

## Efeito dos arranjos espaciais de plantas na sanidade de híbridos de milho

CLAUDINEI KAPPES<sup>1\*</sup>; JOÃO ANTONIO DA COSTA ANDRADE<sup>2</sup>; ORIVALDO ARF<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo Dr., Universidade Estadual Paulista (FEIS/UNESP), Avenida Brasil 56, Centro, Cx. Postal 31, CEP 15385-000, Ilha Solteira/SP, Brasil. E-mail: [kappes.agro@gmail.com](mailto:kappes.agro@gmail.com). \*Autor para correspondência

<sup>2</sup>Professor Dr., Departamento de Biologia e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista (FEIS/UNESP), Avenida Brasil 56, Centro, Cx. Postal 31, CEP 15385-000, Ilha Solteira/SP, Brasil. E-mail: [jandrade@bio.feis.unesp.br](mailto:jandrade@bio.feis.unesp.br)

<sup>3</sup>Professor Dr., Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Universidade Estadual Paulista (FEIS/UNESP), Avenida Brasil 56, Centro, Cx. Postal 31, CEP 15385-000, Ilha Solteira/SP, Brasil. E-mail: [arf@agr.feis.unesp.br](mailto:arf@agr.feis.unesp.br)

### RESUMO

A população correta de plantas é um fator usado pelos agricultores para aumentar o rendimento. Entretanto, o arranjo das plantas propicia um microclima específico que pode favorecer o desenvolvimento de fitopatógenos e anomalias fisiológicas, afetando o desenvolvimento da cultura. O presente estudo objetivou verificar os efeitos de arranjos de plantas sobre a sanidade de cinco híbridos de milho (XB 6010, XB 6012, XB 7253, XB 9003 e AG 9010), em dois espaçamentos (0,45 e 0,90 m entre as linhas) e cinco populações de plantas (50.000; 60.000; 70.000; 80.000 e 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>). O experimento foi conduzido na safra 2009, em Selvíria (MS), e foram mensurados os seguintes caracteres: presença de múltiplas espigas, enfezamento vermelho, ferrugem tropical e requeima das folhas. Os resultados foram submetidos à análise estatística, sendo os efeitos de híbridos e de espaçamentos comparados pelo teste de Tukey, e os de populações, pela análise de regressão. Os resultados permitiram concluir que os arranjos espaciais de plantas influenciaram a sanidade dos híbridos de maneira diferenciada. Presença de múltiplas espigas e ferrugem tropical diminuíram linearmente à medida que se aumentou a população e o enfezamento vermelho não foi influenciado. Para requeima das folhas, apenas o híbrido XB 6012 foi afetado pelas populações, sendo que na presença de 72.594 plantas ha<sup>-1</sup> ocorre a máxima manifestação dos sintomas.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, espaçamento, densidade populacional, doença.

### ABSTRACT

#### Effects of space arrangements of plants on the sanity of corn hybrids

The correct density of plant population is a factor considered by farmers to increase yield. However, the plant arrangement provides a specific microclimate that could favor the development of phytopathogens and physiological abnormalities, affecting the crop development. This study aimed to examine the effects of plant arrangement on the sanity of five corn hybrids (XB 6010, XB 6012, XB 7253, XB 9003 and AG 9010), in two spacings (0.45 and 0.90 m between lines) and five plant populations (50,000, 60,000, 70,000, 80,000 and 90,000 plants ha<sup>-1</sup>). The experiment was conducted in 2009, in Selvíria (Mato Grosso do Sul, Brazil), and the following traits were measured: presence of multiple ears, maize bushy stunt phytoplasma, tropical rust and leaf blight. The results were submitted to statistical analysis; the effects of hybrids and spacings were compared through Tukey's test, and the effects of population, through regression analysis. The results indicated that the spatial arrangement of plants influence the sanity of the hybrids differently. Presence of multiple ears and tropical rust

SAP: 6335

DOI: 10.18188/1983-1471/sap.v12n1p53-65

Data do envio: 02/04/2012

Data do aceite: 10/12/2012

Scientia Agraria Paranaensis  
Volume 12, número 1, p.53-65, 2013

decreased linearly as the population increased, and maize bushy stunt phytoplasma was not influenced. As for leaf blight, only the hybrid XB 6012 was affected by the population, with the occurrence of the highest manifestation of symptoms in a population of 72,594 plants ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** *Zea mays*, spacing, population density, disease.

## INTRODUÇÃO

O crescente aumento do consumo mundial de milho tem levado a uma pressão cada vez maior para aumento da produção desse cereal. Por outro lado, o rendimento de grãos do milho é uma variável complexa e depende da interação entre fatores genéticos, ambientais e de manejo. No Brasil, o rendimento médio do milho tem ficado aquém do potencial produtivo que a cultura apresenta, em decorrência de fatores ligados à fertilidade do solo, arranjo espacial de plantas (FANCELLI & DOURADO NETO, 2004), uso de genótipos e práticas de manejo inadequadas (SANGOI et al., 2006).

A população de plantas é um importante fator para aumentar o rendimento de grãos, pois otimiza o uso de fatores de produção como água, luz e nutrientes (DOURADO NETO et al., 2003), melhora a distribuição das raízes e reduz as amplitudes térmicas na camada superficial do solo (SHARRAT & McWILLIAMS, 2005). O arranjo das plantas pode criar microclima específico e afetar o rendimento, seja pela competição direta entre plantas, seja indiretamente, pelo favorecimento ao desenvolvimento de fitopatógenos (FONTOURA et al., 2006). Assim, é necessário admitir que os fitopatógenos fazem parte do agroecossistema e como tal devem ser tratados, cabendo ao agricultor o uso de estratégias para manter as doenças abaixo do limiar do dano econômico.

As doenças da cultura do milho, na última década, tem sido uma das principais preocupações de melhoristas e agricultores (PATERNIANI et al., 2002), pois podem causar danos significativos no rendimento e na qualidade dos grãos (PINTO, 2004; VIEIRA et al., 2009), representando relevante fator de redução do lucro. Basicamente, a ocorrência de doenças é função da interação de três fatores: (i) planta ou hospedeiro suscetível; (ii) patógenos específicos e (iii) ambiente favorável para sua manifestação (FANCELLI & DOURADO NETO, 2004). No Brasil, já foram identificadas mais de 20 doenças em milho, com ambiente propício para seu desenvolvimento no verão, variando em função do comportamento climático específico em cada ano, da região, do sistema de cultivo adotado, do híbrido e do nível tecnológico empregado no manejo da lavoura (SANGOI et al., 2000). Contudo, pela frequência e intensidade em que ocorrem, somente algumas apresentam importância econômica. Níveis tecnológicos que envolvam arranjos espaciais de plantas, sistemas de adubação e fornecimento de água, são alguns fatores que devem ser explorados pela pesquisa na busca do manejo integrado de doenças nesta cultura.

Os híbridos modernos de milho apresentam maior potencial produtivo e maior resistência a situações de estresse, como densidade de sementeira elevada e deficiência hídrica, do que os híbridos utilizados no passado (RUSSEL, 1991). Existe a possibilidade de que o maior rendimento destes híbridos, principalmente nas densidades mais altas, deva-se, ao menos em parte, a sua melhor sanidade. Por outro lado, a maioria dos trabalhos envolvendo rendimento de milho em diferentes espaçamentos e densidades (ARGENTA et al., 2003; SCHWANTES et al., 2007; DEMETRIO et al., 2008) não avaliaram o efeito de arranjos de plantas sobre a incidência de doenças e anomalias fisiológicas.

O objetivo do presente trabalho foi verificar os efeitos de arranjos espaciais de plantas sobre a sanidade de cinco híbridos de milho cultivados em dois espaçamentos entre as linhas e cinco populações de plantas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul, em área experimental situada a 20° 20' Sul e 51° 24' Oeste, com 335 m de altitude. O clima da região, segundo classificação de Koppen, é do tipo Aw, com precipitação pluvial média anual de 1.330 mm, temperatura média anual de 25 °C e umidade relativa do ar média anual de 66%. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico álico e de textura argilosa (EMBRAPA, 2006).

Foram estabelecidos cinquenta tratamentos com quatro repetições, resultantes da combinação dos fatores híbridos, espaçamentos e populações de plantas. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema misto de faixas e fatorial. Os espaçamentos foram dispostos em faixas dentro de cada bloco e as 25 combinações híbridos x populações locadas em esquema fatorial 5 x 5 dentro de cada espaçamento. Portanto, as 50 combinações (2 espaçamentos x 5 híbridos x 5 populações) participaram de cada bloco, mas os espaçamentos não foram totalmente casualizados como os híbridos e as populações. As parcelas foram constituídas por sete e quatro linhas de 4,5 m de comprimento para os espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entre as linhas, respectivamente, perfazendo área total de 14,2 m<sup>2</sup> e 16,2 m<sup>2</sup>, respectivamente. Para coleta dos dados foram utilizadas somente as quatro e as duas linhas centrais nos espaçamentos de 0,45 e 0,90 m entre as linhas, respectivamente. Assim, a área útil experimental foi de 8,1 m<sup>2</sup> em ambos os espaçamentos utilizados.

Foram utilizados os seguintes híbridos de finalidade granífera, recomendados para o cultivo na região: XB 6010 (simples e superprecoce), XB 6012 (simples e precoce), XB 7253 (triplo e precoce), XB 9003 (simples e superprecoce) e AG 9010 (simples e superprecoce). Os espaçamentos foram de 0,45 e 0,90 m entre as linhas e as populações de 50.000, 60.000, 70.000, 80.000 e 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Os híbridos testados foram das empresas Semeali Sementes® e Sementes Agrocere®.

O experimento foi instalado em área cultivada sob sistema de semeadura direta há 12 anos, a qual foi ocupada com feijão no período de inverno do ano agrícola de 2008, permanecendo em pousio no verão seguinte. Na semana que antecedeu a semeadura, as plantas daninhas presentes na área, na qual predominavam a trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) e a nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.), foram dessecadas com glyphosate (1.920 g ha<sup>-1</sup>).

As sementes foram tratadas com inseticida tiodicarbe (1050 g para 100 kg de sementes) e a semeadura foi realizada no dia 20 de março de 2009, de forma manual com a utilização de matracas, sendo as covas espaçadas de forma equidistante de acordo com a população almejada e o espaçamento utilizado. Foi semeado o dobro da quantidade de sementes, sendo realizado o desbaste quando as plantas estavam com sete folhas completamente desdobradas, deixando-se uma planta por cova, objetivando ajustar as populações desejadas (Tabela 1). Para tanto, foi utilizado um desbastador manual, cortando as plantas rentes a superfície do solo. As plantas em V7 (época do desbaste neste estudo) apresentam o ponto de crescimento acima da superfície do solo, portanto, não houve rebrota. Após a semeadura, a área foi irrigada por aspersão por sistema de irrigação do tipo pivô central, com lâmina de água de 13 mm para promover a germinação e emergência uniforme das plântulas, que ocorreu cinco dias após a semeadura.

A adubação mineral foi realizada com base nas características químicas do solo e nas recomendações propostas por Raij et al. (1996), com rendimento esperado de 8 t ha<sup>-1</sup>. Foram aplicados 260 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 08-28-16 (+ 1% de Ca, 2% de S e 0,3% de Zn), ajustando-se a distribuição do fertilizante para cada espaçamento utilizado. A abertura dos sulcos e a distribuição do fertilizante foram realizadas com semeadora específica para o sistema de semeadura direta, com mecanismo sulcador de hastes (tipo “botinha”). A adubação de cobertura foi realizada quando 50% das plantas apresentavam seis folhas completamente desdobradas, aplicando-se 110 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia. A aplicação do fertilizante foi realizada de maneira mecanizada em cobertura superficial à lanço (sem incorporação), seguida de irrigação

por aspersão (lâmina de aproximadamente 13 mm) para minimizar as perdas de N por volatilização da amônia. O fornecimento de água à cultura, nos períodos de estiagem, foi realizado por aspersão com uma lâmina de água de 13 mm e turno de rega de três dias.

**TABELA 1.** Número de plantas de milho por metro e distância equidistante entre plantas na linha de semeadura após o desbaste para os diferentes arranjos espaciais. Selvíria/MS, Brasil (2009).

Espaçamento	População desejada (plantas ha <sup>-1</sup> )				
	50.000	60.000	70.000	80.000	90.000
	Número de plantas por metro				
0,45 m	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0
0,90 m	4,5	5,4	6,3	7,2	8,1
	Distância entre plantas na linha (cm)				
0,45 m	44,4	37,0	31,7	27,7	24,7
0,90 m	22,2	18,5	15,9	13,9	12,3

As plantas daninhas foram controladas em pós-emergência utilizando-se os herbicidas atrazine e tembotrione (1000 + 84 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente), em forma de mistura. Adicionou-se na calda de aplicação o adjuvante éster metilado de óleo de soja (720 g ha<sup>-1</sup>). No momento da aplicação, as plantas daninhas estavam nos estádios iniciais de desenvolvimento e a cultura encontrava-se com 50% das plantas com cinco folhas completamente desdobradas. Para o controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) foi suficiente uma aplicação de zetacypermethrin (20 g ha<sup>-1</sup>). As aplicações dos produtos fitossanitários foram realizadas com pulverizador de barras tratorizado, regulado para aplicação de 220 L ha<sup>-1</sup> de calda.

Foram avaliados os seguintes caracteres de sanidade da cultura:

a) Presença de múltiplas espigas (várias espigas na haste de uma mesma espiga): avaliada pela contagem do número de plantas na área útil da parcela com presença de espigas ramificadas (Figura 1). A avaliação foi realizada aos 98 dias após a semeadura, momento em que a cultura encontrava-se na fase final de enchimento de grãos. Os resultados foram expressos em porcentagem de plantas com espigas ramificadas.



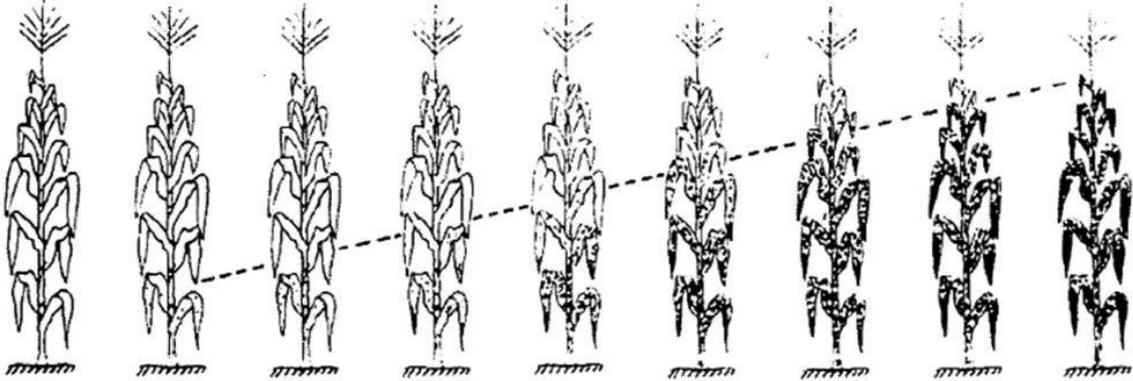
**Figura 1** - Sintoma de múltiplas espigas na cultura do milho. Selvíria/MS, Brasil (2009). Foto: Claudinei Kappes.

b) Enfezamento vermelho – “Maize Bushy Stunt Phytoplasma (MBSP)”: avaliado pela contagem

do número de plantas na área útil da parcela com clorose marginal das folhas do cartucho seguida por avermelhamento das pontas das folhas inferiores e diminuição do comprimento dos internódios da planta (PEREIRA et al., 2005), aos 98 dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plantas com sintomas.

c) Ferrugem tropical (*Physopella zae* Mains Cummins & Ramachar)]: realizada considerando a área foliar infectada das plantas adultas presentes na área útil da parcela, com o auxílio de escala diagramática proposta por Chester (1950), com algumas modificações feitas por Agrocere (1996) (Tabela 2). A escala é composta por representações ilustradas de plantas de milho com diferentes níveis de severidade e com nove notas que, refletem de forma crescente o aumento da porcentagem da área foliar afetada da planta. Essa escala é indicada também para avaliação da ferrugem polysora (*Puccinia polysora* Underw), cujos níveis respeitam as limitações da acuidade visual humana definidas pela lei de estímulo-resposta de Weber-Fechner, na qual a acuidade visual é proporcional ao logaritmo da intensidade do estímulo (HORSFALL & COWLING, 1978). A avaliação foi realizada aos 90 dias após a semeadura, sendo atribuída uma nota visual para cada parcela.

**TABELA 2.** Escala diagramática para avaliação da incidência de ferrugem tropical na cultura do milho. Selvíria/MS, Brasil (2009).



Área foliar afetada (%)								
0	1	10	20	30	40	60	80	> 80
Nota								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tipo de reação								
AR	R	R	MR	MR/MS	MS	S	S	AS

AR – alta resistência. R – resistente. MR – mediana resistência. MS – mediana suscetibilidade. S – suscetível. AS – alta suscetibilidade. Fonte: Agrocere (1996).

d) Requeima das folhas: nesta avaliação foram consideradas as folhas total ou parcialmente secas abaixo do ponto de inserção de espigas nas plantas presentes na área útil da parcela. Utilizou-se uma escala com diferentes níveis de severidade e com cinco notas que, refletem de forma crescente o aumento da porcentagem da área foliar seca (Tabela 3). A avaliação foi realizada aos 98 dias após a semeadura, atribuindo-se uma nota visual para cada parcela.

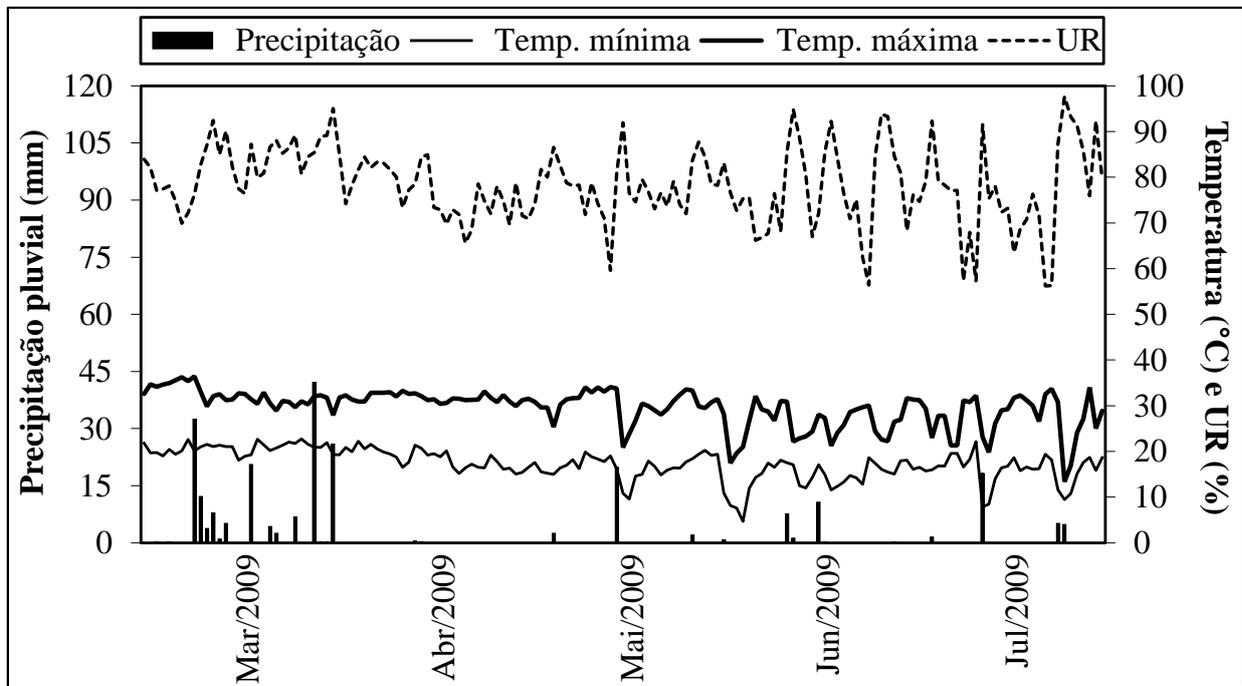
**TABELA 3.** Escala de nota utilizada na avaliação da incidência de requeima das folhas na cultura do milho. Selvíria/MS, Brasil (2009).

Área foliar afetada abaixo das espigas (%)				
0 a 20	21 a 40	41 a 60	61 a 80	81 a 100
Nota				
1	2	3	4	5

Os dados foram transformados em  $\sqrt{x+0,5}$  para atenderem aos pressupostos básicos da análise de variância e submetidos ao teste F, sendo os efeitos de híbridos e de espaçamentos comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, de acordo com Pimentel Gomes & Garcia (2002). O efeito de populações de plantas foi analisado por regressão polinomial.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados climáticos (Figura 2) indicam que durante a condução do experimento, a temperatura do ar, fator que intervém na maioria das funções fisiológicas da planta, foi adequada para o desenvolvimento da cultura, haja vista que o milho produz melhor em temperaturas moderadas (DIDONET et al., 2002) e que a variação constatada foi entre 9,2 e 31,8 °C. A temperatura ideal durante o dia é cerca de 27 °C. Por outro lado, a precipitação pluvial total constatada durante o período experimental (158 mm) foi considerada inadequada para o bom desenvolvimento da cultura, justificando a utilização de irrigação nos períodos de estiagem. A literatura tem mostrado exigência média entre 350 e 500 mm para que o milho produza sem a necessidade de irrigação (FANCELLI & DOURADO NETO, 2004).



**FIGURA 2** - Valores diários de precipitação pluvial, temperatura mínima e máxima do ar e umidade relativa do ar (UR), registrados durante a condução do experimento. Selvíria/MS, Brasil (2009).

O resultado da análise de variância está apresentado na Tabela 4, com os valores de F calculado para os fatores testados e suas respectivas interações e significâncias, bem como as médias observadas. Com relação às variações relativas dos caracteres mensurados, medidas pelo coeficiente de variação e segundo classificação sugerida por Pimentel Gomes (1990), a ramificação de espigas e o enfezamento vermelho, apesar de terem seus dados transformados, apresentaram coeficientes de variação considerados muito altos (>30%). Apesar deste fato, tais caracteres serão discutidos, pois a ocorrência de altos coeficientes de variação é comum (MARCHÃO et al., 2005). Esse fato é explicado pela forma como tais caracteres são mensurados, geralmente utilizando-se a porcentagem de plantas afetadas. Como resultado, pode-se ter uma distribuição heterogênea entre as repetições de um mesmo tratamento, o que resulta

em aumento do coeficiente de variação, não por erro na condução do experimento, mas devido ao efeito da forma de avaliação dos caracteres (MARCHÃO et al., 2005).

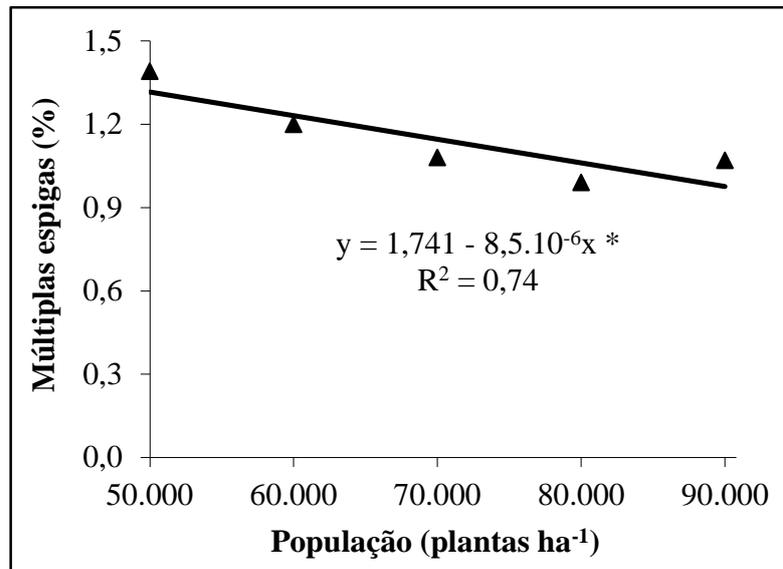
**TABELA 4.** Valores médios para presença de múltiplas espigas (ME), enfezamento vermelho (EV), ferrugem tropical (FT) e requeima das folhas (RF) de híbridos de milho em função de arranjos espaciais de plantas. Selvíria/MS, Brasil (2009).

Tratamentos	ME ————— % <sup>(1)</sup> —————	EV ————— —————	FT ————— nota <sup>(1)</sup> —————	RF ————— —————	
<b>Híbrido (H)</b>					
XB 6010	1,78 a	1,10	1,76 ab	1,63	
XB 6012	0,78 c	0,86	1,80 a	1,68	
XB 7253	1,05 c	0,80	1,71 bc	1,75	
XB 9003	1,36 b	1,28	1,62 c	1,66	
AG 9010	0,76 c	2,35	1,77 ab	1,71	
DMS (5%)	0,30	—	0,09	—	
Teste F	32,13 **	42,80 **	9,38 **	2,47 *	
<b>Espaçamento (E)</b>					
0,45 m	1,09 b	1,27	1,73	1,68	
0,90 m	1,20 a	1,29	1,73	1,70	
DMS (5%)	0,10	—	—	—	
Teste F	11,0 *	0,18	0,05	0,32	
<b>População (P)</b>					
50.000 plantas ha <sup>-1</sup>	1,39	1,39	1,78	1,65	
60.000 plantas ha <sup>-1</sup>	1,20	1,17	1,75	1,71	
70.000 plantas ha <sup>-1</sup>	1,08	1,38	1,74	1,70	
80.000 plantas ha <sup>-1</sup>	0,99	1,16	1,69	1,70	
90.000 plantas ha <sup>-1</sup>	1,07	1,30	1,69	1,67	
Teste F	4,08 **	1,33	2,85 *	0,79	
Teste F (interação)	H x E	1,12	2,92 *	0,47	5,68 **
	H x P	1,37	0,87	0,86	2,11 *
	E x P	1,23	0,77	0,33	2,27
	H x E x P	1,01	0,28	0,61	1,57
Média geral	1,15	1,28	1,73	1,69	
CV (%)	43,2	46,4	6,3	12,1	

\*\* e \* – significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS – Diferença mínima significativa pelo teste de Tukey. CV – coeficiente de variação. <sup>(1)</sup> Resultados transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$ .

A presença de múltiplas espigas foi influenciada por todos os fatores avaliados e de forma independente (Tabela 4). Os híbridos XB 6012, XB 7253 e AG 9010 apresentaram os menores percentuais de plantas com múltiplas espigas, enquanto que o XB 6010 apresentou maior percentual. A redução do espaçamento demonstrou ser vantajosa, em virtude de que o maior espaçamento avaliado neste estudo proporcionou aumento no percentual de plantas com múltiplas espigas. O aumento na população de plantas diminuiu de forma linear a presença de múltiplas espigas (Figura 3). As causas dessa anomalia ainda não foram claramente explicadas. Sabe-se que há variação genética para os sintomas (THOMISON & GEYER, 2008), também observada neste trabalho, mas a manifestação é muito variável, dependendo de condições ambientais específicas para aparecer como possível efeito causado por temperaturas baixas em um estágio fisiológico específico de desenvolvimento das espigas (NAFZIGER, 2008; THOMISON & GEYER, 2008). No presente estudo, a presença de maior população, apesar de

haver maior competição intraespecífica pelos fatores de produção em relação às menores densidades, as condições específicas para ocorrência de múltiplas espigas foram minimizadas.



**FIGURA 3** - Presença de múltiplas espigas em função de populações de plantas na cultura do milho. Selvíria/MS, Brasil (2009). Teste F: \* significativo a 5% de probabilidade.

O enfezamento vermelho foi afetado apenas pelos híbridos, mas com interação entre híbrido e espaçamento (Tabela 4). Apesar de que práticas de manejo, como a densidade de semeadura, modificam o ambiente de cultivo influenciando a abundância, atividade e movimento de insetos vetores, dentre eles o da cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis* De Long & Wolcott) (Homoptera: Cicadellidae), responsável em transmitir o enfezamento vermelho, no presente estudo não se verificou efeito de população de plantas sobre este caráter. Neste caso, a incidência do enfezamento vermelho e o comprometimento da produção estão relacionados à suscetibilidade do híbrido, à população de vetores e ao estágio de desenvolvimento das plantas na época de infecção e não ao manejo dos arranjos das plantas. Como consequência da modificação do arranjo, a dispersão dos patógenos veiculados por *D. maidis* também seria influenciada. Entretanto, os escassos estudos realizados para avaliar essa hipótese não têm mostrado efeitos pronunciados na redução da incidência dos enfezamentos (MASSOLA JR., 2001). Estudos realizados na Nicarágua (POWER, 1989), demonstraram tendências para menores populações de *D. maidis* em parcelas com níveis menores de nitrogênio e maiores densidades de semeadura. Nessas parcelas, a incidência de enfezamento também apresentou tendência em ser menor, porém, a análise estatística indicou que muitas destas tendências não foram significativas. Por outro lado, estudos conduzidos indicaram que a densidade de semeadura não exerce influência marcante no movimento de *D. maidis* e na disseminação de patógenos veiculados por este vetor (CASTRO et al., 1992).

No desdobramento da interação entre híbrido e espaçamento para o enfezamento vermelho (Tabela 5), a utilização de 0,45 m entre as linhas propiciou maior percentual da doença no híbrido XB 6010. Para os demais genótipos, a alteração do espaçamento não influenciou o percentual de plantas com sintomas de enfezamento. Por outro lado, o híbrido AG 9010 apresentou maior percentual de enfezamento em ambos os espaçamentos avaliados, ao passo que no XB 6012 o percentual de plantas enfezadas foi menor no espaçamento de 0,45 m, apesar de não ter se diferenciado dos genótipos XB 7253 e XB 9003. Com 0,90 m entre as linhas, o XB 6012 manteve o menor percentual de plantas com enfezamento, porém, diferiu apenas do híbrido AG 9010. A maior suscetibilidade do AG 9010 ao enfezamento contribuiu para que os sintomas

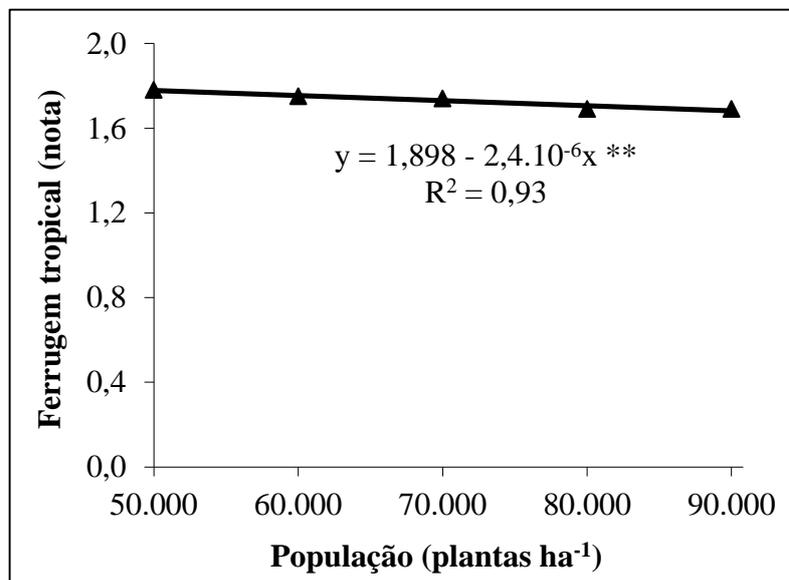
fossem parecidos em ambos os espaçamentos.

**TABELA 5.** Desdobramento da interação entre híbrido e espaçamento para enfezamento vermelho (%) em híbridos de milho em função de arranjos espaciais de plantas. Selvíria/MS, Brasil (2009).

Espaçamento	Híbrido <sup>(1)</sup>				
	XB 6010	XB 6012	XB 7253	XB 9003	AG 9010
0,45 m	1,35 a B	0,71 a C	0,75 aBC	1,15 aBC	2,37 aA
0,90 m	0,86 bB	1,02 a B	0,85 aB	1,40 aB	2,33 aA

<sup>(1)</sup> Médias seguidas por mesma letra minúscula nas colunas e por mesma letra maiúscula nas linhas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a ferrugem tropical, houve apenas efeito independente de híbridos e de populações (Tabela 4). O híbrido XB 9003, apesar de não ter se diferenciado do XB 7253, apresentou a menor nota pela escala diagramática, podendo-se inferir que estes genótipos são mais resistentes à ferrugem tropical que os demais. Apesar disso, todos os genótipos podem ser considerados resistentes à ferrugem tropical nas condições de avaliação, uma vez que na escala diagramática de notas (Tabela 2) estes apresentaram, em média, valores relativamente baixos. O aumento na população de plantas proporcionou redução linear na área foliar infectada pela ferrugem tropical (Figura 4), demonstrando que mesmo sob condições de elevada densidade populacional, não houve a criação de um microclima favorável ao desenvolvimento do patógeno *Physopella zae*, causador da ferrugem tropical. Provavelmente esse fato pode estar relacionado a própria época de cultivo em que se desenvolveu este estudo, onde as condições climáticas não foram adequadas ao desenvolvimento de determinados patógenos, não havendo pressão do patógeno.



**FIGURA 4** - Ferrugem tropical em função de populações de plantas na cultura do milho. Selvíria/MS, Brasil (2009). Teste F: \*\* significativo a 1% de probabilidade.

Além dos híbridos terem sido afetados pela requeima das folhas, de modo independente, houve interação entre híbrido e espaçamento e entre híbrido e população de plantas (Tabela 4). No desdobramento entre híbrido e espaçamento (Tabela 6), apenas o XB 6010 foi afetado pela alteração no espaçamento, sendo que a utilização de 0,45 m entre as linhas evidenciou resultados mais satisfatórios em relação ao de 0,90 m, uma vez que a incidência de requeimas das folhas foi menor. No que se refere ao comportamento dos genótipos dentro de espaçamento, houve diferença apenas quando os híbridos foram submetidos a semeadura com 0,45 m entre as linhas,

sendo que o XB 6010 apresentou menores notas, apesar de não ter se diferenciado do híbrido XB 9003.

**TABELA 6.** Desdobramento da interação entre híbrido e espaçamento para requeima das folhas (nota) em híbridos de milho em função de arranjos espaciais de plantas. Selvíria/MS, Brasil (2009).

Espaçamento	Híbrido <sup>(1)</sup>				
	XB 6010	XB 6012	XB 7253	XB 9003	AG 9010
0,45 m	1,48 b B	1,71 aA	1,78 aA	1,66 aAB	1,75 aA
0,90 m	1,78 a A	1,66 aA	1,72 aA	1,66 aA	1,70 aA

<sup>(1)</sup> Médias seguidas por mesma letra minúscula nas colunas e por mesma letra maiúscula nas linhas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

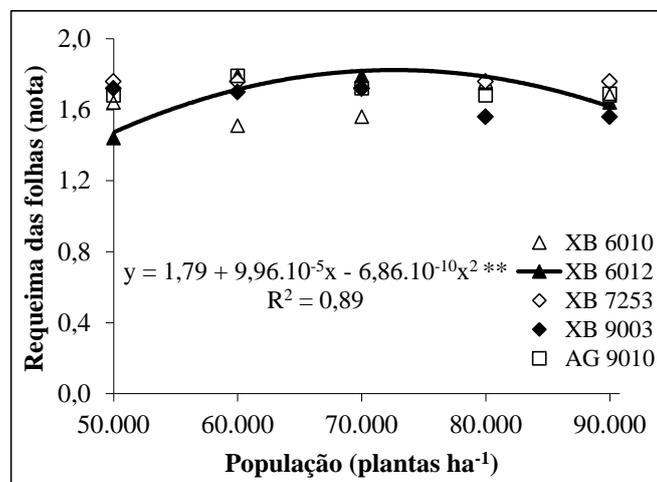
No desdobramento entre híbrido e população para requeima das folhas, houve diferença entre os genótipos apenas na população de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup> (Tabela 7). Embora não tenha diferenciado estatisticamente dos híbridos XB 6010 e AG 9010, o XB 6012 apresentou menor incidência de requeima foliar.

**TABELA 7.** Desdobramento da interação entre híbrido e população de plantas para requeima das folhas (nota) em híbridos de milho em função de arranjos espaciais de plantas. Selvíria/MS, Brasil (2009).

Híbrido	População (plantas ha <sup>-1</sup> ) <sup>(1)</sup>				
	50.000	60.000	70.000	80.000	90.000
XB 6010	1,64 ab	1,53 a	1,56 a	1,76 a	1,68 a
XB 6012	1,42 b	1,77 a	1,77 a	1,75 a	1,64 a
XB 7253	1,76 a	1,76 a	1,72 a	1,76 a	1,76 a
XB 9003	1,72 a	1,70 a	1,72 a	1,56 a	1,58 a
AG 9010	1,68 ab	1,77 a	1,72 a	1,68 a	1,69 a

<sup>(1)</sup> Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na análise de regressão (Figura 5), apenas o híbrido XB 6012 teve ajuste de equação significativa, sendo que o aumento na população de plantas proporcionou resposta quadrática desse genótipo a requeima das folhas. Pela equação da curva de resposta foi estimada a máxima severidade com nota de 1,82 e utilização de 72.594 plantas ha<sup>-1</sup>.



**FIGURA 5** - Requeima das folhas de híbridos de milho em função de populações de plantas. Selvíria/MS, Brasil (2009). Teste F: \*\* significativo a 1% de probabilidade.

Apesar dos arranjos de plantas terem influenciado na incidência de ferrugem tropical e requeima das folhas, pode-se inferir que a severidade de ambas foi baixa. Isso pode ser justificado pelas condições climáticas durante o período experimental e pela altitude, ou seja, pelo alto grau de variabilidade espacial e temporal que as doenças de milho apresentam (CARLSON & MAIN, 1976). Na maioria dos casos, a severidade de doenças fúngicas aumenta em condições de alta umidade relativa e temperatura diurna variando de moderada a alta, bem como em noites frias, com formação de orvalho e, principalmente, quando a temperatura se eleva logo após dias chuvosos. Essas condições predominam nas regiões com altitudes superiores a 600 m (SILVA, 2007) e não foram constatadas neste estudo.

## CONCLUSÕES

Os resultados permitem constatar que os arranjos de plantas influenciaram alguns caracteres de sanidade dos híbridos de milho que apresentaram comportamento distinto. A presença de múltiplas espigas e a ferrugem tropical diminuíram linearmente à medida que se aumentou a população de plantas, ao passo que enfezamento vermelho não foi influenciado.

## AGRADECIMENTOS

À Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP – Campus de Ilha Solteira pela disponibilidade da área experimental e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela bolsa de estudo concedida ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROCERES. **Guia Agroceres de sanidade**. 2.ed. São Paulo: Sementes Agroceres S/A, 1996. 72p.
- ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; RAMPAZZO, C.; GRACIETTI, L.C.; STRIEDER, M.L.; FORSTHOFER, E.L.; SUHRE, E. Potencial de rendimento de grãos de milho em dois ambientes e cinco sistemas de produção. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.4, n.1/2, p.27-34, 2003.
- CARLSON, G.A.; MAIN, C.E. Economics of disease loss management. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.14, p.381-403, 1976.
- CASTRO, V.; RIVERA, C.; ISARD, S.A.; GÁMEZ, R.; FLETCHER, J.; IRWIN, M.E. The influence of weather and microclimate on *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae) flight activity and the incidence of diseases within maize and bean monocultures and bicultures in tropical America. **Annals of Applied Biology**, Oxford, v.121, n.3, p.469-482, 1992.
- DEMÉTRIO, C.S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J.O.; CAZETTA, D.A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.12, p.1691-1697, 2008.
- DIDONET, A.D.; RODRIGUES, O.; MARIO, J.L.; IDE, F. Efeito da radiação solar e temperatura na definição do número de grãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.7, p.933-938, 2002.
- DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A.L.; LOPES, P.P. Milho: população e distribuição de plantas. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Eds.). **Milho: tecnologia e produtividade**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2001. p.120-125.

DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P.A.; MANFRON, P.A.; MEDEIROS, S.L.P.; ROMANO, M.R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.2, p.63-77, 2003.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2.ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360p.

FONTOURA, D.; STANGARLIN, J.R.; TRAUTMANN, R.B.; SCHIRMER, R.; SCHWANTES, D.O.; ANDREOTTI, M. Influência da população de plantas na incidência de doenças de colmo em híbridos de milho na safrinha. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.28, n.4, p.545-551, 2006.

HORSFALL, J.G.; COWLING, E.B. Pathometry: the measurement of plant disease. In: HORSFALL, J.G.; COWLING, E.B. (Eds.). **Plant disease: an advanced treatise - how disease develops in populations**. New York: Academic Press, 1978. p.119-136.

MARCHÃO, R.L.; BRASIL, E.M.; DUARTE, J.B.; GUIMARÃES, C.M.; GOMES, J.A. Densidade de plantas e características agrônômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, n.2, p.93-101, 2005.

MASSOLA JR., N.S. Enfezamentos vermelho e pálido: doenças em milho causadas por mollicutes. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.22, n.2, p.237-243, 2001.

NAFZIGER, E. **More ear oddities, and a possible cause**. The Bulletin, n.22, 2008. Disponível em: <<http://bulletin.ipm.illinois.edu/article.php?id=1033>>. Acesso em: 31 mar. 2012.

PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; DUDIENAS, C.; SAWAZAKI, E.; LÜDERS, R.R. Variabilidade genética de híbridos triplos de milho para resistência à ferrugem tropical. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.1, n.1, p.63-69, 2002.

PEREIRA, O.A.P.; CARVALHO, R.V.; CAMARGO, L.E.A. Doenças do milho (*Zea mays*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p.477-488.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 12.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

PINTO, N.F.J.A. Controle químico de doenças foliares em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.3, n.1, p.134-138, 2004.

POWER, A.G. Influence of plant spacing and nitrogen fertilization in maize on *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae), vector of corn stunt. **Environmental Entomology**, Lanham, v.18, n.3, p.494-498, 1989.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RUSSELL, W.A. Genetic improvement of maize yields. **Advances in Agronomy**, Cambridge, v.46, n.1, p.245-298, 1991.

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; SILVA, A.A.; ERNANI, P.R.; HORN, D.; STRIEDER, M.L.; SCHMITT, A.; SCHWEITZER, C. Desempenho agrônomo de cultivares de milho em quatro sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.5, n.2, p.218-231, 2006.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A.F.; BOGO, A.; KOTHE, D.M. Incidência e severidade de doenças de quarto híbridos de milho cultivados com diferentes densidades de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p.17-21, 2000.

SCHWANTES, D.O.; SCHUELTER, A.R.; FONTOURA, D.; MAROCHIO, J. Características agrônômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas: safrinha de 2005. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.8, n.3, p.343-349, 2007.

SHARRATT, B.S.; McWILLIAMS, D.A. Microclimatic and rooting characteristics of narrow-row versus conventional-row corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.97, n.4, p.1129-1135, 2005.

SILVA, H.P. Manejo integrado de doenças na cultura do milho de safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 9., 2007, Dourados. **Anais...** Dourados, 2007. p.162-181. (Documentos, 89).

THOMISON, P.; GEYER, A. Troubleshooting abnormal corn ears and related disorders. **Horticulture and Crop Science**, 2008. Disponível em: <<http://agcrops.osu.edu/specialists/corn/specialist-announcements/ear-abnormalities>>. Acesso em: 31 mar. 2012.

VIEIRA, R.A.; TESSMANN, D.J.; HATA, F.T.; SOUTO, E.R.; MESQUINI, R.M. Resistência de híbridos de milho-pipoca a *Exserohilum turcicum*, agente causal da helmintosporiose do milho. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.5, p.391-395, 2009.