

# 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\*

Eidi Alfredo Denti<sup>1</sup> & Erlei Melo Reis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escola Agrotécnica Federal de Sertão, Cx. Postal 21, CEP 99170-000, Sertão, RS; <sup>2</sup>Universidade de Passo Fundo, Cx. Postal 611, 99001-970, Passo Fundo, RS, e-mail: erleireis@tpo.com.br

(Aceito para publicação em 15/08/2003)

Autor para correspondência: Erlei Melo Reis

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.

## RESUMO

Os danos causados pelas podridões da base do colmo, a incidência de colmos doentes e as espécies de fungos envolvidas foram determinados em amostragem procedida em 29 lavouras de milho (*Zea mays*) destinadas à produção de grãos e de sementes, localizadas nas regiões do Planalto Médio gaúcho (RS) e dos Campos Gerais do Paraná (PR), nas safras 1997/98 e 1998/99. Os danos na safra 1997/98 variaram de 213 a 3.089 com média de 678 e na safra 1998/99 de 358 a 3.086 com média de 1.151 kg.ha<sup>-1</sup>. A incidência de colmos doentes no primeiro ano variou de 11,2 a 71,4 com média de 40,9 e no segundo de 21,9 a 79,3 com média de 45,9%. Não foi observada

correlação entre os danos e a incidência de colmos doentes provavelmente pela diversidade das lavouras quanto aos fatores como genótipos, sistema de cultivo e forma de semeadura, fertilidade do solo, adubação e condições ambientais. A espécie de fungo que apresentou a maior incidência na primeira safra foi *Colletotrichum graminicola* e, na segunda, *Fusarium graminearum*. Além dessas, identificou-se outras espécies, como *Diplodia maydis*, *D. macrospora*, *Fusarium moniliforme* e *F. subglutinans*.

**Palavras-chave adicionais:** podridão de diplodia, podridão de fusarium, antracnose.

## ABSTRACT

### Survey of fungi associated with stalk rot and damage quantification in corn fields of Planalto Médio and Campos Gerais of Paraná

The damage caused by corn (*Zea mays*) stalk rot, the incidence of infected stems and the species of fungus associated to them were determined in a sampling carried out in 29 commercial or seed producing corn fields, located in the regions of Planalto Médio (RS) and in Campos Gerais do Paraná (PR) during the summer growing seasons of 1997/98 and 1998/99. Damage in the 1997/98 season ranged from 213 to 3,089 with an average of 678 kg.ha<sup>-1</sup> in the 1998/99 season it ranged from 358 to 3,086 with a mean of 1,151 kg.ha<sup>-1</sup>. The

incidence of infected stalks in the first season ranged from 11.2 to 71.4 with an average of 40.9 and in the second season from 21.9 to 79.3 with an average of 45.9%. A negative correlation was not found between damage and incidence of diseased stalks probably due to a great diversity of field management regarding factors such as corn genotype, husbandry, drilling system, soil fertility, fertilization and environmental conditions. The fungus specie with the highest incidence in the first season was *Colletotrichum graminicola* and, in the second, *Fusarium graminearum*. Additional fungal species found were *Diplodia maydis*, *D. macrospora*, *F. moniliforme* and *F. subglutinans*.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais importantes no segmento produtivo agropecuário, tendo sua maior produção concentrada nas regiões Sul e Centro-Sul, que respondem por, aproximadamente, 90% da produção nacional (Recomendações, 1999).

O aumento de rendimento do milho está na dependência de vários fatores, como o potencial produtivo do genótipo e sua resistência às doenças, a fertilidade do solo, a densidade

adequada de plantas, o sistema de cultivo (rotação ou monocultura) o sistema de semeadura (convencional ou direta), o manejo de pragas e doenças e as condições ambientais. As doenças, em especial as podridões da base do colmo (PBC) do milho, podem causar danos severos e merecem destaque pelos seus reflexos econômicos. A infecção do colmo compromete a translocação de água e de nutrientes do solo para os órgãos aéreos da planta afetando o rendimento potencial e a qualidade dos grãos (Christensen & Wilcoxson, 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, no primeiro e segundo entrenós longos

\*Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor. Universidade de Passo Fundo, RS (2000)

acima da superfície do solo são indicativos da presença de podridões do colmo.

A literatura nacional cita como os principais fungos que ocorrem em milho no Brasil, atacando o colmo: *Colletotrichum graminicola* (Ces) G.W. Wils., *Diplodia maydis* (Berk) Sacc, *D. macrospora* Earle, *Fusarium graminearum* Schwabe (*Gibberella zeae* Schw.) Petch, *F. moniliforme* Sheld. (*Gibberella fujikuroi* Sawada) e *F. moniliforme* var. *subglutinans* Wr. & Reink. (*Gibberella fujikuroi* var. *subglutinans* Edwards (Pereira & Pereira, 1976; Balmer & Pereira, 1987). No Brasil, tem sido detectada incidência das PBC entre 15 a 85% e com danos de 12 a 40% (Nazareno, 1989). Segundo Denti *et al.* (1999), as PBC foram observadas com incidência de 4 a 72% e dano variável de 0,67 a 50%, dependendo do ano, do local e do genótipo.

Os danos causados pela maioria das doenças de plantas ainda não foram devidamente quantificados. São poucos os dados e, às vezes, imprecisos. Especificamente para as PBC no Brasil, os danos ainda não foram quantificados com precisão, embora Nazareno (1989) tenha feito a primeira tentativa com esse objetivo.

Este trabalho teve por objetivo quantificar os danos e a incidência de colmos doentes e de fungos associados as PBC do milho, no Sul do Brasil.

## MATERIALE MÉTODOS

As áreas amostradas, num total de 29, abrangeram lavouras de produção comercial de grãos e de sementes no Planalto Médio (RS) e dos Campos Gerais (PR). Na primeira safra (1997/98) foram amostradas lavouras envolvendo dez híbridos (AG 9014; C 855, C 901, C 909; P 3063, P 3069, P 3072, P 3081; XL 560, XL 212) e na segunda (1998/99), doze híbridos (AG 5011; C 444, C 855, C 901, C 909; P 3063, P 3069, P 3081; XL 212, XL 214, XL 215, XL 345). Em relação ao histórico das lavouras em monocultura, na safra 1996/97, todas foram cultivadas anualmente, no inverno, com aveia (*Avena* spp.) e no verão com milho. Por outro lado, na safra seguinte, essas mesmas lavouras, no inverno, receberam espécies de cobertura de solo diferentes, como nabo forrageiro (*Brassica* sp.), aveia e ervilhaca (*Vicia* spp.). Já nas de rotação de culturas, as espécies de cobertura de inverno anteriores à semeadura de milho foram aveia, cevada (*Hordeum vulgare* L.) e trigo (*Triticum aestivum* L.), sendo que, no verão, foram semeados soja (*Glycine max* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).

A metodologia utilizada para quantificar os danos das PBC foi a desenvolvida por Reis *et al.* (1998). O método consistiu em se tomar cinco sub-amostras ao acaso por lavoura, constituídas cada uma de uma fileira de 10 m, 15 a 20 dias após a maturação fisiológica dos grãos. Em cada sub-amostra, contaram-se o número total de plantas, o número de plantas assintomáticas e o número das plantas com sintomas de PBC. Consideraram-se plantas sintomáticas aquelas que apresentaram descoloração do primeiro entrenó longo acima da superfície do solo e com menor resistência à pressão dos dedos polegar e indicador. As espigas das plantas assinto-

máticas e sintomáticas foram colhidas separadamente. Coletou-se também a base do colmo de todas as plantas sintomáticas, 25 a 35 cm de comprimento acima do nível do solo. No laboratório, determinou-se a umidade dos grãos e as espigas e os segmentos de colmos foram colocados em casa de vegetação para a redução da umidade. A seguir, os dois grupos de espigas foram debulhados separadamente. A operação de processamento foi realizada utilizando-se um debulhador acionado por motor elétrico. Ao mesmo tempo, procedeu-se à limpeza dos grãos. Na determinação da umidade de grãos, do rendimento potencial, do rendimento real e do dano, utilizaram-se as seguintes fórmulas: a) para o rendimento potencial ( $R_p$ ) = PGPA/NPA x NTP; b) para o rendimento real ( $R_r$ ) = PGPA + PGPS; e c) dano ( $D$ ) =  $R_p - R_r$ .  $U_i$ , representa a umidade dos grãos na colheita;  $U_f$ , a umidade dos grãos corrigida para 13%, utilizando-se a fórmula relatada por Puzzi (1977); PGPA, o peso de grãos de plantas assintomáticas; NPA, o número de plantas assintomáticas em 10 m; NTP, número total de plantas em 10 m e PGPS, peso de grãos de plantas sintomáticas. Para o cálculo da incidência (I%) das PBC, utilizou-se a fórmula:  $I(\%) = NPS/NTP \times 100$ ; onde NPS = número de plantas sintomáticas e NTP = número de plantas em 10 m.

Os procedimentos para os cálculos do dano e da incidência foram repetidos para cada uma das cinco sub-amostras da lavoura. Os danos e a incidência por lavouras referem-se à média das cinco sub-amostras.

Um colmo de cada sub-amostra, coletada para a determinação dos danos, foi utilizado na identificação das espécies dos fungos agentes causais das PBC. O material foi cortado em segmentos de 15-20 cm e flambado com chama de álcool. Em câmara de fluxo de ar, o segmento foi aspergido com álcool e flambado novamente. Retiraram-se cinco porções de 1,0 x 4,0 mm de tecido da medula a 1,5 cm acima do nó basal e plaqueou-se em meio nutritivo de 50 g de batata + 5 g de dextrose + 15 g de ágar e água destilada q.s.p 1.000 ml + antibiótico (quemeticina solúvel à base de cloranfenicol 52,5 mg l<sup>-1</sup>) no volume de 0,55 ml<sup>-1</sup> contido em placas de Petri plásticas com 8,5 cm de diâmetro. Após incubação do material vegetal, a partir das colônias desenvolvidas foram feitos isolamentos monospóricos utilizando-se do método de diluição seriada até ser possível obter-se colônias individualizadas sobre o meio de cultura. A partir das novas colônias formadas procedeu-se a identificação das espécies tomando-se como base o tipo de frutificação, morfologia e dimensões dos esporos. Testes de patogenicidade foram feitos em plantas de milho com todos os fungos identificados. Para tal uma suspensão do inóculo foi introduzida com uma agulha de injeção no primeiro entrenó longo do colmo.

As perdas em função dos danos foram estimadas considerando-se o valor de US\$ 5.00 para cada saca de 60 kg. de milho.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A umidade dos grãos, no momento da colheita na safra 1997/98 oscilou de 23,1 a 35,0%, com média de 26,7% e na safra

1998/99 de 22,8 a 29,8%, com média de 23,5% para a safra de 1998/99.

De acordo com os resultados da incidência das PBC e dos danos (Tabelas 1 e 2), pode-se observar que, pela dispersão dos valores das médias, tanto para incidência como para danos, existe uma grande amplitude no conjunto de valores. Os resultados e os fatores observados durante a pesquisa revelaram existir uma interação de vários fatores que, certamente, influenciaram os resultados. Esses fatores devem ter interferido na incidência e nos danos das PBC, já que as lavouras e os locais foram cultivados com diferentes genótipos e manejos. Provavelmente, os mais importantes foram a fertilidade natural do solo, a adubação química utilizada, o genótipo, as espécies vegetais de cobertura do solo no inverno, o sistema de semeadura direta, a presença de restos culturais do milho como fonte de inóculo, a população de plantas e as condições climáticas.

Observa-se que, na primeira safra, a incidência média das PBC foi de 40,9% com um dano médio de 678 kg ha<sup>-1</sup>.

Nas áreas de monocultura, quanto à adubação química utilizada, pode-se observar que na lavoura onde a incidência foi de 23,2% e o dano de 377 kg ha<sup>-1</sup>, esses valores foram menores em relação às muitas lavouras com rotação, certamente em razão de vários fatores entre eles a adubação utilizada N-P-K (155 - 112 - 120 kg ha<sup>-1</sup>), que, possivelmente, tenha proporcionado equilíbrio nutricional entre colmos e espigas. Essa possibilidade encontra respaldo no trabalho de Zuber *et al.* (1957).

Segundo Leopold (1961), a senescência precoce dos tecidos, fator que acelera a manifestação dos sintomas das PBC, está relacionada com o teor de carboidratos e translocação de elementos minerais do solo às plantas e do colmo para as espigas. Assim, certamente, em lavouras onde é suprida a demanda nutricional, deverá ocorrer o retardamento dos sintomas das PBC em razão do equilíbrio nutricional entre colmo e espiga. Segundo Zuber *et al.* (1957), a quantidade de minerais, celulose, potássio e sílica no colmo está associada à fragilidade do colmo a *D. maydis* e *F. graminearum*. Para as espécies de *F. moniliforme* e *F. subglutinans*, têm sido encontrados genótipos que mostraram reações diferentes às podridões do colmo.

Outro fator que pode ter interferido na quantificação de danos é o genótipo. As lavouras onde o levantamento foi realizado foram cultivadas com uma diversidade de genótipos. Provavelmente, por terem as cultivares de milho reação diferenciada associada às podridões do colmo, esse fato possa ter também contribuído para uma maior variação nos dados obtidos. A reação de genótipo frente as PBC, nesse caso, confirma os relatos de Hooker (1977) e Silva *et al.* (1986), que mostraram existir a presença de genes dominantes para a resistência as PBC em alguns híbridos. Outro fator relacionado aos genótipos foi descrito por Fosket *et al.* (1994). Os autores observaram uma relação entre a reação de híbridos e a pigmentação da epiderme do colmo púrpura a roxo-intensa, com a maior resistência as PBC.

Outro fato que merece ser discutido é que a lavoura que apresentou incidência de 52,4% e dano de 822 kg ha<sup>-1</sup> foi

aquela na qual o milho foi cultivado em monocultura durante quatro verões seguidos. Esse fato pode ter proporcionado maior aumento do inóculo para causar as PBC (Byrnes & Carrol, 1986). O fungo com maior incidência isolado dos tecidos do colmo nessa amostra foi *D. maydis* (80%), seguido de *F. moniliforme* (12%). Na lavoura avaliada neste local, na safra anterior, foi feita silagem do milho cultivado. A adubação utilizada foi baixa e desequilibrada, N - P - K (95 - 70 - 56 kg ha<sup>-1</sup>) e provavelmente, tenha ocorrido desequilíbrio nutricional nos

**TABELA 1** - Incidência e danos das podridões da base do colmo (pbc) do milho (*Zea mays*), safra 1997/98

Sistema de cultivo*	Incidência (%)	Dano (kg/ha)
A/M/N/M	23,2	377
A/M/A/M	39,5	538
A/M/E/M	52,4	822
A/S/N/M	11,2	213
C/S/N/M	31,5	385
A/S/N/M	24,8	492
A/S/N/M	26,8	763
C/S/T/M	51,4	3089
T/S/P/M	67,5	399
A/S/P/M	48,7	508
A/S/A/M	20,7	275
C/S/A/M	65,2	452
C/S/A/M	71,4	650
A/F/A/M	39,6	518
Média	40,9	678

\*A= aveia; C= cevada; E= ervilhaca; F= feijão; M= milho; N= nabo; P= pousio; S= soja; T = trigo.

**TABELA 2** - Incidência e dano das podridões da base do colmo (PBC) do milho (*Zea mays*), safra 1998/99

Sistema de cultivo *	Incidência da PBC (%)	Dano (kg/ha)
A/M/A/M	58,4	685
A/M/A/M	41,1	961
A/M/T/M	61,6	1.087
A/S/N/M	26,6	673
A/S/N/M	40,9	844
A/S/N/M	66,0	1.681
A/S/T/M	70,1	2.445
E/S/E/M	21,9	358
C/S/E/M	77,6	3.806
A/F/A/M	19,1	359
A/S/A/M	13,8	471
A/F/A/M	26,6	473
A/S/A/M	22,2	657
A/S/A/M	79,3	1.380
A/S/A/M	64,7	1.385
Média	45,9	1.151

\*A = aveia; C = cevada; E = ervilhaca; F = feijão; M = milho; N = nabo; S = soja; T = trigo

órgãos de reserva das plantas. Yamada (1995) relata que as pesquisas em adubação no milho mostram que a melhor relação é de, aproximadamente, 1:1 entre nitrogênio e potássio.

Na safra 1997/98, observou-se que a menor incidência (11,2%) das PBC e o menor dano (213 kg ha<sup>-1</sup>) ocorreram onde se cultivou soja seguida de nabo forrageiro antecedendo a cultura do milho. Estas espécies de inverno, cultivadas antes do milho, podem também contribuir como fornecedoras de nitrogênio às plantas. Chama-se a atenção que essas espécies não são hospedeiras dos fungos envolvidos com as PBC do milho. Fato semelhante foi discutido por Lipps (1983) e Shurtleff (1992). Nessa área, a adubação na cultura do milho foi adequada de N - P - K (122 - 88 - 117 kg ha<sup>-1</sup>) e não foi utilizada irrigação. Nos isolamentos dos tecidos doentes da base dos colmos nessa lavoura, obteve-se a maior incidência da *D. maydis* (30%), seguida de *C. graminicola*, com 10%.

Por outro lado, na área em que ocorreu maior incidência (71,4%) das PBC milho em 1997/98, não houve dano elevado. A adubação na cultura foi de N - P - K (108 - 72 - 112 kg ha<sup>-1</sup>). Diante da quantidade de fertilizante utilizado, julga-se que tenham sido supridas satisfatoriamente as exigências nutricionais das plantas e, por isso, conferido tolerância as PBC, concordando com relatos de Hooker (1957). Porém, pode-se atribuir como um fator para a maior incidência, a espécie de cobertura utilizada no inverno, que foi aveia para produção de grãos. Essa espécie pode ter contribuído como fonte ou manutenção de inóculo uma vez que é hospedeira de patógenos que atacam o colmo do milho como *F. graminearum* e *C. graminicola*. Na área, o patógeno identificado com maior incidência foi *C. graminicola*, com 62,6%, seguido por *F. graminearum* (16%), além de outras espécies com menor incidência.

Chama atenção o fato de que a lavoura que apresentou o maior dano, 3.089 kg ha<sup>-1</sup>, não correspondeu à maior incidência das PBC (51,4%) (Tabela 1). Não se obteve informação precisa sobre a fertilização utilizada nessa área. Outros fatores, como insetos broca, foram encontrados e podem também estar envolvidos com os danos observados. As espécies de fungos isoladas tiveram incidências semelhantes, sendo *C. graminicola* 14%, *D. maydis* 16%, *F. graminearum* 15% e *F. moniliforme* 18,6%, além de outras com menor incidência. É provável que esses fungos tenham origem na fonte de inóculo da própria lavoura ou de lavouras próximas onde se cultivou anteriormente cevada e triticale (*X Triticococale*), mesmo no sistema de rotação de culturas (milho-soja-milho no verão). Esses dois cereais de inverno são suscetíveis a *C. graminicola* e a *F. graminearum*.

Nos valores da incidência e do dano causado pelas PBC do milho nas lavouras amostradas na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul na safra 1998/99 (Tabela 2) verifica-se que a incidência média das PBC foi de 45,9% e o dano médio de 1.151 kg ha<sup>-1</sup>, maior do que na safra anterior.

Nas três lavouras sob monocultura, observou-se a menor incidência (41,17%), possivelmente, relacionada com maior resistência do genótipo utilizado (P 3069), que apresenta pigmentação púrpura e maior rigidez dos colmos em relação à

lavoura com maior incidência. A lavoura com 61,6 % de incidência resultou em dano maior, de 1.087 kg ha<sup>-1</sup>, na qual foi utilizado o genótipo XL 212 (Tabela 2). Observou-se que na lavoura com menor incidência das PBC, foi utilizada maior quantidade de nitrogênio, 112 kg ha<sup>-1</sup>, contra 90 kg ha<sup>-1</sup> na de maior incidência, bem como a quantidade de potássio de 55 kg ha<sup>-1</sup> e 40 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Provavelmente, a fertilidade tenha contribuído para esses resultados, pois sua deficiência pode determinar o acúmulo de aminoácidos e de açúcares solúveis, que são nutrientes para os fungos, além de retardar a cicatrização das lesões nas plantas, favorecendo a penetração dos fungos (Fancelli, 1994; Yamada, 1995). Assim, a fertilidade, a resistência genética às espécies utilizadas na sucessão de culturas estão entre os fatores que certamente interferiram na incidência e no dano, conforme já observado (Fosket *et al.*, 1994).

Por outro lado, nas lavouras sob rotação de culturas observou-se que o genótipo P 3069 apresentou a menor incidência (13,8%) das PBC do milho e um dano de apenas 471 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 2). Esta área foi cultivada sob sistema de irrigação de pivô central, sendo utilizada adubação de 119 - 88 - 113 kg ha<sup>-1</sup> (N-P-K). As espécies de fungos isoladas de tecidos da base do colmo na lavoura com maior incidência foram *D. maydis* (17,3%), seguida de *D. macrospora* com (6,6%), além de outras espécies com menor incidência. Certamente, com disponibilidade adequada de água, foram menos afetadas as funções fisiológicas das plantas, concordando com os relatos de Shurtleff (1992). A população de plantas para aquela cultivar (P 3069) foi de 59.750 ha<sup>-1</sup>, considerada alta e a umidade dos grãos na colheita, de 25,7%.

A lavoura com o genótipo XL 345 apresentou a maior incidência (77,6%), correspondendo também ao maior dano (3.086 kg ha<sup>-1</sup>) no rendimento de grãos (Tabela 2). Nessa lavoura, a adubação não deve ter sido fator predisponente para a doença, pois foram utilizados 87 - 100 - 106 kg de NPK ha<sup>-1</sup>; porém, ela fora cultivada com milho na safra 1996/97. Diante disso, inferiu-se que, provavelmente, devido à monocultura, deveria haver inóculo disponível na área com a conseqüente infecção elevada dos colmos do milho. Também se constatou na lavoura o acamamento de plantas, com uma média estimada de 15%. Nos isolamentos dos tecidos da base do colmo das plantas dessa lavoura, identificaram-se *F. graminearum*, com 60,6% de incidência, e *F. moniliforme* com 15,3%, além de outros. A umidade dos grãos na colheita foi de 24,4%. Além dos fatores já mencionados, provavelmente, as precipitações pluviais baixas devem ter influenciado na incidência das espécies de *Fusarium* uma vez que a quantidade de chuva foi de apenas 60,5% em relação à normal no mesmo período. Além disso, a presença de insetos como *Diabrotica* spp. e *Heliothis zea* Bod., constatados na lavoura podem facilitar a infecção destes fungos agentes causais das PBC. Diante do exposto, é bem possível que a presença de inóculo, o genótipo e a baixa disponibilidade de água tenham sido fatores importantes no favorecimento de maior incidência e acarretando danos elevados, conforme relatos de Balmer & Pereira (1987), Cotten & Munkvold (1998) e Casa *et al.* (1998). A população de plantas

nessa lavoura foi de 61.500 ha<sup>-1</sup> podendo ser considerada elevada.

Em relação à incidência das espécies de fungos envolvidas no complexo das PBC, com base nos sintomas observados no campo, nos aspectos morfológicos e mensuração dos esporos, confirmaram-se as espécies *C. graminicola*, *D. maydis*, *D. macrospora*, *F. graminearum*, *F. moniliforme* e *F. moniliforme* var. *subglutinans* como os principais fungos agentes causais das PBC do milho nas safras 1997/98 e 1998/99 (Tabela 3).

Observou-se que a dominância das espécies de fungos envolvidas com a PBC foi diferente comparando-se as duas safras. Assim, a incidência de *C. graminicola* foi superior na safra 1997/98. Pode-se atribuir esse fato à maior precipitação pluvial ocorrida durante o período de crescimento e desenvolvimento da cultura de milho, pois houve, na região do Planalto Médio gaúcho (RS), uma precipitação pluvial de 2.352,9 mm, com média mensal de 261,4 mm de chuvas durante o período de 1º de agosto de 1997 a 30 de abril de 1998. Só no mês de outubro, a precipitação acumulada foi de 550,4 mm (Embrapa-CNPT, 2000). Dessa forma, por ser um fungo favorecido por excesso de chuva, sua predominância pode ser atribuída, em grande parte, a esse fator. Esses resultados confirmam as observações anteriores de Hooker (1977), Taylor & Leonard (1977) e Balmer & Pereira (1987). Na safra 1998/99, as condições mencionadas, especificamente quanto às precipitações pluviais, não foram semelhantes. Segundo a Embrapa-CNPT (2000), registrou-se apenas 1.210,5 mm de chuvas no mesmo período, com média mensal de 134,5 mm, o que representa apenas 51,4% do total de chuvas, quando comparado ao mesmo período na safra anterior. Essa condição pode ter contribuído para a quantificação de apenas 5,8% de incidência para esse fungo através de isolamentos dos tecidos doentes da base do colmo. Por isso, a menor disponibilidade de água pode ser atribuída como fator relevante para a sua baixa incidência durante o ciclo da cultura.

A incidência de *D. maydis* foi superior na primeira safra, quando foram quantificados 20,0% contra 7,7% na segunda safra. Além disso, pode-se atribuir a menor incidência de *D. maydis* na safra 1998/99 à ocorrência de maior período de insolação, com estiagens mais prolongadas que na safra

anterior, o que levou à exposição dos conídios à radiação solar e à desidratação, concordando com relatos de Deacon (1988), o qual afirma ser essa a principal causa da perda de viabilidade dos esporos para *D. macrospora*, observou-se que o fungo foi quantificado em maior incidência na safra 1998/99, quando as condições de umidade foram inferiores. Essa condição climática provavelmente não foi limitante a seu desenvolvimento, assemelhando-se ao relatado por Del Rio (1990) de que, em umidade relativa do ar inferior a 50%, *D. macrospora* produz mais micélio que *D. maydis*, podendo infectar a planta em qualquer estágio fenológico.

Para os fungos do gênero *Fusarium*, foi quantificada a maior incidência nas PBC na segunda safra. Um dos fatores que pode ter desfavorecido a incidência destes patógenos na primeira safra foi a precipitação pluvial excessiva, diminuindo a dispersão destes patógenos no ar. Por outro lado, ferimentos causados por insetos como *Diabrotica* spp. e *H. zaeae*, constatados com maior incidência nas lavouras onde as chuvas não foram excessivas, devem ter favorecido a penetração destes patógenos durante a segunda safra.

Além das espécies anteriormente estudadas, também foram isolados tecidos da base do colmo e identificados os fungos *Nigrospora* sp. (2,2%), *Aspergillus* sp. (2,1%), *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc. (1,4%), *Penicillium* sp. (1,8%), *Cephalosporium* sp. (1,4%), *Bipolaris zeicola* (Stout) Shoem. (1,4%) e *Trichoderma* sp. (0,5%).

A metodologia empregada no presente trabalho pode ser útil em trabalhos experimentais e em lavouras. Pode-se inferir também que os danos causados pelas PBC são passíveis de quantificação pelo método utilizado. Os danos podem ter reflexos econômicos relevantes na cultura do milho. Na região Sul do Brasil, onde são cultivados aproximadamente 5,2 milhões de hectares com lavouras de milho, ao preço médio de US\$5.00 pela saca de 60 kg, as perdas estimadas foram de US\$ 414.9 milhões (US\$79.78 ha<sup>-1</sup>). Estas perdas foram estimadas com base no dano médio das lavouras cultivadas no sistema de rotação com variação de 704 a 1.211 kg ha<sup>-1</sup>.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALMER, E. & PEREIRA, O.A.P. Doenças do milho. In: Paterniani, E. & Viégas, G.P. (Eds.) Melhoramento e produção do milho. 2.ed. Campinas, Fundação Cargill, 1987. pp.595-634.
- BYRNES, K.J. & CARROL, R.B. Fungi causing stalk rot of conventional-tillage and no-tillage corn in Delaware. Plant Disease 70:238-239. 1986.
- CASA, R.T. *Diplodia maydis* e *D. macrospora* associadas à semente de milho. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- CHRISTENSEN, J.J. & WILCOXSON, R.D. Stalk rot of corn. Saint Paul: The American Phytopathological Society. 1966b.
- COOTEN, T.K. & MUNKVOLD, G.P. Survival of *Fusarium moniliforme*, *F. proliferatum* e *F. subglutinans* in maize stalk residue. Phytopathology 88:550-555. 1998.
- DEACON, J.W. Introducción a la micología moderna. México. Limusa. 1988.

**TABELA 3** - Incidência média (%) dos principais fungos associados às podridões da base do colmo (PBC) do milho (*Zea mays*) nas safras 1997/98 e 1998/99 nas regiões do Planalto Médio gaúcho (RS) e dos Campos Gerais do Paraná (PR)

Safrá 1997/98		Safrá 1998/99	
Espécie de fungo	Incidência (%)	Espécie de fungo	Incidência (%)
<i>Colletotrichum graminicola</i>	22,6	<i>C. graminicola</i>	5,8
<i>Diplodia maydis</i>	20,0	<i>D. maydis</i>	7,7
<i>Fusarium moniliforme</i>	5,6	<i>F. moniliforme</i>	15,2
<i>D. macrospora</i>	3,5	<i>D. macrospora</i>	6,9
<i>F. graminearum</i>	2,5	<i>F. graminearum</i>	18,0
<i>F. subglutinans</i>	2,0	<i>F. subglutinans</i>	6,3

- DEL RIO, L. Maiz muerto en Honduras provocado por el complejo *Diplodia* y *Fusarium*. Manejo Integrado de Plagas 18:42-53. 1990.
- DENTI, E.A, TRENTO, S.M. & REIS, E.M. Incidência, frequência e danos por fungos envolvidos com a podridão da base do colmo de milho em 1997/98, nas regiões do Planalto Médio Gaúcho (RS) e de Guarapuava (PR). Fitopatologia Brasileira 24:279. 1999 (Resumo).
- EMBRAPA-CNPT. Informações Meteorológicas Embrapa Trigo. Disponível na Internet. <http://www.cnpt.embrapa.br/agromet.html>. 4 janeiro 2000.
- FANCELLI, A.L. Milho e Feijão: elementos para manejo em agricultura irrigada. Piracicaba. Departamento de Agricultura, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. 1994.
- FOSKET, J.R., HOPP, P.E. & SMITH, L.A. The genetic basis of plant development: a molecular approach. San Diego: Academic Press, 1994.
- HOOKE, A.L. Factors affecting the spread of *Diplodia zae* in inoculated corn stalks. Phytopathology 47:196-199. 1957.
- HOOKE, A.L. Corn anthracnose leaf blight and stalk rot. Proceedings of the thirty-first Annual Corn & Sorghum Industry Research Conference. Chicago. 1977. pp.167-182.
- LEOPOLD, A. C. Senescence in plant development. Science 134:1722-1732. 1961.
- LIPPS, P.E. Survival of *Colletotrichum graminicola* in infested corn residues em Ohio. Plant Disease 67:102-104. 1983.
- NAZARENO, N.R.X. Avaliação de perdas por podridão do colmo em milho (*Zea mays* L.) no Estado do Paraná. Fitopatologia Brasileira 14:82-84. 1989.
- PEREIRA, O.A.P. & PEREIRA, W.S.P. Estudo de *Diplodia zae* (Shw.) Lev. e *Fusarium moniliforme* Sheld. em colmo de milho. Summa Phytopathologica 2:165-171. 1976.
- RECOMENDAÇÕES técnicas para a cultura do milho no Estado do Rio Grande do Sul. Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária; Associação de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural; Federação das Cooperativas de Trigo e Soja Ltda. Porto Alegre, FEPAGRO, Boletim Técnico, n.6, 1999.
- REIS, E.M., DENTI, E.A., TRENTO, S.M., CASA, R.T. & SEVERO. Método para quantificar os danos no rendimento de grãos causados pelas podridões da base do colmo do milho. Fitopatologia Brasileira 23:300. 1998 (Resumo).
- SHURTLEFF, M.C. Compendium of Corn Diseases. American Phytopathology Society. 1992.
- SILVA, H.P., PEREIRA, O.A.P., MIRANDA FILHO, J.B. & BALMER, E. Herança da resistência a antracnose foliar (*Colletotrichum graminicola*) em milho. Fitopatologia Brasileira 11:617-623. 1986.
- TAYLOR, V.D. & LEONARD, K.J. Survival of *Colletotrichum graminicola* in infected corn stalks in North of Carolina. Plant Disease 61:382-383. 1977.
- YAMADA, T. A nutrição mineral e a resistência das plantas às doenças. In: Informações Agronômicas, POTAFOS, Boletim Técnico, n.72, 1995.
- ZUBER, M.S., CROGAN, G.O. & MICHELSON, M.E. Studies of the interrelation of field stalk lodging, two stalk rotting fungi, and chemical composition of corn. Journal of Agricultural Research 49:328-331. 1957.