

REAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO À *Curvularia* ssp, SOB DOIS NÍVEIS DE ADUBAÇÃO COM NITROGÊNIO, NO SUL DO TOCANTINS

MAIZE HYBREDS REACTION TO *Curvularia* ssp, UNDER TWO LEVELS OF NITROGEN FERTILIZATION, IN THE SOUTH TOCANTINS STATE, BRAZIL

Aurélio VAZ-DE-MELO¹
Flávio Sérgio AFFÉRRRI¹
Michel Antonio DOTTO²
Joeses Mucci PELUZIO¹
Gil Rodrigues dos SANTOS¹
Edmar Vinicius de CARVALHO²

RESUMO

Com o presente trabalho objetivou-se avaliar a resistência de plantas de vinte e três híbridos de milho à *Curvularia* ssp, agente etiológico da mancha de *Curvularia*, além de avaliar a melhor época para avaliação, em condições de infecção natural, sob dois níveis de adubações de nitrogênio e o efeito do patógeno na produtividade da cultura, no Sul do Tocantins. Os experimentos foram realizados na Estação Experimental do Campus Universitário de Gurupi, pertencente à Universidade Federal do Tocantins - UFT. A severidade da doença foi avaliada em duas épocas, no florescimento e 30 dias após o florescimento. Na média a reação dos híbridos, quanto à severidade da mancha de *Curvularia*, foi maior na segunda avaliação, considerada a melhor época de avaliação, independentemente das doses de nitrogênio. Contudo, na maior dose de nitrogênio a variância genética foi maior. O híbrido XGN5320 apresentou a maior nota de severidade (80%), sendo esse, diferentes dos demais híbridos. A reação dos híbridos experimentais de milho UFT-11x52, 127x12, 127x52, 82x38, 8x111 e 8x52, com relação à mancha de *Curvularia* não são dependentes das doses de nitrogênio. Os híbridos experimentais de milho mais resistentes à mancha de *Curvularia*, independentemente dos níveis de nitrogênio em cobertura, são UFT - 111x1149, 12x11, 12 x38 e 8x12.

Palavras-chaves: *Zea mays*; seleção; melhoramento; resistência à doença.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the resistance of plants of twenty and three maize hybrids to *Curvularia* spp, the ethiologic agent of *Curvularia* leaf spot and to evaluate the best timing to assess under conditions of natural infection and two levels of nitrogen and the effect of the pathogen in the productivity, in South of Tocantins State, Brazil. The experiments were conducted at the Experimental Station, Campus Gurupi, of the Federal University of Tocantins - UFT. The severity of the disease was evaluated in two seasons, in the flowering and 30 days after flowering. On average the reaction of the hybrids to concern the severity of the *Curvularia* leaf spot was higher in the second evaluation. However, the higher dose of nitrogen was greater genetic variance. The XGN5320 hybrid had the highest note of severity (80%), being that, different from other hybrids. The reaction of the maize hybrids UFT-11x52, 127x12, 127x52, 82x38, 8x52 and 8x111, with respect to the *Curvularia* leaf spot are not dependent on nitrogen levels. The maize hybrids more resistant to *Curvularia* leaf spot are UFT - 111x1149, 12x11, 12x38 and 8x12.

Key-words: *Zea mays*; selection; breeding; resistance to disease.

¹Professor do Curso de Agronomia da Universidade Federal do Tocantins. Campus Universitário de Gurupi, Rua Badejós, Chácaras 69/72, lote 07, Zona rural, CEP. 77402-970, Gurupi, Tocantins, Brasil. E-mail: aureliovazdemelo@gmail.com, flavio@uft.edu.br (Autor para correspondência), joesesp@uft.edu.br, gilrsan@uft.edu.br.

²Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Tocantins. Campus Universitário de Gurupi, CEP. 77402-970, Gurupi, Tocantins, Brasil. E-mail: micheldotto@hotmail.com, ed.vinicius_carvalho@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

As doenças do milho, principalmente aquelas causadas por fungos, podem comprometer o potencial de rendimento da cultura (White, 1999). Como exemplo, o complexo mancha branca pode causar perdas acima de 60% (Silva & Schipanski, 2007).

Com relação à mancha de *Curvularia*, os relatos de danos são poucos ou de difícil acesso no meio científico, porém é observado aumento da ocorrência dessa doença na região Sul do Tocantins nos últimos anos. Os primeiros sintomas da mancha de *Curvularia* aparecem em formas de pequenas necroses nas folhas e, partem do centro em direção das mesmas (Mandokhot & Basu Chaudhary, 1972).

No Tocantins, apenas dois trabalhos relatam à ocorrência da doença, o primeiro foi o trabalho de Morello et al. (1995) para avaliar a incidência de doenças no milho, sob condições de infestação natural, em diferentes cultivares, no Cerrado Tocantinense, no ano agrícola de 1994/95, e o outro o trabalho conduzido por Quirino & Coelho (1997) avaliando especificamente as perdas na produtividade causadas pela ação da doença. Embora as informações a respeito de cultivares com resistência à *Curvularia* ssp sejam ainda incipientes, sabe-se que a resistência genética é a maneira mais eficiente e, também econômica, para se combater ou evitar as doenças e pragas (Lima et al., 1996). Portanto, nos programas de melhoramento genético a seleção de genótipos resistentes as principais doenças é de fundamental importância (Peixoto et al., 2002).

Como os programas de melhoramento de milho são muito dinâmicos, e produzem grande número de novas cultivares anualmente, é necessário avaliar o comportamento desses em relação à *Curvularia* ssp, não só para direcionar futuros trabalhos de melhoramento visando à obtenção de cultivares resistentes (Bresseghele et al., 1999), mas também orientar na escolha e recomendação de cultivares no Sul do Estado do Tocantins.

Diante desse contexto, objetivou-se avaliar a resistência de plantas de 23 híbridos de milho, à *Curvularia* ssp, agente etiológico da mancha de *Curvularia*, além de avaliar a melhor época para avaliação, em condições de infecção natural, sob dois níveis de adubações com nitrogênio e o seu efeito na produtividade dos híbridos, no Sul do Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no campo experimental da Universidade Federal do Tocantins - UFT, situado na cidade de Gurupi-TO, em altitude de 280 m, na localização de 11°43'45" de latitude Sul, 49°04'07" de longitude Oeste. O solo é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, textura arenosa. Segundo Köppen (1948), a classificação climática regional é do tipo B1wA'a' úmido com moderada deficiência hídrica. A

temperatura média anual é de 29,5 °C, com precipitação anual média de 1804 mm.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliados 22 híbridos experimentais de milho da UFT e um híbrido comercial (XGN5320), em dois níveis de nitrogênio, alto (80 kg ha⁻¹ de N) e baixo (40 kg ha⁻¹ de N), separadamente, um nível em cada experimento. A adubação dos demais nutrientes utilizados foi baseada na análise de solo, realizada manualmente no dia do plantio (06/12/2007) e aplicada diretamente no sulco. O plantio foi realizado manualmente. As parcelas foram constituídas de duas linhas de cinco metros, com espaçamento de 0,90 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, com uma população de 60.000 plantas ha⁻¹.

Foram avaliadas dez plantas por parcela (cinco de cada uma das linhas – ao acaso e no meio da parcela), em condições naturais de infecção, por meio de uma escala de notas para medir a severidade da doença com valores de 1 a 9, respectivamente para 0%, 1%, 2,5%, 5%, 10%, 25%, 50%, 75% e >75% de tecido foliar afetado (Agrocere, 1996). Os híbridos foram classificados em resistentes (0% de manchas nas folhas, nota 1), mediamente resistentes (1 a 5% de manchas nas folhas, notas de 1 a 4), mediamente suscetíveis (10 a 50% de manchas nas folhas, notas de 5 a 7) e suscetíveis (> 70% de manchas nas folhas, notas maiores que 7). As avaliações de severidade foram realizadas em dois estádios de desenvolvimento da cultura, a primeira no florescimento pleno e a segunda, 30 dias após o florescimento. Durante as avaliações dos híbridos foram realizadas coletas de folhas doentes para comprovação da doença. Posteriormente, no laboratório as amostras foram colocadas em câmara úmida proporcionada por saco plástico contendo no seu interior os tecidos doentes e algodão embebido em água estéril, visando o desenvolvimento das estruturas do patógeno. Após três dias de incubação os tecidos foram visualizados em microscópio de luz, onde o patógeno foi classificado de acordo com as descrições de Ellis (1971).

A colheita foi realizada com base na área útil da parcela, quando os grãos de milho atingiram aproximadamente 160 g kg⁻¹ de umidade. O peso de grãos obtido na parcela, após a correção da umidade para 120 g kg⁻¹, foi transformada em kg ha⁻¹.

Com dados das parcelas foi realizada análise de variância conjunta, os grupos de médias foram comparados pelo teste de agrupamento de médias Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade. Na sequência, procedeu-se análise de Trilha para verificar a relevância da severidade da mancha de *Curvularia* na produtividade dos híbridos, com auxílio do programa Genes (Cruz, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise conjunta indicou interação significativa ($p \leq 0,01$) entre os híbridos e doses de

nitrogênio nas duas avaliações de mancha de Curvularia, ou seja, os híbridos responderam diferentemente em relação às doses de nitrogênio em cobertura. Com isso, foi realizado o desdobramento de cada fator dentro do outro. O mesmo ocorreu entre os híbridos e níveis de adubação de cobertura de nitrogênio, sendo ambos significativos ($p \leq 0,01$) nessas características. Esse resultado demonstra a existência de variabilidade genética entre os híbridos na resposta à infecção natural da mancha de Curvularia. Observou-se também que todos os genótipos foram infectados pelo patógeno e dessa forma, não existiu imunidade à doença. Entretanto, a variância genética obtida nas diferentes condições de nitrogênio foram de 1,1 e 1,2 na primeira avaliação (1AV), de 167,9 e 282,0 na segunda (2AV), respectivamente na condição de baixo e alto nitrogênio (Tabela 1). Esses valores confirmam que, embora exista variabilidade genética quanto à resistência a mancha de Curvularia em ambos os níveis de adubação de cobertura, em condições de alto nível de nitrogênio,

a variância genética é superior a observada em baixo N. Com isso, o sucesso de seleção de cultivares resistentes a mancha de Curvularia é mais favorável em alto N. De acordo com Cruz (2006) quanto maior o valor de variância genética maior o sucesso de seleção. Esse maior valor de variância genética em alto N, principalmente na segunda avaliação da mancha de Curvularia pode ser devido a altas doses de nitrogênio favorecer a infecção e o desenvolvimento de doenças fúngicas (Caldwell et al., 2002). Isso pode ter ocorrido devido à alta concentração de nitrogênio nas plantas reduzir a produção de compostos fenólicos (fungistáticos) e de lignina nas folhas, diminuindo a resistência aos patógenos (Marschner, 1986). Outra hipótese seria que as maiores concentrações de nitrogênio proporcionam maiores altura de plantas e com isso o fator microclimático favorece mais a infecção e o desenvolvimento da doença nessas condições.

TABELA 1 - Médias relativas às avaliações da severidade da mancha de Curvularia nos híbridos experimentais de milho em Gurupi-TO, na safra de 2007/2008

Híbridos Experimentais	Segunda avaliação (2AV)						MÉDIA	
	BAIXO N			ALTO N				
UFT-111x127	5,5	d	B	49,7	b	A	27,6	d
UFT-111x149	4,5	d	B	9,8	d	A	7,1	f
UFT-111x82	47,5	a	A	25,0	c	B	36,3	c
UFT-11x52	24,0	b	A	24,8	c	A	24,4	d
UFT-127x12	24,5	b	A	25,0	c	A	24,8	d
UFT-127x149	4,5	d	B	25,0	c	A	14,8	e
UFT-127x38	24,0	b	B	48,5	b	A	36,3	c
UFT-127x52	9,5	c	A	9,5	d	A	9,5	f
UFT-127x8	9,5	c	B	24,3	c	A	16,9	e
UFT-12x11	5,0	d	B	9,5	d	A	7,3	f
UFT-12x111	9,5	c	B	24,5	c	A	17,0	e
UFT-12x38	5,5	d	A	6,0	d	A	5,8	f
UFT-H38x11	24,0	b	A	25,0	c	A	24,5	d
UFT-38x111	24,5	b	A	25,0	c	A	24,8	d
UFT-38x52	9,5	c	B	22,5	c	A	16,0	e
UFT-82x12	24,5	b	A	23,0	c	A	23,8	d
UFT-82x38	49,5	a	A	50,0	b	A	49,8	a
UFT-8x111	23,0	b	A	23,5	c	A	23,3	d
UFT-8x12	5,0	d	B	9,0	d	A	7,0	f
UFT-8x38	25,0	b	A	24,0	c	A	24,5	d
UFT8x52	9,0	c	A	9,5	d	A	9,3	f
UFT8x82	9,5	c	A	10,5	d	A	10,0	f
XGN5320	7,0	d	B	80,0	a	A	43,5	b
MÉDIAS	16,7		B	25,4		A	21,0	
CV(%)	7,2			17,3				
Vg	167,9			282,0				

Grupos de médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, em cada característica, não diferem, estatisticamente, pelo teste de Scott e Knott (5%): a 5% de probabilidade. Vg – Variância genética, CV – coeficiente de variação.

Os coeficientes de variação, na análise conjunta, foram de 7,87 a 27,09%, sendo o menor valor observado na segunda avaliação, podendo ser devido ao pleno estabelecimento da doença aos 30 dias após o florescimento do milho. De acordo com Scapim et al. (1995) os coeficientes de variação dessa magnitude nas avaliações de doença são considerados adequados para a cultura do milho, sendo que os dados apresentados não foram transformados.

Na média a reação dos híbridos experimentais, quanto à severidade da mancha de Curvularia, foi maior na segunda avaliação, independentemente das doses de nitrogênio (Tabela 1). Na primeira avaliação o maior nível de severidade da doença foi de 5%, independentemente do nível de adubação nitrogenada. Com isso, foram apresentados apenas os dados da segunda avaliação, no presente trabalho. Na segunda avaliação da severidade de mancha de Curvularia, os híbridos apresentaram diferentes reações a essa doença, sendo esta dependente das condições de nitrogênio (Tabela 1). Na condição de baixo nitrogênio os híbridos com maiores notas de severidade de mancha de Curvularia foram os UFT – 111x82 (47,5%) e o UFT – 82x38 (49,5%). Estes híbridos diferiram estatisticamente ($p \geq 0,05$) daqueles que apresentaram notas médias abaixo de 25%. Na condição de alto N, o híbrido comercial XGN5320 apresentou a maior nota de severidade (80%),

sendo esse, diferente dos demais híbridos. Na média, independentemente dos níveis de nitrogênio, o híbrido UFT-82x38 apresentou a maior média de severidade (49,8%), diferindo dos demais híbridos. Na média, os híbridos, independentemente dos níveis de nitrogênio classificados como resistentes foram aqueles que obtiveram médias abaixo de 10% de área foliar com presença da mancha de Curvularia. Dos 23 híbridos, sete foram classificados como resistentes (UFT-111x149, UFT-127x52, UFT-12x11, UFT-12x38, UFT-8x12, UFT-8x52 e UFT-8x82).

O florescimento da maioria dos híbridos ocorreu entre os dias 27/01/2008 a 04/02/2008. Após essas datas houve contínuas precipitações e altas médias de temperaturas (Figura 1). Isso pode ter certamente proporcionado um microclima favorável ao desenvolvimento dessa doença nas plantas de milho nesse período de 30 dias após o florescimento. De acordo com Santos et al. (2002) o fator preponderante para ocorrência da doença foi à frequência de chuvas, principalmente no período após o florescimento da cultura. Onde a severidade da doença é favorecida essencialmente pela umidade relativa acima de 60%, e também por temperaturas noturnas em torno de 14 °C. Então, as temperaturas ocorridas no período do experimento foram acima de 19 °C e com precipitações altas e constantes, confirmam as condições favoráveis ao desenvolvimento da doença.

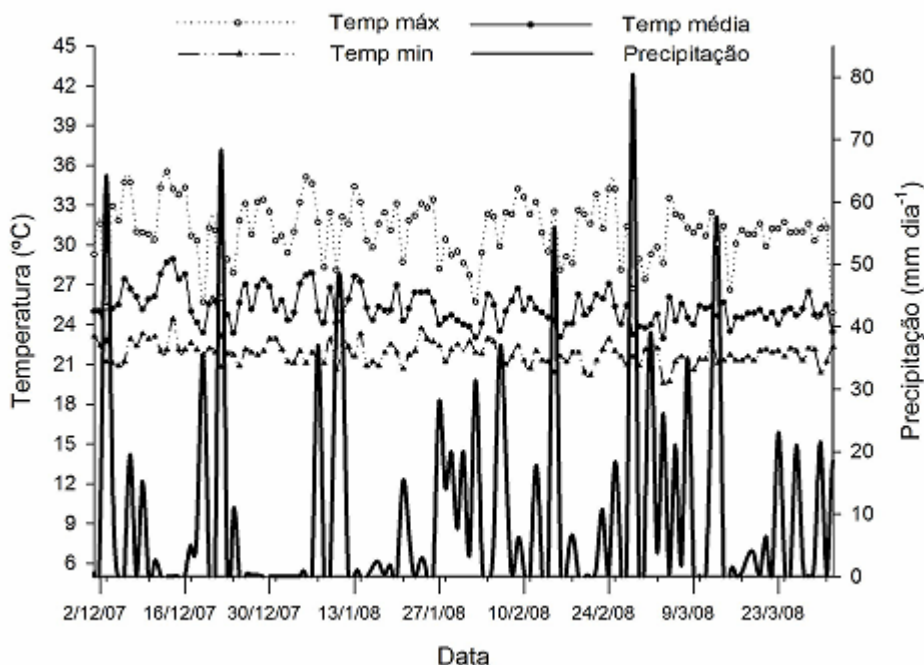


FIGURA 1 - Dados climatológicos de Gurupi-TO no período de dezembro 2007 a abril de 2008.

O efeito direto das notas de severidade da mancha de Curvularia na segunda avaliação sobre a produtividade na condição de alto N foi pequeno, porém negativo. Contudo o efeito total da mancha de Curvularia sobre a produtividade, em condição de baixo N, na segunda avaliação, teve valor maior e sinal negativo (Tabela 2). Isso comprova que em

condições limitantes de nitrogênio a severidade de mancha de Curvularia tem um efeito maior na produtividade, ou seja, mesmo as médias de severidade em baixo N nas duas avaliações sendo menor, essa pequena percentagem de manchas afetam significativamente a produtividade.

TABELA 2 - Estimativa dos efeitos diretos e indiretos dos componentes da severidade da mancha de Curvularia e rendimento (variáveis explicativas) sobre a produtividade de grãos. Gurupi-TO, safra de 2007/2008

VARIÁVEIS	ESTIMATIVA DE CORRELAÇÃO		TOTAL	
	BAIXO N	ALTO N	BAIXO N	ALTO N
Primeira avaliação (1AV)				
Efeito direto sobre produtividade	0,236	0,003		
Efeito indireto via 2AV	0,160	0,011		
Efeito indireto via EV	0,012	0,099		
Efeito indireto via DE	0,072	-0,077		
Efeito indireto via CE	-0,347	0,085		
TOTAL			0,134	0,122
Segunda avaliação (2AV)				
Efeito direto sobre produtividade	0,134	-0,178		
Efeito indireto via 1AV	0,014	0,182		
Efeito indireto via EV	-0,012	0,008		
Efeito indireto via DE	0,127	0,001		
Efeito indireto via CE	-0,580	0,174		
TOTAL			-0,317	0,188
Diâmetro de espiga (DE)				
Efeito direto sobre produtividade	0,418	0,554		
Efeito indireto via 1AV	-0,007	0,055		
Efeito indireto via 2AV	0,090	0,001		
Efeito indireto via EV	0,004	-0,058		
Efeito indireto via CE	-0,037	0,056		
TOTAL			0,470	0,607
Comprimento de espiga (CE)				
Efeito direto sobre produtividade	0,069	0,214		
Efeito indireto via 1AV	-0,040	0,143		
Efeito indireto via 2AV	0,040	0,001		
Efeito indireto via EV	-0,023	-0,001		
Efeito indireto via DE	0,085	0,011		
TOTAL			0,133	0,364

1AV (florescimento), 2AV (30 dias após o florescimento), DE (diâmetro de espiga - mm), CE (comprimento de espiga - mm) e produtividade de grãos - kg ha⁻¹.

Dudienas et al. (1997), avaliando híbridos comerciais em condições de campo, constataram que apenas 27% foram mais resistentes à ferrugem tropical, com aproximadamente 10% da área foliar afetada, e observaram correlação negativa e significativa ($r = -0,53$) entre notas médias da doença e produtividade de grãos. Sendo esse valor superior aos encontrados no presente trabalho com a mancha de Curvularia.

CONCLUSÕES

A reação dos híbridos experimentais de milho UFT-11x52, 127x12, 127x52, 82x38, 8x111 e

8x52, com relação à mancha de Curvularia não são dependentes das doses de nitrogênio.

Os híbridos experimentais de milho mais resistentes à mancha de Curvularia, independentemente dos níveis de nitrogênio em cobertura, são UFT - 111x1149, 12x11, 12x38 e 8x12.

A melhor época de avaliação da doença para estudos de resistência à mancha de Curvularia em campo é de 30 dias após o florescimento.

REFERÊNCIAS

1. AGROCERES. **Guia Agroceres de Sanidade**. 2. ed. São Paulo: Sementes Agroceres. 1996. 72 p.
2. BRESEGHELLO, F.; RANGEL, P. H. N.; MORAIS, O. P. Ganho de produtividade pelo melhoramento genético do arroz irrigado no nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 399-407, 1999.
3. CALDWELL, P. M. et al. Assessment of the effects of fertilizer applications on gray leaf spot and yield in maize. **Plant Disease**, v. 86, n. 8, p. 859-866, 2002.
4. CRUZ, C. D. **Programa GENES**: aplicativo computacional em genética e estatística versão Windows. Viçosa: UFV, 2006. 442 p.
5. DUDIENAS, C. et al. Comportamento de cultivares de milho, em condições de campo, quanto à resistência a *Physopella zeae*. **Summa Phytopathologica**, v. 23, n. 3-4, p. 259-262, 1997.
6. ELLIS, M. B. **Dematiaceous Hyphomycetes**. Surrey: Commonwealth Mycological Institute, 1971. 607 p.
7. KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Jaboticabal: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 479 p.
8. LIMA, M. et al. Avaliação da resistência a ferrugem tropical em linhagens de milho. **Bragantia**, v. 55, n. 2, p. 269-273. 1996.
9. MANDOKHOT, A. M.; BASU CHAUDHARY, K. C. A new leaf spot of maize incited by *Curvularia clavata*. **European Journal of Plant Pathology**, v. 78, n. 2, p. 65-68, 1972.
10. MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic, 1986. 674 p.
11. MORELLO, C. L.; COELHO, R. M. S.; SILVA, A. E. Incidência de *Curvularia lunata* sp. causando mancha foliar em milho na região do cerrado tocantinense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 28., 1995, Ilhéus. **Resumos...** Brasília : SBF, 1995. v. 20. p. 348-348.
12. PEIXOTO, N. et al. Seleção de clones de batata para microclimas de altitude no Planalto Central. **Horticultura Brasileira**. v. 20, n. 3, p. 438-446, 2002.
13. QUIRINO, M. S.; COELHO, R. M. S. Avaliação de perdas na produtividade de cultivares de milho devido a doença foliar causada por *Curvularia lunata*. In: JORNADA ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4., 1997, Palmas. **Resumos...** Palmas: Unitins, 1997. p. 67.
14. SANTOS, P.G. et al. Avaliação do desempenho agrônômico de híbridos de milho em Uberlândia, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 597-602, 2002.
15. SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P.; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 5, p. 683-686, 1995.
16. SILVA, O. C.; SCHIPANSKI, C. A. **Manejo de identificação e manejo das doenças do milho**. 2. ed. Castro: Fundação ABC, 2007. 116 p.
17. WHITE, D. G. **Compendium of corn diseases**. 3. ed. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 1999. 78 p.

Recebido em: 16/12/2008

Aceito em: 23/11/2009