

**CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS - CAV**  
**PROGRAMA DE MESTRADO EM AGRONOMIA**  
**MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**TÍTULO:**

**INCIDÊNCIA DE PODRIDÕES DO COLMO, GRÃOS ARDIDOS, FUNGOS NOS  
RESTOS CULTURAIS E RENDIMENTO DE GRÃOS EM CULTIVARES DE  
MILHO COM BASES GENÉTICAS CONTRASTANTES EM DIFERENTES  
SISTEMAS DE MANEJO.**

**AUTOR:**

**NOEL ALVES RIBEIRO**

**Lages (SC), Dezembro de 2004**

# **INCIDÊNCIA DE PODRIDÕES DO COLMO, GRÃOS ARDIDOS, FUNGOS NOS RESTOS CULTURAIS E RENDIMENTO DE GRÃOS EM CULTIVARES DE MILHO COM BASES GENÉTICAS CONTRASTANTES EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.**

## **Resumo Geral**

Autor: Engenheiro Agrônomo Noel Alves Ribeiro

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Trezzi Casa

A monocultura do milho é uma prática comum em algumas regiões do Brasil, sendo responsável pelo incremento dos danos causados pelas doenças. Os objetivos deste trabalho foram avaliar sistemas (S) de manejo, equivalentes a diferentes níveis tecnológicos, sobre a incidência de podridões do colmo (PC), grãos ardidos (GA), fungos nos grãos colhidos e rendimento de grãos (RG). Os níveis de manejo corresponderam principalmente ao uso de diferentes cultivares, quantidade de adubo, densidade de semeadura, espaçamento entre linhas e uso de irrigação. Foram testados quatro sistemas: S1 (baixo), S2 (médio), S3 (alto) e S4 (maximização de rendimento). Em cada sistema foram utilizadas três cultivares de milho: BRS Planalto (variedade de polinização aberta), Traktor (híbrido duplo) e P32R21 (híbrido simples). O experimento foi conduzido nas safras 2002/03 e 2003/04, em área de plantio direto e monocultura, sob sucessão de cobertura morta de aveia preta+ervilhaca. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com parcelas subdivididas e quatro repetições. Nas duas safras agrícolas, a variedade Planalto apresentou maior incidência de PC do que os híbridos em todos os sistemas de manejo. O fungo *Colletotrichum graminicola* foi o principal patógeno associado às PC. O RG oscilou entre 3.986 a 13.489 kg.ha<sup>-1</sup> em 2003 e entre 1.787 a 13.849 kg.ha<sup>-1</sup> em 2004, variando conforme a cultivar e o sistema de produção. Os maiores RG foram obtidos em S4 com a utilização do híbrido simples. A incidência de GA nas duas safras foi baixa, não atingindo em nenhum tratamento o valor de 6%

considerado no desconto, seno que o híbrido Traktor apresentou menor incidência de GA. O fungo *Fusarium verticillioides* foi o principal patógeno associado aos GA. Por outro lado, *C. graminicola* não foi detectado nos GA, demonstrando que sua alta incidência nos colmos não significa sua presença nos grãos. Em ambas as safras foram baixas as incidências de fungos nos grãos colhidos, sendo que a incidência dos patógenos variou conforme o sistema e a cultivar, destacando-se *F. verticillioides*, *Penicillium spp* e *Stenocarpella macrospora*. Não foi possível identificar um sistema de manejo que reduzisse a incidência de PC e GA na cultura do milho. Nos restos culturais do milho, de uma safra para outra, foram detectados até 8,17 peritécios de *Gibberella zae* e 5,74 picnídios de *Stenocarpella* sp. por grama de palha. A nível de espécie de fungo detectaram-se até 4.750, 3.250, 5.065, 2.780, 1.125 e 1.500 esporos por grama de palha respectivamente para *Bipolaris maydis*, *B. zeicola*, *C. graminicola*, *G. zea*, *S. macrospora* e *S. maydis*, demonstrando que a presença da palha sobre o solo em plantio direto garante a sobrevivência dos principais patógenos necrotróficos causadores de podridões do colmo e de manchas foliares em milho.

Palavras-chave: doenças, monocultura, plantio direto, *Zea mays*.

---

# **INCIDENCE OF STALK ROT, GRAIN ROT, FUNGI AT GRAINS AND YIELD GRAIN OF MAIZE CULTIVARS IN DIFFERENT MANAGEMENT SYSTEMS**

## **General Summary**

Author: Engenheiro Agrônomo Noel Alves Ribeiro  
Adviser: Prof. Dr. Ricardo Trezzi Casa

Maize monoculture is an usual practice in some regions of Brazil, being responsible for the growing damage caused by diseases. The objective of this work was to evaluate the effect of different maize production systems (S), contrasting in management investments, on the incidence of stalk rot (SR), rot grains (RG), fungi in grains and grain yield (GY). Four production systems were tested: S1 (low management level), S2 (medium), S3 (high) e S4 (designed to maximize the grain yield). The production systems differed in relation to cultivars, plant density, row spacing, amount of fertilizer and irrigation use. Three cultivars were used for each production system.: BRS Planalto (open-pollinated variety), Traktor (double-cross hybrid) and P32R21 (single-cross hybrid). The experiments were carried out during 2002/03 and 2003/04 growing seasons, in no-till system and a monoculture area, having a mixture of black oat and vetch as the preceding winter crop. Treatments were arranged in randomized complete blocks, with a split-plot experimental design and four repetitions. The open-pollinated variety BRS Planalto showed higher SR than the hybrids at both growing seasons, regardless of management system. The fungi *Colletotrichum graminicola* was the main pathogen associated with SR. Grain yield ranged from 3,986 to 13,489 kg.ha<sup>-1</sup> in 2003 and from 1,787 a 13,849 kg.ha<sup>-1</sup> in 2004, depending on cultivar and management production system. The highest values of GY were obtained in S4 with the single-cross hybrid. The incidence of RG was low during the whole experimental period, not reaching 6% in any treatment, the percentage considered to discount maize price, and the hybrid Traktor

showed less incidence. The fungi *Fusarium verticillioides* was the main pathogen associated with the RG. There was no association between the incidence percentage and causal agent of PC and GA. In two growing seasons the incidence of fungi in grain was low, with incidence of pathogens depending on cultivar and system, .... *F. verticillioides*, *Penicillium* spp. and *Stenocarpella macrospora*. It was not possible to identify a management system that was more efficient to reduce the incidence of PC and GA. In the period between corn growing season, in maize residue was detected 8.17 perithecia of *Gibberella zaeae* and 5.74 pycnidia of *Stenocarpella* sp. by the gram of straw. Was detected 4,750, 3,250, 5,065, 2,780, 1,125 and 1,500 spores by gram of straw respectively to *Bipolaris maydis*, *B. zeicola*, *C. graminicola*, *G. zaeae*, *S. macrospora* and *S. maydis*, showed that residue under soil surface in no-till ensure the survive the principal necrotrophics agent caused the stalk rot and leaf blotch in maize.

**Key words:** diseases, monoculture, no till, *Zea mays*

## **1. INTRODUÇÃO**

O milho (*Zea mays L.*) é uma das culturas mais importantes à economia brasileira. Na safra agrícola de 2003/2004 a área cultivada foi de aproximadamente 12,78 milhões de hectares, com produção total de 42,466 milhões de toneladas e rendimento médio de 3.212 kg ha<sup>-1</sup>. No estado de Santa Catarina a área cultivada foi de 823 mil hectares, com produção de 3,74 milhões de toneladas e rendimento médio de 4.550 kg ha<sup>-1</sup> (Conab, 2004). Apesar do rendimento de grãos em Santa Catarina ser superior à média nacional, o estado é considerado um dos maiores importadores do cereal, principalmente em função da demanda da agroindústria (Reunião, 2003).

O cultivo do milho vem apresentando crescimento da produção em função de vários fatores, principalmente com o aumento da disponibilidade de variedades (Anuário, 2003) adaptadas as diferentes condições edafoclimáticas do Brasil, do uso do milho em rotação com a soja (Santos & Reis, 2001; Oliveira, 2002), do aumento da área cultivada em segunda safra (safrinha) (Anuário, 2003; Conab, 2004) e da crescente demanda de grãos para a agroindústria (Anuário, 2003).

O potencial de rendimento do milho pode ser afetado pela fertilidade do solo, pela disponibilidade hídrica, população de plantas, época de semeadura, potencial produtivo do híbrido e ataque de agentes nocivos, como plantas daninhas, pragas e doenças (Sandini & Fancelli, 2000; Fancelli & Dourado-Neto, 2003).

Em relação às doenças, destacam-se no Brasil, tanto pela freqüência de ocorrência como pelos danos causados, as relacionadas com a germinação de sementes, com a emergência e estabelecimento de plântulas, com as podridões do colmo (PC), podridões da espiga (PE) e com as doenças foliares causadas por fungos e organismos semelhantes a micoplasmas (Fernandes & Oliveira, 1997; Pereira, 1997; Pinto *et al.*, 1997; Maffia *et al.*, 1988, Reis & Casa, 2002; Reis *et al.*, 2004).

Com o incremento do sistema de plantio direto na palha a partir da década de 70, houve redução das perdas de solo causadas pela erosão hídrica no Brasil. Além disto, a introdução desta tecnologia propiciou redução no gasto de energia, com consequente redução do custo de produção. Contudo, o sistema plantio direto alterou as populações dos agentes causais, o que aumentou a intensidade das doenças na cultura do milho (Reis & Casa, 2000; 2001). A introdução de cultivares comerciais mais produtivas e com diferentes níveis de resistência às doenças, em plantio direto favoreceu o surgimento e/ou ressurgimento de doenças em lavouras de monocultura (Reis & Casa, 2000, Zambolim *et al.*, 2000).

O cultivo do milho em monocultura e plantio direto favorece a sobrevivência, a manutenção e a multiplicação do inóculo tanto de agentes biotróficos como de agentes necrotróficos (Reis & Casa, 2000; Zambolim *et al.*, 2000). Com clima favorável ao desenvolvimento dos patógenos, os danos podem ser consideráveis na cultura, como por exemplo, o ataque severo de doenças foliares e de PC e PE.

Entre as principais doenças do milho no Brasil destacam-se as PC, causadas por: *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G. Wils, *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton [Sin. *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc., *S. macrospora* (Earle) Sutton [Sin. *D. macrospora* Earle in Bull.], *Fusarium graminearum* (Schwabe) e *Fusarium verticillioides* [Sin.= *Fusarium moniliforme* J. Sheld. (Pereira & Pereira, 1976; Balmer & Pereira, 1987; Pereira, 1997; Reis *et al.*, 2004). Com exceção de *C. graminicola*, os demais fungos são comumente detectados causando PE (MacDonald & Chapman, 1997; White, 1999). Os mesmos fungos normalmente são isolados de sementes de milho (Casa, 1997; Pinto, 1998; Trento, 2000), sendo que os grãos infectados podem exibir sintomas de grãos ardidos. Assim, espigas podres reduzem o rendimento e a qualidade dos grãos, pois na comercialização dos grãos, é descontado do preço oferecido, um percentual referente a incidência de grãos ardidos (GA).

As estratégias de controle dos fungos agentes causais das PC e das PE concentram-se no uso de sementes sadias, no tratamento de semente com fungicidas, no emprego da rotação de culturas, no balanço da fertilidade do solo, em evitar o cultivo do milho sobre restos culturais de gramíneas de inverno, em evitar estresses na planta como o uso de densidade de plantas acima do recomendado para o híbrido e o uso de híbridos resistentes ou tolerantes sempre que possível (Fernandes & Oliveira, 1997; Casa *et al.*, 2000; Zambolim *et al.*, 2000; Reis & Casa, 2000, 2001; Reis *et al.*, 2004).

A pesquisa tem demonstrado haver uma redução na intensidade das PC e das PE quando o milho é cultivado em rotação de culturas (Casa *et al.*, 2000; Denti *et al.*, 2001;

Trento *et al.*, 2002). As espécies vegetais utilizadas antecedentes ao milho, como forma de cobertura morta em plantio direto, podem anular o efeito da rotação, por serem hospedeiras dos agentes causais do milho. Além disso, o nível tecnológico empregado pelos agricultores é variável entre propriedades. A diferença entre fornecimento de insumos, manejo de plantas daninhas e pragas, e a escolha do material genético, também pode afetar a ocorrência e a intensidade das doenças.

Com base no exposto, este trabalho teve por objetivo analisar o efeito de quatro sistemas de manejo, correspondentes a diferentes níveis tecnológicos, sobre a incidência de PC, rendimento de grãos (RG), GA e incidência de fungos patogênicos nos grãos colhidos, e nos restos culturais de milho contrastantes quanto a variabilidade genética. Buscou-se com este trabalho disponibilizar uma melhor alternativa para diminuir os danos e as perdas causados pelas doenças à cultura, em áreas de semeadura direta do milho em monocultivo, prática que representa uma atividade muito adotada na Região Sul do Brasil entre os pequenos e médios produtores.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Podridões do colmo e da espiga**

O milho está sujeito ao ataque de muitos fitopatógenos. As principais doenças nas fases iniciais da cultura estão relacionadas com a germinação de sementes, emergência de plântulas e estabelecimento de plantas. Nos órgãos aéreos têm-se doenças foliares, do colmo e da espiga. Na Região Sul do Brasil, as podridões do colmo (PC) e podridões da espiga (PE) tem sido freqüentemente detectadas nas lavouras de milho, principalmente nas conduzidas em plantio direto e monocultura (Reis & Casa, 2000 e 2001). Sob condições de precipitações pluviais acima da normal, durante as fases de polinização e formação dos grãos, normalmente ocorre aumento das PE, com conseqüente incremento de (GA) e fungos associados aos grãos (Reid *et al.*, 1996; Reis *et al.*, 2004).

#### **2.1.1 Nomenclatura e etiologia**

No sul do Brasil, as principais PC são: antracnose, podridão de fusarium, podridão de giberela e podridão de diplodia. Em espigas, com exceção da antracnose, as doenças predominantes são: podridão de fusarium ou podridão rosada da base da espiga, podridão de giberela ou podridão rosada da ponta da espiga e podridão de diplodia ou podridão branca da base da espiga (Reis *et al.*, 2004).

A antracnose é causada pelo fungo *Colletotrichum graminicola*, (Ces) G.W.Wils (teleomorfo *Glomerella graminicola* Politis), o qual apresenta micélio septado ramificado, hialino. A espécie *C. graminicola* pertence a ordem Melanconiales, que inclui fungos assexuados que produzem os esporos (conídios) em estruturas reprodutivas (conidiomas) denominadas acérvulos, os quais apresentam coloração marrom ou castanho-escuro, produzidos em tecidos mortos, de formato circular ou oval, medem 70-300 µm e são caracterizados pela presença de setas negras ou marrom, longas e septadas com comprimento de cerca de 100 µm formadas entre os conidióforos (Mordue, 1967, Politis & Wheeler, 1972, Carson, 1999). Produz grande quantidade de conídios produzidos em massa de coloração rosa a creme, com mucilagem que protege os conídios da dessecação e ação de compostos fenólicos produzidos pela planta, os quais impedem a sua germinação (Ngugi *et al.*, 2000). Os conidióforos são curtos, eretos, hialinos, não septados e não ramificados, medindo 1,6-3,3 x

4,9-13,3 µm. Wilson (1914) incluiu onze espécies que apresentavam conídios falciformes, hialinos, não septados, cilíndricos, medindo de 4,9-5,2 x 26,1-30,8 µm, produzidos na extremidade dos conidióforos. O fungo *C. graminicola* foi em 1998 descrito pela primeira vez em plantas de milho, na Itália por Cesati em 1852, com o nome de *Dicladium graminicolum* Ces. O fungo foi constatado nos Estados Unidos em 1855, e descrito sob o nome de *Psilonia apalospora* Berk & Curt (Sutton, 1980). A forma sexual, *G. graminicola*, raramente é encontrada na natureza, sendo obtida a partir de *C. graminicola* infectando milho. É caracterizada por peritécios prostrados e erupentes, onde são produzidas ascas cilíndricas e clavadas apresentando poro apical por onde os ascosporos são liberados. Estes são hialinos, unicelulares, ligeiramente curvos, medindo 3-6 x 8-16 µm (Politis, 1975).

A podridão de fusarium apresenta comumente como agente causal os fungos imperfeitos *F. verticillioides* [Sin.= *Fusarium moniliforme* J. Sheld. (forma teleomórfica *Gibberella moniliformis* Wineland; Sin.= *G. fujikuroi* (Saw.) Wr.], *F. subglutinans* (Wollenweb. & Reinking) Nelson, Tousson & Marasas (forma teleomórfica *G. subglutinans* Nelson, Toussoun & Marasas) e *F. proliferatum* (T. Matsushima) Nirenberg (forma sexual *G. fujikuroi* var. *intermedia* Kuhlmann). As três espécies pertencem a Classe dos Deuteromycetes, Ordem Moniliales e a Família Tuberculariaceae, incluídas na seção Liseola com base nas características morfológicas (Samuels *et al.*, 2001; Pfenning, 2002). Os macroconídios de *F. verticillioides* são hialinos, medindo de 2,4-4,9 x 15-60 µm, curvados nas extremidades, com 3-7 septos; os microconídios são abundantes, medindo 2-3 x 5-12 µm (Tarr, 1962; White, 1999). Os peritécios de *Giberella fujikuroi* (anamorfo *F. verticillioides*) são globosos, lisos e com coloração azul-escura. As ascas são oblongas, medindo 75-100 x 10-16 µm, contendo oito ascosporos, que são retos, afinados nas extremidades, com constrição nos septos, normalmente com um septo, medindo 4,5-7,0 x 12-17 µm e arranjados em duas fileiras irregulares (White, 1999). A forma teleomórfica *G. fujikuroi* ainda não foi relatada no Brasil para a cultura do milho (Reis *et al.*, 2004). Neste trabalho, utiliza-se a terminologia *F. verticillioides* conforme descrito por Munkvold & O'Mara (2002).

A podridão de giberela é causada pelo fungo *F. graminearum* (Schwabe) [forma perfeita *Gibberella zae* (Schwabe) Petch]. O fungo produz macroconídios hialinos, ligeiramente curvados, com as extremidades afiladas, com três a cinco septos e medindo 4-6 x 30-60 µm (Tarr, 1962). Na forma perfeita, o fungo é um ascomiceto, que produz peritécios de coloração negra azulada, superficiais, contendo oito ascosporos arranjados obliquamente em uma fila. Os ascosporos são hialinos, com três septos, diminuindo de largura no ápice,

ligeiramente curvos e medindo 3-5 x 20-30 µm (Tarr, 1962). Os peritécios são formados comumente sobre os restos culturais do milho durante praticamente todo o ano (Reis *et al.*, 2004).

A podridão de diplodia apresenta dois fungos como agentes causais, pertencentes à Subdivisão Deuteromycotina, Classe Coelomycetes, Ordem Sphaeropsidales, família Sphaeropsidaceae e ao gênero e espécies *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton [Sin. *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. e *S. macrospora* (Earle) Sutton [Sin. *D. macrospora* Earle in Bull.] (Sutton, 1980; Alexopoulos *et al.*, 1996; White, 1999). O fungo *S. maydis* apresenta picnídios imersos, globosos, com coloração marrom-escura a preta, diâmetro de 150-300 µm e um ostíolo protuberante papilado. Os conídios são pardo-oliva a pardos, elípticos, bicelulados, retos a ligeiramente curvados, medindo 15-34 x 5-8 µm, comumente com um septo (0-2) (Sutton & Waterston, 1966b). Por outro lado, *S. macrospora* apresenta picnídio e conídios semelhantes aos de *S. maydis*, porém seus esporos são 2-3 vezes maiores, medindo 44-82 x 7,5-11,5 µm e apresentando 1-2 septos (0-3) (Sutton & Waterston, 1966a). É possível determinar o reconhecimento das colônias do gênero *Stenocarpella* após 15 dias de incubação, permanecendo com coloração branca a bege para *S. macrospora* enquanto a *S. maydis* que originalmente era branca torna-se pardo-escura, com formação de picnídios (Casa, 1997; Mario & Reis, 2001).

### **2.1.2 Histórico e distribuição geográfica**

A antracnose do milho é conhecida desde 1852. A doença está presente em todas as regiões onde se cultiva milho. No colmo é um dos principais problemas onde se adota o cultivo safrinha ou o sistema de plantio direto (Silva, 1997, Fancelli & Dourado Neto, 2000). O fungo *C. graminicola* em algumas situações é detectado como o principal agente causal das PC (Denti & Reis, 2003). Nos Estados Unidos, a doença começou a ter caráter epidêmico a partir da década de 70, sendo que o milho doce foi erradicado das lavouras comerciais na região centro oeste de Indiana por ser mais suscetível a doença (Bergstrom & Nicholson, 1999).

A podridão causada por *F. verticillioides* predomina nas regiões quentes e secas. No entanto, pode ser encontrada em lavouras do planalto gaúcho e catarinense e nos campos gerais do Paraná (Reis & Casa, 2000). O fungo *F. verticillioides* é o patógeno mais comumente encontrado associado às sementes de milho (Pinto, 1998), podendo afetar a qualidade fisiológica da semente e prejudicar o estande da lavoura (Goulart & Fialho, 1999).

A doença fusariose ou giberela causada pelo fungo *F. graminearum* (*G. zae*) tem sido detectada com maior freqüência em lavouras da Região Sul do Brasil em função da ampla gama de hospedeiros, em especial, cereais de inverno. A ocorrência da fusariose ou giberela é favorecida nas regiões com altitude elevada e com temperaturas amenas (Reis & Casa, 2000 e 2002). Os danos são mais severos em anos com precipitação pluvial elevada e milho conduzido sobre restos culturais de espécies de cereais de inverno com a presença de peritécios de giberela (Reis & Casa, 2001).

As podridões de diplodia tem ocorrência e intensidade elevada nas lavouras de milho conduzidas em monocultura (Casa, 2000).

No Brasil, a ocorrência da doença foi registrada pela primeira vez por Johann (1935), no estado de São Paulo, causando podridão em sementes. Porém os sintomas de mancha foliar somente foram relatados em 1973, na Bahia (Ram *et al.*, 1973). Na África é uma das principais doenças do milho, causando mancha foliar e podridão da espiga (Flett & Wehner, 1991; Bensch, 1995; Reis *et al.*, 2004).

### **2.1.3 Danos**

Nos Estados Unidos, foram relatados danos causado por PC do milho de 10 a 20% em híbridos suscetíveis, em outros países de 25 a 30 %, chegando a 50% em algumas regiões (Shurtleff, 1992). No Brasil, segundo Nazareno (1989), houve incidência de 15 a 85% e danos de 12 a 40%. Recentemente, Denti & Reis (2003) registraram incidência de 4 a 72% e dano entre 0,67 a 50%, dependendo do ano, do local e do genótipo.

A antracnose causada pelo fungo *C. graminicola* ocasiona nas plantas infectadas quebra de colmo, seguido de acamamento a até a morte prematura da planta ( Reis & Casa, 2002). A doença pode ser considerada esporádica. Os danos da doença ocorrem em regiões com precipitação pluvial elevada e, principalmente, se o híbrido de milho, suscetível ao patógeno, for cultivado em área de monocultura, prática que é comum no Sul do Brasil. A severidade da antracnose normalmente é maior no milho safrinha em plantio direto sob monocultura, ou quando o milho é cultivado, em plantio direto, sob restos culturais de gramíneas como aveia, azevém, cevada, trigo e triticale (Reis & Casa, 2000).

Em experimento realizado em lavoura de milho, em Passo Fundo,RS, nas safras agrícolas 97/98 e 98/99, constatou-se uma incidência de PC que variou entre 11 a 71% com média de 41%, no primeiro ano, 22% a 79% com média de 46% no segundo ano. No primeiro ano predominou o fungo *C. graminicola* e no segundo ano *F. graminearum*. (Denti & Reis, 2003).

O fungo *F. verticillioides* apresenta intensidade significativas das PC e PE (Ullstrup, 1964; Flett & Wehner, 1991) que é resultado da quantidade de resteva infectada presente na superfície do solo. O fungo *F. verticillioides* causador de podridão de fusarium, pode afetar o sistema radicular, favorecendo a quebra do colmo de plantas de milho ( Reis & Casa, 2002).

Durante três anos, Michaelson & Christensen (1953) determinaram a redução do rendimento de milho atribuído a podridão do colmo, chegando a danos de 9,7% para *S. maydis* e de 6,8% para *Giberella zaeae* (Schw) Petch. Wilcoxson (1962), durante três anos de avaliação da podridão do colmo em 16 híbridos comerciais, verificou danos de até 17%, sendo mais severa quando a inoculação das plantas processou-se 9-10 semanas antes da colheita. Redução de 5% no rendimento foi obtida a partir de inoculações no colmo com *S. maydis* (Natti & White, 1981). No Brasil, os trabalhos existentes indicam a ocorrência da doença e consequente redução do rendimento (Ram *et al.*, 1973; Balmer & Pereira, 1987; Reis *et al.*, 2004). De acordo com os dados de Denti (2000), em avaliações na safra 1997/98, a incidência média das PC foi de 40,9%, e o dano médio, de 678 kg/ha<sup>-1</sup>.

Os danos específicos causados por *Stenocarpella* ainda não foram quantificados, a ocorrência e intensidade elevada em lavouras conduzidas em monocultura, plantas infectadas normalmente apresentam redução no rendimento e na qualidade de grãos (Casa, 2000; Reis & Casa, 2001).

Segundo Casa *et al.*, (2003) os autores Ulstrup (1964) e Del Rio & Melara (1991) demonstraram que a intensidade das PE causada por *S. maydis* foi inversamente à distância da fonte de inóculo, Ulstrup (1964), relatou incidência de PE de 49% a 61% em lavoura do lado da fonte de inóculo, com redução da incidência para 1% em plantas localizadas até 16m da fonte de inóculo.

Diferentes práticas de preparo de solo pode influenciar na intensidade das podridões causadas por *Stenocorpella* spp. Flett & Wehner (1991) verificaram na África do Sul, no sistema plantio direto, uma incidência de PE de 27,9%, enquanto que em solo arado e gradeado a incidência de PE foi de 9,9%. A incidência média de grãos infectados por *S. maydis* em plantio direto foi de 37,9% e no convencional de 12% Flett *et al.* (1992).

## 2.1.4 Hospedeiros

O fungo *C. graminicola* parasita sorgo (*Sorghum vulgare*, L. Pers). A espécie tem sido citada como patógeno secundário em cereais de inverno, aveia branca (*Avena sativa* L.), azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), centeio (*Secale cereale* L.) e trigo (*Triticum aestivum* L.) (Clifford, 1995; Reis *et al.*, 2001) Também é relatado em alfafa (*Medicago sativa* L.), soja

(*Glycine max* L.), trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) e trevo doce (*Trifolium repens* L.) (Mordue, 1967). O patógeno pode sobreviver em espécies selvagens de sorgo como *S. halepense* (L.) Person, *S. verticilliflorum* (Stend.) Stapf., *S. arundinaceum* (Desv) Stapf., e ainda como micélio e conídios em sementes infectadas.(Casela *et al.*, 2003). Trabalhos envolvendo isolados de *C. graminicola* provenientes de milho e sorgo, têm demonstrado uma estreita especificidade de hospedeiro (Jamil & Nicholson, 1987).

Em relação à especificidade de hospedeiros, as espécies de *Fusarium* sp. e suas formas perfeitas, patogênicas ao milho, podem ter como hospedeiros uma série de plantas pertencentes a diferentes famílias (Booth, 1971). Como exemplo, podem-se citar, além da aveia, trigo e cevada, o que causa a giberela em cereais de inverno (Reis *et al.*, 2004), milho, centeio e outras gramíneas (Balmer & Pereira, 1987; Shurtleff, 1992).

Os hospedeiros de *F. verticillioides*, segundo Booth (1971), são arroz (*Oryza sativa* L.), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), milho e sorgo. No caso de *F. graminearum*, segundo Reis (1988), encontraram-se peritécios de *G. zeae* (anamorfo *F. graminearum*) sob condições naturais em tecidos senescidos ou mortos nas seguintes espécies vegetais: *Andropogon bicornis* L., aveia preta (*Avena strigosa* Schrab), aveia branca, centeio, cevada (*Hordeum vulgare* L.), trigo, triticale (*T. turgidocereala* (Kiss) MacKey). *Botriochloa* sp., papuã (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch), *Bromus catharticus* Vahl., *Cortadeira selliana*, milhã (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.), *D. ciliaris* (Letz.) Koel.), azevém, arroz, *Panicum maximum* Jacq., paspalho (*Paspalum dilatatum* Poir., *P. notatum* Fluegge, *P. urvillei* Steud.), milheto, (*Pennisetum clandestinum* Chiov., *P. purpureum* Schumach.), sorgo selvagem (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) e sorgo.

As duas espécies identificadas como *S. maydis* e *S. macrospora* parasitam especificamente plantas de milho. Segundo Costa Neto (1976), o milho é a única gramínea no estado do Rio Grande do Sul infectada por essas duas espécies. Possíveis fontes de inóculo alternativos seriam os hospedeiros secundários, entretanto, segundo a literatura consultada, somente plantas de bambú, Gênero *Arundinaria*, podem ser parasitadas por *S. maydis*. Como a população dessa planta é restrita, limitando-se a pequenos bosques em determinadas regiões, provavelmente essas tenham pouca importância como fonte de inóculo (Sutton & Waterston, 1966a; Casa, 1997).

## 2.1.5 Sintomatologia

A infecção no colmo compromete a translocação de água e nutrientes do solo para os órgãos aéreos da planta afetando o rendimento potencial e a qualidade dos grãos (Christensen

& Wilconxson, 1966). Sintomas de descoloração da casca e ou de sinais como peritécios ou picnídios na superfície e também menor resistência à pressão da base do colmo entre os primeiros entrenós caracterizam as plantas sintomáticas (Denti & Reis, 2003).

Os sintomas externos e internos da antracnose são visíveis na cultura do milho normalmente a partir da maturação fisiológica das plantas, quando iniciam o processo de senescência natural. Os sintomas na base externa dos colmos manifestam-se como áreas ou placas escuras, pardo-avermelhadas, passando a castanho-escuras ou negras, de aspecto brilhante, inicialmente desenvolvidas nos nós e progredindo para entre-nó, na forma de manchas estreitas e alongadas. As plantas infectadas normalmente apresentam sintoma de murcha das folhas, podendo apresentar lesões entre 0,5 a 1,5cm com forma variável de oval à elíptica sobre as lesões formam-se acérvulos (Casela *et al.*, 2003). Em algumas situações há quebra do colmo, seguido de acamamento, e até morte prematura da planta (Shurtleff, 1992; Pereira, 1997; Fernandes & Oliveira, 1997; Reis *et al.*, 2004). Segundo Bergstron & Nicholson (1999) lesões foliares de antracnose podem servir como fonte de inóculo para infecções no colmo. A fase de PC ocorre principalmente a partir da maturação das plantas e, normalmente é causada por conídios produzidos na fase foliar da doença. Quando o colmo é seccionado longitudinalmente observa-se uma coloração avermelhada a escura, equivalente à necrose do tecido vascular (Warren, 1986, Casela & Ferreira, Frederiksen, 2000).

A podridão causada pelo fungo *F. verticillioides*, inicia após a polinização e torna-se mais severa a medida que a planta atinge a maturação. Os sintomas da podridão iniciam com a alteração da coloração externa da base do colmo, sendo que as plantas infectadas apresentam a medula de cor branco-rosada a rosa-salmão. Quando a infecção for severa pode ocorrer a esporulação do patógeno, na parte externa do tecido afetado, na forma de uma massa de esporos de cor rosa-salmão. O apodrecimento pode afetar as raízes, levar a quebra do colmo e a maturação prematura (Partridge, 1997b; White, 1999; Fernandes & Oliveira, 1997; Reis *et al.*, 2004). A doença pode ser diagnosticada pela ausência de peritécios sobre a superfície do tecido afetado, o que não ocorre com a podridão de giberela (Shurtleff, 1992; Reis *et al.*, 2004).

A doença giberela é conhecida pelos sintomas das PC que surgem muito cedo, quando são observadas plantas murchas na lavoura. Plantas infectadas por *F. graminearum* apresentam desenvolvimento de coloração rósea na região vascular quando há produção de esporos. Esses sintomas são mais bem observados quando é feito um corte longitudinal no colmo (Partridge, 1997b). A giberela pode ocorrer em qualquer fase de desenvolvimento (Pereira, 1997), além de infectar qualquer parte da planta em diferentes estádios de

desenvolvimento (Munkvold, 2000). A base do colmo da planta doente altera a cor tornando-se pardo ou de cor de palha, em contraste com o amarelado, esverdeado ou arroxeadas das plantas sadias, o que depende da presença e ou da concentração de pigmentos no híbrido. Os tecidos internos da medula desintegram-se, deixando somente os feixes vasculares intactos, porém soltos. Nestas plantas somente com fricção do dedo polegar e do dedo indicativo pode-se quebrar os colmos. O diagnóstico que permite diferenciar a giberela de outras podridões é a coloração rosa-avermelhada que ocorre dentro do colmo, conferida pela colonização do fungo. A presença de crostas de peritécios, na superfície dos tecidos infectados, também auxilia na diagnose. Os peritécios são pequenos, visíveis a olho nu, esféricos, de cor negra, dispostos em grupos, próximos aos nós e raízes, que ao tato (ponta dos dedos) são ásperos, podendo ser removidos por raspagem (Shurtleff, 1992; ; Fernandes & Oliveira, 1997., Reis & Casa, 2002; Reis *et al.*, 2004).

Os fungos *S. maydis* e *S. macrospora* parasitam plantas de milho, causando podridão em sementes, morte de plântulas, podridão de raízes e colmo, da espiga, e *S. macrospora* também causa mancha foliar (Eddins, 1930; Ullstrup, 1964; Marasas & Van Der Westhuizen, 1979; Smith & White, 1988; Shurtleff, 1992). Os sintomas secundários se manifestam várias semanas após a polinização. Os sintomas de podridão do colmo apresentam características próprias para cada agente causal incitante da doença, podendo ser identificada pelos sintomas e sinais. A diagnose correta, normalmente é feita através das estruturas dos patógenos. Um sinal importante á diagnose é a presença de picnídios, subepidérmicos e pardo-negros presentes nas lesões, principalmente quando o tecido encontra-se senescido. A identificação da espécie de diplodia envolvida com a podridão deve ser feita comparando-se os conídios em microscopia. Os esporos de *S. macrospora* são duas a três vezes maiores que os *S. maydis* (Casa *et al.*, 1998; Reis *et al.*, 2004). Apesar da manifestação em todo o colmo, os sintomas são mais intensos na base, razão pela qual denominavam-se, nesta revisão, de podridões da base do colmo (Reis *et al.*, 2004).

Os colmos afetados revelam-se na parte externa dos internódios, uma alteração na coloração, passando da cor normal dos tecidos para uma despigmentação, que pode variar de palha a marrom. Internamente, a medula apresenta-se desintegrada e com cor alterada, sem que, no entanto, haja desintegração do tecido vascular deixando apenas os feixes vasculares intactos. As plantas doentes podem ser prematuramente mortas. O patógeno infecta geralmente, os internódios inferiores da planta, podendo infectar também os internódios superiores e causar podridão de espiga (Pereira, 1997; Fernandes & Oliveira, 1997).

## 2.1.6 CICLO DE VIDA DOS PATÓGENOS CAUSADORES DE PODRIDÕES DO COLMO E DA ESPIGA

### 2.1.6.1 Fontes de inóculo

As principais fontes de inóculo dos fungos causadores de PC e PE são as sementes e os restos culturais infectados. Além destas, as plantas voluntárias e hospedeiros secundários também contribuem para a sobrevivência dos patógenos causadores de PC e PE (Casa & Reis, 2003).

#### 2.1.6.1.1 Sementes

As sementes infectadas introduzem os parasitas na área de cultivo e, posteriormente, os restos culturais infectados que permanecem na superfície do solo de uma estação de cultivo para a outra, são considerados as principais fontes de inóculo para a podridão do colmo (Ullstrup, 1964; Byrnes & Carroll, 1986; Smith & White, 1988). De acordo com Pinto (1998), os grãos de milho estão sujeitos a danos por fungos no campo de produção de sementes, durante o período de armazenamento e por aqueles patógenos que estão presentes no solo. As sementes podem ser infestadas ou infectadas por fungos de campo ou armazenamento, na infestação, os fungos localizam-se externamente, na superfície das sementes, na infecção, localizam-se nos tecidos internos, ou seja, no endosperma e embrião.

O fungo *C. graminicola* está ocasionalmente presente em sementes, porém em níveis que não comprometem sua qualidade fisiológica (Pinto, 1998). Segundo McGee (1988) e Pinto (1998), as sementes infectadas apresentam manchas escuras e acérvulos que podem estar presentes, sendo reduzida a germinação no campo (Warren & Nicholson, 1975).

O fungo *F. verticillioides* é o patógeno mais comumente encontrado associado às sementes de milho (Pinto, 1998). Porém a literatura cita que esta não deve ser uma fonte de inóculo mais importante ao desenvolvimento da PC (Shurtleff, 1992).

Os fungos *S. maydis* e *S. macrospora* sobrevivem em sementes de milho na forma de micélio, são responsáveis por causar podridão de semente, morte de plântulas, podridão de raízes e PC, a colonização de sementes é um dos principais mecanismos de disseminação de *Stenocarpella sp.* (McGee, 1988, Shurtleff, 1992; Casa, 1997; Casa *et al.*, 1998), sendo responsável pela introdução do fungo em novas áreas, mesmo distantes de seu local de

produção, como detectado pelo serviço de quarentena do Japão em sementes importadas dos Estados Unidos (Dai *et al.*, 1987). Casa (1997), quantificando a transmissão de *S. maydis* e *S. macrospora*, verificou que, 21 dias após a semeadura, 62% das plântulas emergidas apresentavam sintomas de necrose nas raízes, predominando em 96% dos casos uma necrose na ponta da semente, onde se origina a raiz primária e 12% nas raízes seminais. Aos 35 dias após a semeadura, em 88,5% das plantas emergidas podia-se observar sintomas de necrose nas raízes, predominando em quase 100% dessas a necrose na raiz primária e 10,4% sintomas em mesocótilos.

Pode-se afirmar que nem sempre um organismo que se associa as sementes é transmitido por elas. A associação nem sempre implica em transmissão e a taxa pode variar devido a uma serie de fatores. Por princípio, aceita-se que a semente introduz os patógenos necrotróficos nas lavouras, que os restos culturais garantem a sobrevivência e que o potencial de inóculo será máximo em plantio direto e monocultura. Por isso recomenda-se o tratamento de sementes com fungicidas erradicantes (Reis & Casa, 1997).

#### **2.1.6.1.2 Restos culturais**

De modo geral, os fungos necrotróficos sobrevivem nos restos culturais presentes no solo de uma estação de cultivo para outra. No Sul do Brasil, os restos culturais de cereais de inverno podem manter os patógenos quando o milho for estabelecido em semeadura direta sobre esses restos culturais. De acordo com Reis (1990), a presença de restos culturais no campo indica a ocorrência de patógenos necrotróficos e a ausência, a inexistência de tais organismos. Segundo Reis *et al.* (1998) e Blum (1997), a presença do resto cultural na lavoura assegura a presença dos patógenos e que a densidade de inóculo está relacionada com a quantidade de palhada.

O sistema plantio direto pode criar condições favoráveis à multiplicação e a sobrevivência de fitopatógenos necrotróficos em restos culturais deixados na superfície do solo, já que muitos dependem dessas condições para sobreviverem (Shaner, 1981; Reis *et al.*, 1992), as doenças são mais severas em plantio direto e em monocultura. (Reis & Casa, 1997; Reis *et al.*, 2004). A multiplicação dos patógenos nos tecido prossegue até a mineralização do substrato (Zambolim *et al.*, 2000). O posicionamento da palha sobre o solo torna sua decomposição mais lenta, favorecendo a esporulação, dispersão e inoculação do fungo (Reis *et al.*, 2004). É por isso que, no sistema plantio direto sob monocultura, observa-se maior quantidade de resto cultural remanescente o que refletirá em maior intensidade da doença (Nazareno, 1989; Flett & Wehner; 1991; Fernandes & Oliveira, 1997; Reis *et al.*, 2004). O

mesmo ocorre normalmente quando se pratica monocultura aliada ao uso de semente infectada (Ullstrup, 1964; McGee, 1988; Flett & Wehner, 1991; Reis *et al.*, 2004). Provavelmente, a semente introduz esses patógenos na lavoura e a monocultura mantém o inóculo na palha indefinidamente (Casa, 1997; Reis *et al.*, 2004).

Enquanto houver palha sobre o solo tem-se a existência do patógeno causador de doença. De acordo com Casa (2000), a decomposição da palha do milho mantida na superfície do solo foi de 78,5% aos 29 meses de exposição no campo.

No sul do Brasil é possível encontrar uma média entre 5 a 10 t há<sup>-1</sup> de massa de palhada seca no quarto ou quinto ano de cultivo. No centro-oeste, onde a temperatura e a insolação é elevada, a massa de palhada seca sobre o solo não chega a formar camada densa (Zambolim *et al.*, 2000).

#### **2.1.6.1.3 Plantas voluntárias e hospedeiras secundários**

Plantas voluntárias são aquelas plantas de milho que se desenvolvem espontaneamente numa lavoura a partir dos grãos perdidos no ato da colheita. Estas plantas se constituem em uma alternativa de sobrevivência para os patógenos biotróficos como servem também de abrigo na entressafra para os parasitas necrotróficos (Reis *et al.*, 2004).

Alguns autores consideram como plantas voluntárias o milho tipo safrinha, os quais permitem que os patógenos presentes nos restos culturais aumentem a sua pressão em relação às doenças desta cultura, desta maneira menor será a eficácia da rotação de culturas. A safrinha representa o manejo do hospedeiro para favorecer a sobrevivência e garantir um maior potencial de inóculo dos patógenos de milho (Reis & Casa, 2002).

Hospedeiros secundários são plantas de gênero ou espécie diferente da cultivada, podendo ser sem importância econômica, geralmente nativas ou invasoras (Reis & Casa, 2000). Tem sido observado que a presença de plantas daninhas numa população de plantas cultivadas pode servir de fonte de inóculo para muitos patógenos do milho, além disso, as plantas daninhas estabelecem competição o que pode predispor as plantas de milho às PC (Reis *et al.*, 2004).

#### **2.1.6.2 Disseminação**

Comumente as epidemias de antracnose, causadas pelo fungo *C. graminicola* ocorrem sob período de molhamento longo das plantas de milho. Os esporos são disseminados pelo respingo d'água e pelo vento até a base das plantas (Shurtleff 1992, Reis & Casa, 2001,2002). A dispersão dos conídios em respingos de água no sentido vertical pode atingir distâncias até

75 cm da fonte do inóculo, enquanto a dispersão lateral pode atingir até 1m (Nicholson & Moraes, 1980, Ngugi *et al.*, 2000). Segundo Pande *et al.* (1994) o patógeno durante um período chuvoso pode atingir 3,5m da fonte de inóculo na fase de 13 a 14 folhas, e a 9,75m na fase de maturação. À longa distância, a disseminação ocorre através da semente de sorgo (Cardwell *et al.*, 1989), e de milho (McGEE, 1988). Os respingos de água e ou chuva são necessários ou essenciais para a disseminação dos fungos *Fusarium* spp e *Colletotrichum* spp., segundo Ingold (1971).

Os propágulos de *F. verticillioides* transportados pelo vento, respingos de água ou insetos, são depositados sobre a coroa das plantas, bainhas foliares, colmos e nós, onde iniciam a infecção. Outra fonte de inóculo é a semente infectada, uma vez que o fungo pode ser transmitido para a planta (Pinto, 1998; Sartori, 2003). Entre os fungos transportados pelas sementes de milho, *F. verticillioides* se destaca, pela freqüência e altas porcentagens com que ocorre, tanto no Brasil como em outros países (Windham & King, 1983; Casa *et al.*; 1998; Goulart, 1999). Quando disseminados pelas sementes, podem ser introduzidos em áreas isentas, favorecendo o aumento do inóculo na área e a redução da qualidade fisiológica das sementes (Machado, 1988; Menten, 1991a). Existem trabalhos controversos quando se trata do efeito de *F. verticillioides* sobre a qualidade fisiológica das sementes de milho. Vários autores constataram que não afeta a germinação das sementes (Bedendo, 1978; Pinto *et al.*, 1992; Pinto, 1993, 1996), enquanto Tanaka & Balmer (1980) observaram tombamento de plântulas causado pelo patógeno, sob condições adversas de germinação. Futrell & Kilgoore (1969) e Bacon *et al.* (1994) afirmam também que o *F. verticillioides* pode inibir o desenvolvimento da raiz de plântulas de milho. Carvalho *et al.* (1992) constataram redução na germinação de sementes de milho com infecção por *F. verticillioides* (Moraes *et al.*, 2003).

Na giberela há produção de ascosporos, cuja disseminação ocorre pelo vento e podem infectar plantas jovens de milho (White, 1999). Sobre clima quente e úmido os peritécios são formados e os ascosporos maduros são ejetados ao ar. A infecção dos colmos pode ocorrer no ponto de inserção das folhas, nos nós ou nas raízes. O fungo pode ser disseminado pela semente, penetrando nas raízes o patógeno pode crescer até atingir a base dos colmos (Shurtleff, 1992; Munkvold & Desjardins, 1997; Casa *et al.*, 2000; Reis & Casa, 2002).

No caso de diplodia os picnídios hidratados e intumescidos favorecem a extrusão dos cirros e ou conídios através do ostíolo (Fitt *et al.*, 1989). Porém, Casa *et al.* (2003) comprovou que não há necessidade de ocorrência de chuva para o processo de extrusão. Os conídios de *Stenocarpella* sp. capturados acima de 50 cm de altura possivelmente são responsáveis por uma das vias de inoculação dos fungos nas espigas (Casa *et al.*, 2003). As projeções de

conídios de *Stenocarpella* são mais freqüentes de dia, sendo que o vento não dissemina somente os conídios isolados deste fungo, mas pode transportar também os cirros (Casa *et al.*, 2003). Os picnídios de *Stenocarpella sp.* podem ser recarregados produzindo inóculo constantemente em grande quantidade e, podem manter, o inóculo viável durante longo período de tempo. Os esporos de *S. maydis* foram capturados até uma distância de 80m, sendo que *S. macrospora* foi detectado somente até 60m da fonte de inóculo (Casa *et al.*, 2003).

A dispersão anemófila de conídios de *Stenocarpella* foi mais intensa da semeadura até a quarta semana para *S. maydis* e da décima semana até a colheita para *S. macrospora*. O número médio de conídios por cirro foi de 865 para *S. macrospora* e 685 para *S. maydis*, (Reis & Mario, 2003).

### **2.1.6.3 Inoculação e colonização**

A antracnose geralmente é favorecida por altas temperaturas, e extensos períodos de alta umidade proveniente da chuva ou orvalho (White, 1999). Em sorgo, a doença ocorre principalmente na fase de plântula e após o florescimento (Casela, 2003). As epidemias ocorrem em condições de alta precipitação e umidade relativa, temperaturas moderadas e grande quantidade de inóculo (Frederiksen, 2000). Segundo Pande *et al* (1994), a máxima ocorrência da doença é observada com temperatura de 25°C, enquanto abaixo de 15°C e acima de 30°C restringe o desenvolvimento. Segundo os mesmos autores é necessário um período mínimo de 24 horas de molhamento foliar para a ocorrência da doença, cuja severidade aumenta com o aumento do período de umectação. A maioria dos esporos germina dentro de 9 horas. (Casela *et al.*, 2003). Porém, em milho o processo de infecção é pouco estudado.

A infecção da base da espiga causada pelo fungo *F. verticillioides* pode ocorrer de forma sistêmica, por meio do crescimento do micélio do patógeno ou por inóculo depositado na bainha foliar. A podridão é confinada à base da espiga por ser mais úmido e onde os insetos se alimentam. Os fungos podem penetrar através dos estigmas atingindo os grãos (Reis & Casa., 2002).

Segundo Miller (1994) citado por Reid *et al.* (1999), o fungo *F. graminearum* requer períodos de altas temperaturas e umidade continua durante os estádios de floração e início do desenvolvimento de grãos. A giberela é mais severa quando ocorrem chuvas entre 14 a 21 dias após o florescimento, é favorecida por temperaturas entre 20 a 25°C e período de umectação foliar de no mínimo 48 horas. A infecção ocorre comumente por ascosporos e, menos freqüentes com conídios, depositados nos estigmas. O fungo pode atingir o interior da

espiga e progredir até a base. Os grãos expostos na ponta da espiga de alguns híbridos, mal empalhados, são colonizados diretamente (Reis & Casa, 2002).

Temperaturas entre 25 a 30°C e noites com temperaturas entre 12 a 15°C tem favorecido as doenças incitadas por *Stenocarpella spp.* (Pereira, 1995). As podridões do colmo ocorrem a partir do inóculo presente nas sementes infectadas (McNew, 1937; Casa, 1997), ou das raízes infectadas por inóculo do solo (Craig & Hooker, 1961), resultando no progresso do fungo para a base do colmo, deixando claro que a infecção teve origem nos órgãos abaixo do nível do solo. O fungo também pode penetrar próximo à coroa ou pelos nós (Saunders, 1930), causando podridão do colmo. A velocidade de colonização de *S. maydis* em colmos inoculados é maior 1-3 semanas após a antese (Hooker, 1957), sendo inibida em tecidos com células vivas, predominantemente nos entrenós dos colmos antes da floração. Latterell & Rossi (1983) observaram que *S. macrospora* coloniza mais facilmente colmos. Os fungos parasitam exclusivamente plantas de milho, causando sintomas de podridão em colmo, espiga e mancha foliar. Apresentam como fonte de inóculo os restos culturais e as sementes infectadas. A transmissão dos fungos da semente para plântulas é conhecida. Sobre os restos culturais são formados os picnídios responsáveis no qual no seu interior são produzidos os conídios.

#### 2.1.6.4 Sobrevivência

Em geral, o inóculo responsável pelas PCs constituem-se principalmente nos ascosporos, conídios e micélio dos fungos presentes nos restos culturais e no micélio desenvolvido a partir das sementes infectadas (Shurtleff, 1992; Munkvold & Desjardins, 1997; Casa *et al.*, 2000).

O fungo *C. graminicola* sobrevive principalmente nos restos culturais e na semente de milho. A principal fonte de inóculo primário constitui-se pelos conídios do fungo, produzidos nos restos culturais infectados do milho e das gramíneas de inverno já relacionadas no presente trabalho (Shurtleff, 1992; Reis & Casa, 2001). O fungo pode sobreviver por até 18 meses na ausência do hospedeiro como micélio e conídios em restos culturais na superfície do solo, em hospedeiros alternativos e ainda como micélio, conídios e microesclerócios em sementes infectadas. Microesclerócios são produzidos em colmos secos de cultivares suscetíveis de sorgo, sendo a sua sobrevivência maior em restos culturais mantidos na superfície do solo (Casela *et al.*, 2003). Porém, não sobrevive quando os restos culturais são incorporados ao solo (Warren, 1986, Casela & Ferreira, 1998, Thakur & Mathur, 2000). Sob condições favoráveis, pode infectar as raízes ou colmos diretamente ou através de ferimentos

causados por insetos ou granizo. O fungo *C. graminicola* cresce biotroficamente por um rápido tempo (curto) 24 à 36hs, após a penetração nas células do hospedeiro, comportando-se posteriormente como um necrotrófico (Bergstrom & Nicholson, 1999).

O fungo *G. zae* sobrevive em condições adversas formando peritécios presentes em restos culturais, e em hospedeiros secundários, como milhã, papuã, capim-arroz (*Echinocloa* sp.) e paspalo (Reis, 1988), ou por longo tempo em sementes de milho, arroz, trigo, cevada, aveia, centeio e outras gramíneas (Reis, 1990; Shurtleff, 1992). O fungo *F. graminearum* também é relatado permanecendo viável nos restos culturais da soja (Costamilan, 1999).

Para Booth (1971), o fungo *F. verticillioides* não forma clámidósporos, sendo os peritécios de *G. fujikuroi* formados em restos culturais de milho, (White, 1999).

Os fungos *S. maydis* e *S. macrospora* são considerados agentes necrotróficos, apresentando fase parasitária na planta viva e fase saprofítica nos tecidos necrosados e restos culturais. Dessa maneira, o patógeno é encontrado sobrevivendo fora da época de cultivo como micélio no interior das sementes (McGee, 1988; Casa, 1997) e colonizando raízes, coroa, colmos, bainhas foliares, palha da espiga, sabugo e grãos, os quais permanecem na lavoura após a colheita, na forma de micélio e ou de picnídios (Ullstrup, 1964; McGee, 1988; Flett *et al.*, 1992; Casa *et al.*, 1998, 2003). A decomposição da palha de milho, na superfície do solo foi de 78,5% aos 29 meses após a exposição no campo, porém a presença de *S. maydis* e *S. macrospora* foi detectada até 320 dias em colmos de milho mantido sobre a superfície do solo (Casa *et al.*, 2004). Nos restos culturais, constituídos principalmente por colmos de milho, o fungo *S. maydis* sobrevive produzindo picnídios liberando conídios em cirros que se constituem na principal fonte de inóculo primário (Flett *et al.*, 1992), citado por Casa *et al.* (2003). O período de sobrevivência de picnídios de *S. maydis* é maior nos restos culturais que permanecem na superfície do solo do que naqueles enterrados (Flett *et al.*, 1992). Os autores verificaram, 11 meses após a colheita, a produção de 90,6 e 37,9 picnídios/cm<sup>2</sup> de palha e 39,4 e 24,3% de esporos germinados, respectivamente, para os restos culturais remanescentes na superfície do solo e enterrados.

### **2.1.7 Medidas gerais de controle**

As estratégias de controle da antracnose concentram-se no uso de sementes sadias, tratamento de semente com fungicidas, rotação de culturas, não cultivar o milho sobre restos culturais de gramíneas de inverno e busca de cultivares tolerantes (Fernandes & Oliveira, 1997; Reis & Casa, 2002). Em virtude da sobrevivência dos fungos nos restos culturais sobre a superfície do solo (Vizvary & Warren, 1974), a doença pode ocorrer quando o cultivo

mínimo é praticado (Nicholson, 1975). O manejo convencional ou a rotação de culturas é recomendado para o controle da doença em campos onde a antracnose tenha sido um problema durante a estação anterior de cultivo. Outras práticas de controle de *C. graminicola* como rotação de culturas e eliminação de hospedeiros alternativos são importantes por auxiliarem na redução do inóculo primário (Frederiksen, 2000).

O controle do fungo *F. verticillioides* concentra-se no uso de sementes sadias, tratamento de semente com fungicidas, rotação de culturas, não cultivar o milho sobre restos culturais de gramíneas de inverno e busca de cultivares tolerantes (Fernandes & Oliveira, 1997; Pinto, 1998; Reis & Casa, 2002).

O controle da podridão de giberela pode ser feito pelo uso de sementes sadias, tratamento de sementes com fungicidas e evitando qualquer estresse que predisponham as plantas à infecção. São poucas as informações no Brasil em relação a resposta dos híbridos a infecção deste patógeno. A rotação de culturas não apresenta potencial de controle em função da ampla gama de hospedeiros de *G. zae*. Deve-se evitar o cultivo do milho sobre os restos culturais de cereais de inverno, em plantio direto, dando-se preferência ao plantio sobre coberturas do solo de folhas largas como do nabo forrageiro (Reis *et al.*, 2004).

As principais estratégias de controle das doenças causadas por *S. maydis* e *S. macrospora* são: uso de sementes sadias, tratamento de semente com fungicida, rotação de culturas, evitar a população elevada de plantas (competição por água e nutrientes), evitar perda de área foliar devido a outras doenças, granizo ou injúria por insetos e evitar desequilíbrio de N e K (Balmer & Pereira, 1987; Smith & White. 1988; Shurtleff, 1992; Reis & Casa, 2000). Até o presente momento, não existem no Brasil híbridos resistentes a *Stenocarpella*. Como o fungo *Stenocarpella sp.* infecta sobretudo, plantas de milho, a rotação de culturas com espécies não suscetíveis é uma prática eficaz para seu controle (Shurtleff, 1992).

#### **2.1.7.1 Variedade resistente**

Muitos tipos de resistência são altamente temporária, o patógeno adapta-se facilmente a estes tipo de resistência, porém há resistência durável que é efetiva por mais tempo. A resistência temporária é do tipo monogênica, é hipersensível e atua sobre patógenos especializados, pode ser quebrada de imediato com menos de um ano de exposição, enquanto a resistência durável pode ser efetiva por um século ou mais (Ribeiro do Vale *et al.*, 2001).

No Brasil, a quebra de resistência devido ao surgimento de novas raças do patógeno *C. graminicola* tem sido observada em várias cultivares de sorgo. (Casela *et al.*, 2003). A

principal medida de controle de *C. graminicola* é a utilização de cultivares resistentes (Casela *et al.*, 1998). Recomenda-se a utilização de cultivares com resistência horizontal. O fungo *C. graminicola* é reconhecido pela sua alta capacidade adaptativa a resistência genética de cultivares de sorgo, pela rápida produção de novas raças. Perdas severas são relatadas em sorgo, sob condições ambientais favoráveis, o que sugere a existência de diferentes ecotipos do patógeno (Frederiksen *et al.*, 1995). No Brasil, inúmeras raças foram identificadas, a variabilidade de *C. graminicola* tem determinado a busca de alternativas para o manejo da resistência genética a este patógeno no Brasil (Casela *et al.*, 1998).

Observando a severidade entre diferentes genótipos de milho, constatou-se que aqueles que apresentam maior concentração de lignina nos tecidos externos resultava em maior resistência ao colmo, dificultando a penetração de *F. verticillioides* (Borges *et al.*, 2001), segundo os mesmos autores a concentração de tanino não tem grande influência na resistência as PC.

Segundo Sutton & Waterston (1966), os materiais de grãos do tipo duro são mais resistentes à infecção de *S. maydis*. Segundo Wiser *et al.* (1960) não existe germoplasma com resistência completa a *S. maydis*, citado por Mario *et al.* (2002). A resistência genética de plantas de milho a *Stenocarpella sp.* e *Fusarium sp.* vem sendo investigada há décadas em diversas partes do mundo (Koehler, 1951; Anderson & White, 1994). Com relação à natureza da resistência, foi observado que a prevenção da polinização ou a eliminação das espigas aumentavam a resistência das plantas às podridões do colmo, quando este era inoculado artificialmente, e, também, que este permanecia verde até próximo à época da colheita (Koehler, 1959). Por sua vez, este autor, atribuiu a senescênciados tecidos à translocação de elementos do colmo para as espigas. No caso do milho, a busca da resistência é tarefa difícil para patógenos causadores de podridões do colmo. A suscetibilidade de plantas de milho a *S. maydis* é maior em plantas jovens, porém, em colmos, a infecção é maior algumas semanas após a polinização. Outras fontes predisponentes à infecção de *Stenocarpella sp.* e que podem alterar a suscetibilidade do híbrido incluem alto nível de N e baixo nível de K, alta densidade de plantas e perda da área foliar por causa de outras doenças, de granizo ou de danos por insetos (Smith & White, 1988; Shurtleff, 1992). De acordo com Mario *et al.*, (2002), os híbridos com grãos e textura dura apresentam espigas bem empalhadas e com baixa incidência de fungos em seus grãos.

Genótipos que apresentam colmo com coloração púrpura a roxo-intensa foram os que manifestaram as menores incidências de PC, indicando o envolvimento da pigmentação com a resistência à doença (Denti *et al.*, 2002). No Brasil, não encontrou-se informações de resistência de plantas de milho a *F. graminearum*.

### **2.1.7.2 Uso de sementes sadias**

As sementes de milho infectadas são responsáveis pela introdução de fungos na lavoura onde foi praticado a rotação de culturas ou onde o cereal nunca foi cultivado. Em geral os fungos associados à semente são os mesmos que causam PC e PE (Reis & Casa, 2000). Quanto maior for a incidência do fungo na semente, maior será a eficiência da transmissão. A presença de patógenos na semente pode também impedir a germinação, principalmente se a infecção da semente for severa, resultando na morte do embrião antes da semente germinar.

### **2.1.7.3 Tratamento de sementes com fungicidas**

O tratamento de sementes de milho com fungicidas têm os seguintes objetivos: controlar e ou erradicar os fungos associados à semente, proteger a semente em germinação e ou plântula contra ataques de fungos do solo e garantir a germinação e o vigor em condições adversas de semeadura (Lasca, 1986; Pereira, 1991; Casa, *et al.*, 1995; Reis *et al.*, 1995; Pinto, 1998, 1999).

O fungicida tiabendazol na dose de 40g de i.a. 100 kg<sup>-1</sup> de sementes em mistura com captan tem possibilitado a erradicação dos fungos *F. verticillioides*, *F. graminearum*, *S. maydis*, *S. macrospora* e *Cephalosporium*. Outras misturas de fungicidas como benomil+captam, carbendazim+captam e tiabendazol+metalaxil, também apresentam bons resultados no controle de fungos, porém, o uso do fungicida tiabendazol isolado ou em mistura com metalaxil não controla o fungo *Cephalosporium sp*. O fungicida captam não é tão eficiente quanto os benzimidazóis no controle de *S. maydis* e *F. verticillioides*. Por outro lado, o fungicida tiabendazole não é eficiente no controle do fungo *Cephalosporium sp.*, presente no solo (Reis *et al.*, 1995; Casa *et al.*, 1998).

No controle do fungo *F. verticillioides*, o fungicida difenoconazol proporcionou controle acima de 90%, em meio de cultura. As misturas dos fungicidas captam+tiabendazol, fludioxinil+metalaxil também apresentaram bom resultado (Moraes *et al.*, 2003).

### **2.1.7.4 Rotação de culturas**

O objetivo fundamental da rotação de cultura é o aumento da produtividade, da renda e da solidificação da sustentabilidade do sistema de produção. A rotação de culturas, além de reduzir a erosão (Bertoni *et al.*, 1986), melhora o condicionamento físico do solo (Gomes *et al.*, 1981), induz efeitos benéficos nas características químicas (Testa *et al.*, 1992), biológicas

(Silva Filho & Vidor, 1980), controle de ervas concorrentes (Ruedell, 1991, 1995), citados por Monegat (2004) e de doenças (Santos & Reis, 2001).

Segundo Depresch (1985), a rotação de culturas é a alternância ordenada de diferentes espécies de plantas num espaço de tempo na mesma lavoura, obedecendo às finalidades definidas. A espécie vegetal não é repetida no mesmo lugar com intervalo menor que dois e, se possível, três ou mais anos. Para Reis *et al.* (2004), a rotação de culturas do ponto de vista fitopatológico, consiste em não plantar a mesma espécie vegetal na mesma área da lavoura todos os anos até que ocorra a completa decomposição de seus tecidos ou restos culturais e, consequentemente, a redução de alguns patógenos necrotróficos na área.

Na região sul do Brasil, a intensidade das podridões do colmo e da espiga tem sido maior em lavouras conduzidas em plantio direto e monocultura (Casa *et al.*, 2000; Reis *et al.*, 2004). O aumento de intensidade das PE e das PC está relacionado com a densidade de inóculo na fonte. O único fungo que não é controlado no sistema de rotação de cultura é o *F. graminearum* (Reis *et al.*, 2004).

#### **2.1.7.5 Densidade de plantas**

A densidade e o arranjo de plantas são duas práticas culturais que podem afetar o rendimento de grãos (Sangoi, 2001, 2002, 2003; Farnham, 2002; Vazquez & Silva, 2002). A presença de plantas com menor número de folhas, mais eretas e menor produção de fitomassa reduz o nível de interferência de uma planta sobre outra. Com isto, pode-se utilizar maior número de indivíduos por área, aumentando a eficiência de interceptação da radiação solar (Tollenaar *et al.*, 1997) e possibilitando taxas fotossintéticas mais altas (Dwyer *et al.*, 1991).

Tem sido largamente aceito que as intensidades das PC e PE do milho aumentam com o incremento na população de plantas (Smith & White, 1988; Shurtleff, 1992, Bogo *et al.*, 2003). À medida que a população de plantas aumenta, a demanda por nutrientes e água também é incrementada e quando não forem supridas as exigências quantitativas, pode predispor as plantas à infecção. O milho é uma cultura na qual os altos rendimentos correlacionam-se com a densidade ideal de plantas. Porém, à medida que a população de plantas aumenta com o uso de menor espaçamento aumentam o potencial das PC (Reis & Casa, 2000). Independente da rotação ou monocultura, o aumento populacional determinou incremento na incidência de PC e GA (Zambolim, 2000; Denti & Reis, 2001; Trento *et al.*, 2002).

A produção de grãos em  $\text{kg ha}^{-1}$ , aumenta linearmente com o aumento da população de plantas, até um ponto denominado “ponto crítico”, o qual varia entre 30.000 e 90.000 plantas

há<sup>-1</sup> (Sangui, 2001). Acima da população crítica, a produção por planta decresce determinando um ponto de máxima produção por unidade de área (Dourado Neto *et al.*, 2001). No Brasil, rendimentos elevados têm sido obtidos com a utilização de 60.000 a 75.000 plantas ha<sup>-1</sup>, adotando-se espaçamentos variáveis entre 50 e 80 cm, apresentando 2,5 a 4,5 plantas por metro linear (Fancelli & Dourado Neto, 2000).

Segundo Zambolim *et al.* (2000), o adensamento aumenta o tempo em que às plantas permanecem molhadas e a porcentagem de umidade do solo e consequentemente a severidade de determinadas doenças em plantas de lavoura.

#### **2.1.7.6 Equilíbrio nutricional**

A maior demanda de nutrientes pelas plantas de milho ocorre entre 60 a 90 dias após a emergência, época em que ocorre o florescimento e o enchimento dos grãos (Malavolta & Dantas, 1987).

Os híbridos modernos de milho respondem à adubação nitrogenada tardia aplicada nos estádios de espigamento e emborrachamento com incrementos no rendimento e no teor de proteínas dos grãos (Silva *et al.*, 2003). No entanto doses excessivas de Nitrogênio a base de Amônia favorece ao aumento de *F. verticillioides* (Huber, 1994; Blum *et al.*, 1998; Ernani, 2003).

A deficiência de potássio no solo acarreta o aumento da incidência e da severidade da antracnose (Pereira, 1997; White, 1999).

Uma maior predisposição da planta às infecções no colmo por *F. verticillioides* ocorre quando estas se encontram sob condições de estresse, como deficiência hídrica e excesso de nitrogênio em relação ao potássio (Foley & Wernham, 1957) e alta incidência de manchas foliares. Com isso ocorre uma rápida e prematura senescência dos tecidos do colmo e em consequência uma maior suscetibilidade ao ataque de fungos causadores de PC (Deacon, 1997), citado por Borges *et al.* (2001). O potássio é depois do nitrogênio o nutriente mais absorvido pela cultura do milho, sendo que 20% são exportados nos grãos. Plantas bem nutritas permanecem com praticamente todas as folhas verdes, mesmo as basais, até o momento correto da ensilagem (Vitti *et al.*, 1993). Segundo Latterell & Rossi (1983), plantas submetidas a um desequilíbrio nutricional e a verões secos precedidos de altas precipitações apresentaram maior predisposição a infecções de *S. maydis*.

As PCs podem ser mais severas quando o nitrogênio encontrar-se em excesso, em relação ao potássio. Quando a planta está deficiente de potássio a taxa de fotossíntese é reduzida, podendo resultar na senescência mais rápida da medula, quando o fornecimento de

potássio é adequado, a severidade das PC podem ser reduzidas. O potássio está envolvido com as funções estomatais e vias metabólicas. A deficiência de potássio no solo induz o aumento da incidência e severidade das PCs. Em relação ao fósforo parece que a severidade de PC não é reduzida por altos níveis deste elemento (Pereira, 1997; White, 1999).

#### **2.1.7.7 Exigências Hídricas**

A antracnose é uma doença bastante comum nas regiões de cultivo do milho, mais freqüente em cultivares suscetíveis semeadas sob condições de deficiência hídrica antes da polinização, seguida do período chuvoso (Pereira, 1997).

Para o milho, as maiores exigências em água se concentram na fase de emergência, florescimento e formação de grão. Todavia o período de 15 dias antes e 15 dias após a exteriorização da inflorescência masculina, o requerimento hídrico aliado a temperaturas adequadas tornam tal período extremamente crítico. O consumo de água por parte do milho, em clima quente e seco, raramente excede 4 mm/dia, enquanto estiver com menos de 7 a 8 folhas. Nos períodos compreendidos por emborrachamento, florescimento e grão leitoso o consumo pode aumentar para 5,5 a 7,5 mm/dia (Daker, 1970; Schoeneweiss, 1978).

O método de irrigação por aspersão proporciona condições ótimas para o desenvolvimento de doenças, pois dispersa os esporos dos patógenos através dos respingos, ele umedece toda a superfície do solo e das folhas, produz respingos que dispersam as estruturas patogênicas, conduzindo os esporos das folhas superiores até as inferiores e partes mais baixas das plantas e, portanto, mais úmidas e ainda lavam os fungicidas e outros fungicidas das folhas (Marson, 2000).

A liberação de esporos estruturas de reprodução dos fungos, pode ocorrer de maneira ativa ou passiva. Na liberação passiva, o movimento de ar e respingos de chuva são fatores importantes. Já no caso da liberação ativa onde os esporos estão inseridos dentro de ascocarpos, os mesmos dependem de alta umidade e mudanças de temperatura para que ocorra a projeção. Tanto a liberação como a dispersão, disseminação e germinação dos esporos são favorecidas pelos respingos e gotas de água resultantes da irrigação. Na foliosfera a irrigação por aspersão exerce ação na umidade e temperatura que favorecem todos os processos de uma doença (Brook, 1969).

Quando o macroclima é favorável à doença, o microclima resultante da irrigação tem importância menor. Essa importância aumenta à medida que o macroclima torna-se desfavorável. Em caso de condições totalmente desfavoráveis à doença, a irrigação dificilmente apresentará efeito perceptível (Rotem & Palti, 1969, Palti, 1981).

A irrigação por aspersão pode aumentar a intensidade de PC, PE e doenças foliares. Os fungos patogênicos do milho necessitam de um determinado período de umectação sobre o órgão suscetível e uma dada temperatura média para estabelecer o parasitismo. Desta maneira ocorre o processo doença, se as condições climáticas forem favoráveis à germinação, penetração, colonização e esporulação dos patógenos. Quanto maior o número de períodos críticos maior será a disponibilidade do inóculo na lavoura e consequentemente maior será a intensidade das doenças. Se a irrigação for feita durante as primeiras horas da manhã, aumentando a duração do período de molhamento foliar, propiciado pelo orvalho, requerido à infecção, maior será a intensidade da doença. Algumas doenças como as ferrugens, cercosporiose, diplodia, são favorecidas pelo processo de irrigação (Reis *et al.*, 2004).

## 2.2. Grãos ardidos

Como regra, os fungos agentes causais das podridões do colmo, são também responsáveis pelas podridões da espiga. As podridões da espiga envolvem o ataque direto dos fungos aos grãos que podem exibir sintomas da colonização. Alguns grãos com essa sintomatologia são denominados de grãos ardidos (GA). Além da qualidade do grão, as espigas podres e ou infectadas, porém sem sintomas, também reduzem o rendimento de grãos.

Em geral, na comercialização de grãos de milho, é descontado do preço oferecido, um percentual correspondente a incidência de GA. O conhecimento detalhado dos ciclos biológicos das espécies de fungos envolvidas com os grãos ardidos pode contribuir para reduzir a sua ocorrência e consequentemente a produção de micotoxinas (Munkvold & Desjardins, 1997; Molin & Valentini, 1999; Reis & Casa 1999). A infecção de fungos deprecia a qualidade dos grãos, que é alterada, podendo produzir micotoxinas que ocasionam danos à saúde humana e animal. A incidência dos fungos nos grãos geralmente ocorre pela infecção da espiga sendo favorecida por clima úmido e quente na fase da polinização e mau empalhamento (Marasas *et al.*, 1984).

A ocorrência e a intensidade dos danos causados por fungos agentes causais de GA, são maiores em lavouras conduzidas em monocultura, especialmente quando chove em excesso, no período compreendido entre a fecundação e a colheita, e quando a cultura é afetada por insetos, granizo, pássaros e geada. A elevada população de plantas nestas condições também contribui para o aumento das PE (Casa *et al.*, 2000; Trento, 2000).

### **3. ARTIGO I**

#### **Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos, fungos nos restos culturais e rendimento de grãos de cultivares de milho com bases genéticas contrastantes em diferentes sistemas de manejo**

##### **3.1 Resumo**

A monocultura do milho é uma prática comum em algumas regiões do Brasil, sendo responsável pelo incremento dos danos causados pelas doenças. Dependendo do sistema de produção adotado em monocultura, algumas doenças podem ocorrer com menor ou maior intensidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes sistemas (S) contrastantes de produção de milho quanto ao investimento em manejo sobre a incidência de podridões do colmo (PC), grãos ardidos (GA) e rendimento de grãos (RG). Foram testados quatro sistemas: S1 (baixo nível de manejo), S2 (médio), S3 (alto) e S4 (proposto para maximizar o rendimento). Os níveis de manejo diferem entre si quanto a densidade de semeadura, espaçamento entre linhas, quantidade de fertilizantes e uso de irrigação. Em cada sistema foram utilizadas três cultivares de milho: BRS Planalto (variedade de polinização aberta), Traktor (híbrido duplo) e P32R21 (híbrido simples). O experimento foi conduzido nas safras 2002/03 e 2003/04, em área de plantio direto e monocultura, sob sucessão de cobertura morta de aveia preta+ervilhaca. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os níveis de manejo foram alocados na parcela principal e as cultivares nas subparcelas. Nas duas safras agrícolas, a variedade Planalto apresentou maior incidência de PC do que os híbridos em todos os sistemas de manejo. O fungo *Colletotrichum graminicola* foi o principal patógeno associado às PC. O RG oscilou entre 3.986 a 13.489 kg.ha<sup>-1</sup> em 2003 e entre 1.787 a 13.849 kg.ha<sup>-1</sup> em 2004, variando conforme a cultivar e o sistema de produção. Os maiores RG foram obtidos em S4 com a

utilização do híbrido simples P32R21. A incidência de GA nas duas safras foi baixa, não atingindo em nenhum tratamento o valor de 6% considerado no desconto. A incidência de GA foi menor no Traktor do que nas demais cultivares. O fungo *Fusarium verticillioides* foi o principal patógeno associado aos GA. Por outro lado, *C. graminicola* não foi detectado nos GA, demonstrando que sua alta incidência nos colmos não significa sua presença nos grãos. Em ambas as safras foram baixas as incidências de fungos nos grãos colhidos, sendo que a incidência dos patógenos variou conforme o sistema e a cultivar, destacando-se *F. verticillioides*, *Penicillium spp* e *Stenocarpella macrospora*. Não foi possível identificar um sistema de manejo que reduzisse a incidência de PC e GA na cultura do milho.

### 3.2 Introdução

O potencial de rendimento do milho (*Zea mays* L.) pode ser afetado pela ocorrência e intensidade das doenças. Na Região Sul do Brasil, destacam-se, pela freqüência de ocorrência e pelos danos causados, as doenças relacionadas com a germinação de sementes, podridões do colmo (PC), podridões da espiga (PE) e algumas doenças foliares (Reis & Casa, 2001).

As PC e PE podem ocorrer em todas as lavouras e safras de cultivo, variando de incidência e severidade. Os fungos *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G.W.Wils, *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton [Sin. *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc., *S. macrospora* (Earle) Sutton [Sin. *D. macrospora* Earle in Bull.], *Fusarium graminearum* (Schwabe) e *Fusarium verticillioides* [Sin.= *Fusarium moniliforme* J. Sheld. são os patógenos mais encontrados associados às PC (Balmer & Pereira, 1987; Pereira, 1997; Fernandes & Oliveira, 1997, Reis *et al.*, 2004). Com exceção de *C. graminicola*, os demais fungos são comumente detectados causando PE (Fernandes & Oliveira, 1997; MacDonald & Chapman, 1997; White, 1999; Reis *et al.*, 2004). Os mesmos fungos normalmente são isolados de sementes de milho (Casa, 1997; Pinto, 1998; Trento, 2000). Além disso, quanto maior for a intensidade das PE maior é a incidência de grãos ardidos, sendo que na comercialização dos grãos, é descontado do preço oferecido, um porcentual referente a incidência de grãos ardidos. Os fungos causadores das PC e PE sobrevivem principalmente nos restos culturais, na semente de milho infectada e em outros hospedeiros (Casa *et al.*, 1998; Pinto, 1998; Reis & Casa, 2000). O cultivo do milho em monocultura e plantio direto favorece a sobrevivência, a manutenção e a multiplicação do inóculo tanto de agentes biotróficos ou necrotróficos (Reis & Casa, 2000; Zambolim *et al.*, 2000).

Alguns trabalhos de pesquisa tem demonstrado haver uma redução na intensidade das PC e PE quando o milho é cultivado em rotação de culturas (Casa *et al.*, 2000; Denti *et al.*, 2001; Trento *et al.*, 2002). Por outro lado, as espécies vegetais utilizadas antecedentes ao milho, como cobertura morta em plantio direto, podem anular o efeito da rotação, por serem hospedeiras dos agentes patogênicos da cultura do milho. Além disso, o nível tecnológico empregado pelos agricultores é variável entre propriedades. A diferença entre fornecimento de insumos (tipo, quantidade, época de fornecimento), escolha do arranjo espacial, manejo de plantas invasoras e pragas, a escolha do material genético, também podem afetar a ocorrência e a intensidade das doenças.

A prática de semeadura direta do milho em monocultura representa uma atividade muito adotada entre os pequenos e médios produtores do estado de Santa Catarina. Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de quatro níveis tecnológicos de manejo da cultura, em plantio direto e monocultura, na incidência de podridões do colmo, de grãos ardidos e no rendimento de três cultivares de milho com bases genéticas contrastantes.

### 3.3 Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido na localidade do Salto Caveiras, município de Lages, na região fisiográfica do Planalto Sul do estado de Santa Catarina, localizado a 27°52'30" de latitude sul e 50°29'45" de longitude oeste, a 930 metros acima do nível do mar. O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Distrófico Típico (EMBRAPA, 1999), sendo que em 2002 o solo apresentava as seguintes características químicas: 560 g.kg<sup>-1</sup> de argila, pH (em água) de 5,6, teores de fósforo, potássio e matéria orgânica de 2,9 mg.l<sup>-1</sup>, 135 mg.l<sup>-1</sup> e 57 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

Os experimentos foram conduzidos nas safras agrícolas de 2002/2003 e 2003/2004, instalados em área de plantio direto, com monocultura de três anos e em sucessão a cobertura morta de aveia+ervilhaca.

O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas subdivididas, com quatro repetições por tratamento. Na parcela principal foram alocados os sistemas de produção. Nas subparcelas foram testadas as cultivares de milho. Cada subparcela foi constituída por seis linhas de cinco metros de comprimento.

Foram testados quatro sistemas de produção, equivalentes a diferentes tipos de manejo e expectativas de rendimento de grãos. Os sistemas 1, 2 e 3 (S1, S2 e S3) foram fundamentados nas recomendações técnicas para a cultura do milho no estado do Rio Grande do Sul (Indicações, 2001), representando, respectivamente, baixo, médio e alto nível de manejo. O sistema 4 (S4) foi proposto objetivando potencializar o rendimento de grãos de milho.

Em cada sistema de manejo foram utilizadas três cultivares de milho com diferentes bases genéticas: a variedade de polinização aberta (VPA) BRS Planalto, o híbrido duplo (HD) Traktor e o híbrido simples (HS) Pioneer 32R21.

Os quatro sistemas avaliados diferiram entre si quanto a quantidade e época da aplicação de fertilizantes, densidades de semeadura, espaçamentos entre linhas, arranjo de plantas, tratamento de sementes, manejo de pragas, doenças e plantas daninhas. As principais características de cada sistema são descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Manejos de quatro sistemas de produção de cultivares de milho com diferentes bases genéticas. Lages, SC.

Nível de manejo	Base genética da cultivar	Cultivar	Densidade Populacional (hectare)	Espaçamento entre linhas (cm)	Adubação (kg/ha)		
					N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Baixo-S1	VPA	BRS Planalto	30.000	80	30	25	30
	HD	Traktor	30.000	80	30	25	30
	HS	P32R21	30.000	80	30	25	30
Médio-S2	VPA	BRS Planalto	50.000	80	60	40	60
	HD	Traktor	50.000	80	60	40	60
	HS	P32R21	50.000	80	60	40	60
Alto-S3	VPA	BRS Planalto	50.000	80	90	70	100
	HD	Traktor	60.000	80	90	70	100
	HS	P32R21	70.000	80	90	70	100
Potencial-S4	VPA	BRS Planalto	60.000	40	144	112	160
	HD	Traktor	70.000	40	144	112	160
	HS	P32R21	100.000	40	144	112	160

VPA = variedade de polinização aberta; HD = híbrido duplo; HS = híbrido simples

As semeaduras do milho foram realizadas em 20/11/2002 e 22/10/2003, respectivamente para as safras agrícolas de 2003 e 2004, semeando-se manualmente o milho 45 dias após a dessecação da cobertura de inverno. As sementes de milho do S4 foram tratadas com o inseticida tiodicarbe (Futur = 300 g de i.a. 100 kg<sup>-1</sup> de sementes). Quando o milho apresentou quatro folhas expandidas foi feito um desbaste ajustando-se o número de plantas às densidades estabelecidas nos sistemas.

Uma combinação de atrazina (1.400 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e metolacloro (2.100 g i.a. ha<sup>-1</sup>) foi aspergida sobre a superfície do solo em toda a área experimental logo após a semeadura para o controle pré-emergente de plantas daninhas.

As adubações fosfatada e potássica foram aplicadas nos sulcos de semeadura, no dia da implantação do ensaio. Foram aplicados 30 kg de N na base em todos os sistemas. A época de realização da cobertura nitrogenada variou de acordo com o sistema de manejo. Para S1 e S2, foi feita uma aplicação em cobertura no estádio de seis a sete folhas expandidas. No sistema 3 a cobertura nitrogenada foi parcelada em duas vezes: três a quatro e sete a oito folhas expandidas. Para S4 o parcelamento do N em cobertura foi feito em três épocas: três a quatro, seis a sete e dez a onze folhas expandidas. Na safra de 2003, todos os sistemas de manejo receberam uma quantidade adicional de 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, em relação aos valores originalmente previstos para cada tratamento. A suplementação nitrogenada foi feita objetivando revigorar as plantas, as quais sofreram desfolha total por uma chuva de granizo ocorrida em 09/01/2003, quando se encontravam com onze folhas completamente expandidas.

No S4 também foi feita uma aplicação de óxido de zinco, molibdênio e boro, quando o milho apresentou oito folhas expandidas, e uma aplicação do fungicida azoxistrobina (Priori = 200 ml ha<sup>-1</sup>) quando as plantas apresentavam 11 folhas expandidas.

Nos S3 e S4, a quantidade de água disponível no solo foi sempre mantida próxima da capacidade de campo mediante suplementação hídrica. A necessidade de irrigação foi estimada pela instalação de seis tensiômetros na área experimental, sendo três na profundidade de 25 cm e três na de 50 cm. A irrigação foi realizada quando o potencial de água no solo foi inferior a -0.04 Mpa. O sistema de irrigação utilizado foi de aspersão, com vazão de 12 mm hora<sup>-1</sup>.

A incidência das PC foi quantificada contando-se o número total de plantas e o número de plantas com sintomas de podridão, antes da colheita, nas duas linhas centrais de cada parcela. Considerou-se sintomática a planta que apresentou descoloração do primeiro ou segundo entrenó e ou aquela com menor resistência à pressão dos dedos polegar e indicador.

Da base do colmo sintomático foram cortados segmentos de aproximadamente 20 cm de comprimento os quais foram levados ao laboratório para posterior isolamento e identificação de fungos (Reis *et al.*, 1998). De cada colmo foi retirado dois fragmentos do tecido interno da medula (região próxima ao nó). Os fragmentos foram desinfestados em hipoclorito de sódio à 1% durante 3 minutos. O excesso de hipoclorito foi retirado com água esterilizada, com posterior secagem dos fragmentos, deixando-os sobre o papel filtro. Finalmente os fragmentos foram plaqueados em caixas gerbox contendo meio de cultura de BDA+antibiótico (batata-dextrose-ágar = Oxoid: 39 g l<sup>-1</sup> de água + 200 mg l<sup>-1</sup> de sulfato de estreptomicina). Os dados obtidos foram expressos em incidência de colmos colonizados para cada tratamento.

O rendimento de grãos foi feito coletando-se todas as espigas das plantas das fileiras centrais de cada parcela, isolando-se meio metro na extremidade de cada linha. As espigas foram despalhadas, trilhadas e os grãos secos em estufa até a obtenção de peso constante. Os grãos foram pesados e os valores obtidos convertidos para 1,0 hectare na umidade padrão de 13%.

No Laboratório de Fitopatologia do CAV-UDESC foram realizadas as análises de grãos ardidos (GA) e teste de sanidade de semente.

A porcentagem de GA foi obtida pela separação manual dos grãos sintomáticos (ardidos) dos grãos saudáveis, em uma amostra homogênea de 250 g de semente de cada parcela (Brasil, 1996; Trento *et al.*, 2002). Os grãos ardidos foram pesados e o peso obtido transformado em porcentagem de grãos ardidos.

Os GA separados retornaram a amostra inicial para posterior análise de sanidade dos grãos. A partir desta amostra foram separadas, ao acaso, 200 grãos os quais foram submetidos a análise sanitária. Os grãos foram plaqueados em caixas gerbóx com meio de cultura de BDA+antibiótico. O delineamento experimental foi completamente casualizado com 4 repetições de 50 grãos. O material foi incubado em estufa (marca Eletro Lab), durante sete dias a temperatura de 25±2°C e fotoperíodo de 12 h. Considerou-se infectado o grão sob o qual desenvolveu-se colônias e ou no qual foi detectada a presença de sinais, visualizados em lupa esteroscópica, segundo descrito por Casa (1997) e Pinto (1998). Os dados foram expressos em incidência para cada fungo detectado.

Também foi realizado a incidência de fungos somente nos GA. Para tal, de cada cultivar foram selecionados visualmente 400 grãos sintomáticos, os quais foram desinfestados e plaqueados em meio de BDA+A. O período de incubação e a avaliação seguirá a mesma metodologia do teste de sanidade de semente.

Os dados de incidência de PC, GA e de rendimento de grãos foram submetidos a análise de variância com as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5 % de probabilidade.

Os dados meteorológicos referentes à precipitação pluvial, temperaturas máxima, média e mínima do ar foram obtidos na unidade meteorológica da Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural, EPAGRI, em Lages. Estes dados foram utilizados para comparar as diferentes variáveis.

### 3.4 Resultados e discussão

Considerando a média das três cultivares, na safra de 2003, a menor incidência média das PC foi detectada no S2 (Tabela 2). O S3 apresentou a maior incidência média das PC. Na safra 2004, a menor incidência de PC ocorreu no S4, enquanto que a maior ocorreu no S1 (Tabela 2). Comparando-se os resultados das duas safras pode-se deduzir que não houve identificação de um sistema de manejo (Tabela 1) que apresentou maior ou menor incidência de PC, na média das três cultivares.

Analisando-se as cultivares isoladamente, verificou-se que a variedade Planalto apresentou maior incidência de PC em valores absolutos no S1, nas duas safras. O híbrido Traktor apresentou menor incidência de PC em valores absolutos no S3, também nas duas safras. O híbrido P32R21 apresentou maior incidência de PC em valores absolutos no S3 em 2003, e no S1, em 2004. Com base no exposto, o S1 e S3 apresentaram os maiores valores absolutos de incidência de PC (Tabela 2). De acordo com as características de cada sistema de manejo (Tabela 1), verificou-se que o S1 apresentou menor população de plantas e menor adubação. Contrariamente, (Denti & Reis 2001; Trento *et al.*, 2002; Bogo *et al.*, 2003), detectaram maior incidência de PC a medida que houve um aumento na densidade de plantas de milho. As maiores incidências de PC detectadas no S1 podem estar relacionadas com a menor disponibilidade de nutrientes (Nazareno, 1989; Horn, 2004) e com a alta infestação de plantas daninhas, principalmente papuã. A presença do papuã pode aumentar a competição nutricional e também propiciar sombreamento e umidade na região da base do colmo das plantas de milho. Além disso, o papuã é relatado como hospedeiro de *G. zae* (Reis, 1988). No caso do S3, o fator de predisposição para PC poderia ser o aumento da população de plantas e a irrigação. No entanto, o S4 também apresentou maior densidade de plantas e

irrigação (Tabela 2). A irrigação poderia em parte beneficiar a infecção dos patógenos presentes nos restos culturais infectados, uma vez que a área é conduzida em monocultura.

A variedade Planalto apresentou a maior incidência média das PC nos quatro sistemas de manejo e nas duas safras, demonstrando ser o genótipo mais suscetível às PC. A incidência média de PC na variedade Planalto foi de 25,35 % e 37,90 %, respectivamente para 2003 e 2004 (Tabela 2). Em 2003 os híbridos Traktor e P32R21 não diferiram significativamente na média das PC, entretanto, em valores absolutos o Traktor apresentou as menores incidências (Tabela 2). Na safra 2004 o Traktor apresentou a menor incidência média de PC diferindo significativamente de Planalto e de P32R21 (Tabela 2). Os dados demonstraram que o híbrido Traktor apresentou maior resistência às PC.

Em geral, na safra 2004 a incidência de PC foi maior em todos os tratamentos (Tabela 2). Este fato pode ser atribuído ao acúmulo de restos culturais infectados de plantas de milho, e conseqüente aumento da densidade de inóculo dos patógenos necrotróficos (Zambolim *et al.*, 2000; Casa *et al.*, 2003), uma vez que a área encontrava-se no quinto ano de cultivo em monocultura. Ao analisar as precipitações pluviais, verificou-se entre outubro a maio, período de cultivo de cada safra, que em 2003 e 2004 as precipitações totais foram respectivamente de 1.210,4 mm e 962,9 mm (Figuras 1 e 2). De acordo com Daker (1970), as precipitações totais foram suficientes para o desenvolvimento da cultura, apesar de que em alguns decêndios, como por exemplo, no terceiro decêndio de janeiro e março de 2003, as precipitações não foram superiores a 10 mm (Figura 1). Com base nas precipitações pluviais totais, registrou-se uma menor precipitação pluvial em 2004, sendo 247,5 mm a menos do que a registrada no mesmo período de cultivo do ano de 2003. As maiores incidências de PC ocorreram em 2004, ano com menor precipitação pluvial, demonstrando que a intensidade das PC provavelmente deve estar relacionada ao aumento da densidade de inóculo.

A principal doença detectada no campo, com base na sintomatologia e no isolamento dos tecidos dos colmos sintomáticos, foi a antracnose, principalmente na variedade Planalto e no híbrido P32R21. Os principais fungos identificados e isolados dos colmos sintomáticos foram: *C. graminicola*, *F. verticillioides*, *F. graminearum*, *S. maydis* e *S. macrospora* (Tabela 3). Nos dois anos de cultivo, houve maior incidência de *C. graminicola* nas três cultivares e nos diferentes sistemas de produção. Em 2003, a ordem decrescente de detecção de fungos associados às PC foram as seguintes: *C. graminicola*, *F. graminearum*, *F. verticillioides*, *Stenocarpella maydis* e *S. macrospora*. Tal seqüência não ocorreu em 2004, onde as espécies de *Stenocarpella* foram detectadas mais freqüentemente do que as espécies de *Fusarium*, mas mantendo *C. graminicola* como o principal patógeno detectado (Tabela 3).

Tabela 2. Efeito de sistemas de cultivo na incidência de podridões do colmo (PC) em diferentes cultivares de milho durante dois anos agrícolas. Lages, SC.

<b>Safra 2003/</b>		<b>Sistema de manejo/Icidênciá PC (%)</b>				
<b>Cultivar</b>		<b>S1<sup>1</sup></b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>Média</b>
Planalto		29,86 a A	18,42 a B	27,45 a AB	25,69 a AB	<b>25,35</b>
Traktor		1,14 b A	1,24 b A	4,80 b A	3,71 b A	<b>2,72</b>
P32R21		3,00 b A	3,75 b A	10,22 b B	5,01 b A	<b>5,49</b>
<b>Média</b>		<b>11,33</b>	<b>7,80</b>	<b>14,16</b>	<b>11,47</b>	

C.V. (%) = 42,502

#### **Safra 2004/**

<b>Cultivar</b>		<b>S1<sup>1</sup></b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>Média</b>
Planalto		49,30 a A	38,42 a A	39,98 a A	23,90 a B	<b>37,90</b>
Traktor		8,83 c A	7,28 c A	9,18 c A	9,05 b A	<b>8,58</b>

P32R21	29,18 b A	22,40 b A	22,30 b A	18,54 ab A	<b>23,10</b>
<b>Média</b>	<b>29,10</b>	<b>22,70</b>	<b>23,82</b>	<b>17,16</b>	
C.V. (%) = 30,482					

<sup>1</sup>S1: baixo manejo; S2: médio manejo; S3: alto manejo; S4: rendimento potencial

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

Tabela 3. Efeito de sistemas de cultivo na incidência<sup>1</sup> de *Colletotrichum graminicola*, *Fusarium verticillioides*, *F. graminearum*, *Stenocarpella maydis* e *S. macrospora* em colmos de diferentes cultivares de milho, durante dois anos agrícolas. Lages, SC.

2004/

Planalto	61	2	1	9	10	59	2	0	4	11	54	1	4	5	9	38	4	8	0	27
Traktor	12	0	0	19	19	41	6	6	15	9	27	0	5	14	14	8	0	0	17	21
P32R21	71	1	0	8	2	69	2	0	2	5	51	1	0	8	3	29	2	3	6	3
<b>Média</b>	<b>48</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>56</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>44</b>	<b>0,7</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>25</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>17</b>

<sup>1</sup>Somatório da incidência dos colmos sintomáticos no campo e do isolamento em laboratório;

<sup>2</sup>S1: baixo manejo, S2: médio manejo, S3: alto manejo, S4: rendimento potencial;

<sup>3</sup>A: *C. graminicola*, B: *F. verticillioides*, C: *F. graminearum*, D: *S. maydis*, E: *S. macrospora*

O somatório das incidências dos fungos nos colmos, em algumas situações, não atingiu 100 %, em outras ultrapassou tal valor. No primeiro caso, o fato se deve ao não desenvolvimento das colônias de fungos em alguns fragmentos dos colmos plaqueados em meio de cultura. No segundo caso, o fato ocorreu devido ter sido detectado mais de um fungo em um mesmo fragmento do colmo (Tabela 3). Outros fungos também foram detectados, porém em baixa freqüência, tais como: *Aspergillus* spp, *Cephalosporium* sp., *Nigrospora* sp., *Penicillium* spp., *Rhizopus* sp. e *Trichoderma* sp.

O fungo *C. graminicola* predominou provavelmente pelo fato do milho ter sido cultivado sobre a aveia preta, uma vez que o mesmo sobrevive nos restos culturais da aveia (Harder & Haber, 1992). O fungo *F. graminearum* também sobrevive em aveia (Reis & Casa, 1997). No entanto, sua ocorrência foi menor do que a de *C. graminicola*. Possivelmente as cultivares utilizadas apresentaram maior tolerância a *F. graminearum*, pois o inóculo do fungo estava disponível na área. No caso de *F. verticillioides*, *S. maydis* e *S. macrospora*, a sobrevivência ocorre em restos culturais de aveia e na forma livre no solo não é relatada. Portanto, os restos culturais do milho da safra anterior e as sementes podem ser consideradas como fonte de inóculo primário.

O rendimento médio de grãos na safra 2002/03 para S1, S2, S3 e S4 foram respectivamente de 4.114, 5.078, 9.416 e 11.121 kg.ha<sup>-1</sup>, enquanto que na safra 2003/04 foi de 2.324, 3.771, 7.514 e 10.947 kg.ha<sup>-1</sup> (Tabela 4).

Em 2003 não houve diferença significativa entre o S3 e S4 para os cultivares Planalto e Traktor. No entanto, verifica-se um ganho no rendimento no S4 de 1.049 e 978 kg.ha<sup>-1</sup>

correspondendo a 17,48 e 16,3 sacos de milho, respectivamente para a variedade Planalto e o híbrido Traktor. Se considerar-se os dois sistemas (Tabela 1), verifica-se diferença na população de plantas e na adubação, sendo superior no S4. Do ponto de vista econômico a diferença de adubo e de semente fornece os valores diferenciais dos custos de produção. O preço de uma tonelada de adubo N-P-K, na fórmula 9-33-12, é de R\$ 1.960,00, e os preços da semente de milho (saco com 60.000 sementes) para BRS Planalto é de R\$ 60,00, Traktor R\$ 80,00 e P32R21 R\$ 200,00 (valores aproximados obtidos no dia 15/07/04 na média de três cooperativas da Região Serrana do Planalto Catarinense). Considerando somente a quantidade de adubo e de semente usado a mais no S4, houve um aumento de custo de R\$ 270,26 (R\$ 246,96 adubo e R\$ 23,3 semente) para a variedade Planalto e híbrido Traktor, pois a diferença no valor do adubo é a mesma para os três cultivares. No caso da semente, a diferença na variedade Planalto é de R\$ 10,00 e no híbrido Traktor de R\$ 13,30. Considerando um ganho do rendimento no S4 de 17,48 e 16,3 sacos de milho. $\text{ha}^{-1}$ , respectivamente, sobre Planalto e Traktor, tem-se um valor R\$ 314,64 e R\$ 293,40, ao preço de R\$ 18,00 o saco de milho (valores do dia 15/07/2004). Assim, o S4 apresentou ganho sobre S3 de R\$ 57,68 e R\$ 33,14, respectivamente para Planalto e Traktor. Para o híbrido P32R21, a diferença de rendimento de grãos entre S4 e S3, na safra 2003, foi de 3.086 kg. $\text{ha}^{-1}$  ou 51,43 sacos, correspondendo a R\$ 925,74. A diferença no valor da semente a mais no S4 é de R\$ 100,00. Somando-se ao custo do adubo tem-se um valor de R\$ 346,96. Desta maneira, para o híbrido P32R21, apesar do maior custo da semente no S4, a diferença para o S3 representa um ganho de R\$ 578,78  $\text{ha}^{-1}$ . O S4 ainda apresentou um custo adicional de aproximadamente R\$ 1,18 referente ao micronutriente e de R\$ 50,00 referente ao fungicida. Mesmo assim, tem-se ganho econômico no cultivo do P32R21. Na safra 2003/04, o S4 apresentou maiores rendimentos de grãos em todas as cultivares (Tabela 4), com valores absolutos superiores a 2003, e portanto, justificando-se economicamente.

Analisando-se as cultivares, independentemente do sistema, o maior rendimento médio nas duas safras foi obtido com o híbrido P32R21. Na safra 2002/03, o rendimento médio foi de 8.412 kg. $\text{ha}^{-1}$ , sendo 1.236 e 1.705 kg. $\text{ha}^{-1}$  superior ao Traktor e Planalto (Tabela 4), com ganho R\$ 370,8 e R\$ 511,00, respectivamente. Nesse caso, a única diferença desconsiderando os sistemas é o preço da semente. Somente houve maior consumo de semente entre as três cultivares no S3 e S4 (Tabela 1), indicando incremento no custo da semente para esses dois sistemas. Sendo assim, o Traktor e o P32R21 utilizaram mais semente do que o Planalto, com valores superiores de R\$ 73,3 e R\$ 456,6, respectivamente. Comparando o Traktor com o P32R21 a diferença foi de R\$ 390,3. Considerando a diferença

entre o custo da semente e a venda do milho para P32R21, Traktor e Planalto, verificou-se uma perda de R\$ 19,5 para Traktor e um ganho de R\$ 54,4 para Planalto. Tal fato deve-se principalmente porque no S1 e no S2 as diferenças no rendimento de grãos foram menores entre as três cultivares se comparados com o S3 e S4, uma vez que no S1 e S2 não houve aumento no uso de semente (Tabela 1 e Tabela 4).

Comparando as cultivares dentro do sistema na safra 2002/03, verificou-se no S1 não haver diferença significativa no rendimento de grãos (Tabela 4). Considerando os valores absolutos verificou-se que a cultivar P32R21 produziu 279 kg a mais que a cultivar Traktor e 175 kg a mais que a variedade Planalto, valores que representam um ganho de renda bruta de R\$ 83,70 e R\$ 52,50 respectivamente. Em função do preço da semente, no S1, na safra 2002/03, a melhor opção seria utilizar a variedade Planalto. Segundo o mesmo raciocínio, no S2 a cultivar Traktor foi mais viável, e em S3 e S4, a cultivar P32R21. No entanto, na safra 2003/04 em valores absolutos no S1 a cultivar P32R21 produziu 497 kg a mais que a cultivar Traktor e 1.054 kg a mais que a variedade Planalto, representando ganhos financeiros em renda bruta de R\$ 149,10 e R\$ 316,20 respectivamente, sendo portanto a cultivar com maior viabilidade econômica.

Em 2003 o ganho financeiro em renda bruta por hectare por cultivar dentro do sistema, comparando-se o sistema S4 com S3, S2, S1 foram os seguintes valores: para a variedade Planalto R\$ 314,70, R\$ 1.630,50 e R\$ 1.695,60; para a cultivar Traktor R\$ 293,40, R\$ 1.408,50 e R\$ 1.843,50; para a cultivar P32R21 R\$ 925,80, R\$ 2.399,10 e R\$ 2.767,20. Na safra agrícola de 2003/04 os ganhos financeiros por hectare, para a variedade Planalto obtiveram uma renda bruta superior de R\$ 760,50, R\$ 1.773,90 e R\$ 2.096,10, comparando-se o S4 em relação ao S3, S2 e S1. Do mesmo modo, o híbrido Traktor apresentou ganhos de R\$ 896,40, R\$ 1.890,90 e R\$ 2.631,90, e o híbrido P32R21, R\$ 1.432,50, R\$ 2.793,30 e R\$ 3.302,40.

Em 2002/03 não houve diferença no rendimento de grãos das cultivares em S1. Os híbridos foram significativamente mais produtivos do que a variedade Planalto em S2, sendo que o híbrido simples apresentou maior rendimento de grãos do que as demais cultivares em S3 e S4. No segundo ano agrícola, o híbrido simples apresentou maior rendimento do que as demais cultivares em todos os sistemas de manejo, embora não diferido estatisticamente da cultivar Traktor em S1 e S2 (tabela 4). Não houve uma associação direta entre incidência de PC e o rendimento de grãos, pois os menores valores de PC foram registrados para o cultivar Traktor (Tabela 2), enquanto que as maiores produtividades foram obtidas com o P32R21 (Tabela 3), na média dos quatro sistemas de manejo. Por outro lado, observou-se forte

associação entre incidência de PC e a porcentagem de plantas acamadas e quebradas na colheita, as quais foram mais altas na variedade do Planalto (dados não apresentados).

Tabela 4. Efeito de sistemas de cultivo no rendimento de grãos de diferentes cultivares de milho, durante dois anos agrícolas. Lages, SC.

<b>Safra 2003/</b>		<b>Sistema de manejo/Rendimento de grãos (kg/ha)</b>				
<b>Cultivar</b>		<b>S1<sup>1</sup></b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>Média</b>
Planalto		4.090 a C	4.307 a B	8.693 a A	9.742 a A	<b>6.707</b>
Traktor		3.986 a C	5.436 b B	9.153 a A	10.131 a A	<b>7.176</b>
P32R21		4.265 a D	5.492 b C	10.403 b B	13.489 b A	<b>8.412</b>
<b>Média</b>		<b>4.114</b>	<b>5.078</b>	<b>9.416</b>	<b>11.121</b>	

C.V. (%) = 8,75

**2004/**

	<b>S1<sup>1</sup></b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>Média</b>
Planalto	1.787 b D	2.861 b C	6.239 c B	8.774 c A	<b>4.915</b>

Traktor	2.344 ab D	3.914 ab C	7.229 b B	10.217 b A	<b>5.926</b>
P32R21	2.841 a D	4.538 a C	9.074 a B	13.849 a A	<b>7.575</b>
<b>Média</b>	<b>2.324</b>	<b>3.771</b>	<b>7.514</b>	<b>10.947</b>	

C.V. (%) = 8,65

<sup>1</sup>S1: baixo manejo; S2: médio manejo; S3: alto manejo; S4: rendimento potencial

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

Na safra 2002/03, as incidências médias variaram de 2,30 % no S3, até 4,45 % no S2. Na safra 2003/04, a variação foi de 0,82 % no S4, até 1,62 % no S1 (Tabela 5). De modo geral, os patógenos envolvidos com as PC são os mesmos relacionados com as PE e GA (Reis & Casa, 2001). No entanto, *C. graminicola*, não está relacionado com os GA obtidos neste trabalho, uma vez que o S2 apresentou menor incidência de PC (tabela 2) e maior incidência de GA (tabela 5) na safra 2002/03. Denti & Reis *et al* (2001), Trento *et al.* (2002) e Bogo *et al.* (2003), detectaram maior incidência de GA à medida que aumentou a população de plantas. Os S3 e S4 apresentaram maior densidade de semeadura quando comparado ao S1 e S2, no entanto, no S3 foi detectado o menor valor absoluto de GA na safra 2002/03 (Tabela 5). O mesmo fato foi determinado na safra 2003/04 no S1, onde ocorreu a maior incidência de GA, no entanto, o S1 apresenta menor população de plantas.

O híbrido Traktor apresentou menor incidência média de GA, com valores absolutos de 2,25 % e 0,66 %, respectivamente para as safras 2003 e 2004 (Tabela 5). Por outro lado, o híbrido P32R21 apresentou as maiores incidências médias de GA, com valores de 4,33 % e 1,63 %, respectivamente para 2003 e 2004 (Tabela 5). Contudo, as diferenças entre genótipos dentro de cada sistema de manejo nem sempre foram estatisticamente significativas, em função dos altos coeficientes de variação.

Na safra 2003/04 a incidência de GA foi inferior a obtida na safra 2002/03 (Tabela 5),

sendo que o fungo *F. verticillioides* predominou nos grãos ardidos nas duas safras (Tabela 6). Esse resultado, demonstra que a incidência de PC, maior em 2004, nem sempre correlaciona-se com a incidência de GA, pois o fungo predominante nas PC foi *C. graminicola* (Tabela 3),

o qual não foi detectado nos grãos ardidos (tabela 6). O fato da menor incidência de GA em 2004 pode ser explicado, em parte, pela menor precipitação pluvial ocorrida na safra (Figuras 1 e 2). Analisando as precipitações pluviais na época de floração, entre 8 a 15 de janeiro, para as diferentes cultivares, registrou-se no ano de 2003 precipitações de 115,3 mm, distribuídos em 87,1 mm, 18,8 mm e 9,4 mm, no primeiro, segundo e terceiro decêndios, respectivamente, enquanto que em 2004 as precipitações no mesmo período foram de 79,1 mm, distribuídas em 20,5 mm, 42,4 mm e 16,2 mm para o primeiro, segundo e terceiro decêndio. Assim, em 2004 choveu 36,2 mm a menos no mês de janeiro.

Segundo Reis *et al.* (2004), as infecções pelos fungos causadores de PE ocorrem durante ou logo após a polinização do milho. A infecção pelo fungo *F. verticillioides* é maior dois dias após a exposição dos estigmas e menor 40 dias após. Os fungos do gênero *Stenocarpella* podem infectar as plantas de milho duas a três semanas após a polinização. O fungo *F. graminearum* é favorecido por clima ameno e úmido, com chuvas freqüentes após a polinização.

Os dados médios de porcentagem de GA nas duas safras são considerados baixos, nas três cultivares e nos quatro sistemas de cultivo (Tabela 5), se comparado ao valor mínimo para desconto no momento da comercialização do milho instituído pela indústria que é de 6%. Para as grandes agroindústrias segue-se o padrão 14:6:1 (14 % de umidade, até 6 % de GA e 1 % de impureza). Até 6 % de GA na carga o produtor não tem desconto, acima deste valor desconta-se a diferença (Fonte: Informação Pessoal da Perdigão de Videira-SC). A maior margem de desconto é a umidade do grão, pois os produtores realizam a colheita com 20 % ou mais de umidade, não beneficiando os grãos. No recebimento da empresa, as amostragens são realizadas pela coleta de 3 a 5 kg de grãos por carga, usando-se um calador manual de 1,8 m. Feita a coleta, os grãos são homogeneizados, e destes extraídos 500 gramas para outras análises, sendo 100 gramas para a análise de GA. Na safra agrícola de 2003/04 a média de GA na indústria Perdigão de Videira-SC ficou entre 2,5 a 3,0 %, valores próximos aos obtidos neste trabalho.

A baixa porcentagem de GA nas duas safras pode ter ocorrido em função da baixa precipitação pluvial registrada no mês de março, período que coincidiu com o final do enchimento de grãos e colheita.

O fungo *F. verticillioides* apresentou maior ocorrência e incidência nos GA da variedade BRS Planalto e das cultivares, Traktor e P32R21 nas duas safras agrícolas (Tabela 6). Na safra 2002/03, as incidências foram de 34,0, 20,5 e 16,5 %, respectivamente para BRS Planalto, Traktor e P32R21. Em 2004, as incidências foram de 19,0, 16,0 e 18,25 % para as

mesmas cultivares. Este fungo é responsável pela produção da micotoxina denominada fumonisina, que pode causar micotoxicose em eqüinos e suínos (Munkvold & Desjardins 1997). A infecção das sementes sintomáticas (GA) por *F. verticillioides* pode ocorrer sistematicamente, com micélio via planta mãe ou com inóculo depositado sobre a bainha foliar, e também via estigma (Munkvold *et al.*, 1997). A predominância de *F. verticillioides* nos GA demonstrou que a infecção nos grãos não deve ter ocorrido sistematicamente via planta mãe. O inóculo desse fungo pode ter tido origem na semente (Foley, 1962; Sartori, 2003) e nos restos culturais (Cotten & Munkvold, 1998).

Tabela 5. Efeito de sistemas de cultivo na incidência de grãos ardidos (GA) em diferentes cultivares de milho, durante dois anos agrícolas. Lages, SC.

Safra/2003	Sistema de manejo/Icidênciia de GA (%)				
Cultivar	S1 <sup>1</sup>	S2	S3	S4	Média
Planalto	3,46 aAB	6,21 a A	2,20 a B	3,51 a AB	<b>3,84</b>
Traktor	2,44 a A	3,35 b A	1,31 a A	1,90 b A	<b>2,25</b>
P32R21	4,23 a A	3,78 ab A	3,39 a A	5,91 a A	<b>4,33</b>
<b>Média</b>	<b>3,38</b>	<b>4,45</b>	<b>2,30</b>	<b>3,77</b>	
C.V. (%) = 43,56					

#### 2004/

	S1 <sup>1</sup>	S2	S3	S4	Média
Planalto	1,61 aAB	2,10 a A	1,67 a AB	0,77 a B	<b>1,54</b>
Traktor	1,08 a A	0,77 b A	0,50 a A	0,32 a A	<b>0,66</b>
P32R21	2,19 a A	1,44 ab A	1,51 a A	1,38 a A	<b>1,63</b>

<b>Média</b>	<b>1,62</b>	<b>1,44</b>	<b>1,22</b>	<b>0,82</b>
--------------	-------------	-------------	-------------	-------------

C.V. (%) = 53,035

<sup>1</sup>S1: baixo manejo; S2: médio manejo; S3: alto manejo; S4: rendimento potencial

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

Tabela 6. Incidência (%) de fungos em grãos ardidos nas cultivares BRS Planalto, Traktor e P32R21, durante dois anos agrícolas. Lages, SC.

<b>Safra/ Cultivar</b>	<i>Fusarium verticilliod es</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Stenocarpe lla sp.</i>	<i>Penicilliu m sp.</i>	<i>Trichoderm a sp.</i>	<i>Rhizopu s sp.</i>
<b>2003</b>							
Planalto	34,00	0	0,50	1,50	2,50	0	0
Traktor	20,50	0	0	0	0,50	0	0
P32R21	16,50	1,00	1,00	0	4,00	0	0
<b>Média</b>	<b>23,67</b>	<b>0,33</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>	<b>2,33</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>2004</b>							
Planalto	19,00	0	0,75	1,25	4,75	1,50	4,00
Traktor	16,00	0	0,75	0,25	5,5	0,25	10,25
P32R21	18,25	0	0,75	1,25	6,50	1,00	4,00
<b>Média</b>	<b>17,75</b>	<b>0</b>	<b>0,75</b>	<b>0,92</b>	<b>5,58</b>	<b>0,92</b>	<b>6,08</b>
<b>Média geral</b>	<b>20,71</b>	<b>0,17</b>	<b>0,63</b>	<b>0,71</b>	<b>3,96</b>	<b>0,46</b>	<b>3,04</b>

Os dados de incidência dos principais fungos detectados nos grãos colhidos nas safras 2003 e 2004, constam nas Tabelas 7 e 8. Em geral, as incidências nas duas safras foram

baixas (menores que 5,0 %), e portanto, não foi realizada análise estatística para comparar tratamentos.

As hipóteses para as baixas incidências dos fungos podem estar relacionadas com o bom empalhamento das cultivares testadas, a baixa infecção sistêmica da espiga e a condições climáticas não favoráveis à infecção durante o florescimento do milho. A época de floração foi aproximadamente igual para as duas safras analisadas, sendo que da emergência até a antese, demorou entre 62 a 70 dias (Horn, 2004), ocorrendo a floração entre 9 a 15 de janeiro na primeira safra e com um mês de antecedência na segunda por ter ocorrido antecipação da semeadura em aproximadamente um mês. Em janeiro de 2003 choveu 87,1, 18,8 e 9,9 mm, respectivamente para o 1º, 2º e 3º decêndio (Figura 1). No ano de 2004 as precipitações pluviais foram de 20,5, 42,4 e 16,2 mm para o 1º, 2º e 3º decêndio (Figura 2). Analisando-se principalmente o terceiro decêndio nos dois anos verificou-se que as precipitações foram baixas. Segundo White (1999) e Reis *et al.* (2004), alguns fungos causadores de podridões da espiga necessitam de molhamento contínuo dos estigmas e partes da espiga para posterior colonização dos grãos.

As temperaturas registradas durante o espigamento, principalmente 15 dias antes e 15 dias após o florescimento, não foram consideradas limitante para a infecção dos fungos nas espigas e nos grãos, pois nos meses de dezembro a fevereiro as temperaturas ficaram próximas dos 20 °C, com máximas oscilando entre 23 a 28°C no mesmo período (Figuras 1 e 2).

Em geral, os fungos *F. verticillioides* e *Penicillium* sp. apresentaram as maiores incidências nos grãos colhidos (Tabelas 7 e 8). Segundo Pinto (1998), o fungo *F. verticillioides* é o patógeno mais comumente detectado em testes de sanidade de sementes de milho. O fungo do Gênero *Penicillium* é considerado um patógeno de armazenamento, podendo infectar os grãos na colheita, quando a umidade do grão é acima de 16,5 % (Reis *et al.*, 2004) ou quando o grão sofre injúria mecânica.

No ano de 2003, o Gênero *Stenocarpella* foi detectado com menor incidência, se comparado ao ano de 2004, nesse último destacando-se a espécie *S. macrospora* (Tabelas 7 e 8). Em 2004, no S3 o fungo *S. maydis* não foi detectado nos grãos colhidos das três cultivares, enquanto que *S. macrospora* ocorreu com incidência média de 3,83 % (Tabela 8). Tal fato dificilmente é explicado, uma vez que as duas espécies foram detectadas nos colmos das plantas de milho (Tabela 3). Um hipótese pode ser devido a disponibilidade de inóculo de *S.*

*macrospora* oriundo das folhas. Mancha de *Diplodia macrospora*, foi detectada no ensaio nas três cultivares.

Os fungos *Cephalosporium* sp. e *Fusarium graminearum* foram detectados somente nas safras 2003 e 2004, respectivamente, não havendo explicação para tal fato, principalmente porque *F. graminearum* foi detectado nos colmos infectados nas duas safras. Ressalta-se no caso de *Cephalosporium* sp. que o fungo não foi detectado no híbrido Traktor (Tabela 7), e no caso de *F. graminearum* não detectado no híbrido P32R21 (Tabela 8).

O fungo *C. graminicola* apesar de ter sido detectado com maior freqüência e incidência nos colmos (Tabela 3), não foi detectado nos grãos colhidos (Tabelas 7 e 8). Esse fungo é relatado associado às sementes de milho (McGee, 1988). No entanto, os mecanismos de colonização dos grãos no campo não são esclarecidos pela literatura. Mesmo ocorrendo nos colmos, como detectado nesse trabalho, provavelmente o fungo não coloniza as espigas e os grãos sistemicamente via planta mãe. Outro fato interessante é que o fungo foi detectado nos restos culturais do milho, e nesse caso, o inóculo disponível nessa fonte não deve ter atingido a espiga ou se atingiu não houve condições climáticas para infecção. Convém ressaltar que o meio de cultura de BDA utilizado no teste de sanidade de grãos foi o mesmo usado no isolamento do fungo nos colmos, e portanto, se o fungo estivesse associado aos grãos seria detectado por meio desta metodologia.

Tabela 7. Efeito de sistemas de cultivo na incidência (%) dos principais fungos detectados nos grãos colhidos em diferentes cultivares de milho, safra agrícola 2002/03. Lages, SC.

Cultivar	<i>Cephalosporium</i> sp.				Média
	S1 <sup>1</sup>	S2	S3	S4	
Planalto	0	0,5	0	1,0	<b>0,38</b>
Traktor	0	0	0	0	<b>0</b>
P32R21	0,5	0,5	0	0	<b>0,25</b>
<b>Média</b>	<b>0,17</b>	<b>0,33</b>	<b>0</b>	<b>0,33</b>	

#### *Fusarium verticillioides*

Planalto	0,5	1,0	0,5	3,5	<b>1,38</b>
Traktor	2,5	2,5	0	0	<b>1,25</b>
P32R21	0,5	3,0	0	3,5	<b>1,88</b>
<b>Média</b>	<b>1,17</b>	<b>2,17</b>	<b>0,17</b>	<b>2,33</b>	

*Fusarium spp.*

Planalto	0,5	0	0	0	<b>0,13</b>
Traktor	0,5	0	0,5	0	<b>0,25</b>
P32R21	0,5	2,0	0	0,5	<b>0,75</b>
<b>Média</b>	<b>0,5</b>	<b>0,67</b>	<b>0,17</b>	<b>0,17</b>	

*Penicillium spp.*

Planalto	2,0	2,0	1,0	1,5	<b>1,63</b>
Traktor	4,0	5,5	2,0	1,5	<b>3,25</b>
P32R21	5,0	5,0	1,0	4,0	<b>3,75</b>
<b>Média</b>	<b>3,67</b>	<b>4,17</b>	<b>1,33</b>	<b>2,33</b>	

*Stenocarpella sp.*

Planalto	0,5	1,0	0	1,0	<b>0,63</b>
Traktor	0,5	1,0	0	0	<b>0,38</b>
P32R21	1,0	1,0	0	0,5	<b>0,63</b>
<b>Média</b>	<b>0,67</b>	<b>1,0</b>	<b>0</b>	<b>0,5</b>	

***Rhizopus sp.***

Planalto	0	2,0	0	0	<b>0,5</b>
Traktor	1,0	1,5	2,5	1,0	<b>1,5</b>
P32R21	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Média</b>	<b>0,33</b>	<b>1,17</b>	<b>0,83</b>	<b>0,33</b>	

<sup>†</sup>S1: baixo manejo; S2: médio manejo; S3: alto manejo; S4: rendimento potencial

Tabela 8. Efeito de sistemas de cultivo na incidência (%) dos principais fungos detectados nos grãos colhidos em diferentes cultivares de milho, safra agrícola 2003/04. Lages, SC.

***Fusarium graminearum***

Cultivar	S1 <sup>1</sup>	S2	S3	S4	Média
Planalto	1,0	0	2,0	0	<b>0,75</b>
Traktor	1,5	5,0	4,0	0,5	<b>2,75</b>
P32R21	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Média</b>	<b>0,83</b>	<b>1,67</b>	<b>2,0</b>	<b>0,17</b>	

***Fusarium verticillioides***

Planalto	2,0	4,5	3,0	1,5	<b>2,75</b>
Traktor	7,5	6,5	5,5	4,5	<b>6,0</b>
P32R21	2,0	3,0	0	0	<b>1,25</b>
<b>Média</b>	<b>3,83</b>	<b>4,67</b>	<b>2,87</b>	<b>2,0</b>	

*Nigrospora* sp.

Planalto	0	1,0	0,5	1,0	<b>0,63</b>
Traktor	2,0	4,0	1,0	1,0	<b>2,0</b>
P32R21	4,5	1,0	0	0	<b>1,38</b>
<b>Média</b>	<b>2,17</b>	<b>2,0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,67</b>	

*Penicillium* spp.

Planalto	1,5	0,5	0,5	0	<b>0,63</b>
Traktor	1,0	0	0,5	0,5	<b>0,5</b>
P32R21	0	0	0,5	1,0	<b>0,38</b>
<b>Média</b>	<b>0,83</b>	<b>0,17</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	

*Stenocarpella macrospora*

Planalto	1,5	2,5	4,0	0,5	<b>2,13</b>
Traktor	2,5	1,0	6,0	1,5	<b>2,75</b>
P32R21	6,5	3,5	1,5	0,5	<b>3,0</b>
<b>Média</b>	<b>3,5</b>	<b>2,33</b>	<b>3,83</b>	<b>0,83</b>	

***Stenocarpella maydis***

Planalto	0,5	0,5	0	0,5	<b>0,38</b>
Traktor	0	1,0	0	0,5	<b>0,38</b>
P32R21	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Média</b>	<b>0,17</b>	<b>0,5</b>	<b>0</b>	<b>0,33</b>	

***Trichoderma* sp.**

Planalto	1,0	0,5	0	0,5	<b>0,5</b>
Traktor	0,5	1,0	0	4,5	<b>1,5</b>
P32R21	3,0	1,0	3,0	4,0	<b>2,75</b>
<b>Média</b>	<b>1,5</b>	<b>0,83</b>	<b>1,0</b>	<b>3,0</b>	

<sup>†</sup>S1: baixo manejo; S2: médio manejo; S3: alto manejo; S4: rendimento potencial

### 3.5 Conclusões

- a) Planalto foi mais suscetível às PCs e o Traktor mais tolerante;
- b) Não detectou-se sistema para reduzir a incidência de PC;
- c) A antracnose foi a principal doença no colmo;
- d) Maiores RG obtidos no S4 com o híbrido P32R21;
- e) A incidência de GA nas duas safras foi baixa (<6%);
- f) O P32R21 apresentou maior incidência de GA e o Traktor menor incidência;
- g) O fungo predominante nos GA foi *Fusarium verticillioides*;
- h) A incidência de fungos no grãos colhidos foi baixa;
- i) O principal agente causal das PCs não foi detectado nos grãos.

## **4. ARTIGO II**

### **Sobrevivência de fungos patogênicos nos restos culturais de milho**

#### **4.1 Resumo**

O objetivo deste trabalho foi quantificar a sobrevivência de fungos patogênicos nos restos culturais do milho, coletados em quatro épocas durante o período de julho de 2003 a março de 2004. A palha coletada no campo foi levada ao laboratório, onde foi pesada, com posterior análise da presença de fungos patogênicos do milho. A quantificação dos fungos foi feita pela visualização dos corpos de frutificação, sob lupa estereoscópica e em microscópio ótico pela presença de esporos, em suspensão líquida oriunda de lavagem dos resíduos. Para corpos de frutificação foram detectados até 8,17 peritécios de *Gibberella zeae* e 5,74 picnídios de *Stenocarpella* sp. por grama de palha de milho. No caso dos esporos, detectaram-se até 4.750, 3.250, 5.065, 2.780, 1.125 e 1.500 propágulos por grama de palha, respectivamente para *Bipolaris maydis*, *B. zeicola*, *Colletotrichum graminicola*, *G. zeae*, *Stenocarpella macrospora* e *S. maydis*. Os resultados demonstraram que a presença da palha de milho sobre o solo em plantio direto, de uma safra para a outra, garante a sobrevivência dos principais patógenos necrotróficos causadores de podridões do colmo e de manchas foliares em milho.

## 4.2 Introdução

Os restos culturais de milho constituem importante fonte de inóculo primário para os fungos *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G. Wils, *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton [Sin. *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc., *S. macrospora* (Earle) Sutton [Sin. *D. macrospora* Earle in Bull.], *Fusarium graminearum* (Schwabe) e *Fusarium verticillioides* [Sin.= *Fusarium moniliforme* J. Sheld. (Pereira, 1997; Reis *et al.*, 2004)]. Estes fungos sobrevivem saprofiticamente na forma de micélio, esporos livres e corpos de frutificação. Além destes, outros fungos necrotróficos, causadores de manchas foliares, também podem sobreviver nos restos culturais (Reis *et al.*, 2004).

Em geral, a intensidade de podridões do colmo, da espiga, e de algumas doenças foliares causadas por fungos, é maior quando o milho é cultivado em monocultura (Mora & Moreno, 1984; Flett *et al.*, 1992; Denti & Reis, 2001). A situação se agrava quando o sistema de cultivo é feito em plantio direto (Byrnes & Carrol, 1986; Zambolim *et al.*, 2000).

O período de viabilidade de *S. maydis* nos restos culturais é maior na palha mantida sobre a superfície do solo do que na enterrada (Flett *et al.*, 1992), o mesmo ocorrendo com *S. macrospora* (Casa *et al.*, 2003). A densidade e viabilidade do fungo *F. graminearum* nos restos culturais de milho (Sartori, 2003) e de cereais de inverno (Reis, 1990; Sartori, 2003) também é favorecida em plantio direto. O inóculo de *F. verticillioides* responsável pela infecção do milho também está relacionado com a quantidade de resíduo de milho remanescente na superfície do solo de um ano para outro (Cotten & Munkvold, 1998).

Uma das estratégias de controle dos fungos que sobrevivem nos restos culturais é a rotação de culturas (Casa *et al.*, 2000; Zambolim *et al.*, 2000). No entanto, o período de tempo requerido para a rotação depende do tempo de decomposição da palha do milho (Reis & Casa, 2000). Recentemente, Casa *et al.* (2003) determinou que a decomposição da palha do milho mantida na superfície do solo foi de 78,5 % aos 29 meses de exposição no campo. Comparando-se a posição do resíduo cultural no solo, estimou-se que a decomposição completa de segmentos de colmos infectados por *S. maydis* e *S. macrospora* mantidos na superfície do solo foi mais lenta do que os enterrados.

A prática de semeadura direta do milho em monocultivo representa uma atividade muito adotada na Região Sul do Brasil entre os pequenos e médios produtores.

O objetivo deste trabalho foi quantificar a presença de fungos patogênicos presentes nos restos culturais do milho no campo.

#### *4.3 Material e Métodos*

A coleta dos restos culturais do milho foi realizada em 25/07, 16/09 e 21/10/2003 e em 23/03/2004, na área experimental localizada no Salto Caveiras, Lages, SC.

Durante esse período, foram conduzidos na área experimentos com diferentes sistemas de manejo de produção e densidades populacionais de milho, sendo o quarto ano de monocultivo.

A metodologia adotada foi semelhante às descritas por Blum (1997), Reis *et al.* (1998) e Casa (2000). Em cada época de coleta, determinou-se a quantidade de restos culturais de milho remanescentes sobre o solo, coletando-se, aleatoriamente, a palha em área demarcada de 0,25 m<sup>2</sup>. Foram realizadas quatro coletas por época de amostragem. A palha foi acondicionada em sacos de papel e levada para o Laboratório de Fitopatologia do CAV/UDESC.

No laboratório, retirou-se o excesso de solo aderido aos restos culturais, mantendo-os em estufa a temperatura de 35 °C, com pesagem diária até atingir peso constante. O peso final obtido foi usado para ajuste do cálculo do peso de matéria seca por hectare. Posteriormente, foi analisada a presença dos patógenos nos restos culturais, pela contagem de corpos de frutificação (peritécios e picnídios) sob lupa binocular (Marca Zeiss, Stemi 2000-C), com aumento de 40 X, e pela contagem de esporos de fungos em lâmina microscópica com suspensão oriunda de quatro amostras de 20 g de resíduos acondicionados em Erlenmeyer, contendo 400 ml de água e espalhante Twin 20 (uma gota de Twin.l<sup>-1</sup> de água), agitado por cinco minutos. O número de corpos de frutificação e de esporos obtidos foi expresso em número de estruturas de cada patógeno por grama de palha.

#### **4.4 Resultados e Discussão**

A quantidade de resíduo cultural de milho nas quatro avaliações teve uma pequena variação de peso (Tabela 1). Verificou-se que não houve redução da quantidade de palha em função do tempo, possivelmente devido a baixa precipitação pluvial e baixa ação dos organismos decompositores dos resíduos culturais. De acordo com Casa *et al.* (2003), os restos culturais de milho demoram, em média, 32 meses para serem decompostos.

Tabela 1. Resíduo cultural de milho sobre a superfície do solo ( $t.ha^{-1}$ ), Lages, SC.

<b>Amostra</b>	<b>Datas de coleta</b>			
	25/07/03	16/09/03	21/10/03	23/03/04
1	2,00	2,65	2,80	3,02
2	2,70	3,10	4,00	3,04
3	4,20	2,70	4,20	2,39
4	2,10	3,05	4,60	4,45
<b>Média</b>	<b>2,75</b>	<b>2,87</b>	<b>3,90</b>	<b>3,23</b>

A presença dos restos culturais é indicativo da presença dos fungos necrotróficos (Zambolim *et al.*, 2000; Reis & Casa, 2004). Nas quatro avaliações foram detectados e quantificados os corpos de frutificação de *G. zaeae* e *Stenocarpella* sp. No caso de *G. zaeae*, foram detectados valores que variaram de 4,94 até 8,17 peritécios  $g^{-1}$  em palha de milho (Tabela 2). Considerando o valor de 8,17 peritécios  $g^{-1}$  de palha e um valor médio de 323 g de resíduo por metro quadrado obtido em 23/03/04, estimou-se uma produção de 2.638 peritécios por metro quadrado. Sartori (2003) encontrou de 430 a 1.472 peritécios  $g^{-1}$  em palha de aveia, valores muito inferiores aos obtidos nesse trabalho, demonstrando possivelmente a menor facilidade de produção dos corpos de frutificação sobre palha de aveia. Dos restos culturais de milho coletados no dia 23/03/04, quantificou-se o número de ascas produzidas em 20 peritécios, isolados ao acaso, que totalizaram um número médio de 46,4 ascas maduras por peritécio com uma produção estimada de 3.032 ascosporos  $g^{-1}$  de palha. No caso do fungo *Stenocarpella* sp., o número de picnídios encontrados por grama de palha variou de 0,11 até 5,74 (Tabela 2). Verificou-se que o número de picnídios detectados aumentou em ordem crescente em função do aumento do tempo de exposição da palha no campo. Convém lembrar que a quantidade de palha nas quatro datas de avaliação manteve-se praticamente numa mesma proporção. Uma hipótese para o aumento da densidade de inóculo pode ter sido o clima favorável para a formação dos picnídios, principalmente períodos longos de orvalho noturno, uma vez que o verão de 2004 foi relativamente seco. Casa *et al.* (2003) determinaram redução do inóculo de *S. maydis* e *S. macrospora* a medida que a palha foi decomposta em função do tempo, eliminando os patógenos com aproximadamente 32 meses. No presente trabalho, a quantificação não ultrapassou 12 meses. Possivelmente, a densidade

de inóculo de *Stenocarpella* sp. irá diminuir a medida que a palha acelerar o processo de decomposição. Os dados comprovam que a presença da palha de milho indicou a presença dos agentes necrotróficos *G. zae* e *Stenocarpella* sp., garantindo o inóculo para as plantas do novo cultivo. Ressalta-se que o milho constitui-se no único hospedeiro para *S. maydis* e *S. macrospora*. Portanto, os resíduos culturais infectados, remanescentes na superfície do solo de uma safra para outra de cultivo, constituíram-se na principal fonte de inóculo primário para as podridões de diplodia.

Tabela 2. Corpos de frutificação de fungos presentes em restos culturais de milho, Lages, SC.

<b>Corpo de frutificação g<sup>-1</sup> de palha</b>	<b>Datas de coleta</b>	25/07/03	16/09/03	21/10/03	23/03/04
Peritécio de					
<i>Gibberella zae</i>	4,94	8,04	5,26	8,17	
Picnídio de					
<i>Stenocarpella</i> sp.	0,11	0,59	2,62	5,74	

Nos restos culturais também foi quantificado o número de esporos de alguns patógenos necrotróficos (Tabela 3), incluindo os agentes de podridões do colmo e da espiga, como *C. graminicola*, *G. zae*, *S. macrospora* e *S. maydis*, e alguns causadores de manchas foliares, como *B. maydis*, *B. zeicola*, *Drechslera* sp e *Exserohilum* sp. Os fungos *Alternaria* spp., *C. graminicola* e *G. zae* foram detectados em maior quantidade. Não foram quantificados as doenças da parte aérea nos experimentos. Apesar disso, foram detectados manchas foliares, como helmintosporiose comum e a mancha de diplodia. No caso de *C. graminicola*, apesar do fungo formar corpo de frutificação do tipo acérvelo, este não foi observado sob lupa estereoscópica, como ocorreu para *G. zae* e *Stenocarpella* sp. (Tabela 2). No entanto, a presença dos conídios de *C. graminicola* é indicativo que o fungo produz o acérvelo, liberando grande quantidade de propágulos, o que torna o patógeno um dos principais agentes de podridões da base do colmo.

Tabela 3. Esporos por grama de resíduo cultural de milho, Lages, SC.

Fungo	<i>Datas de coleta</i>			
	25/07/03	16/09/03	21/10/03	23/03/04
<i>Alternaria</i> spp.	1.720	500	1.780	3.750
<i>Bipolaris maydis</i>	405	190	1.595	4.750
<i>B. zeicola</i>	155	95	405	3.250
<i>Colletotrichum graminicola</i>	3.565	5.065	970	1.625
<i>Drechslera</i> sp.	0	690	1.315	2.375
<i>Exserohilum</i> sp.	65	95	280	1.250
<i>Fusarium</i> spp.	2.030	1.190	375	1.000
<i>Gibberella zaeae</i>	2.780	1.315	1.780	1.625
<i>Stemphylium</i> sp.	0	155	405	3.000
<b>Stenocarpella macrospora</b>	155	65	465	1.125
<i>S. maydis</i>	565	1.500	335	500

De modo geral, os fungos necrotróficos apresentam, em seu ciclo de vida, uma fase parasitária sobre a planta viva e uma fase saprofítica nos restos culturais após a colheita. Assim, o conhecimento detalhado do ciclo biológico desses patógenos é fundamental para o estabelecimento de estratégias de controle das doenças causadoras de PC, PE , GA e manchas foliares.

#### **4.5 Conclusões**

- a) A presença da palha de milho sobre a superfície do solo, de uma safra de cultivo para outra, mantém a sobrevivência de fungos necrotróficos;
- b) Os principais fungos causadores de podridões do colmo e alguns causadores de manchas foliares podem manter sua viabilidade no período de entre safra do milho em restos culturais sobre o solo.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXPOULOS, C.J., MIMS, C.W. & BLACKWELL, M. Introductory mycology. John Wiley & Sons. New York. 1996. 4º. Edition. 869 p.
- ANDERSON, B. & WHITE, D.G. Evaluation of methods for identification of corn genotypes with stalk rot and lodging resistance. Plant Disease 78: 590-593.1994.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DO MILHO, 2003/ Cleiton Santos... [et al.]. - Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2003. 136p.
- BACON, C.W., HINTON, D.M. & RICHARDSON, M.D. A corn seedling assay for resistance to *Fusarium moniliforme*. Plant Disease 78: 302-305. 1994.
- BALMER, E. & PEREIRA, O.A.P. Doenças do milho. In: Paterniani, E. & Viegas, G.P. (Eds) Melhoramento e produção do milho. 2ª ed. Campinas. Fundação Cargill. 1987. pp. 595-634.
- BEDENDO, I.P. Metodologia para detecção de *Fusarium moniliforme* Shield, e sua ocorrência em sementes de milho (*Zea mays* L.) produzidas no estado de São Paulo. (Tese de Mestrado). Piracicaba. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 1978.
- BENSCH, M.J. *Stenocarpella maydis* (Berk) Sutton colonization of maize ears. Journal of Phytopathology, v.143, 1995, pp. 597-599.
- BERGSTROM. G.C. & NICHOLSON R.L. The biology of corn anthracnose. Plant Disease 83:596-608, 1999.
- BLUM, M.M.C. *Pyrenophora avenae*: ocorrência, inóculo, patogenicidade e sobrevivência. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. Programa de Pós-graduação em Agronomia. Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, 1997. 111p.
- BLUM, M.M.C. FONTOURA, S.M.V., NOVATIZKI, M.R. & CLAZER, E.R. Efeito de doses de nitrogênio e população de plantas sobre a incidência de fungos na semente de

milho colhida. In: Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes XXI. Programa & Resumos. Ponta Grossa - PR, 1998, p 27.

BOGO, A., CASA, R.T., RIBEIRO, N.A., WILLE, L.A., MOREIRA, E.N., SCHNEIDER, J., SANSIGOLO, A.L. & SANGOI, L. Efeito de Densidades de semeadura em diferentes Híbridos de milho na incidência de Podridões do colmo e de grãos ardidos. In: Resumos expandidos: IV Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão, Lages, SC. 2003. pp. 153-156.

BOOTH, C. The Genus *Fusarium*. Kew, Surrey, C.M.I., 1971 238 p.

BORGES, M.F., RESENDE, M.L.V. & PINHO, R.G.V. Inoculação artificial de colmos de milho em diferentes idades e concentrações de inoculo e sua relação com a expressão da resistência à *Fusarium moniliforme*. Fitopatologia Brasileira. pp. 715-719. 2001.

BYRNES, K.J. & CARROL, R.B. Fungi causing stalk rot of conventional-tillage and no-tillage corn in Delaware. Plant Disease, v.70, pp. 238, 1986.

BRASIL. Portaria nº 11 de 12 de abril de 1996. Estabelece critérios complementares para classificação do milho. Diário Oficial da União, Brasília, nº72, 1996.

BROOK, P.J. Effects of light, temperature and moisture on release of ascospores by *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. New Zealand Journal of Agricultural Research, Wellington, v. 12, 1969, pp. 214-271.

CARDWELL, K.F., HEPPERLY, P.R. & FREDERIKSEN, R.A. Pathotypes of *Colletotrichum graminicola* and seed transmission of sorghum anthracnose. Plant Disease 73:255-257.1989.

CARSON, M.L. Antracnose leaf blight. In: White, D.G. (Ed.). Compendium of corn diseases. APS Press. St. Paul, Minnesota. 1999. pp 21-22.

CARVALHO, M.L.M. Refrigeração e qualidade de sementes de milho armazenadas em pilhas com diferentes embalagens. (Dissertação de Doutorado). Piracicaba. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1992.

CASA, R. T., REIS, E.M. & MEDEIROS, C.A. Efeito do tratamento de sementes de milho com fungicidas, na proteção de fungos do solo, no Rio Grande do Sul. Fitopatologia Brasileira. v: 20. pp. 623-635. 1995.

CASA, R. T. *Diplodia maydis* e *Diplodia macrospora* associados à semente de milho. (Tese de Mestrado). Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. 1997.

CASA, R.T., REIS, E.M. & ZAMBOLIM, L. Fungos associados à semente de milho produzida nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil. Fitopatologia Brasileira 23:370-373. 1998a.

CASA, R. T., ZAMBOLIM, L. & REIS, E.M. Transmissão e controle de diplódia em sementes de milho. Fitopatologia Brasileira, 23:436-441. 1998b.

CASA R.T., REIS, E.M. & ZAMBOLIM, L. Decomposição dos Restos Culturais do milho e Sobrevivência Saprotífica de *Stenocarpella macrospora* e *S. maydis*, Fitopatologia Brasileira, Brasília-DF. pp. 355-361. 1998.

CASA, R.T. Sobrevivência de *Stenocarpella maydis* e *Stenocarpella macrospora* em restos culturais de milho. (Tese de Doutorado). Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. 2000.

CASA, R.T., REIS, E.M., SEVERO, R., DENTI, E.A., TRENTO, S.M. & BLUM, M.M.C. Prevenção e controle de doenças na cultura do milho. In: SANDINI, I.E., FANCELLI, A.L. (Eds.) Milho: estratégias de manejo para a região Sul. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária. 2000. pp. 131-146.

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, Fortaleza-CE. pp. 355-361. 2003.

CASA. R.T., REIS E.M. Doenças da cultura do milho, In: Milho Estratégias de Manejo para Alta Produtividade. Piracicaba. ESALQ, USP. 2003. pp. 1-18.

CASA. R.T., REIS E.M. & ZAMBOLIM, L. Dispersão vertical e horizontal de conídios de *Stenocarpella macrospora* e *S. maydis*. Fitopatologia Brasileira 29:141-147. 2004.

**CASELA, C.R., FERREIRA, A.S. & SANTOS, F.G. Associação de virulência de *Colletotrichum graminicola* à resistência genética em Sorgo. Fitopatologia Brasileira 23:143-146, 1998.**

CASELA, C.R., FERREIRA, A.S. & SANTOS, F.G. Diversidade fenotípica de *Colletotrichum graminicola*, Agente causal da antracnose em Sorgo, Fitopatologia Brasileira, 2000, pp. 95-97.

CASELA, C.R., COSTA, R.V., ZAMBOLIM, L. & FERREIRA, A.S. A Antracnose do Sorgo, Fitopatologia Brasileira. 2003. pp. 345-354.

CHRISTENSEN, J.J. & WILCOXSON, R.D. Stalk rot of corn. St. Paul, MN. American Phytopathological Society, 1996b.

CLIFFORD, B.C. Diseases, pests and disorders of oats. In: Welch, R.W. (Ed.) The oat crop. London: Chapman & Hall. 1995. pp. 252-258.

CONAB. Indicadores da Agropecuária. Extraído de [www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br) em 05/06/04.

COSTA NETO, J.P. Lista de fungos sobre gramineae (capins e cereais) no Rio Grande do Sul. Revista da Faculdade de Agronomia. UFRGS, v. 1, 1976, pp. 43-78.

COSTAMILAN, L.M., LHAMBY, J.C.B. & BONATO, E.R. Sobrevivência de fungos necrotróficos em restos de cultura da soja, em sistema de plantio direto. Fitopatologia Brasileira. v:24. pp. 175-177. 1999.

COTTEN, T.K. & MUNKVOLD, G.P. Survival of *Fusarium moniliforme*, *F. proliferatum*, and *F. subglutinans* in maize stalk residue. *Phytopathology* 88:550-555. 1998.

CRAIG, J., HOOKER, A.L. Diplodia root and stalk rot of dent corn. *Phytopathology*, v.51, 1961, pp.382-385.

DAI, K., NAGAI, M., NAKAMURA, H., TACHECHI, K. & WARABI, M. Detection of *Diplodia maydis* (Berkeley) Saccardo from imported corn seed. Research Bulletin of the Plant Protection Service v.23, 1987, p. 1-6.

DAKER, A. A água na agricultura: manual de hidráulica agrícola – Irrigação e Drenagem. 3º ed., Editora Freita Bastos, vol.3., 1970, p453.

DEL RIO, L. & MELARA, W. Dispersión de *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton en un cultivo de maíz. *Ceiba* 32:133-140. 1991.

DENTI, E.A. Incidência de fungos, efeito das práticas culturais, reação de genótipos e quantificação de danos associados com as podridões da base do colmo do milho (Dissertação de Mestrado) Passo Fundo-RS, 2000.

DENTI, E.A. & REIS, E.M. Efeito da rotação de culturas, da monocultura e da densidade de plantas na incidência das podridões da base do colmo e no rendimento de grãos do milho. *Fitopatologia Brasileira*, Fortaleza. v:26. pp. 635-639. 2001.

DENTI, E.A., REIS, E.M. & FORCELINI, C.A. Reação de genótipos de milho às podridões a base do colmo (PBC), *Summa Phytopathologica*. pp. 286-288. 2002.

DENTI, E.A. & REIS, E.M. Levantamento de fungos associados às podridões do colmo e quantificação de danos em lavouras de milho do planalto médio gaúcho e dos campos gerais do Paraná. *Fitopatologia Brasileira* 28: 585-590. 2003.

DERPSH, R. Adubação verde e rotação de culturas. In: Encontro Nacional de Plantio Direto, 3, 1985, Ponta Grossa, Anais... Ponta Grossa: Fundação ABC, 1985. p. 85-104.

DOURADO NETO, D., FANCELLI, A.L. & LOTES, P.P. População e Distribuição de plantas. In milho: Tecnologia e Produtividade. 2001. pp. 120– 125.

DWYER, L. M., TOLLEMAR, M. & STEWART, D.W. Changes in plant density dependence of leaf photosynthesis of maize (*Zea mays* L.) hybrids, 1959 to 1988. Canadian Journal Plant Science, Quebec, v. 71, 1991, pp. 1-11.

EDDINS, A.H. Dry rot of corn caused by *Diplodia macrospora* Earle. Phytopathology, v. 20, 1930, pp. 439-448.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412p.

ERNANI, P.R. O efeito do Fertilizante Nitrogenado na germinação e crescimento inicial do milho depende da fonte e do tipo de solo. In: Resumos expandidos: IV Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão, Lages, SC. 2003. pp. 191-193.

FANCELLI, A.L. & DOURADO NETO, D. Produção de milho. Guaíba Agropecuária, 2000, 360p.

FANCELLI, A.L. & DOURADO-NETO, D. População e Distribuição espacial de plantas de milho. In: Milho: Estratégias de manejo para alta produtividade. ESALQ. Piracicaba. 2003. pp. 116-133.

FARNHAM, D.E. et al. Row width and effects on corn yield in Iowa. <http://www.reimangardens.org/farms/2000reports/NW/RowWidthanHybridEffmy.pdf/> (14 nov. 2002)

FERNANDES, F.T. & OLIVEIRA, E. Principais doenças na cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS. 1997. 80p. (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 26).

FITT, B.DL., McCARTNEY, H.A. & WALKATE, P.J. The role of rain in dispersal pathogen inoculum. Annual Review of Phytopathology 27:241-270. 1989.

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

FLETT, B.C., WEHNER, F.C. & SMITH, M.F. Relationship between maize stubble placement in soil and survival of *Stenocarpella maydis* (*Diplodia maydis*). *Journal of Phytopathology*, v.134, 1992, pp. 33-38.

FOLEY, D.C. & WERNHAM, C.C. The effect of fertilizers on stalk rot of corn in Pennsylvania. *Phytopathology* 47:11-12, 1957.

FOLEY, D.C. Systemic infection of corn by *Fusarium moniliforme*. *Phytopathology* 52:870-872. 1962.

FREDERIKSEN, R.A., THOMAS, M.D., BANDYOPADHYAY, R. & MUGHOGHO, L.K. Variable pathogens of sorghum. In: Leslie, J.F. & Frederiksen, R.A., (Eds.) *Disease Analysis through Genetics and Sorghum and Millet Crops*. Ames. Iowa State University Press. 1995. pp. 11-23.

FREDERIKSEN, R.A. Compendium of Sorghum diseases. St. Paul: American Phytopathological Society, 2000.

FUTRELL, M.C. & KILGOORE, M. Poor stands of corn and reduction of root growth caused by *Fusarium moniliforme*. *Plant Disease Reporter* 53:213-215, 1969.

GOULART, A.C.P. & FIALHO, W.F.B. Incidência e controle de *Fusarium moniliforme* Sheldon em sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 21, n° 1, 1999, pp.216-221.

HARDER, D.E. & HABER, S. Oat diseases and pathology techniques. In: Marshall, H.G. & Sorrells, M.E. (Eds). *Oat Science and Technology*. Madison. 1992. p. 354-357.

HOFFMANN, L.L. & REIS, E.M. Sistemas de pontuação auxiliar para tomada de decisão ao controle químico de doenças foliares em soja. In: Reis, E.M. (Ed.) *Doenças na cultura da soja*. Passo Fundo. Aldeia Norte Editora. 2004. pp. 135-145.

HOOKER, A L. Factors affecting the spread of *Diplodia zeae* in inoculated com stalks. *Phytopathology*, v. 47, pp. 196-199, 1957.

HORN, D. Cinética da Absorção de nutrientes em cultivares de milho com diferentes bases genéticas e seus desempenhos agronômico e econômico em quatro níveis de manejo. (Dissertação de Mestrado) Lages – SC, UDESC, 2004.

HUBER, D.M. The influence of mineral nutrition on the vegetable disease. Horticultura Brasileira, v. 12, n. 2, p. 206-14, 1994.

INDICAÇÕES TÉCNICAS PARA A CULTURA DO MILHO NO RS. Porto Alegre:

FEPAGRO, EMATER/RS; FECOAGRO/RS. n. 7, ago., 2001. 196p.

INGOLD, C.T. Fungal spores: Their liberation and dispersal. Claredon Press. Oxford University Press, Ely House. London. 1971.

JAMIL, F.F. & NICHOLSON, R.L. Susceptibility of corn to isolates of *Colletotrichum graminicola* pathogenic to other grasses. Plant Disease 71: 809-910. 1987.

KOEHLER, B. Husk coverage and ear declination in relation to corn ear rots. Phytopathology, v. 41, 1951, p. 22.

KOEHLER, B. Corn ear rots in Illinois. Illinois, Agric. Exp. Sta. Bull., 1959. 90 p.

LASCA, C.C. Tratamento de sementes. In: Simpósio Brasileiro de Patologia de sementes. Produção de sementes sadias, inspeção de campo e tratamento de sementes. Campinas. Fundação Cargill. 1986. pp. 93-99.

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

MACDONALD, M. & CHAPMAN, R. The incidence of *F. moniliforme* on maize from Central America, Africa and Asia during 1992-1995. Plant Pathology, v. 46, p. 112-125: 44. 1997.

MACHADO, J.C. Patologia de sementes: fundamentos e aplicações. Brasília. MEC/FAEP.

1998.

MAFFIA, L.A., MUCHOVEJ, J.J. & MAFFIA, A.M.C. Fundamentos epidemiológicos no estudo da transmissão de patógenos por sementes. In: Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes. Aplicação e viabilização dos testes de sanidade de sementes. Campinas. Fundação Cargill. 1988. pp. 114-122.

MALAVOLTA, E. & DANTAS, J.P. Nutrição e adubação do milho. In: Melhoramento e produção do milho. Fundação Cargil. 2:539-93. 1987.

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*, v. 11, 1979, p. 61-64.

MARASAS, W.F.O., NELSON, P.E. & TOUSSON, T.A. Toxigenic Fusarium Species: Identity and Toxicology. Pennsylvania State University Press, university Park, 1984.

MARIO, J.L. & REIS, E.M. Método simples para diferenciar *Diplodia macrospora* de *D. maydis* em Testes de patologia de sementes de milho, Fitopatologia Brasileira. pp. 670-672. 2001.

MARIO, J.L., REIS, E.M. & BONATO, E.R. Reação de híbridos de milho à podridão branca da espiga, Fitopatologia Brasileira. pp. 155-158. 2002.

MARSON, E. Plantio Direto sob Irrigação no Cerrado. In: 7º encontro Nacional de Plantio Direto na Palha / Harmonia do homem com a Natureza Desafio do 3º Milênio. Anais...Foz do Iguaçu, PR, 2000.

McNEW, G.L. Crown infection of corn by *Diplodia zeae*. Iowa: [s.n.], 1937 (Iowa Agric. Exp. Stn. Res. Bull., 216).

McGEE, D.C. Maize diseases: a reference source for seed technologists. St. Paul: The American Phytopathological Society. 1988. 150p.

MENTEN, J.O.M. Prejuízos causados por patógenos associados às sementes. In: Menten, J.O.M. (Ed.) Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico. Piracicaba. ESALQ/FEALQ. 1991a. pp. 115-136.

MICHAELSON, M.E. & CHRISTENSEN, J.J. Reduction in yield of corn due to stalk rot.

Phytopathology, v. 43, 1953, p. 479.

MOLIN, R. & VALENTINI, M.L. Simpósio sobre microtoxinas em grãos. Fundação Cargil, Fundações ABC, 1999. 208 p.

MONEGAT, CLAUDINO. Culturas de cobertura e rotação de culturas em sistema plantio direto. In: Canalli, L.B. & Cury, B. (Eds.) 9º Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha. Chapecó. 2004. p. 120.

MORA, L.E. & MORENO, R.A. Croping pattern and soil management influence on plant diseases: I. *Diplodia macrospora* leaf spot of maize: Turrialba 34:35-40. 1984.

MORAES, M.H.D., MENTEN, J.O.M., GRAVENA, J.C. & ALVES, C.A. Controle químico de *Fusarium moniliforme* em sementes de milho: Metodologia de avaliação e efeitos sobre a qualidade fisiológica. Fitopatologia Brasileira. pp. 626-631. 2003.

MORDUE, J.E.M. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. n. 132. *Colletotrichum graminicola*. C.M.I. London: Great Britain by the Eastern Press Ltd. 1967.

MUNKVOLD, G.P. & DESJARDINS, A.E. Fumonisins in maize. Can we reduce their occurrence? Plant Diseases 81:556-565. 1997.

MUNKVOLD, G.P. & McGEE, D.C. & CARLTON, W.M. Importance of different pathways for maize kernel infection by *Fusarium moniliforme*. Phytopathology 87:209-217. 1997.

MUNKVOLD, G. Corn stalk rots taking a bite. Iowa State University. 2000. Disponível em: <<http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/2000/9-18-2000/cstalkrot.html>>. Acesso em: 18 jul. 2001.

MUNKVOLD, G.P. & O'MARA. Laboratory and growth chamber evaluation of fungicidal seed treatments for maize seedling blight caused by *Fusarium* species. Plant Disease, v. 86, 2002, p. 143-150.

NATTI, T.A. & WHITE, D.G. Yield losses due to anthracnose and *Diplodia* stalk rot of corn.

Phytopathology, v. 71, 1981, p. 1117.

NAZARENO, N.R.X. Avaliação de perdas por podridões do colmo em milho (*Zea mays L.*) no Estado do Paraná. Fitopatologia Brasileira. 14: 82/84. 1989.

NGUGI, H.K., JULIAN, A.M., KING, S.B. & PEACOCKE, B.J. Epidemiology of sorghum anthracnose (*Colletotrichum sublineolum*) and leaf blight (*Exserohilum turcicum*) in Kenya. Plant Pathology 49:129-140. 2000.

NICHOLSON, R.L. The potential of corn anthracnose. Pages 41-49 in: Proceedings of the 1974 Purdue Con Disease Conference, Dept. of Botany and Plant Pathology, Purdue Univ., W. Lafayette, IN. 1975.

NICHOLSON, R.L. & MORAES, W.B. Survival of *Colletotrichum graminicola*: Importance of the spore matrix. Phytopathology 70:255-261. 1980.

OLIVEIRA, M.A.R. Critérios para escolha de cultivares de soja visando safrinha de milho. In: Novas Tecnologias Safrinha milho. COODETEC. 2002. pp. 55-56.

PALTI, J. Cultural practices and infections crop diseases. Berlin: Springer-Verlag, 1981. 243 p. (Advanced Series in Agricultural Sciences, 9).

PANDE, R.P., THAKUR, R.P., KARUNAKAR, R.I., BANDYOPADHYAY, R. & REDDY, B.V.S. Development of screening methods and identification of stable resistance to anthracnose in sorghum. Field Crop Research 38:157-166. 1994.

PARTRIDGE, J.E. Fusarium Stalk Rot. Department of Plant Pathology, University of Nebraska – Lincoln. 1997b. Disponível em <<http://www.ianr.uni.edu/plantpath/peartrr/diseases.skp/agron/corn/CoFusRot.htm>> acesso em 19-06-04.

PEREIRA, O.A.P. & PEREIRA, W.S.P. Estudo de *Diplodia zeae* (Shw.) Lev. e *Fusarium moniliforme* Sheldon. Em colmo de milho. Summa Phytopathologica. v:2. pp. 165-171. 1976.

PEREIRA, O.A.P. Tratamento de sementes de milho, no Brasil. In: Menten, J.O.M. (Ed.) Patógenos em sementes: Detecção, danos e controle químico. Piracicaba. ESALQ/FEALQ. 1991. pp. 271-299.

PEREIRA, O.A.P. Situação atual de doenças da cultura do milho no Brasil e estratégias de controle. In: Resistência genética de plantas a doenças. Piracicaba. Departamento de Genética, Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo. 1995. pp. 25-30.

PEREIRA, O.A.P. Doença do milho. In: Kimati, H., Amorim, I., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A.; Resende, J.A.M. (Eds.) Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas. 3ed. São Paulo. Agronômica Ceres. vol.2. 1997. pp. 538-555.

PFENNING, H. O gênero Fusarium: novas tendências na sistemática e patossistemas emergentes. Fitopatologia Brasileira 27: 21-23. 2002.

PINTO, N.F.J.A, MENTEM, J.O.M, LASCA,C.C, PEREIRA O.P, MORAES, M.H.D & PEREIRA, E.S. Seleção de fungicidas para o tratamento de sementes de milho. P.98. IN: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19, 1992, Porto Alegre. Resumo...Porto Alegre: SAA, SCT, ABMS, EMATER/RS, EMBRAPA/CNPMS, CIENTEC. 1992. 175p.

PINTO, N.F.J. Tratamento das sementes com fungicidas. In: Tecnologia para produção das sementes de milho. Sete Lagoas. EMBRAPA-CNPMS. 1993. pp. 43-47. (circular técnica, 19).

PINTO, N.F.J.A. Tratamento fungicida de sementes de milho. In: Soave, J., Oliveira, M.R.M., Menten, J.O.M. (Eds.) Tratamento químico de sementes. Campinas. Fundação Cargill. 1996. pp. 52-57.

PINTO, N.F.J.A., FERNANDES, F.T. & OLIVEIRA, E. Milho (*Zea mays* L.): controle de doenças. In: Do Vale, F.X.R. & Zambolim, L. (Eds). Controle de doenças de plantas: grandes culturas. Volume II. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Fitopatologia; Brasília, DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 1997. pp.821-864.

PINTO, N.F.J.A. Patologia de sementes de milho. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1998. 44p. (EMBRAPA-CNPMS, Circular Técnica, 29).

PINTO, N.F.J. de A. Viabilidade de sementes de milho tratadas com fungicidas e armazenadas em diferentes condições ambientais. Summa Phytopathologica. v:26. pp. 47-52. 1999.

POLITIS, D.J. & WHEELER, H. The perfect stage of *Colletotrichum graminicola*. Plant Dis. Rep. 56:1026-1027. 1972.

POLITIS, D.J. The identity and perfect state of *Colletotrichum graminicola*. Mycologia 67:56-62. 1975.

RAM, A., RAM, C. & ROCHA, H.M. A new disease of maize in Bahia, Brazil, with special reference to its causal organism. Turrialba, v.23, 1973, pp. 227-230.

REID, L.M., HAMILTON, R.I. & MATHER, D.E., Screening maize for resistance to gibberella ear rot. Agricultura and Agri-Food Canada. Ottawa, Ont. Technical Bulletin, 1996-5E.40p.

REID, L.M., NICOL, R.W., OUELLET, T., SAVARD, M., MILLER, J.D., YOUNG, J.C., ATEWART, D.W. & SCHAAFSMA, A.W. Interaction od *Fusarium graminearum* and *F. moniliforme* in maize ears: Disease Progress, Fungal Biomass, and Mycotoxin Accumulation, Phytophatology 89:1028-1037, 1999.

REIS, E.M. Doenças do trigo III: Giberela. 2 ed. Revista e ampliada. São Paulo, 1988. 13p.

REIS, E.M. Perithecial formation on *Giberella zeae* on senescent stems of grasses under natural conditions. Fitopatologia Brasileira. v:15. pp. 52-53. 1990.

REIS, E.M., SANTOS, H.P., LHAMBY, J.C.B. & BLUM, M.M.C. Effect of soil management and crop rotation on the control of leaf blotches of wheat in Southern Brazil. Anais, I Congresso Interamericano Siembra Directa, 1992. Villa Giardino. Trabajos presentados. S.I.: Asociacion Argentina Productor em Siembra Directa/Sociedade de Cooperacion de Suelos/Clube Amigos da Terra/Fundação ABC/Association Uruguaya Pro Siembra Directa. 1992, pp. 217-236.

REIS, A.C., REIS, E.M., CASA, R.T. & FORCELINI, C.A. Erradicação de fungos patogênicos associados a sementes de milho e proteção contra *Pythium* sp. presente no solo pelo tratamento com fungicidas. Fitopatologia Brasileira v:20. pp. 585-590. 1995.

REIS, E.M. & CASA, R.T. Cereais de inverno. In: Vale, F.X.R. do & Zambolim, L. (Eds).

Controle de doenças de plantas: grandes culturas. Brasília. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 1997. 2 v:il pp. 231-289.

REIS, E.M., DENTI, E., TRENTO, S.M., CASA, R.T. & SEVERO, R. Método para quantificar os danos no rendimento de grãos causados pelas podridões da base do colmo do milho. Fitopatologia Brasileira v23:300. 1998. (Resumo)

REIS, E.M., SILVA, C.E.L., CASA, R.T. & MEDEIROS, C.A. Decomposição de restos culturais do trigo e sobrevivência de *Bipolaris sorokiniana*. Fitopatologia Brasileira 23:62-64, 1998.

REIS, E.M. & CASA, R.T. Ciclos biológicos e epidemiologia: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Diplodia* e *Fusarium*. In: Molin, R. & Valentini, M.L. (eds). Simpósio sobre micotoxinas em grãos. Fundação Cargill, Fundação ABC, 1999. pp. 22-40.

REIS, E.M. & CASA, R.T. Controle de doenças fúngicas na cultura do milho em plantio direto. In: Borges, G. & Borges, L.D. (Eds.) Seminário sobre tecnologia de produção e comercialização do milho, 2000. Passo Fundo - RS. Resumo de Palestras. Editora Aldeia Norte, Passo Fundo, RS. pp. 62-71.

REIS, E.M. & CASA, R.T. Milho: manejo integrado de doenças. In: Fancelli, A.L. & Dourado Neto, D. (Eds). Milho: tecnologia e produtividade. Piracicaba. ESALQ/LPV. 2001. pp. 223-237.

REIS, E.M., CASA, R.T. & MEDEIROS, C.A. Diagnose, patometria e controle de doenças de cereais de inverno. Londrina: MC Gráfica Ltda. 2001. 94p.

REIS, E.M. & CASA, R.T. Manejo de doenças em milho safrinha. In: COODETEC/Bayer CropScience. Novas tecnologias: safrinha milho. 2002. pp. 21-47.

REIS E.M. & MARIO J.L. Quantificação de inóculo de *Diplodia macrospora* e de *D. Maydis* em restos culturais, no ar, e na relação com a infecção em grãos de milho, Fitopatologia Brasileira. pp. 143-147. 2003.

REIS, E.M., CASA, R.T. & BRESOLIN, A.C.R. Manual de diagnose e controle de doenças do milho, Passo Fundo-RS, Aldeia Norte, 2004, 141 p.

REIS, E. M. & CASA, R. T.: Sobrevivência de fitopatógenos. In DO VALE, F. X. R., JUNIOR, W. C. J. & ZAMBOLIM, L. Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas. Perfil Editora, Belo Horizonte-MG, 2004, pp. 337-362.

RESUMOS EXPANDIDOS: IV Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão, CAV,

Lages, SC. 2003. 383 p.

RIBEIRO DO VALE, F.X., PARLEVLIET, Z.E. & ZAMBOLIM, L. Conceito em resistência de plantas e doenças. Fitopatologia Brasileira. pp. 577-589. 2001.

RUEDELL, J. Plantio Direto na Região de Cruz Alta. Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 1995, 134 p.

ROTEM, J. & PALTI, J. Irrigation and plant diseases. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, v.7, 1969, pp-267-288.

SAMUELS, G.J., NIRENBERG, H.I. & SEIFERT, K.A. Perithecial species of Fusarium. In: Summerell, B.A. et al (Eds) Paul E. Nelson memorial Symporium. Saint Paul. MS. APS Press. 2001.

SANDINI, I.E. & FANCELLI, A.L. Milho: estratégias de manejo para a região sul.

Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária. 2000. 209p.

SANGOI, L., SILVA, P.R.F., ARGENTA, G., RAMPAZZO, C., GRACIETTI, L.C., FORSTHOFER, E.L., TRIEDER, M.L. & TEICHMANN, L.L. Potencial de rendimento de grãos de milho em função do sistema de produção adotado em dois ambientes contrastantes. Reunião técnica Catarinense de milho e Feijão, 3, resumos, EPAGRI, 2001, pp-53-57.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. Ciência Rural v.31, 2001, pp. 159-168.

SANGOI, L., GRACIETTI, M.A., RAMPAZZO, C. & BIANCHET, P. Response of Brazilian maize hybrids from different eras to change in plant density. Field Crops Research, Amsterdam, v. 79, n. 1, 2002a, pp. 39-51.

SANGOI, L., ALMEIDA, M.L., GRACIETTI, M., BIANCHET, P. & HORN, D. Sustentabilidade do colmo em híbridos de milho de diferentes épocas de cultivo em

função da densidade de plantas. Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v. 1, n. 2, 2002, pp. 63-72.

SANGOI, L., SILVA, P.R.F., AGENTA, G. & HORN, D. Bases Morfo-Fisiológicos para aumentar a tolerância de cultivares de milho a altas densidades de plantas. In: Resumos expandidos: IV Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão, Lages, SC. 2003. pp. 19-24.

SANTOS, H.P. & LHAMBY, J.C.B. Influência de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos de soja cultivada em sistema de rotação de culturas. Ciência Rural 31:1-6. 2001.

SANTOS, H.P. & REIS, E.M. Rotação de culturas em plantio direto. Passo Fundo – RS, EMBRAPA trigo, 2001. 212p.

SARTORI, A.F. Sementes de milho e restos culturais de aveia como fonte de inóculo para podridões da base do colmo. (Tese de Mestrado) Passo Fundo. Universidade de Passo Fundo. 2003.

SAUNDERS, A. R. Maize in South Africa. [S.1]: Central News Agency, 1930. 284 p. (South African Agricultural Series, 7).

SCHOENEWEISS, D.F. Water stress as a factor in plant disease. In: Kozlowski, T.T. (Ed). Water deficits and plant growth. London. Academic Press. 1978. v.5. pp. 61-99.

SHANER, G. Effect of environment of fungal leaf blights of small grains. Annual Review Phytopathology 19: 273-296. 1981.

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

SILVA, A.E., TEIXEIRA, E.A., OLIVEIRA, J.P., SOUZA, J.R., GAMA, E.E.G., GUIMARÃES, P.E.O. & SANTOS, M.X. Identificação de populações de milho (*Zea mays* L.) com boa qualidade do colmo: I. Resistência à podridão do colmo. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Londrina. Resumos. 1997. p. 3.

SILVA, P.R.F., ARGENTA, G. & SANGOI, L. Fatores determinantes da escolha da densidade de plantas em milho. In: Resumos expandidos: IV Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão, Lages, SC. 2003. pp. 25-29.

SMITH, D.R. & WHITE, D.G. Disease of corn. In: Sprague, G.F. & Dudley, J.W. (Eds.) Corn in corn improvement. American Society of Agronomy. Madison, WI. 1988. pp.687-766.

SUTTON B.C. & WATERSTON, J.M. *Diplodia macrospora*. London: C.M.I. 1966a. Não Paginado. (C.M.I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria, 83).

SUTTON B.C. & WATERSTON, J.M. *Diplodia maydis*. London: C.M.I. 1966b. Não Paginado. (C.M.I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria, 84).

SUTTON B.C. The Coelomycetes. Kew, Surrey, England: Commonwealth Mycological Institute, 1980. 696p.

TANAKA, M.A.S. & BALMER, E. Efeito de temperatura e dos microorganismos associados ao tombamento na germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.). Fitopatologia Brasileira 5:87-93. 1980.

TARR, S.A.J. Diseases of sorghum, sudan grass and broom corn. The Common Wheath Mycological Institute. Kew, Surrey. 1962. 380 p.

THAKUR, R.P. & MATHUR, K. Anthracnose. In: Frederiksen, R.A. & Odvody, G. (Eds.) Compendium of Sorghum Diseases. APS Press. St. Paul. 2000. pp. 10-12.

TOLLENAAR, M., AGUILERA, A. & NISSANKA, S.P. Grain yield is reduced more by weed interference in an old than in a new maize hybrid. Agronomy Journal, Madison, v. 89, n. 2, 1997, pp. 239-246.

TRENTO, S.M. Quantificação de danos causados por podridões de espiga e por grãos ardidos em milho, em diferentes sistemas de manejo de plantas (Dissertação de Mestrado). Passo Fundo. Universidade de Passo Fundo 2000.

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 27:609-613. 2002.

ULLSTRUP, A.J. Observations on two epiphytotics of *Diplodia* ear rot of corn in Indiana. Plant Disease, v. 48, 1964, pp. 414-415.

VAZQUEZ, G.H. & SILVA, M.R.R. Influência de espaçamento entre linhas de semeadura em híbrido simples de milho. (compact disc). In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Florianópolis. 2002.

VITTI, A.J., BERGAMIN FILHO, A & AMORIM, L. Epidemiologia comparativa entre ferrugem comum e a helmintosporiose do milho. Fitopatologia Brasileira 18:314. 1993.

VIZVARY, M.A. & WARREN, H.L. Soil-induced sporulation of *Colleotrichum graminicola*. Proc. Am. Phytopathol. 1:130. 1974. (Abstract).

WARREN, H.L. & NICHOLSON, R.L. Kernel infection, seedling blight and wilt of maize caused by *Colleotrichum graminicola*. Phytopathology, v. 65, 1975, pp. 620-623.

WARREN, H.L. Leaf anthracnose. In: Frederiksen, R.A. (Ed.). Compendium of Sorghum Diseases St. Paul: American Phytopathological Society. 1986. pp. 10-11.

WHITE, D.G. Compendium of corn diseases. Third Edition St. Paul: The American Phytopathological Society, 1999. 78p.

WILCOXSON, R.D. Stalk rot in relation to yield in corn. Phytopathological, v. 52, 1962, pp. 416-418.

WINDHAM, M.T. & KING, S.B. Microflora of roots of maize at seedling and silking stages  
in Mississippi. Plant Disease 67:1366-1368. 1983.

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

ZAMBOLIM, L., CASA, R.T. & REIS, E.M. Sistema plantio direto e doenças em plantas.  
Fitopatologia Brasileira. v:2. pp. 585-595. 2000.