baños, v.38, n.1, p.1-8, 2002.

PEREIRA, O.A.P. & PEREIRA. W.S.P. Estudo de *Diplodia zeae* (Shw) Lev. e *Fusarium moniliforme* em colmo de milho. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.2, n. 2, p.157-165, 1976.

PIASSON, D. L. B. **Análise comparativa em milho (*Zea mays* L.) do híbrido transgênico e convencional em relação à incidência de grãos ardidos**. Monografia (Engenharia Agrônoma) – Universidade de Chapecó, Chapecó, 2010. 40 p.

PINTO, R. J. B. **Introdução ao Melhoramento Genético de Plantas**. 2. ed. Maringá: EDUEM, 2009. v. 1. 351 p.

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

RINGER C.E.; GRYBAUSKAS A.P. Infection cycle components and disease progress of grey leaf spot on field corn. **Plant Disease**, Sant Paul, v.79, n.1, p.24-28, 1995.

SUTOYO; RAIMUNDO, A.D. Multivariate statistical analysis of the virulence of *Stenocarpella macrospora* and host resistance to *Stenocarpella* gall blight in corn. **Journal of Tropical Plant Pathology**, Los Baños, V. 39, n. 1 e 2, p. 83, 2003.

ULLSTRUP, A.J. Methods for inoculating corn ears with *Gibberella zeae* and *Diplodia maydis*. **Plant Disease, Ames**, v.54, n. 1, p.658-662. 1970

VAN RENSBURG, J.B.J. & FERREIRA, M.J. Resistance of elite maize inbred lines to isolates of *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton. **South Africa Journal Plant Soil**, Bethlehem, v.14, n.1, p.89-92, 1997.

WISER, W.J., KRAMER, H.H. & ULLSTRUP, A.J. Evaluating inbred lines of corn for resistance to *Diplodia* ear rot. **Agronomy Journal**, Madison, v.52, n. 2, p.624-26, 1960.

4 INOCULAÇÃO DE CONÍDIOS DE *Stenocarpella macrospora* EM FOLHAS DE MILHO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DA PLANTA E SUA RELAÇÃO COM GRÃOS ARDIDOS E COMPONENTES DE RENDIMENTO

4.1 RESUMO

Os dados de produção das últimas safras mostram que ainda há muito que se fazer para aumentar a produtividade do milho no Brasil. Um dos fatores que ocasionam a baixa produtividade é a ocorrência de doenças, dentre elas a mancha de macrospora, causada pelo fungo *Stenocarpella macrospora*. Os genótipos comerciais de milho não apresentam resistência genética à *S. macrospora*. O objetivo deste trabalho foi avaliar o nível de resistência de cultivares de milho, inoculadas com conídios de *S. macrospora* em diferentes estádios de desenvolvimento (V10, V12 e Pendoamento) e relacionar as inoculações com podridão branca da espiga, incidência de grãos ardidos, massa de mil grãos e rendimento de grãos. O experimento foi conduzido no campo no município de Lages, SC, na safra 2011/2012. Foram utilizados oito genótipos: CD393, NBX 920 YG, TORK TL, AS1565, DKB 240 YG, SG6304YG, P30F53 YG e SCS155 CATARINA. Os dados foram submetidos à ANOVA e médias comparadas por Tukey ($P < 0,05$). Também foi realizado teste de Dunnett ($P < 0,05$) para comparação dos estádios de inoculação. Para a variável podridão de espiga houve diferença entre os híbridos, sendo o híbrido TORK TL o que apresentou menor incidência, e os demais não diferiram entre si; também houve diferença entre época de inoculação e testemunha, sendo a incidência superior em plantas inoculadas. A porcentagem de grãos ardidos demonstrou diferença significativa para híbridos TORK TL apresentou menor porcentagem de grãos ardidos que os demais, que não diferiram entre si. Para massa de mil grãos houve diferença significativa apenas entre híbridos. SG6304YG apresentou maior massa, enquanto NBX 920 Y apresentou a menor massa. Foi detectada diferença significativa apenas entre híbridos no rendimento de grãos, sendo 30F53HX o mais produtivo e NBX 920Y o de menor rendimento. Existe variabilidade genética para resistência a podridão branca da espiga e grãos ardidos causados por *S. macrospora* mesmo quando o inóculo do fungo tem origem da mancha de macrospora. Manchas de macrospora localizadas próximas da folha da espiga favorecem maior intensidade de *S. macrospora* na espiga e também contribuem para redução de componentes de rendimento.

Palavras-Chave: mancha de macrospora, podridão de espiga, *Zea mays*

4.2 ABSTRACT

INOCULATION OF CONIDIA OF *Stenocarpella macrospora* IN LEAVES OF MAIZE IN DIFFERENT STAGES OF DEVELOPMENT PLAN AND ITS RELATION GRAINS AND YIELD COMPONENTS

Productivity data from recent harvests show that much remains to be done to increase the productivity of maize in Brazil. One of the factors that cause low productivity is the occurrence of diseases, including diseases caused by the fungus *S. macrospora*. Genotypes available for sowing not have genetic resistance to *S. macrospora*, with the objective of assess the level of resistance of maize cultivars to *S. macrospora* the field, this experiment was conducted in Lages, SC, 2011/2012 harvest. This study used eight genotypes CD 393, NBX 920YG, TORK TL, AS 1565, DKB 240YG, SG 6304YG, P30F53YG and SCS 155 CATARINA under inoculation of conidia of *S. macrospora* in different stages (V10, V12 and tasseling stage) and a control. The parameters evaluated were the incidence of ear rot, percentage of rot grains, thousand grain weight and grain yield. Data were analyzed by analysis of variance and then by Tukey test and Dunnett test was conducted to compare the stages of inoculation with control for each hybrid. For variable ear rot were no differences between hybrids in the hybrid TORK TL presented the lowest incidence, and the other did not differ, there was also a difference between the time of inoculation and witness, the incidence being higher in inoculated plants. The percentage of damaged kernels showed significant difference for TL TORK hybrids showed a lower percentage of damaged kernels than the others, which did not differ. For thousand grain weight only significant difference between hybrids SG6304YG showed higher thousand grain weight, while NBX 920 Y had the lowest thousand grain weight. When evaluated grain yield was detected only significant difference between hybrids in the hybrid 30F53HX more productive and NBX 920 Y of the lower yield. There is genetic variability for resistance to white rot and ear rot grains caused by *S. macrospora* even when the fungus originates stain macrospora. Stains macrospora located near the sheet ear favor greater intensity *S. macrospora* on the cob and also contribute to reduction of yield components.

Key-words: macrospora spot, ear rot, *Zea mays*

4.3 INTRODUÇÃO

Apesar de ser um dos grandes produtores mundial, a produtividade média brasileira está em 4,5 t. ha⁻¹ com grande variação entre as regiões produtoras no país (CONAB, 2012). Esta produtividade está muito aquém do que pode ser alcançado pela cultura. A grande lacuna existente entre o rendimento médio obtido em lavouras e o que é verificado sob condições de alto manejo pode ser atribuída a inúmeros fatores, dentre eles os fatores abióticos, como as adversidades climáticas, restrição hídrica, práticas de manejo, fertilidade do solo (SANGOI et al., 2010) e os fatores bióticos, dos quais se destacam a ocorrência de doenças causadas por fungos patogênicos que causam podridões de colmo, da espiga e manchas foliares (REIS et al., 2004).

A ampla adoção do sistema plantio direto sem rotação de culturas e a utilização de genótipos suscetíveis favorecem a ocorrência de doenças em função da elevada capacidade dos patógenos sobreviverem em restos infectados do milho, resultando no rápido acúmulo de inóculo nas áreas de cultivo.

A mancha de macrospora, causada pelo fungo necrotrófico *Stenocarpella macrospora*, tem tido ocorrência frequente em áreas de cultivo de milho, principalmente onde há presença de restos culturais infectados (CASA et al., 2003). A mancha tem sido detectada com maior frequência e intensidade nas lavouras de milho conduzidas em monocultura (MORA e MORENO, 1984; FLETT e WEHNER, 1991; REIS & CASA, 2000; CASA et al., 2004).

As lesões foliares da mancha de macrospora iniciam com forma circular, com 0,5 a 1,0 cm, com coloração parda de centro mais escuro a partir do ponto inicial de infecção, podendo apresentar bordos amarelos ou amarelo avermelhado. Posteriormente tornam-se alongadas e irregulares, podendo se estender por quase todo o comprimento da lâmina foliar, com tecido necrosado de cor palha mantendo na maioria dos genótipos os bordos amarelos ou amarelo avermelhado. Sobre o tecido necrosado, em ambos os lados da folha, podem ser observados pequenos pontos negros, subepidérmicos, isolados ou agrupados, constituídos pelos picnídios do fungo, que com umidade, extrudam longos cirros de conídios, que são fonte de inóculo para outras partes da planta (CASA et al., 2010).

A mancha de macrospora reduz a área foliar da planta e afeta o processo de interferência da fotossíntese (RAM et al., 1973; MARASAS & VAN DER WESTHUIZEN, 1979; LATTERELL & ROSSI, 1983). Os conídios do fungo produzidos sobre as lesões podem ser transportados principalmente pela água até a bainha foliar onde, posteriormente,

germinam e iniciam a infecção do colmo ou da base da espiga causando a doença chamada de podridão de diplodia e podridão branca da espiga (REIS et al., 2004). E no caso de infecção da espiga pode contribuir para o aumento de grãos ardidos e redução do rendimento de grãos (BAMPI et al., 2011; FINGSTAG, 2012).

Muitos fungos causadores de podridão da espiga produzem micotoxinas que podem afetar também o valor econômico do grão e o valor nutricional da ração (MOLIN & VALENTINI, 1999). Cutler et al. (1980) relatam uma toxina denominada diplodiol produzida por *S. macrospora*.

A maior intensidade de podridões de espiga normalmente ocasiona maior incidência de grãos ardidos, indesejáveis na comercialização, pois é descontado do preço de venda um percentual referente à incidência destes grãos. Deste modo, estes fungos atuam de forma deletéria na qualidade dos grãos e são aceitáveis os valores máximos de 2% de grãos ardidos para a exportação e de 6% para a comercialização no mercado interno (MENDES et al., 2010). A qualidade dos grãos é alterada direta ou indiretamente quando os grãos são infectados por fungos, devido à produção de micotoxinas, que ocasionam danos à saúde humana e animal em razão da atividade tóxica que podem exercer sobre o organismo (MARASAS et al., 1984).

A rotação de culturas é uma das principais medidas de controle da doença. Alguns trabalhos de pesquisa têm demonstrado haver uma redução na intensidade das podridões do colmo e da espiga quando o milho é cultivado em rotação de culturas (DENTI & REIS, 2001; TRENTO et al., 2002). No entanto, mesmo em áreas de rotação, mas em regiões com predominância de cultivo de milho e em safras com precipitação acima da normal, a mancha de macrospora tem sido frequente e intensa (CASA et al., 2011). Também não existe registro no Ministério da Agricultura para fungicidas indicado especificamente para a doença da mancha de macrospora (MAPA, 2011). A alternativa mais eficaz de controle da doença seria resistência genética, por ser economicamente viável e ambientalmente sustentável. No entanto, no Brasil, nenhuma empresa que comercializa milho possui indicação de resistência para a mancha de macrospora.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivos avaliar a reação de genótipos de milho com inoculação de conídios de *S. macrospora* nas folhas em diferentes estádios de desenvolvimento da planta e posterior determinação do grau de infecção das espigas e interferência na massa de mil grãos e rendimento de grãos.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina localizada no município de Lages, no Planalto Sul de Santa Catarina, durante o ano agrícola de 2011/12. O clima da região é do tipo Cfb mesotérmico, com verões brandos, temperaturas médias do mês mais quente inferiores a 22°C e precipitações pluviais bem distribuídas, de acordo com a classificação de Köppen.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados dispostos em parcelas subdivididas, com quatro repetições.

Foram avaliadas oito cultivares de milho, sendo os híbridos CD393, NBX920YG, TORKTL, AS1565, DKB240YG, SG6304YG, P30F53YG, e a variedade de polinização aberta SCS155CATARINA. Para cada cultivar foram feitas inoculações do fungo *S. macrospora* em V10 (dez folhas totalmente expandidas), V12 (doze folhas totalmente expandidas) e VT (pendoamento), de acordo com escala fenológica proposta por Ritchie (1993). Um tratamento sem inoculação constituiu-se em testemunha.

Na parcela principal foram alocadas as diferentes cultivares de milho e nas subparcelas os estádios de inoculação ou ausência da mesma. Cada unidade experimental foi composta por uma linha de seis metros de comprimento com 35 plantas. A semeadura foi realizada no dia 25/11/2011 de forma manual, com posterior desbaste de modo a deixar 30 plantas por linha. A adubação foi realizada conforme manual de recomendação da Comissão de Fertilidade e Química do Solo para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Foi realizado controle de plantas daninhas pré-emergente com o herbicida tembotriona (Soberan® 200 mL ha⁻¹). Também foi aplicado inseticida metomil (Lannate BR®) na dose de 120 g i.a. ha⁻¹ para controle de lagartas no estágio V4 (quatro folhas totalmente expandidas).

Utilizou-se um isolado de *S. macrospora* obtido de colmos infectados do híbrido TORK coletados da região Oeste de Santa Catarina, município de Quilombo, que foram enviados para o Laboratório de Fitopatologia do CAV/UFSC, Lages, SC, onde passaram pelo processo de desinfestação em solução de hipoclorito de sódio a 2%, secos e armazenados, para posterior multiplicação do inóculo.

A produção de inóculo foi obtida a partir destes colmos que foram colocados em câmara úmida para hidratação dos picnídios do fungo. Os colmos permaneceram em câmara de crescimento com temperatura de 28° C durante 48 horas para hidratação dos picnídios e extrusão do cirro de conídios do fungo, estes foram removidos por raspagem com água estéril

contendo espalhante para manter os conídios em suspensão (uma gota de Twen 20 por litro de água). A concentração de inóculo foi mensurada e ajustada com auxílio de câmara de Neubauer, obtendo-se 180.000 conídios mL⁻¹

O fungo foi inoculado com borrifador manual inoculando-se aproximadamente 2 mL da concentração de inóculo no centro das folhas das plantas de milho nos respectivos estádios fenológicos, ou seja, na décima folha completamente expandida (V10), décima segunda folha completamente expandida (V12) e folha da espiga (Pendoamento). Foram inoculadas plantas as quinze primeiras plantas de cada linha de semeadura.

No dia 16/02/2012 foi avaliada a severidade da doença na folha inoculada em todos os tratamentos, baseando-se na porcentagem da área necrosada com a mancha de macrospora, ou seja, foi feita a comparação da área total da folha com a área necrosada pelo patógeno.

A colheita do milho foi realizada manualmente no dia 13/04/2012.

Na ocasião da colheita avaliou-se a incidência de podridão branca da espiga, através da presença ou ausência de micélio branco sobre os grãos de quinze espigas previamente inoculadas e marcadas. Para tal todas as espigas foram despalhadas manualmente para visualização dos sintomas e/ou sinais.

Os grãos foram trilhados e pesados para estimar o rendimento de grãos. O rendimento foi avaliado por meio do peso total da massa seca de grãos das 15 espigas, convertido para 1,0 hectare, considerada uma população de 65.000 plantas ha⁻¹. Para a massa de mil grãos, foi realizada a contagem de mil grãos de cada unidade experimental e realizada a pesagem com o uso de balança de precisão.

A incidência de grãos ardidos foi determinada conforme critério estabelecido na portaria nº 11, de 12/04/96 (Brasil, 1996), separando-se manualmente os grãos visualmente sintomáticos (ardidos = descoloração de mais de um quarto da superfície total do grão) dos grãos sadios, em quatro amostras de 250 g de grãos (TRENTO et al., 2002; CASA et al., 2005). Os grãos ardidos foram pesados e, por regra de três, foi calculado o percentual de ocorrência por tratamento.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando alcançados significância foram comparados por teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi também utilizado o teste de Dunnett (P<0,05) para comparação dos tratamentos com a testemunha. Os dados da incidência de podridão branca e porcentagem de grãos ardidos foram transformados utilizando a fórmula: $\arcsin((P+1)/100)^{(1/2)}$.

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.5.1 Incidência de podridão da espiga

O híbrido NBX 920Y apresentou maior incidência de podridão branca da espiga (26,66%), não diferindo estatisticamente de DKB240YG (26,25%), AS1565 (23,75%), SG6304YG (16,2%), 30F53 HX (17,9%), SCS155 (13,7%) e CD393 (13,7%) (Tabela 8). As maiores incidências, superiores a 20%, dos híbridos NBX 920Y, DKB240 YG e AS1565, demonstram maior suscetibilidade a podridão branca da espiga. Mario et al. (2003) também encontraram diferenças entre híbridos para podridão de espiga quando infectadas por *S. macrospora*, os híbridos mais suscetíveis a *S. macrospora* apresentaram porcentagem de incidência maiores que 20%, como foi o caso dos híbridos P3041 (25%) e C808 (21%). Neste mesmo trabalho, os autores destacam que os híbridos considerados menos suscetíveis foram AG9012 (14%) e X9403 (12%).

A menor incidência de podridão branca foi detectada no híbrido TORKTL (5,0%), demonstrando maior tolerância à doença.

Tabela 8. Incidência média de podridão branca da espiga em genótipos de milho considerando a inoculação de *Stenocarpella macrospora* em três estádios de desenvolvimento da cultura. Lages, SC, 2012.

Híbrido	Incidência ¹ (%)
NBX 920 Y	26,6 a
DKB 240 YG	26,2 ab
AS1565	23,7 ab
SG6304YG	16,2 ab
30F53 HX	17,9 ab
SCS155	13,7 ab
CD393	13,7 ab
TORKTL	5,0 b
CV(%)	32,41

¹Incidência média considerando inoculações em V10 (dez folhas totalmente expandidas), V12 (doze folhas totalmente expandidas) e VT (pendoamento);

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de médias Tukey (P<0,05).

Houve diferença estatística significativa na incidência de podridão branca da espiga entre os estádios de inoculação de *S. macrospora* e o tratamento testemunha sem inoculação (Tabela 9), demonstrando que a inoculação mesmo ocorrendo nas folhas da planta nos estádios V10, V12 e VT proporcionaram infecção da espiga. Alovera et al. (2004) estudando o complexo de doenças causadas por *S. macrospora* concluíram que o local de inoculação na planta e a quantidade de inóculos influenciaram a porcentagem de incidência de podridão de

espiga, sendo que em todos os tratamentos inoculados houve incremento significativo na podridão branca quando comparados à testemunha.

Não houve diferença estatística significativa comparando-se os estádios de inoculação (Tabela 9). Houve um acréscimo na incidência conforme o estágio fenológico se aproximava do pendoamento (VT), provavelmente devido deposição do inóculo na folha da espiga, o qual deve ter tido maior contribuição para colonização da base da espiga. Este fato já foi quantificado por Bampi et al. (2011) e Fingstag et al. (2012) por meio de inoculações de *S. macrospora* na folha da espiga.

Tabela 9. Incidência média de podridão branca da espiga em genótipos de milho conforme época de inoculação de *Stenocarpella macrospora* nas folhas da planta. Lages, SC, 2012.

Estádio Fenológico¹	Incidência Média² (%)
Pendoamento	27,9 a
V12	25,8 a
V10	17,0 a
Testemunha	0,8 b
CV (%)	31,30

¹Estádio fenológico no momento da inoculação: VT (pendoamento), V12 (doze folhas totalmente expandidas), V10 (dez folhas totalmente expandidas). Testemunha (sem inoculação).

²Incidência média das cultivares CD393, NBX920YG, TORKTL, AS1565YG, DKB240YG, SG6304YG, P30F53YG e SCS155 CATARINA.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de médias Tukey (P<0,05).

Ao confrontar os estádios de inoculação com a testemunha para a variável incidência de espigas doentes, pode-se observar que com exceção do híbrido TORKTL, todos os demais materiais apresentaram significância quando a inoculação foi feita no pendoamento (Tabela 10). A maior incidência encontrada no ensaio foi de 45% em V12 para os híbridos DKB240YR e NBX 920Y. Para V12 TORKTL também não foi significativo juntamente com o híbrido CD393, sendo que os demais híbridos se mostraram diferentes estatisticamente quando comparados à testemunha.

Quando se analisou V10 apenas os híbridos NBX 920Y, AS1565, DKB240YR e 30F53HX se mostraram significativos comparados à testemunha, os outros não o foram (Tabela 10).

Analisando cada híbrido individualmente, pode-se perceber que para o híbrido CD393 houve um aumento crescente na incidência de podridão branca da espiga conforme o estágio de inoculação aproximou-se do pendoamento, entretanto, apenas o estágio pendoamento diferiu significativamente da testemunha, com 23,33% e 0% de incidência, respectivamente (Tabela 10).

Quando avaliou-se o híbrido NBX 920Y houve aumento da incidência de todos os estádios comparados à testemunha, sendo V12 o estádio de maior incidência de podridão branca da espiga (45%) (Tabela 10).

O híbrido TORKTL apresentou, de modo contrário aos demais, incidência decrescente conforme avançado os estádios fenológicos, não havendo diferença significativa para nenhum dos estádios comparados com a testemunha. O coeficiente de variação (CV) para este híbrido é considerado alto, fato que é comum quando se tem muitos valores nulos em um conjunto de dados a serem analisados estatisticamente. O híbrido TORKTL foi o genótipo que mais apresentou incidência de podridão branca igual a zero, o que o tornou o híbrido com menor incidência. Zocche et al. (2010) também obtiveram um alto coeficiente de variação (58%) para a variável porcentagem de grãos ardidos, devido aos valores nulos encontrados no conjunto de dados.

Considerando o híbrido AS1565, todos os estádios de inoculação diferiram da testemunha, sendo que o estádio V12 apresentou maior incidência de podridão de espiga (41,66%). O híbrido DKB240YR apresentou o mesmo comportamento, sendo para V12 a maior incidência (45%), do mesmo modo o comportamento da cultivar SCS155 apresentou-se semelhante, entretanto diferiram significativamente da testemunha apenas os estádios V12 (21,66%) e VT (20,00%), sendo o estádio V10 (13,33%) estatisticamente igual à testemunha (Tabela 3).

O híbrido 30F53HX apresentou aumento crescente na incidência de podridão de espiga e todos os estádios de inoculação diferiram estatisticamente da testemunha, o estádio VT apresentou maior incidência (30%) (Tabela 10).

O híbrido SG6304YG diferiu dos demais por ter apresentado na testemunha incidência de podridão de espiga de 6,81%, este fato pode ser devido à infecção natural por *S. macrospora*. A infecção natural em espigas ocorre, principalmente, com clima úmido (molhamento) e temperatura de 28 a 30 °C (SHURTLEFF, 1992). Mario et al. (2003) inocularam *S. maydis* em híbridos de milho, no entanto, na ocasião da avaliação foram encontradas infecções por *S. macrospora* de ordem natural. Para este híbrido houve diferença estatística entre os estádios V12 e VT com relação à testemunha, mas não houve diferença entre o estádio V10 e testemunha (Tabela 10).

Tabela 10. Incidência de podridão branca da espiga em cultivares de milho sem inoculação e com inoculação de *Stenocarpella macrospora* em três estádios de desenvolvimento da cultura. Lages, SC, 2012.

	Incidência (%)					
	Testemunha	V10	V12	Pendoamento	Média	CV (%)
CD393	0,00	13,33 ^{ns}	18,33 ^{ns}	23,33 [*]	14	22,62
NBX 920Y	0,00	21,66 [*]	45,00 [*]	40,00 [*]	27	20,13
TORKTL	0,00	13,33 ^{ns}	5,00 ^{ns}	1,66 ^{ns}	5	66,00
AS1565	0,00	21,66 [*]	41,66 [*]	31,66 [*]	24	22,95
DK 240 YR	0,00	26,66 [*]	45,00 [*]	33,33 [*]	26	25,63
SG6304YG	6,81	10,00 ^{ns}	21,66 [*]	26,66 [*]	16	23,23
SCS155	0,00	13,33 ^{ns}	21,66 [*]	20,00 [*]	14	42,22
30F53HX	0,00	16,66 [*]	25,00 [*]	30,00 [*]	18	36,53
Média	1,00	17,00	28,00	26,00		

^{*}Diferem significativamente pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$) quando comparados à Testemunha.

^{ns}Não Diferem significativamente pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$) quando comparados à Testemunha.

4.5.2 Incidência de grãos ardidos

Analisando a Tabela 11 verifica-se que o híbrido CD393 foi o que apresentou maior porcentagem de grãos ardidos (8,08%), mas não diferiu significativamente dos outros com exceção do híbrido TORKTL que foi o que apresentou menor porcentagem de grãos ardidos (1,37%). O híbrido TORKTL também foi o genótipo que apresentou menor podridão branca de espiga, o que confirma a relação entre a podridão de espiga e porcentagem de grãos ardidos que deprecia a qualidade de grãos para este híbrido, nessas condições. Ribeiro et al. (2005) também obteve diferentes incidências de grãos ardidos, para três híbridos de milho quando comparados em diferentes safras agrícolas.

Tabela 11. Comparação de grãos ardidos conforme os híbridos na média das épocas de inoculação, Lages, SC, 2012.

Híbrido	Grãos Ardidos (%)
CD393	8,08 a ¹
AS1565	5,11 ab
NBX 920Y	5,08 ab
30F53HX	4,21 ab
SG6304YG	4,23 ab
DK 240 YR	3,30 ab
SCS155	2,84 ab
TORKTL	1,37 b
CV(%)	31,30

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de médias Tukey ($P < 0,05$).

Analisou-se também a porcentagem de grãos ardidos de acordo com o estágio de inoculação de esporos do fungo na média dos híbridos, os dados foram expostos na Tabela 12

e a partir disso pode-se inferir que os estádios de inoculação (V10, V12 e Pendoamento) foram estatisticamente iguais, mas houve diferença entre a testemunha e os tratamentos inoculados, onde a testemunha apresentou menor porcentagem de grãos ardidos.

Tal fato permite afirmar que independente do estágio fenológico que houver inoculação com esporos de *S. macrospora*, a mancha de macrospora pode influenciar na porcentagem final de grãos ardidos na colheita, interferindo negativamente na qualidade de grãos.

Tabela 12. Comparação de grãos ardidos conforme época de inoculação na média de todos os híbridos, Lages, SC, 2012.

Estádio ¹	Grãos Ardidos (%)
Pendoamento	5,25 a ²
V12	5,27 a
V10	4,77 a
Testemunha	1,82 b
CV (%)	31,30

¹ Estádio Fenológico em que se encontrava as plantas no momento da inoculação. Pendoamento, V10 (dez folhas totalmente expandidas), V12 (doze folhas totalmente expandidas), Testemunha (sem inoculação).

² Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de médias Tukey (P<0,05).

Foram comparados por meio do teste de Dunnett cada um dos estádios de inoculação com a testemunha para verificar se há influencia do estágio de inoculação na porcentagem de grãos ardidos para cada híbrido.

A Tabela 13 mostra que os híbridos comportaram-se de diferentes maneiras, sendo que na maioria dos casos não houve diferença significativa (P<0,05). Apenas os híbridos SG6304YG e CD393 apresentaram valores significativos quando comparados à testemunha. Para o híbrido CD393 houve diferença significativa quando comparados os estádios V12 e pendoamento com a testemunha, sendo no pendoamento a maior porcentagem obtida (12,72%) de grãos ardidos.

Analisando o híbrido SG6304YG constatou-se diferença significativa para V10 e pendoamento comparados com a testemunha. Embora tenha havido diferenças numéricas que demonstram que a testemunha obteve menor porcentagem de grãos ardidos em todos os híbridos analisados, os demais materiais genéticos não apresentaram diferença estatisticamente significativa, o que pode ser causado pelo alto coeficiente de variação que impede que diferenças significativas sejam captadas pelo teste.

Tabela 13. Comparação de grãos de milho ardidos entre inoculados e tratamento para cada híbrido, Lages, SC, 2012.

	Grãos ardidos (%)					
	Testemunha	V10	V12	Pendoamento	Média	CV (%)
CD393	2,40	7,55 ^{ns}	9,65 [*]	12,72 [*]	8	47,70
NBX 920Y	1,01	7,57 ^{ns}	8,30 ^{ns}	3,45 ^{ns}	5	44,66
TORKTL	1,20	1,60 ^{ns}	1,60 ^{ns}	1,10 ^{ns}	2	16,84
AS1565	1,20	5,25 ^{ns}	7,37 ^{ns}	6,65 ^{ns}	5	35,75
DK 240 YR	3,20	3,80 ^{ns}	1,90 ^{ns}	4,30 ^{ns}	3	40,90
SG6304YG	1,20	5,67 [*]	3,40 ^{ns}	6,67 [*]	4	16,71
SCS155	1,20	3,27 ^{ns}	2,85 ^{ns}	4,05 ^{ns}	3	30,08
30F53HX	3,20	3,45 ^{ns}	7,15 ^{ns}	3,05 ^{ns}	4	22,54
Média	1,83	4,77	5,28	5,25		

^{*}Diferem significativamente pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$) quando comparados à Testemunha.

^{ns}Não Diferem significativamente pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$) quando comparados à Testemunha.

Alovera et al. (2004) inoculando *S. macrospora* em plantas de milho e comparando com plantas testemunha, não quantificaram porcentagem de grãos ardidos, mas citam que os grãos de plantas inoculadas não foram de boa qualidade uma vez que estes estavam cobertos com um crescimento micelial e picnídios, portanto, considerada como grãos ardidos.

Rizzarda et al. (2012) encontraram efeito significativo na porcentagem de grãos ardidos quando realizado inoculação com *S. maydis*. Os híbridos em média apresentaram uma maior porcentagem de grãos ardidos, chegando ao valor de 36,96%, em contrapartida quando não inoculados, a porcentagem reduziu para 9,73%, ficando evidenciado uma diferença significativa de 27,23%.

Resultados similares também foram obtidos por Mendes et al. (2011), quando encontraram valores de incidência do fungo *S. maydis* superiores à média dos demais genótipos, sendo que o híbrido DKB390 apresentou elevada porcentagem de grãos ardidos (59%). Aumentos de incidência de grãos ardidos podem também se relacionar com o aumento da maior disponibilidade de inóculo nos restos culturais, uma vez que esporos podem ser liberados e transportados pelo vento até os sítios de infecção, como relatado por Mario e Reis (2003). Os resultados obtidos neste experimento corroboram com os resultados obtidos por Wisner et al. (1960) relatando a inexistência de resistência completa para o fungo a *S. maydis* ou *S. macrospora* nos germoplasmas comerciais.

4.5.3 Massa de mil grãos

Não houve influência significativa entre os estádios de inoculação de esporos de *S. macrospora* na massa de mil grãos, a testemunha apresentou superioridade numérica em relação aos tratamentos inoculados, mas não foi o bastante para diferir significativamente a

5% de probabilidade (Tabela 14). Quando compararam plantas inoculadas na espiga com *S. macrospora* e plantas sem inoculação, Alovera et al. (2004) também não encontraram diferença significativa para a variável massa de mil grãos.

Tabela 14. Comparação da massa de mil grãos de milho conforme época de inoculação na média de todos os híbridos, Lages, SC, 2012.

Estádio¹	Massa de Mil Grãos (g)
Testemunha	345,68 a ²
Pendoamento	338,32 a
V10	330,68 a
V12	325,56 a
CV (%)	6,23

¹ Estádio Fenológico em que se encontrava as plantas no momento da inoculação. Pendoamento, V10 (dez folhas totalmente expandidas), V12 (doze folhas totalmente expandidas), Testemunha (sem inoculação).

² Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de médias Tukey (P<0,05).

Quando comparados os híbridos, entretanto, a massa de mil grãos foi afetada significativamente. Os híbridos que apresentaram maior massa de mil grãos foram SG6304YG e AS1565; os híbridos CD393 e NBX 920Y foram afetados negativamente e apresentaram menor massa de mil grãos.

Os híbridos TORKTL, 30F53HX, DKB240YR e a cultivar SCS155 foram afetados e apresentaram médias intermediárias como pode ser observado na Tabela 15.

Tabela 15. Comparação da massa de mil grãos de milho conforme os híbridos na média das épocas de inoculação, Lages, SC, 2012.

Híbrido	Massa Mil Grãos (g)
SG6304YG	363,16 a ¹
AS1565	359,04 a
TORKTL	348,88 ab
30F53HX	347,68 ab
DK 240 YR	324,88 bc
SCS155	324,28 bc
CD393	306,56 c
NBX 920Y	306,30 c
CV (%)	6,23

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de médias Tukey (P<0,05).

Na Tabela 16 estão representados os híbridos testados e a análise por meio do teste de Dunnett que compara os estádios de inoculação com a testemunha para cada um deles.

Tabela 16. Comparação da massa de mil grãos entre inoculados e testemunha para cada híbrido, Lages, SC, 2012.

	Massa de mil grãos (g)					Média	CV (%)
	Testemunha	V10	V12	Pendoamento			
CD393	302,14	336,64 [*]	296,81 [*]	290,69 [*]		74	4,18
NBX 920Y	324,60	282,91 ^{ns}	308,69 ^{ns}	307,88 ^{ns}		77	7,33
TORKTL	320,31	398,00 [*]	355,16 [*]	322,18 [*]		87	5,23
AS1565	348,37	380,00 ^{ns}	356,31 ^{ns}	351,50 ^{ns}		90	4,51
DK 240 YR	320,68	354,40 [*]	299,38 ^{ns}	325,19 ^{ns}		81	5,36
SG6304YG	357,59	383,84 ^{ns}	362,45 ^{ns}	348,89 ^{ns}		91	4,94
SCS155	373,67	290,00 ^{ns}	314,63 ^{ns}	318,83 [*]		81	12,71
30F53HX	359,35	339,72 ^{ns}	352,20 ^{ns}	339,59 ^{ns}		87	3,68
Média	81,00	87,00	83,00	85,00			

^{*}Diferem significativamente pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$) quando comparados à Testemunha.

^{ns}Não Diferem significativamente pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$) quando comparados à Testemunha.

Para o híbrido CD393 houve diferença significativa na massa de mil grãos para todos os estádios de inoculação quando comparados com a testemunha, apresentando maior massa de mil grãos as plantas que foram inoculadas.

O híbrido TORKTL apresentou comportamento semelhante, sendo significativo para todos os estádios de inoculação. O híbrido DKB240YR apresentou significância apenas quando comparado com as plantas inoculadas em V10, as plantas inoculadas em V12 e no Pendoamento apresentou menor massa de mil grãos em relação à testemunha, mas não significativamente ($P < 0,05$). A variedade de polinização aberta SCS155 apresentou significância apenas quando comparada com as plantas inoculadas no pendoamento (Tabela 16). Os demais híbridos (AS1565, 30F53HX, SG6304YG, NBX 920Y) não tiveram resultados significativos para massa de mil grãos quando comparados os estádios de inoculação de esporos de *S. macrospora* com a massa de mil grãos da testemunha.

4.5.4 Rendimento de grãos

A partir da análise de rendimento de grãos, verifica-se que este não foi influenciado pelo estádio de inoculação, não sendo detectada qualquer diferença estatística significativa como pode ser visto na Tabela 17.

Tabela 17. Comparação do rendimento de grãos de milho conforme época de inoculação com *Stenocarpella macrospora* na média de todos os híbridos, Lages, SC, 2012.

Estádio	Rendimento de grãos (kg ha⁻¹)
Pendoamento	9.968 a ²
Testemunha	9.536 a
V12	9.463 a
V10	9.105 a
CV (%)	16,89

¹ Estádio Fenológico em que se encontrava as plantas no momento da inoculação. Pendoamento, V10 (dez folhas totalmente expandidas), V12 (doze folhas totalmente expandidas), Testemunha (sem inoculação).

² Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de médias Tukey (P<0,05).

Quando se analisou o rendimento de grãos para cada híbrido utilizado, verificou-se comportamentos diferentes entre eles, demonstrando que há diferenças de níveis de resistência à mancha de macrospora entre os materiais genéticos avaliados (Tabela 18).

O híbrido 30F53HX apresentou na média dos estádios de inoculação maior rendimento de grãos seguido do híbrido SG6304YG. Por outro lado, o híbrido NBX 920Y foi o material genético que obteve menor rendimento de grãos (8.206 kg ha⁻¹). As cultivares CD393, AS1565, SCS155 e TORKTL apresentaram rendimento de grãos intermediário. Cabe ressaltar que o híbrido TORKTL, que apresentou menor incidência de podridão de espiga, não obteve maior rendimento de grãos.

Esses resultados corroboram com outros verificados na literatura, Mario et al (2003) não encontrou diferenças significativas entre métodos de inoculação de *S. macrospora* sobre rendimento de grãos. Thompson et al. (1971) e Mendes et al. (2009) apontam a podridão de espiga como um fator redutor mais de qualidade, não tanto de quantidade e nem sempre associados a perdas em produtividade.

Tabela 18. Comparação do rendimento de grãos de milho conforme os híbridos na média das épocas de inoculação com *Stenocarpella macrospora*, Lages, SC, 2012.

Híbrido	Rendimento de grãos (kg ha⁻¹)
30F53HX	11.557 a
SG6304YG	10.043 ab
CD393	9.666 bc
AS1565	9.507 bc
SCS155	9.211 bc
TORKTL	9.186 bc
DK 240 YR	8.769 bc
NBX 920Y	8.206 c
CV (%)	16,89

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de médias Tukey (P<0,05).

Os híbridos comportaram de formas distintas à inoculação do fungo e aos diferentes estádios, mas em nenhum deles foi encontrada diferença significativa entre plantas inoculadas e testemunha. Entretanto, detectou-se diferenças numéricas, na média os híbridos AS1565, CD393, DK240Y, SCS155, SG6304YG apresentaram decréscimo de produtividade, na Tabela 19 encontram-se a média de rendimento de testemunha e a média dos tratamentos inoculados de cada híbrido, pode-se verificar que os híbridos 30F53HX, NBX 920Y e TORCTL não apresentaram decréscimo na produtividade.

Tabela 19. Rendimento de grãos de milho em cada híbrido na média da testemunha e inoculado com *Stenocarpella macrospora*, Lages, SC, 2012.

	Rendimento (kg ha ⁻¹)	
	Testemunha	Média Inoculado
30F53HX	11.115	11.705
AS1565	9.641	9.462
CD393	9.982	9.560
DK 240 YR	9.208	8.623
NBX 920Y	7.431	8.464
SCS155	9.901	8.980
SG6304YG	10.952	9.740
TORCTL	8.060	9.562

Rizzardi et al. (2012) avaliaram 8 híbridos com e sem inoculação de conídios de *S. maydis* e encontrou resultados semelhantes aos do presente estudo. Os híbridos variaram entre si quanto à resposta da inoculação, demonstrando diferentes respostas ao isolado, 5 híbridos apresentaram maior produtividade quando inoculados e 3 híbridos quando inoculados, reduziu-se significativamente seu rendimento, o que fez com que na média os híbridos inoculados apresentassem menor rendimento do que os híbridos que não o foram.

Não houve diferenças significativas entre qualquer estádio de inoculação e a testemunha para nenhum híbrido (Tabela 20). Este fato pode ser devido à inoculação ter sido realizada na folha e não na espiga, influenciando mais a qualidade e não tanto o peso de grãos (rendimento). Cabe ressaltar também que não houve avaliação da severidade da doença na espiga. Alovera et al. (2004) ressaltaram que plantas inoculadas com *S. macrospora* na espiga apresentaram maior severidade de podridão branca e causaram perdas de até 100%, estas espigas estavam completamente cobertas com micélio branco e os grãos com baixa qualidade e considerados impróprios para qualquer consumo. Este fato reforça a ideia de que a incidência de podridão da espiga pode causar mais danos na qualidade de grãos e não tanto

em quantidade, porém se a severidade da doença atingir níveis elevados, a perda pode ser também quantitativa.

Tabela 20. Comparação do rendimento de grãos entre inoculados com *Stenocarpella macrospora* e testemunha para cada híbrido, Lages, SC, 2012.

	Rendimento (kg ha ⁻¹)					Média	CV (%)
	Testemunha	V10	V12	Pendoamento			
CD393	9.647	9.982 ^{ns}	9.181 ^{ns}	9.852 ^{ns}		9.666	8,72
NBX 920Y	7.328	7.431 ^{ns}	8.536 ^{ns}	9.527 ^{ns}		8.206	20,78
TORKTL	10.400	8.060 ^{ns}	8.206 ^{ns}	10.080 ^{ns}		9.187	27,07
AS1565	9.527	9.641 ^{ns}	8.628 ^{ns}	10.232 ^{ns}		9.507	29,07
DKB240YR	8.753	9.208 ^{ns}	8.054 ^{ns}	9.062 ^{ns}		8.769	7,47
SG6304YG	9.403	10.952 ^{ns}	9.917 ^{ns}	9.901 ^{ns}		10.043	8,90
SCS155	9.267	9.901 ^{ns}	9.137 ^{ns}	8.536 ^{ns}		9.210	14,78
30F53HX	11.380	11.115 ^{ns}	11.180 ^{ns}	12.555 ^{ns}		11.558	15,41
Média	9.463	9.536	9.105	9.968			

*Diferem significativamente pelo teste de Dunnett (P<0,05) quando comparados à Testemunha.

^{ns} Não Diferem significativamente pelo teste de Dunnett (P<0,05) quando comparados à Testemunha.

4.6 CONCLUSÕES

Os híbridos avaliados apresentaram reação diferenciada em relação à resistência à inoculação de *S. macrospora* nas folhas com reflexo direto na incidência de podridão branca da espiga e porcentagem de grãos ardidos.

A redução da produtividade de grãos de milho tem relação quando o fungo *S. macrospora* infecta as folhas da espiga, principalmente quando existe maior incidência de podridão da espiga.

Os dados de híbridos com maior tolerância à podridão branca e grãos ardidos não necessariamente apresentam relação com maior produtividade dos genótipos indicando que a incidência da doença na espiga é um fator que deprecia a qualidade de grãos e pouco a quantidade. No caso da massa de grãos dos híbridos deste trabalho a redução não é significativa. Considerando o exposto verifica-se a necessidade de trabalhos futuros explorando a relação da severidade da doença na espiga e componentes de rendimento.

4.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALOVERA, R.B.; RAYMUNDO, A.D. *Stenocarpella* disease complex in corn: I. Disease progression as affected by site of inoculation and inoculum concentration. **Journal of Tropical Plant Pathology**, Los Baños, V. 40, n. 1 e 2, p. 1-13, 2004.
- BAMPI, D., CASA R.T., WORDELL FILHO, J.A., KUHNEM JR, P.R., PILETTI, G. Relação entre a mancha-de-macrospora na folha da espiga e o rendimento e a sanidade de grãos de milho. In: VIII Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão. n.8, 2011. Chapecó. **Resumos...** Chapecó: Epagri, 2011.
- BRASIL. Portaria nº 11 de 12 de abril de 1996. Estabelece critérios complementares para classificação do milho. **Diário Oficial da União**, Brasília, nº 72, 1996.
- CASA, R. T. ; BAMPI, D. ; KUNHEN JUNIOR, P. R. ; SANGOI, L ; BLUM, M. ; WORDELL FILHO, J. A. . Mancha-de-macrospora do milho no sul do Brasil. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 125, n.1, p. 13-17, 2011.
- CASA, R. T.; REIS, E. M.; BLUM, M. M. Quantificação de danos causados por doenças em milho. In: Workshop de epidemiologia de doenças de plantas, 1., 2004, Viçosa, MG. **Quantificação de perdas no manejo de doenças de plantas: anais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, v. 1, n.1, p. 43-59, 2005.
- CASA, R. T.; REIS, E. M.; ZAMBOLIM, L. Doenças do milho causadas por fungos do gênero *Stenocarpella*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n.1, p. 427-439, 2006.
- CASA, R.T.; REIS, E.M.; ZAMBOLIM, L. Decomposição dos restos culturais do milho e sobrevivência saprofítica de *Stenocarpella macrospora* e *S. maydis*. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v.28, n.1, p.355-361, 2003.
- CASA, R.T.; REIS, E.M.; ZAMBOLIM, L. Dispersão vertical e horizontal de conídios de *Stenocarpella macrospora* e *S. maydis*. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.29, n.1, p.141-147, 2004.
- CRUZ, J.C.; FILHO, I. A. P.; GARCIA, J. C.; GOMES, P. H. A.; FERNANDES, J. S.C.; ALBERNAZ W. M. **Circular Técnica 123 Avaliação de sistemas de produção de milho na região de Sete Lagoas, MG**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009.
- CUTLER, H.G., CRUMLEY, F.G., COX, R.H., COLE, R.J., DORNER, J.W., LATTERELL, F.M. & ROSSI, A.E. Diplodiol: a new toxin from *Diplodia macrospora*. **Journal Agricultural Food and Chemistry**, Washington, v.28, n.1, p.135-138, 1980.
- DENTI, E.; REIS, R.T. Efeito da rotação de culturas, da monocultura e da densidade de semeadura de plantas na incidência das podridões da base do colmo e no rendimento de grãos de milho. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v. 26, n. 3, p. 635-639. 2001.
- FINGSTAG, M.D.; NETTO, L.A.; CASA, R.T.; SACHS, C.; PILETTI, G.; MENEGATTI, G.; NERBASS, F.R.; BAMPI, D.; STOLTZ, J.; ZANCAN, R.; GHELLER, A. Mancha de macrospora na folha da espiga e sua influência sobre podridão de diplodia e componentes de

rendimento. **Anais do XXIX Congresso nacional de milho e sorgo**. Águas de Lindóia, p. 643-649, 2012.

FLETT, B.C.; WEHNER, F.C. Incidence of *Stenocarpella* and *Fusarium* cob rots in monoculture maize under different tillage systems. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v.133, n. 1, p.327-333. 1991.

GRALAK, E., MENDES, M. C., FARIA, C. M. D. R., REZZARDI, A., POSSATTO, O., ROSSI, O., Comportamento de híbridos de milho comerciais inoculados a campo com o fungo *Stenocarpella maydis*. **XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo**. 1330-1334, 2010.

LATTERELL, F.M.; ROSSI, A.E. *Stenocarpella macrospora* (= *Diplodia macrospora*) and *S. maydis* (= *D. maydis*) compared as pathogens of corn. **Plant Disease**, Sant Paul, v.67, n. 1, p.725-729, 1983.

MAPA, **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**, disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> acesso em : 06 de outubro de 2012.

MARASAS, W.F.O.; VAN DER WESTHUIZEN, G.C.A. *Diplodia macrospora*: the cause of leaf blight and cob rot of maize (*Zea mays*) in South Africa. **Phytophylactica**, Pretória, v.11, n. 1, p.61-64, 1979.

MARIO, J. L.; REIS, E. M. Quantificação do inóculo de *Diplodia macrospora* e de *D. maydis* em restos culturais, no ar, e sua relação com a infecção em grãos de milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p.143-147, 2003.

MENDES, M. C., VON PINHO. R. G., FARIA, M. V., MARCK, D. F., FONTANELLA, M., ROSSI, E. S. Comportamento de híbridos de milho inoculados com fungos causadores do complexo grão ardido. **XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, p. 1335-1343, 2010.

MENDES, M.C.; VON PINHO, R.G.; MACHADO, J.C.; ALBUQUERQUE, C.J.B.; FALQUETE J.C.F., Qualidade sanitária de grãos de milho com e sem inoculação a campo dos fungos causadores de podridões de espiga. **Ciência agrotecnológica**, Lavras, v. 35, n. 5, p. 931-939, 2011.

MOLIN, R. & VALENTINI, M.L. **Simpósio sobre micotoxinas em grãos**. Fundação Cargill, Fundação ABC, 1999.

MORA, L.E.; MORENO, R.A. Cropping pattern and soil management influence on plant diseases: I. *Stenocarpella macrospora* leaf spot of maize. **Turrialba**, San José, v.34, n. 1, p.35-40, 1984.

RAM, A.; RAM, C.; ROCHA, H.M. A new disease of maize in Bahia, Brazil, with special reference to its causal organism. **Turrialba**, San José, v.23, n. 1, p.227-230, 1973.

REIS, E.M. & CASA, R.T. Controle de doenças fúngicas na cultura do milho, em plantio direto, no sul do Brasil. In: Borges, G. & Borges, L.D. (Eds). **Seminário sobre tecnologia de**

produção e comercialização do milho. Passo Fundo, Resumo de Palestras. Editora Aldeia Norte, p.62-71. 2000.

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

RIBEIRO, N.A.; CASA, R.T.; BOGO, A.; SANGOI, L.; MOREIRA, E.N.; WILLE, L.A. Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e produtividade de grãos de genótipos de milho em diferentes sistemas de manejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.5, p.1003-1009, 2005.

RIZZARDI, D.A.; OLIVEIRA, B.R.; JUNIOR, O.P.; ROSSI, E.S.; MENDES, M.C.; SZEUZUK, K.; FARIA, C.M.D.R.; FARIA, M.V. Efeito da Inoculação Artificial de *Stenocarpella maydis* em Diferentes Híbridos de Milho na Região Centro – Sul do Paraná. **Anais do XXIX Congresso nacional de milho e sorgo.** Águas de Lindóia, 2012. p. 540-546.

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; RAMBO, L. **Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos.** Lages: Graphel, 2010. 88 p.

SHURTLEFF, M.C. **Compendium of corn diseases.** Sant Paul. American Phytopathological Society. 1992. 105p.

THOMPSON, D. L.; VILLENA, W. L.; MAXWELL, J. D. Correlation between Diplodia stalk and ear rot of corn. **Plant Disease Reporter**, Ames, v.55, n. 1, p.158-162, 1971.

TRENTO, S.M., IRGANG, H.H. & REIS, E.M. Efeito da rotação de culturas, da monocultura e da densidade de plantas na incidência de grãos ardidos em milho. **Fitopatologia Brasileira. Brasília**, v.27, n. 1, p. 609-613, 2002.

WISER, W.J., KRAMER, H.H. & ULLSTRUP, A.J. Evaluating inbred lines of corn for resistance to *Diplodia* ear rot. **Agronomy Journal**, Madison, v. 52, n. 1, p. 624-26, 1960.

ZOCHE, J.C.; MENDES, M.C.; GRALAK, E.; ROSSI, E.S.; GABRIEL, A.; POSSATO JUNIOR, O.; TEGONI, R.G. Características agronômicas de híbridos de milho inoculados a campo com os fungos causadores do complexo grão ardido. **Anais do XIX EAIC-UNICENTRO**, Guarapuava, 2010.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, a mancha-de-macrospora tem se tornado uma das doenças mais frequentes e importantes na cultura do milho. No estado de Santa Catarina a demanda por altas produtividades de milho para o consumo animal tem dificultado o controle da doença através de práticas culturais, como a rotação de culturas. Apesar de sua relevância ter crescido nos últimos anos, as informações de controle da doença são escassas, principalmente relacionadas à resistência genética. Não existe cultivares comerciais resistentes à *Stenocarpella macrospora* dentre as comercializadas no Brasil.

A partir dos resultados obtidos neste trabalho pode-se concluir que não há resistência completa a mancha de macrospora nas principais cultivares comercializadas em Santa Catarina. Porém, existem diferentes níveis de suscetibilidade. Desta forma, mais estudos visando avaliação de diferentes híbridos e isolados de regiões distintas sob diferentes condições ambientais devem ser conduzidos para maiores informações de resistência. Conclui-se também que há diferenças de agressividade entre isolados de regiões geográficas distintas. Também neste trabalho foi estipulado que uma concentração de 180.000 conídios mL⁻¹ foi a que melhor se ajustou para avaliação da severidade de mancha de macrospora no híbrido DKB 240, sendo importante a realização de trabalhos com outros híbridos para confirmação da concentração ideal do inóculo e consequente padronização do método.

Por fim, salienta-se que práticas de controle isoladas podem não ser eficazes no controle da mancha de macrospora. Contudo, o manejo integrado, adotando dentre as estratégias a resistência genética com cultivares de menor suscetibilidade, possibilita reduzir danos e perdas causados por *S. macrospora* em milho nas regiões com ocorrência epidêmica da doença.