

EFEITO DO RETARDAMENTO DA COLHEITA DE MILHO NA INCIDÊNCIA DE GRÃOS ARDIDOS E DE FUNGOS PATOGÊNICOS

JOÃO ANARACY SANTIN¹, ERLEI MELO REIS², AIDA TEREZINHA SANTOS MATSUMURA³, MARCELO GRAVINA DE MORAES⁴

¹Prof. Adjunto III, Centro de Pesquisa em Alimentação (Cepa), Universidade de Passo Fundo-UPF. Campus Bairro São José; Caixa Postal 611, CEP. 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: santin@upf.tche.br (autor para correspondência).

²Departamento de Fitopatologia, Faculdade de Medicina Veterinária e Faculdade de Agronomia, Universidade de Passo Fundo, RS. Caixa Postal 661. E-mail: erleireis@upo.com.br

³Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia-UFRGS. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. Bairro Agronomia, Porto Alegre, RS. E-mail: aida@ufrgs.br

⁴Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia-UFRGS. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. Bairro Agronomia, Porto Alegre, RS. E-mail: mgm@ufrgs.br

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.3, n.2, p.182-192, 2004

RESUMO - O trabalho objetivou avaliar o efeito do retardamento da colheita na incidência de grãos ardidos e de fungos patogênicos em grãos de milho dos híbridos XL 212 e XL 344, semeados no sistema plantio direto em duas áreas de 60 x 100 m, com 55.000 plantas por hectare e cultivados sobre as coberturas vegetais de solo, aveia preta e nabo forrageiro. A incidência de grãos ardidos (GA) foi determinada pela média de quatro repetições de 250g por amostra e a incidência de fungos foi determinada em 400 sementes incubadas no meio de batata-dextrose-ágar (BDA), em câmara de crescimento a 25 °C e fotoperíodo de 12 horas, durante sete dias. A incidência de GA aumentou em todos os tratamentos até a quarta avaliação, sendo que no híbrido XL 344, cultivado sobre a cobertura de nabo, alcançou 6,2% de GA e, sobre a cobertura de aveia foi de 3,5%. No híbrido XL 212, a incidência máxima foi de 2,3% e de 2,0% sobre as coberturas de aveia e nabo, respectivamente. O retardamento da colheita do milho não influenciou no aumento da incidência de grãos ardidos, porém influenciou na redução da incidência de *F. moniliforme* e no aumento da incidência de *F. graminearum* e das espécies dos gêneros *Aspergillus*, *Cephalosporium* e *Penicillium*.

Palavras-chave: milho, grãos, *Zea mays* L., colheita

EFFECT OF MAIZE HARVEST DELAY ON THE INCIDENCE OF SPOILED GRAINS AND PATHOGENIC FUNGI

ABSTRAC - This work aimed to evaluate the effect of harvest delay on the incidence of spoiled grains and pathogenic fungi on maize grains of the hybrids XL 212 and XL 344, sowed through direct planting system in two areas of 60 x 100 m, with 55.000 plants per hectare and cultivated above soil vegetal coverage, black oat and foraging turnip. The spoiled grains (SG) incidence was determined through the average of four repetitions of 250g per sample and the fungus incidence was determined on 400 grains incubated in potato-dextrose-agar, in growth chamber at 25°C and photoperiod of 12 hours for seven days. The SG incidence increased in all treatments until the fourth evaluation, considering that the hybrid XL 344, cultivated above turnip coverage, reached 6.2% of SG and,

above the oat coverage, reached 3.5%. In the XL 212 hybrid, the maximum incidence was 2.3% and 2.0% above oat and turnip coverage, respectively. The delay did not influence the increase of the spoiled grains incidence, but it influenced the decrease of the *F. moniliforme* and the raise of the incidence of the *F. graminearum* and the *Aspergillus*, *Cephalosporium* and *Penicillium* genus species.

Key words: maize, grains, *Zea mays* L., harvest.

As podridões de espigas envolvem o ataque direto dos fungos aos grãos que exibem ou não sintomas da colonização. Os grãos com sintomas são denominados de grãos ardidos (GA) e podem conter micotoxinas, acarretando a redução de fornecimento de energia, além de causarem micotoxicoses em seres humanos e animais domésticos (Reis & Casa, 1996). Segundo Pacheco *et al.* (1997), quanto mais tempo o milho permanecer na lavoura após a maturidade fisiológica, mais sujeito ficará à infecção por fungos e à contaminação por micotoxinas.

O milho é uma cultura suscetível ao ataque de fungos patogênicos e, como regra, os agentes causais das podridões do colmo são também responsáveis pelas podridões de espigas, como *Fusarium graminearum* (Schwabe), *F. moniliforme* J. Sheld., *F. subglutinans* (Wollenweb. & Reink.) P. E. Nelson, T. A. Toussoun, & Marasas, *Cephalosporium* spp., *Diplodia macrospora* Earle, *D. maydis* (Berk.) Sacc., além de outros de importância secundária, como *Nigrospora oryzae* (Berk & Br.) Petch., *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G.W. Wils., *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. (McGee, 1988; Smith & White, 1988).

No milho, a maturação fisiológica caracteriza-se pela formação de uma camada negra no ponto de inserção do grão no sabugo, que interrompe sua conexão nutricional com a planta e, por essa razão, o grão não mais acumula matéria seca. Essa etapa ocorre quando os grãos apresentam umidade entre 30 e 38% e têm seu peso máximo (Eichelberger, 2000).

Conforme Mantovani (1989), conhecer a curva de secagem no campo de cada híbrido ou variedade, que depende do ciclo, das condições climáticas e da época de plantio, favorece o sucesso da colheita, que, depois da implantação bem-sucedida da lavoura, é a operação mais importante do ciclo produtivo. Recomenda-se colher o milho com o teor de umidade dos grãos entre 18 e 26%. O manejo da cultura do milho, visando a prevenção e a redução dos danos causados pelas podridões de espigas envolve medidas de caráter cultural, ambiental e biológico (Dourado Neto & Fancelli, 2000).

O milho pode ser plantado em diferentes sistemas de cultivo, entre os quais, o plantio direto, que é realizado sobre restos culturais ou sobre coberturas desseccadas de solo. As coberturas de solo que encontram aplicação pelos produtores agrícolas são: a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb, cvs; aveia preta comum, Iapar 61 e Embrapa 29 - Garoa) é a gramínea de inverno mais utilizada como cultura de cobertura verde/morta do solo no sistema plantio direto em todo o sul do Brasil. O nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) também é usado como cobertura verde do solo e destaca-se pelo rápido crescimento, baixo custo das sementes, alto rendimento de massa verde e baixa relação C/N, que facilita a reciclagem dos nutrientes (Floss, 2000).

Este trabalho foi executado com o objetivo de avaliar o efeito do retardamento da colheita do milho na incidência de grãos ardidos (GA) e de fungos patogênicos em híbridos cultivados sobre as coberturas vegetais de solo, aveia preta e nabo forrageiro.

Material e Métodos

Local e época

Duas áreas de milho, 60 x 100 m, foram cultivadas com os híbridos XL 344 e XL 212, no sistema de semeadura direta; com 55 mil plantas por hectare, na área experimental da Universidade de Passo Fundo, safra de 99/2000. Os híbridos foram semeados sobre dois tipos de cobertura de solo, aveia preta e nabo forrageiro.

Amostragem de grãos

A amostragem dos grãos foi realizada, conforme Reis *et al.* (1998), seguindo o critério da escolha aleatória simples de cinco pontos distribuídos equidistantes dentro da área e a colheita das espigas das plantas de milho de uma fila de dez metros. As espigas foram despalhadas manualmente e debulhadas com trilhadeira no laboratório.

Foram coletadas 7 amostras, que representaram 7 tratamentos, sendo que a primeira foi realizada quando os grãos apresentavam teor de umidade de 38% e a sétima e última, cerca de 60 dias após a primeira amostragem. As amostragens foram realizadas em intervalos de 9 dias.

Teor de umidade

O teor de umidade foi obtido de acordo com o método oficial de análise de sementes utilizado pelo Ministério da Agricultura (Brasil, 1992). Os resultados são expressos em porcentagem (%) de umidade, em base úmida.

Grãos ardidos

A incidência de GA foi determinada visualmente em quatro repetições de 250g, separando-se os grãos que apresentavam sintomas de descoloração em mais de um quarto da superfície, causados pela infecção de fungos, conforme critério preconizado pelo Ministério da Agricultura (Brasil, 1996). Os resultados são expressos em porcentagem.

Fungos patogênicos

A determinação da incidência dos fungos foi realizada de acordo com método de Fernandez (1993). A amostra de grãos foi imersa em etanol a 70 % por um minuto, em seguida, foi esterilizada em solução de hipoclorito de sódio a 2%, durante 2 minutos e lavada, duas vezes, com água destilada e esterilizada. Os grãos de milho foram dispostos em placa de Petri contendo o meio BDA acrescido de 500 ppm de sulfato de estreptomicina por litro de meio de cultura. Foram empregados quatrocentos grãos, arranjados em quatro repetições de vinte placas com cinco grãos cada que foram incubadas em câmara de crescimento com temperatura de 23 a 25 °C e fotoperíodo de 12 horas durante cinco dias. Os fungos que apresentaram desenvolvimento foram identificados e quantificados com auxílio de lupa estereoscópica e microscópio ótico. As médias de incidência são expressas em porcentagem.

Delineamento experimental e análise estatística

Utilizou-se o delineamento completamente casualizado (DCC). Os tratamentos foram constituídos pelos grãos de cada amostragem, dos híbridos XL 212 e XL 344, cultivados sobre duas culturas vegetais de solo. Foram obtidos 7 tratamentos com 4 repetições da unidade experimental para cada avaliação. Os resultados foram submetidos à análise de variância univariada a 5% de probabilidade pelo teste F de significância e análise de regressão polinomial. Utilizou-se o programa computacional Sistema de Análise de Variância - versão 3.02 – SISVAR.

Resultados e Discussão

Grãos ardidos

A avaliação dos grãos de milho dos híbridos XL 344 e XL 2124 quanto à incidência de GA teve início quando eles apresentavam alto teor de umidade, conforme Tabela 1. A incidência de

GA aumentou nos dois híbridos cultivados sobre as duas coberturas de solo até a quarta avaliação. Nas avaliações seguintes, foi detectada a redução da incidência de GA.

No milho híbrido XL 344, as incidências mais altas de GA foram de 6,2% e 3,5%, respectivamente, cultivado sobre a cobertura de nabo e de aveia. O híbrido XL 212 revelou, respectivamente,

TABELA 1. Teor de umidade (%) dos grãos de milho nas sete coletas realizadas a intervalos de nove dias dos híbridos XL 212 e XL 344 cultivados sobre as coberturas vegetais de solo, aveia preta e nabo forrageiro.

Teor de umidade (%) dos grãos nas sete coletas de grãos de milho								
Híbridos	Coberturas	1	2	3	4	5	6	7
XL 212	Aveia	37,0	32,0	26,0	19,0	16,7	14,6	13,0
XL 212	Nabo	38,0	32,0	25,4	19,0	16,0	15,5	13,0
XL 344	Aveia	38,0	33,0	25,0	18,0	16,7	14,8	13,4
XL 344	Nabo	37,0	32,0	24,0	18,6	15,6	15,0	14,0

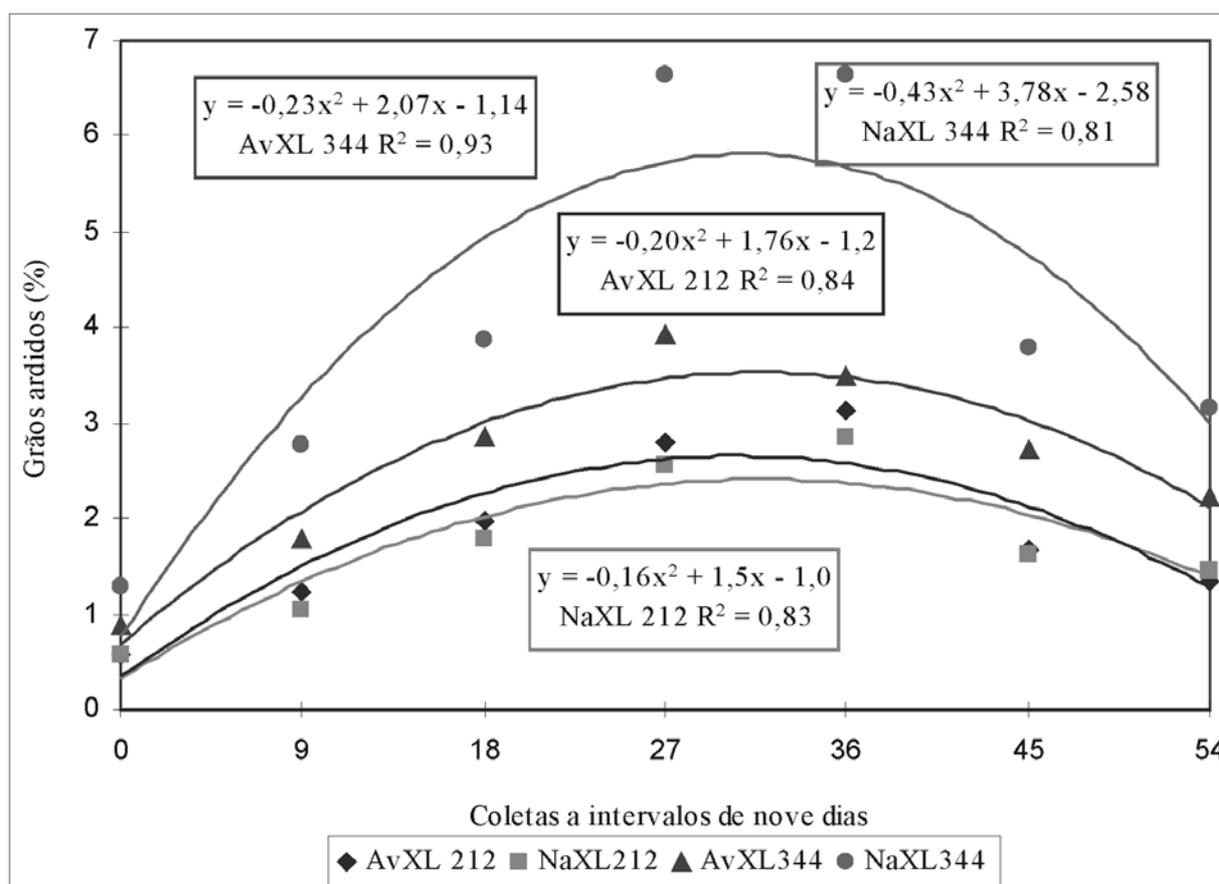


FIGURA 1. Incidência de grãos ardidos (GA) em grãos de milho dos híbridos XL 212 e XL 344, cultivados sobre duas coberturas vegetais do solo, Av = aveia; Na = nabo, avaliados em sete coletas em intervalos de nove dias.

as incidências de GA de 2,3% e 2,0% sobre as coberturas de aveia e nabo entre a quarta e a quinta avaliação.

A incidência de GA apresentou variação semelhante nas avaliações de todos os tratamentos. Esse resultado relacionou-se às características genéticas dos híbridos, ao sistema plantio direto, à adaptação dos híbridos ao solo e ao clima e à presença de inóculo.

O aumento dos sintomas de colonização dos grãos por fungos, caracterizada pela incidência de GA, ocorreu enquanto os grãos apresentavam teores de umidade acima de 18,0%. Abaixo desse teor de umidade dos grãos, a infecção e a

colonização deixaram de ser sintomáticas, pois foi baixando a incidência de GA.

Fungos patogênicos

Aspergillus spp.

A incidência de *Aspergillus* spp. aumentou à medida que transcorreu o retardamento da colheita dos grãos dos híbridos XL 344e XL 212 (Figura 2). O aumento da incidência coincidiu com a redução do teor de umidade dos grãos (Tabela 1). Essa relação foi associada à habilidade desse gênero de fungos em colonizar substratos com baixo teor de umidade, sendo, por isso, considerados fungos de pós-colheita ou de armazenamento.

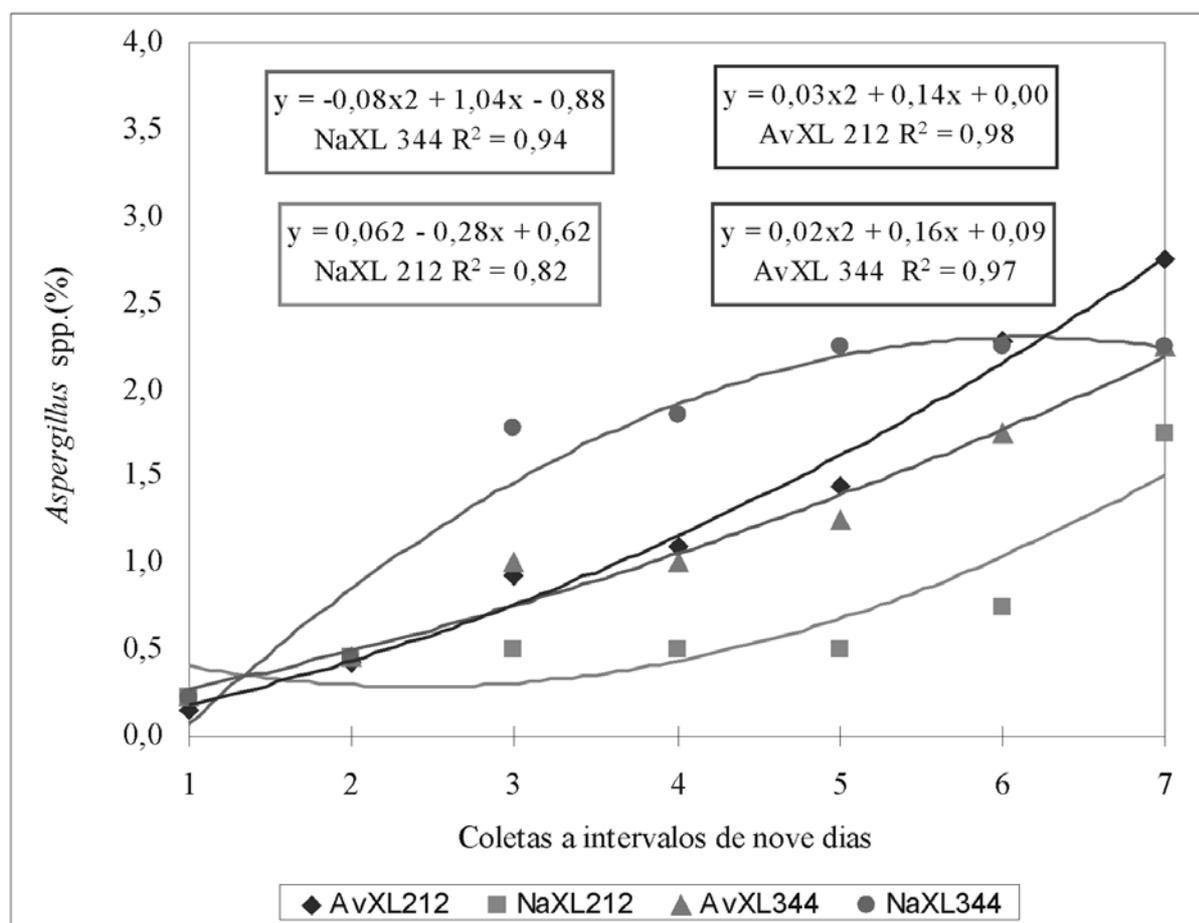


FIGURA 2. Incidência de *Aspergillus* spp. em grãos de milho dos híbridos XL 212 e XL 344 cultivados sobre duas coberturas vegetais do solo, Av = aveia; Na = nabo, avaliados em sete coletas em intervalos de nove dias.

As incidências de *Aspergillus* spp. foram semelhantes nos dois híbridos XL 344 e XL 212 cultivados sobre as duas coberturas vegetais de solo, aveia e nabo. A presença de espécies de fungos *Aspergillus* spp. nos grãos oriundos da lavoura foi considerada uma fonte de inóculo para o milho a ser armazenado. Essa possibilidade decorre do fato de que a mistura de lotes de grãos infectados com outros não infectados prejudica a qualidade e o valor comercial de toda a produção, por favorecer o desenvolvimento de fungos de pós-colheita, caso não seja realizada a secagem

adequada e o monitoramento periódico da temperatura e do teor de umidade dos grãos e do ambiente durante o armazenamento do produto.

Cephalosporium spp.

De acordo com a Figura 3, a incidência do fungo *Cephalosporium* spp. aumentou durante o período de retardamento da colheita. As médias de incidência alcançaram 36,0% no XL 344 e 52,0% no XL 212 na última avaliação. As incidências variaram de 25,0% a 35,0% no intervalo de teor de umidade considerado pela literatura a época adequada para a colheita, que ocorreu entre

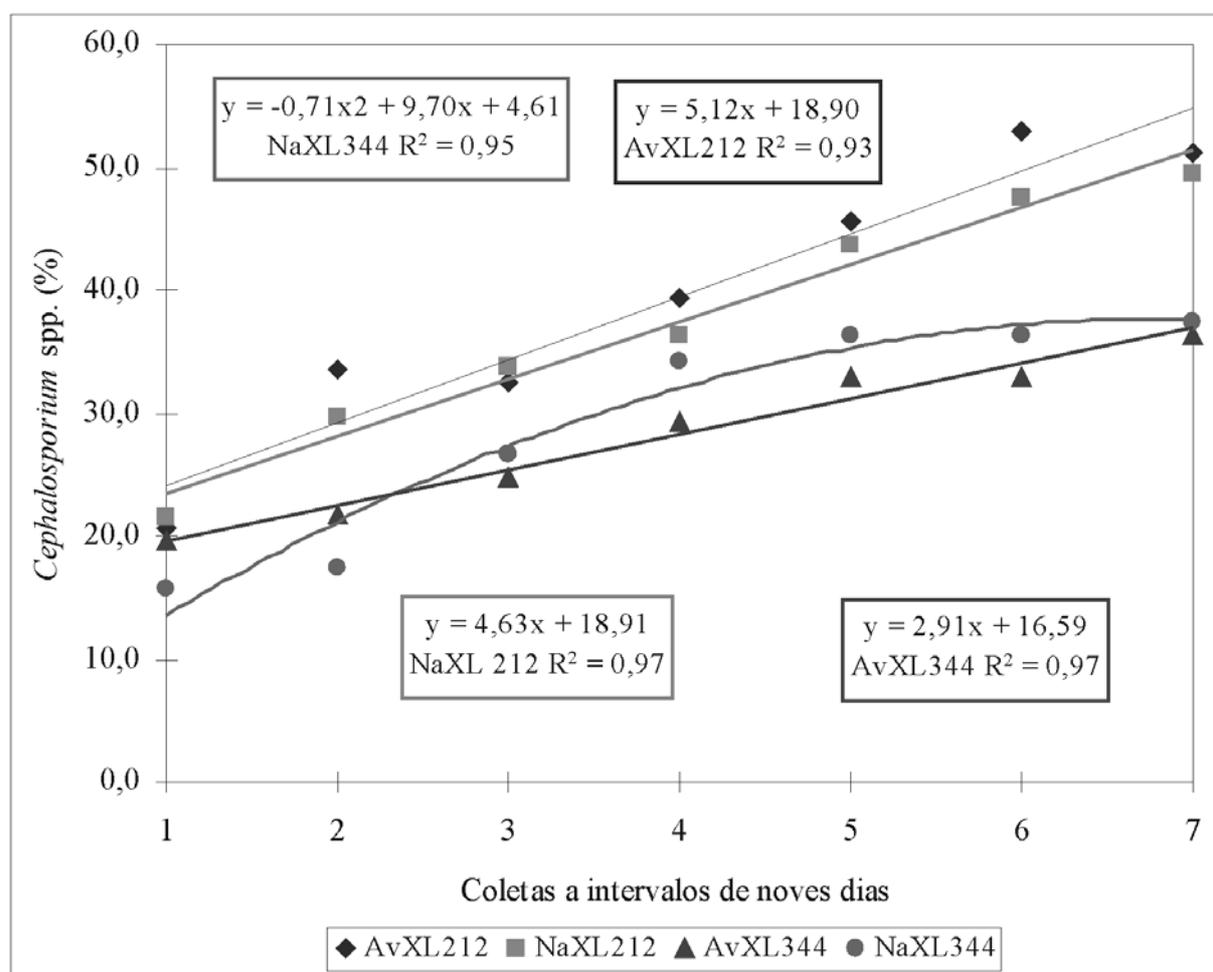


FIGURA 3. Incidência de *Cephalosporium* spp. em grãos de milho dos híbridos XL 212 e XL 344 cultivados sobre duas coberturas vegetais do solo, Av = aveia; Na = nabo, avaliados em sete coletas em intervalos de nove dias.

a terceira e a quarta avaliação (Tabela 1). Esses percentuais de incidência se assemelham aos resultados obtidos por Trento (2000), que detectou 20,7% e 58,1% incidências de *Cephalosporium* spp., respectivamente, nas safras agrícolas 97/98 e 98/99.

As espécies de *Cephalosporium* spp. apresentaram aumento de incidência, durante todo o período de monitorado nos dois híbridos avaliados, enquanto avançava a senescência das plantas de milho e ocorria a perda do teor de umidade nos grãos. Esse gênero de fungos revelou capacidade para se desenvolver com alto e baixo teor de umidade no substrato, bem como indicou ser competitivo com as outras espécies patogênicas.

A literatura que traz relatos da incidência de *Cephalosporium* spp. nos grãos de milho, como Pinto (1998) e Trento (2000), não fazem referências acerca da epidemiologia e da patologia desse fungo na cultura do milho. Desse modo, neste estudo não foi realizada uma análise das conseqüências da incidência e das características dos sintomas nos grãos ardidos.

Fusarium graminearum

As médias de incidência aumentaram nos dois híbridos, XL 212 e XL 344, independentemente da cobertura vegetal do solo, à medida que transcorria o retardamento da colheita e alcançava na avaliação final, percentual entre 4,0% e 5,0%. A incidência evoluiu de modo semelhante em todos os tratamentos (Figura 4).

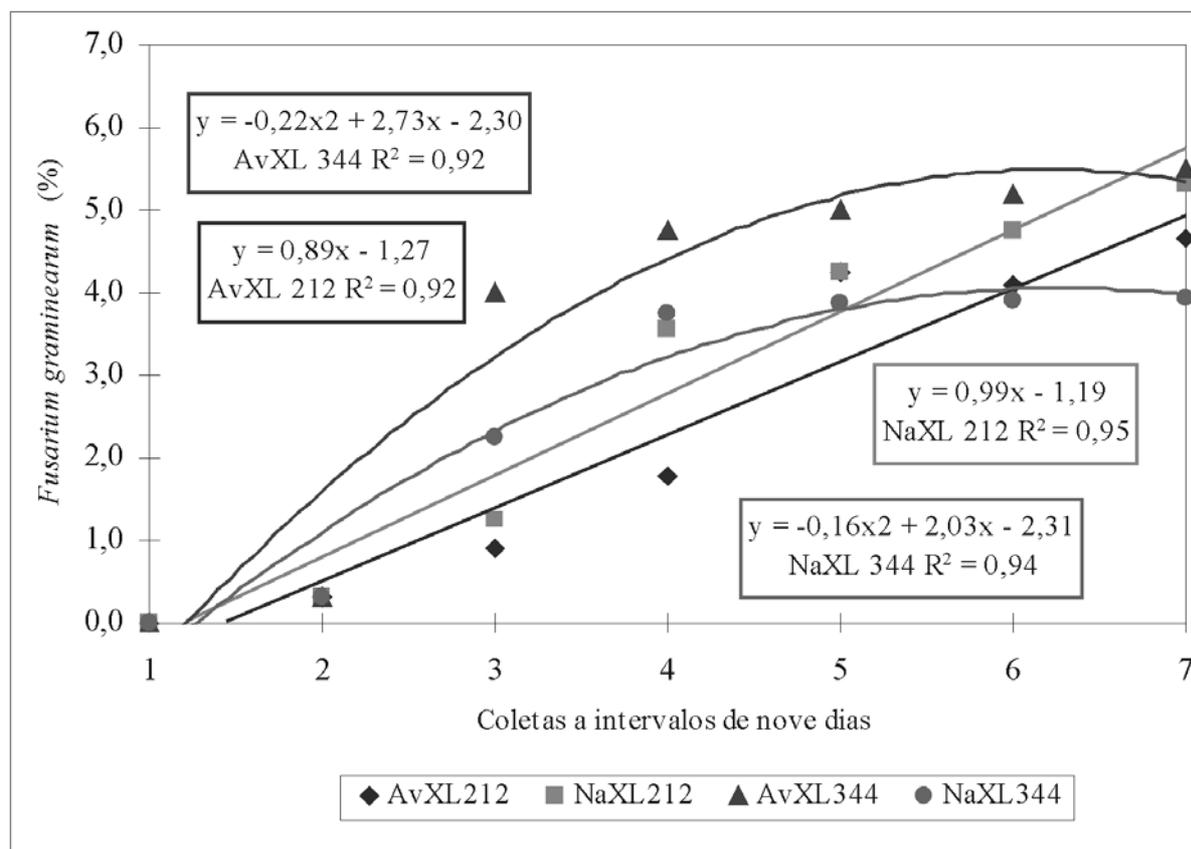


FIGURA 4. Incidência de *Fusarium graminearum* em grãos de milho dos híbridos XL 212 e XL 344 cultivados sobre duas coberturas vegetais do solo, Av = aveia, Na = nabo, avaliados em sete coletas em intervalos de nove dias

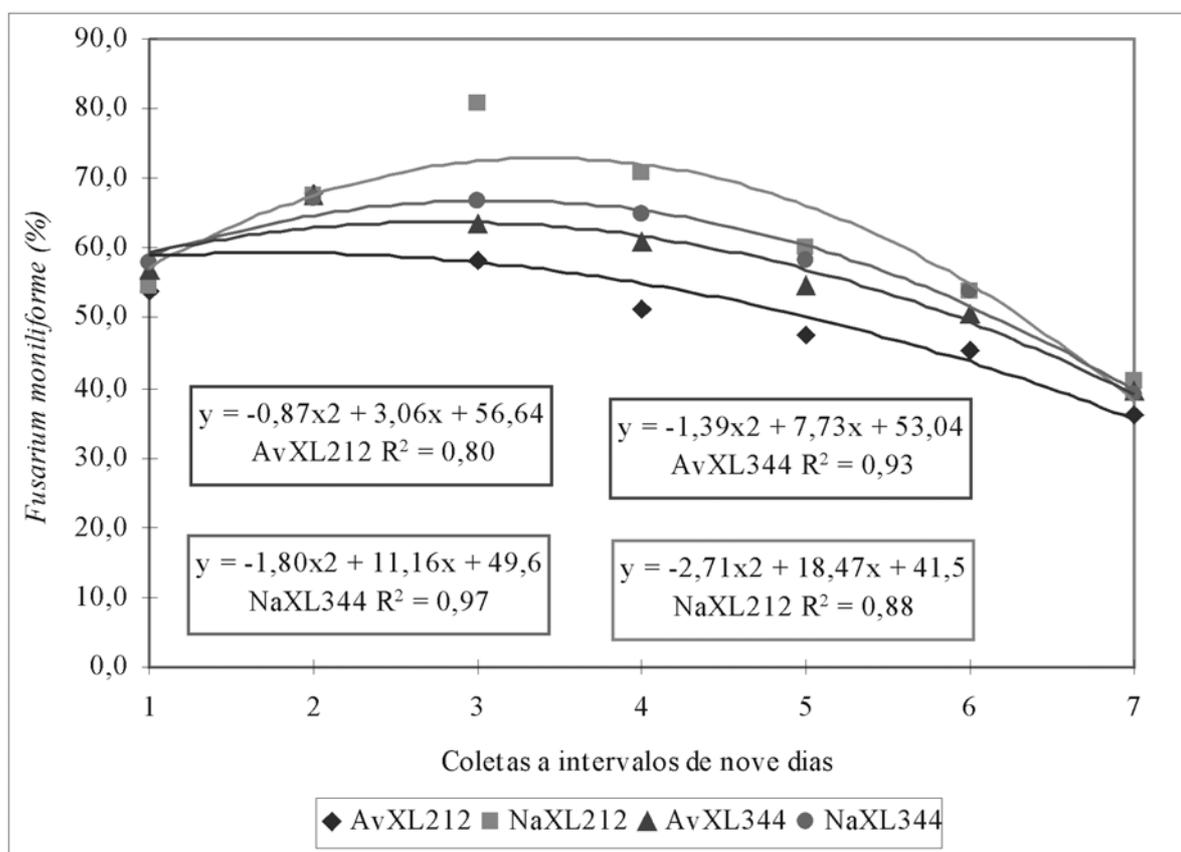


FIGURA 5. Incidência de *Fusarium moniliforme* em grãos de milho dos híbridos XL 212 e XL 344 cultivados sobre coberturas de solo (Av = aveia, Na = nabo), avaliados em sete coletas em intervalos de nove dias.

A incidência da espécie de fungo *F. graminearum*, agente causal da podridão da giberella, foi detectada nos dois híbridos a partir da segunda avaliação, indicando que essa espécie de fungos tem habilidade de se desenvolver em grãos de milho com baixo teor de umidade, enquanto que o *F. moniliforme*, espécie do mesmo gênero, apresentou elevada incidência em grãos alto teor de umidade (Tabela 1) e (Figura 5).

Fusarium moniliforme

A incidência do fungo *F. moniliforme* aumentou até a segunda avaliação nos dois híbridos, período no qual os grãos apresentavam elevado teor de umidade (Figura 5). Os resultados da incidência de *F. moniliforme* foram semelhantes

para ambos os híbridos e coberturas vegetais de solo, sendo que a média inicial se situou entre 50,0 e 60,0%. A partir da segunda e terceira avaliação, foi detectado o abaixamento da incidência à medida que transcorria o retardamento da colheita, indicando que a atividade metabólica de *F. moniliforme* foi mais acentuada no início do período da maturação fisiológica, quando os grãos apresentavam o máximo de nutrientes e elevado teor de umidade.

A média aproximada de incidência de 62,0% em ambos os híbridos coincidiu com o percentual mais elevado de GA e com o intervalo de teor de umidade indicado para a realização da colheita mecânica de acordo com as recomendações da literatura.

A média aproximada de incidência de *F. moniliforme* ao final das avaliações foi de 35,0% e correspondeu a um abaixamento médio aproximado de 40,0% entre o início e o final nos sete tratamentos. Esse resultado foi relacionado com o retardamento da colheita, a perda do teor de umidade dos grãos e a competição com as outras espécies de fungos patogênicos, como *F. graminearum*, *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp e *Cephalosporium* spp.

Penicillium spp.

A espécie de *Penicillium* spp. Apresentou, ao final das avaliações, a incidência de 9,5% no híbrido XL 344, cultivado sobre a cobertura

de nabo, ao passo que a incidência em XL 344 cultivado sobre aveia foi de 6,0%. O híbrido XL 212 cultivado sobre aveia e nabo apresentou, na avaliação final, as incidências respectivas de 4,5% e 6,5% (Figura 6). As incidências em ambos os híbridos, independentemente de coberturas vegetais de solo, apresentaram aumento acentuado durante o intervalo do retardamento da colheita, embora esse gênero de fungos seja considerado pós-colheita e saprofítico.

O percentual de incidência detectado na última avaliação indicou que a presença do agente causal da podridão de penicilium pode danificar os grãos durante o armazenamento do produto,

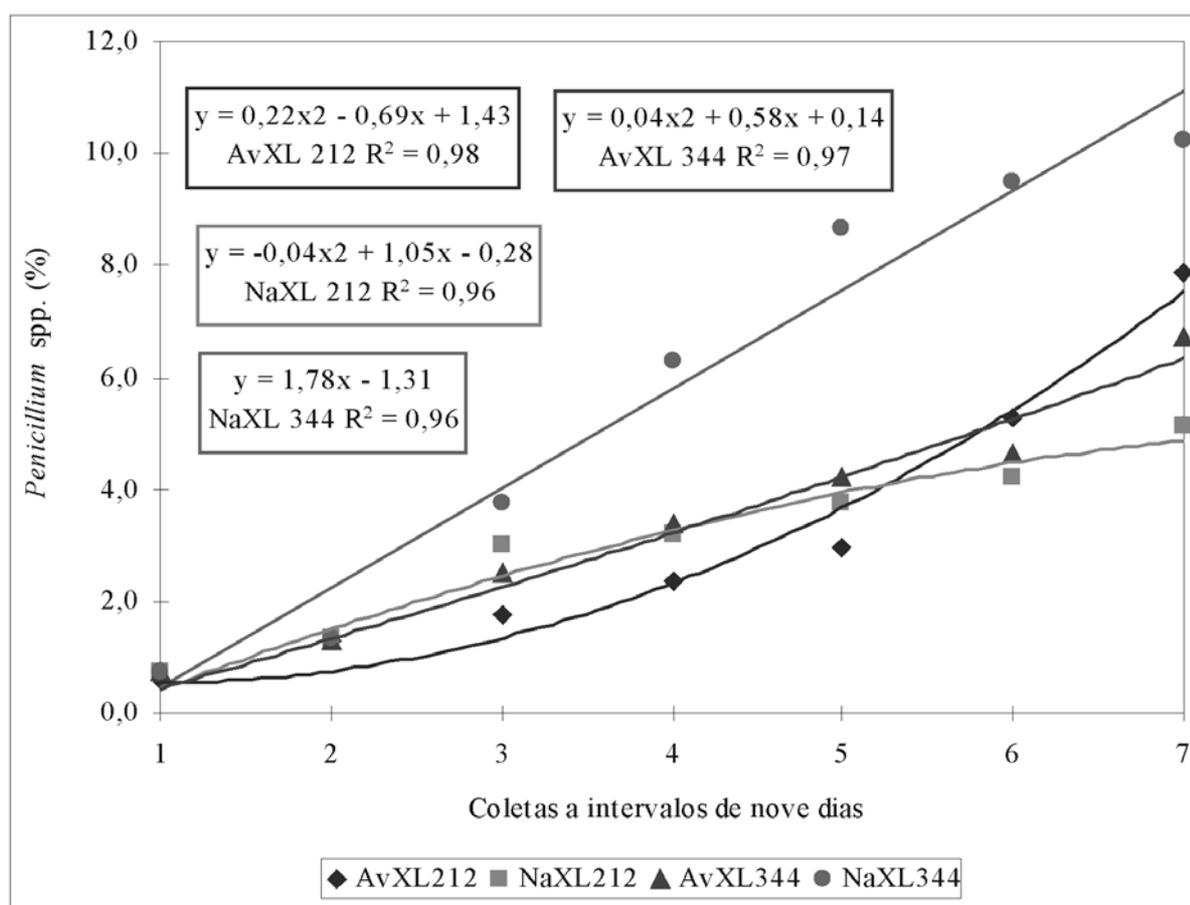


FIGURA 6. Incidência de *Penicillium* spp. em grãos de milho de híbridos XL 212 e XL 344 cultivados sobre duas coberturas vegetais do solo, Av = aveia; Na = nabo, avaliados em sete coletas em intervalos de nove dias.

caso não seja realizada a secagem adequada. Segundo Smith & White (1988), a incidência do fungo antes da colheita e o teor de umidade dos grãos são alguns dos fatores que comprometem a conservação dos grãos durante o armazenamento.

As avaliações dos grãos dos híbridos realizadas ao longo da execução dos tratamentos, em relação à presença de fungos patogênicos causadores de doença de podridão da espiga e de grãos ardidos, revelaram os fungos *Aspergillus* spp., *Cephalosporium* spp., *Fusarium graminearum*, *F. moniliforme* e *Penicillium* spp. como os de maior incidência. Outros fungos, como *Diplodia* spp., *Colletotrichum graminicola*, *Nigrospora* spp. e *Trichoderma* spp. foram detectados, porém em percentuais baixos.

Conclusões

O retardamento da colheita de milho não influenciou no aumento da incidência de grãos ardidos nos híbridos XL 344 e XL 212.

O retardamento da colheita dos grãos de milho influenciou no aumento da incidência de *F. graminearum* e das espécies dos gêneros *Aspergillus*, *Cephalosporium* e *Penicillium* e na redução da incidência de *F. moniliforme*.

Literatura citada

BRASIL. Ministerio da Agricultura e do Abastecimento. Portaria n. 11 de 12 de abril de 1996. Estabelece critérios complementares para a classificação do milho. **Diário Oficial da [da] Republica Federativa do Brasilia**, Brasília, DF, n. 72, p. 6231, 15 abr.1966. Seção 1.

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. Colheita In: DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. Cap. 10, p. 339-360.

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. Ecofisiologia e fenologia. In: DOURADO

NETO, D.; FANCELLI, A. L. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. Cap. 1, p.21-54.

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. Principais doenças e seu controle. In: DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. Cap. 7, p. 253-282.

EICHELBERGER, L. **Secagem e armazenamento de grãos**: manual de treinamento. Porto Alegre: Senar - RS, 2000. 72 p.

FERNANDEZ, M. R. **Manual para laboratório de fitopatologia**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1993. 128 p. (Embrapa-CNPT. Documentos, 6).

FLOSS, E. L. Manejo de coberturas: aspectos físicos e químicos visando alta produtividade em milho. In: SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DO MILHO, 2000. Passo Fundo. **Artigos...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 2000. p.39-51.

MANTOVANI, E. C. **Colheita mecânica, secagem e armazenamento do milho**. São Paulo: Fundação Cargill, 1989. Cap. 01, p. 1-24.

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

PACHECO, A. C.; DIETRICH, R. C. Avaliação de grãos ardidos em 32 híbridos de milho em Campo Erê-SC. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 3, p. 153-155, 1997.

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

REIS, E. M.; CASA, R. T. **Manual de identificação e controle de doenças de milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 80 p.

REIS, E. M.; DENTI, E. A.; TRENTA, S. M.; CASA, R. T.; SEVERO, R. Método para quantificar danos no rendimento de grãos causados pelas podridões da base do colmo do milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, p.300, 1998. Suplemento.

SMITH, D. R.; WHITE, D. G. Diseases of corn. In: SPRAGUE, G. F.; DUDLEY, J. W. **Corn and**

corn improvement. 3.ed. Madison: American Society Agronomy, 1988. Cap. 12, p. 688-766.

TRENTA, S. M. **Quantificação de danos causados por podridões de espiga e de grãos ardidos em milho, em diferentes sistemas de manejo de plantas**. 2000. 70 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.