

Influência da população de plantas na incidência de doenças de colmo em híbridos de milho na safrinha

Darci da Fontoura¹, José Renato Stangarlin^{2*}, Ricardo Robson Trautmann³, Rogério Schirmer³, Diogo Oswaldo Schwantes⁴ e Marcelo Andreotti⁵

¹Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade do Oeste do Paraná (Unioeste), Rua Pernambuco 1777, Cx. Postal 1008, 85960-000, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil. ²Centro de Ciências Agrárias, Universidade do Oeste do Paraná (Unioeste). ³Departamento de Agronomia, Universidade do Oeste do Paraná (Unioeste). ⁴Departamento de Biologia, Universidade Paranaense (Unipar), Toledo, Paraná, Brasil. ⁵Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: jrstangarlin@unioeste.br

RESUMO. Apesar de a área de milho safrinha ter aumentado em aproximadamente dez vezes nos últimos 15 anos, poucos estudos sobre doenças foram relatados nesse ambiente específico. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da população de plantas na incidência de doenças de colmo em milho safrinha. O experimento foi instalado em Toledo/PR por dois anos agrícolas consecutivos (2004 e 2005). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 4 repetições, em esquema fatorial, tendo como primeiro fator os híbridos (X1392D, 30F80, 30K75 e 30P70) e como segundo fator as populações de plantas (45, 60 e 75 mil plantas ha⁻¹). Foram avaliadas as doenças de colmo causadas por *Stenocarpella* sp., *Fusarium* sp. e por *Colletotrichum graminicola*, acamamentos de raiz e de colmo, além da incidência geral de doenças da base do colmo e produtividade. O aumento da população de plantas resultou em aumento das doenças de colmo nos híbridos avaliados, porém não influenciou a produtividade na mesma proporção.

Palavras-chave: *Zea mays*, *Stenocarpella*, *Fusarium*, *Colletotrichum graminicola*.

ABSTRACT. Influence of plant population in stalk disease incidence in corn growth during the off season. Although the off season corn area had almost a tenfold increase during the last 15 years, few studies about diseases were reported on this specific environment. The objective of the current study was to evaluate the effect of plant population on corn stalk disease at the off season environment. The experiment was installed in Toledo/PR for two consecutive years (2004 and 2005). The design was a randomized complete block with 4 replications, on a factorial scheme with hybrid as the first factor (X1392D, 30F80, 30K75 and 30P70) and plant population as the second factor (45, 60 and 75 thousand plants ha⁻¹). The incidence of *Stenocarpella* sp., *Fusarium* sp., *Colletotrichum graminicola*, stalk lodging, root lodging, general stalk base diseases and yield were evaluated. The increased plant population showed a different increase in the stalk disease pattern through the hybrids and years tested, however it has not interfered with the yield in the same proportion.

Key words: *Zea mays*, *Stenocarpella*, *Fusarium*, *Colletotrichum graminicola*.

Introdução

O cultivo em escala comercial de milho no período outono-inverno, denominado de safrinha, é prática recente no Oeste do Estado Paraná e também no Brasil (Silva *et al.*, 2001). Mesmo sendo essa região uma das pioneiras e a maior produtora, existe uma grande carência de trabalhos de pesquisa nesse ambiente específico. Segundo Mattoso e Melo Filho (2005), a denominação de safrinha de milho se refere à lavoura cultivada extemporaneamente, semeada de fevereiro a abril, predominantemente na região centro-sul do Brasil. Com a intensificação da produção de soja nessa região, houve o deslocamento

da época de semeadura do milho, que normalmente ocorre em sucessão a essa oleaginosa, caracterizando uma segunda safra (milho safrinha). Silva *et al.* (2001) destacam o crescimento acentuado da safrinha nos últimos anos, que evoluiu de 356 mil hectares na safra de 1990 para 2 milhões de hectares em 2001. Segundo IBGE (2005), no ano agrícola de 2004, foram plantados mais de 3,2 milhões de hectares na segunda safra.

A população de plantas é um importante fator usado pelos produtores para aumentar a produtividade de suas lavouras; é composta pelo número total de plantas por unidade de área e está relacionada ao

arranjo entre o espaçamento entre as linhas de plantio e o espaçamento entre as plantas. Muitos estudos foram desenvolvidos na safra de verão para determinar a melhor densidade de semeadura para a cultura do milho. No entanto, não existe uma recomendação única que possa abranger todas as situações de cultivo, mesmo naquela época de plantio, devido à diversidade de fatores que envolvem o desenvolvimento da cultura (Sprague e Dudley, 1988). A disposição das plantas no campo pode criar um microclima específico e afetar diretamente a produtividade, seja pela competição direta entre plantas, seja indiretamente, pelo favorecimento ao desenvolvimento de patógenos causadores de doenças. Tratando-se de manejo agrícola, é necessário admitir que os patógenos fazem parte do agroecossistema e como tal devem ser tratados, cabendo ao agricultor o emprego de estratégias para manter as doenças abaixo do limiar de dano econômico (Silva *et al.*, 2001). Ainda segundo Pereira Filho e Cruz (2003), a melhor população de plantas é determinada principalmente pelo cultivar, pelas condições externas resultantes das condições edafoclimáticas do local e pelo manejo da lavoura.

A ocorrência de doenças na agricultura representa relevante fator de redução de produtividade e de lucratividade. 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 e Dourado Neto, 2000). No Brasil, já foram identificadas mais de 20 doenças em milho, com ambiente propício no verão, variando em função do comportamento climático específico em cada ano, da região, do sistema de cultivo adotado, do híbrido escolhido e do nível tecnológico empregado no manejo da lavoura (Sangoi *et al.*, 2000). Provavelmente, os patógenos causadores dessas doenças encontrarão também ambiente favorável na safrinha, mesmo que essa se desenvolva sob condições climáticas do outono-inverno, período em que a disponibilidade de calor é menor que na safra de verão. No entanto, essa condição climática faz que o ciclo do milho se alongue em quase um mês, deixando as plantas por mais tempo expostas às condições adversas e sujeitas às doenças bióticas e abióticas (Silva *et al.*, 2001).

As doenças de colmo estão entre as mais destrutivas e são universalmente importantes na cultura do milho por serem responsáveis pelo quebramento do colmo e pelo acamamento, dificultando a colheita e reduzindo a produtividade (Silva *et al.*, 2001). Tais doenças geralmente ocorrem no final do ciclo, pois fatores envolvidos na senescência deixam as plantas mais suscetíveis. Existem diversos patógenos envolvidos, no entanto, pela frequência e intensidade em que ocorrem, alguns

apresentam maior importância econômica: (I) *Stenocarpella* sp.: causador de doença bastante comum, mais conhecida por diplodia, freqüente em cultivares suscetíveis plantados sob condições em que ocorra deficiência hídrica antes da polinização, seguida de período chuvoso. Os colmos afetados revelam, na parte externa dos internódios afetados (geralmente os inferiores), uma alteração na coloração caracterizada por despigmentação, que pode variar de palha a marrom. Internamente, a medula apresenta-se desintegrada e com cor alterada, sem que, no entanto, haja desintegração do tecido vascular (Pereira, 1997; Reis *et al.*, 2004). O fungo *Stenocarpella* sp. (sin.: *Diplodia zae* (Schw.) Lev.) produz picnídios globosos, de cor marrom a preta e contém esporos bicelulares, elípticos, marrons e retos. A presença desses picnídios subepidérmicos é característica marcante da doença (Pinto *et al.*, 1997; Pereira, 1997). (II) *Fusarium* sp.: essa doença se caracteriza por alterações na cor da medula, que pode variar de esbranquiçada a marrom. Afeta geralmente as raízes e os internódios inferiores, podendo atingir também internódios superiores e espigas (Pereira, 1997; Reis *et al.*, 2004). Os agentes causais são *Fusarium moniliforme* e *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*. A fase perfeita corresponde à *Gibberella moniliforme* (sin.: *Gibberella fujikuroi*) e é caracterizada pela coloração rosada do tecido infectado (McGee, 1990; Pinto *et al.*, 1997). (III) *Colletotrichum graminicola*: doença conhecida por antracnose, pode ocorrer em qualquer fase da planta, sendo favorecida por alta umidade e temperatura moderada. Os sintomas podem aparecer em qualquer parte da planta; no colmo, surgem logo após a polinização, na forma de lesões estreitas, encharcadas, inicialmente de coloração pardo-avermelhada, passando a castanho-escuras ou pretas no decorrer do tempo. Os tecidos internos tornam-se escuros e entram em processo de desintegração (Pereira, 1997; Reis *et al.*, 2004).

A produtividade do milho nem sempre é afetada pela população de plantas e pela incidência de doenças, conforme foi reportado por Resende *et al.* (2003a), os quais constataram que a melhor densidade de plantas para obtenção de maiores produtividades de grãos de milho depende do ano agrícola, podendo, inclusive, não apresentar diferença de produtividade em densidades variando de 55 a 90.000 plantas ha⁻¹ em função da condição climática. No entanto, França *et al.* (1990) encontraram interação positiva entre híbridos e populações para rendimento de grãos, verificando, desse modo, que a resposta ao aumento da população de plantas depende do híbrido utilizado. Outros estudos desenvolvidos por Sangoi *et al.* (2000), durante a safra de verão, constataram que o aumento da população de plantas promoveu um incremento na incidência das doenças de colmo.

O presente trabalho teve por objetivo verificar o efeito da população de plantas na incidência de doenças de colmo em milho safrinha no Oeste do Paraná.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em Toledo, Estado do Paraná, por dois anos agrícolas consecutivos, 2004 e 2005, na Estação Experimental da Pioneer Sementes, no período outono-inverno que corresponde à safrinha. A estação situa-se a 24,78° de latitude, 53,71° de longitude e 516 m de altitude. O solo é de textura argilosa, originado do basalto, denominado de Latossolo Vermelho (Embrapa, 1999).

O delineamento experimental empregado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 4x3, com 4 repetições. O primeiro fator foi o híbrido (X1392D, 30F80, 30K75 e 30P70) e o segundo fator foi a população de plantas (45, 60 e 75 mil plantas ha⁻¹). No entanto, no ano agrícola de 2004, foi descartado um dos híbridos (30P70) por ter sido muito danificado por temporal de vento, resultando em esquema fatorial 3x3 para esse ano agrícola.

As unidades experimentais foram compostas de 8 linhas de 4,20 m de comprimento, espaçadas a 0,76 m. Ao final de cada linha, deixou-se um corredor de 0,80 m, totalizando, desse modo, 5,00 m por parcela. Entretanto, para evitar efeito de bordadura, foram avaliadas somente as quatro linhas centrais de cada parcela, sendo ainda eliminadas uma planta no início e no final de cada linha. A área útil final da parcela foi constituída de 11,55 m².

Foram avaliados 4 híbridos de milho (3 híbridos simples e 1 híbrido simples modificado) da linha de produtos da Pioneer, de forma que dois fossem mais tolerantes e dois menos tolerantes às principais doenças da cultura. Dessa forma, o grupo mais tolerante e também com ciclo mais longo esteve representado pelos híbridos X1392D e 30F80 e o grupo menos tolerante e com menor ciclo pelos híbridos 30K75 e 30P70, conforme recomendação do departamento técnico da empresa Pioneer Sementes.

A semeadura foi efetuada em sistema de plantio direto, tendo como cultura anterior também o milho, visando aproveitar o inóculo remanescente para favorecer a incidência de doenças. No entanto, para reduzir ao máximo a ocorrência de plantas voluntárias indesejáveis no experimento, a colheita da safra anterior foi feita manualmente e a lavoura, revisada para recolher todas as espigas. Na semeadura, usou-se uma plantadeira de duas linhas, composta de sistema de distribuição de sementes em prato estriado, conjunto de corte adaptado para plantio direto e com dispositivo elétrico que

possibilita alternância automática de híbridos a cada cinco metros percorridos. Além de semear, fez também a distribuição de inseticida carbofuran e adubo (NPK) granulado na mesma operação.

A adubação de semeadura foi de 38,4 kg de N, 105,6 kg de P₂O₅ e 96,0 kg de K₂O por hectare, objetivando produtividade superior a 8.000 kg ha⁻¹ (Resende *et al.*, 2003b). A adubação de cobertura foi efetuada com 160 kg ha⁻¹ de N em duas aplicações, a primeira metade aos 15 dias após o plantio e o restante, aos 30 dias após a primeira aplicação, coincidindo com o final do desbaste feito para atender o estande desejado por parcela. A condição hídrica ideal para a cultura do milho foi mantida com irrigação por aspersão sempre que a precipitação foi insuficiente. Foram aplicados herbicidas do grupo das atrazinas e simazinas para controle de plantas daninhas e inseticidas metomil, novaluron e metamidofós para controle de pragas.

A avaliação das doenças foi realizada por ocasião da colheita, e essa com a umidade do grão inferior a 30%. Amostras de colmo foram coletadas e levadas ao laboratório para avaliar a incidência de podridões causadas por *Stenocarpella* sp., *Fusarium* sp., *C. graminicola*, além da incidência geral de doenças da base do colmo. Essas amostras foram retiradas de 10 plantas dentro de cada parcela, alternadas a cada três plantas, compreendendo os dois entrenós imediatamente acima das raízes adventícias. A diferenciação do patógeno foi feita pela sintomatologia, conforme descrito por Reis *et al.* (2004) e por Resende *et al.* (2003b). O acamamento de colmo e de raiz foi expresso em percentual de plantas afetadas em relação ao total de plantas da parcela. Foi considerado como acamamento de colmo o conjunto de plantas que tiveram colmo quebrado abaixo da espiga e, como acamamento de raiz, o conjunto de plantas com inclinação de colmo maior que 20 graus.

Como informação complementar para relacionar o efeito das doenças de colmo sobre a produtividade das unidades experimentais avaliadas, foram também avaliados alguns fatores de produção, tais como produtividade (kg ha⁻¹) corrigida a 15% de umidade, altura de planta, altura de inserção da espiga, diâmetro de colmo e massa de 1.000 grãos.

Os dados foram submetidos à análise de variância com comparação de médias pelo teste de Tukey, utilizando-se o programa computacional SAS, conforme Pimentel-Gomes e Garcia (2002). Os dados que não apresentavam distribuição normal foram transformados pelo arco seno da raiz de X ou pela raiz de X+0,5, seguindo recomendações de Little e Hills (1978).

Resultados e discussão

No ano agrícola de 2004, a condição climática foi favorável até o florescimento, porém, com o excesso de chuvas e o frio intenso na seqüência. Por outro lado, a safrinha do ano agrícola de 2005 desenvolveu-se em ambiente extremamente seco até o momento da floração e, no período subsequente, a pluviometria mostrou-se regularizada com pouco frio até a colheita. Os resultados apresentados na Tabela 1 indicam efeito significativo da variação da população de plantas sobre a ocorrência de algumas das doenças avaliadas. Nota-se, também, diferença de comportamento entre os dois anos agrícolas estudados, provavelmente porque as condições climáticas durante o período de safrinha foram diferentes para os dois anos em questão. O maior

contraste de comportamento foi verificado com a podridão causada por *Fusarium* sp., pela coloração rosada foi identificada como giberela (*G. moniliforme*), que, apesar da alta incidência, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos na safrinha de 2004, e, na safrinha de 2005, sequer teve incidência para ser avaliada. Situação semelhante foi descrita por Resende et al. (2003a), em estudo de produtividade na safra normal. Os valores médios das doenças de colmo que não apresentaram interação positiva estão apresentados na Tabela 2. Já o desdobramento dos fatores com interação significativa entre os híbridos e as populações de plantas está apresentado na Tabela 3.

Tabela 1. Resumo da análise de variância da incidência de doenças de colmo em híbridos de milho em função de três diferentes populações de plantas na safrinha dos anos agrícolas de 2004 e de 2005. Toledo, Estado do Paraná.

Ano	Fonte de variação	GL	Quadrados Médios					
			<i>C. graminicola</i>	<i>Stenocarpella</i> sp.	<i>Fusarium</i> sp.	Doenças da Base do Colmo	Acamamento de Colmo	Acamamento de Raiz
2004	Bloco	3	86,01 ^{ns}	32,04 ^{ns}	40,68 ^{ns}	- ¹	1,38 ^{ns}	0,21 ^{ns}
	População (P)	2	94,06*	140,43 ^{ns}	35,92 ^{ns}	-	0,83 ^{ns}	0,67 ^{ns}
	Híbrido (H)	2	2.552,60**	489,55**	4.429,30**	-	11,55**	6,11**
	P x H	4	71,83 ^{ns}	224,69*	141,17 ^{ns}	-	1,42 ^{ns}	0,15 ^{ns}
	Resíduo	24	28,61	61,07	90,04	-	0,59	0,42
2005	Bloco	3	54,35 ^{ns}	131,37 ^{ns}	-	349,06 ^{ns}	93,02*	382,79*
	População (P)	2	417,43**	763,91**	-	566,45*	403,32**	189,00 ^{ns}
	Híbrido (H)	3	5.219,24**	6.392,12**	-	5.077,20**	3.489,49**	2.900,31**
	P x H	6	129,67**	150,07 ^{ns}	-	93,03 ^{ns}	91,49*	297,25*
	Resíduo	33	34,54	69,92	-	177,45	28,81	98,64

*Significativo pelo teste F de Snedecor (P<0,05); **Significativo pelo teste F de Snedecor (P<0,01); ^{ns} Não significativo pelo teste F de Snedecor; ¹ Não detectado.

Tabela 2. Incidência de doenças de colmo em híbridos de milho em função de diferentes populações na safrinha dos anos agrícolas de 2004 e de 2005. Toledo, Estado do Paraná.

Ano	População (plantas ha ⁻¹)	Incidência (%)					
		<i>C. graminicola</i> ¹	<i>Stenocarpella</i> sp. ¹	<i>Fusarium</i> sp. ¹	Doenças da base do colmo ¹	Acamamento de colmo ²	Acamamento de raiz ²
2004	45.000	79,17ab	46,67a	50,00a	- ³	5,42a	4,72a
	60.000	82,50a	55,00a	50,00a	-	8,76a	6,74a
	75.000	71,67b	44,17a	44,17a	-	7,27a	5,24a
	CV(%)	8,67	17,73	21,59	-	30,60	27,88
2005	45.000	34,37b	41,25b	-	47,87b	12,19b	15,01a
	60.000	43,12a	53,75a	-	54,37ab	16,14b	20,22a
	75.000	46,88a	55,62a	-	55,32a	24,31a	27,62a
	CV(%)	15,52	18,54	-	30,55	25,89	43,12

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,05); ¹ Os dados apresentados nessa tabela representam a média dos dados brutos coletados; na análise de variância esses dados foram transformados pelo arco seno \sqrt{x} ; ² Os dados apresentados nessa tabela representam a média dos dados brutos coletados; na análise de variância esses dados foram transformados pela $\sqrt{x+0,5}$; ³ Não detectado.

Tabela 3. Incidência de doenças de colmo e porcentagem de acamamento de colmo e de raiz em quatro híbridos de milho (30F80, 30K75, 30P70 e X1392D) em função de diferentes populações na safrinha dos anos agrícolas de 2004 e de 2005. Toledo, Estado do Paraná.

Ano	População (Plantas ha ⁻¹)	<i>Stenocarpella</i> sp. (%) ¹				Média
		30F80	30K75	30P70	X1392D	
2004	45.000	47,50aA	60,00aA	- ²	32,50abA	46,67
	60.000	65,00aA	45,00bB	-	55,00aAB	55,00
	75.000	62,50aA	45,00bAB	-	25,00bB	44,17
	Média	58,33	50,00	-	37,50	
	CV (%)				26,05	
Ano	População (Plantas ha ⁻¹)	<i>C. graminicola</i> (%) ¹				Média
		30F80	30K75	30P70	X1392D	
2005	45.000	25,00bC	47,50aB	62,50bA	2,50bD	34,37
	60.000	27,50bC	60,00aB	82,50aA	2,50bD	43,12
	75.000	42,50aB	57,50aAB	72,50abA	15,00aC	46,87
	Média	31,67	55,00	75,50	6,67	
	CV (%)					

Ano	População (Plantas ha ⁻¹)	Acamamento de colmo (%) ¹				Média
		30F80	30K75	30P70	X1392D	
CV (%)		15,53				
2005	45.000	3,83aB	5,11aB	33,61bA	6,21aB	12,19
	60.000	1,40aB	6,96aB	49,47bA	6,73aB	16,14
	75.000	5,35aB	9,02aB	72,12aA	10,76aB	24,31
	Média	3,53	7,03	51,73	7,90	
	CV (%)	25,89				
Ano	População (Plantas ha ⁻¹)	Acamamento de raiz (%) ¹				Média
		30F80	30K75	30P70	X1392D	
CV (%)		43,12				
2005	45.000	15,83aA	7,42aA	30,63bA	6,17aA	15,01
	60.000	36,25aA	6,54aA	34,87bA	3,21aA	20,22
	75.000	28,69aB	9,87aB	71,08aA	0,83aB	27,62
	Média	26,92	7,94	45,53	3,41	
	CV (%)	43,12				

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); ¹ Os dados apresentados nessa tabela representam a média dos dados coletados, na análise de variância esses dados foram transformados pelo arco seno \sqrt{x} ; ² Não detectado.

Entre as doenças avaliadas, somente *C. graminicola* (antracnose) no ano agrícola de 2004 não apresentou maior incidência associada à maior população de plantas (75.000 plantas ha⁻¹), conforme demonstrado na Tabela 2. Além disso, observou-se maior incidência na safrinha de 2004 do que na safrinha de 2005, o que está de acordo com a característica desse patógeno, que é a de se desenvolver melhor em alta umidade e em temperatura moderada (Pereira, 1997; Resende *et al.*, 2003b; Reis *et al.*, 2004). A Tabela 3 mostra o desdobramento para antracnose em 2005.

A incidência da podridão do colmo por *Stenocarpella sp.* (diplodia) em 2004 não apresentou diferença entre as populações na análise de variância, porém mostrou interação positiva de híbrido e tratamento (Tabela 2). O desdobramento dos fatores (Tabela 3) revela que somente para o híbrido 30F80 não foi observado diferença entre as populações de plantas e que foi sempre dele a maior incidência da doença em qualquer tratamento avaliado. Já os demais híbridos em 2004 apresentaram maior incidência da podridão do colmo por *Stenocarpella sp.* associada à menor população de plantas (45.000 plantas ha⁻¹), enquanto que em 2005 essa doença teve menor incidência nessa população de plantas.

O acamamento de colmo e de raiz teve maior incidência associada à maior população de plantas, mas somente na safrinha de 2005, uma vez que na safrinha de 2004 não foi verificado efeito significativo (Tabela 2). O estudo da dependência detectada na análise de variância para a safrinha de 2005 revelou que somente o

híbrido mais precoce (30P70) apresentou tal comportamento, enquanto que os demais não apresentaram diferença entre os tratamentos (Tabela 3). Esse resultado é concordante com publicação de Fancelli (2000) que sugere que híbridos precoces geralmente têm área foliar reduzida, aumentando assim a contribuição do colmo no suprimento de fotoassimilados para o enchimento de grãos e resultando em aumento das doenças do colmo com conseqüente acamamento.

De forma geral, os resultados indicam um aumento na incidência das doenças de colmo em função do aumento da população de plantas. Esse resultado confere com aqueles obtidos por Sangoi *et al.* (2000) em estudo para avaliar a incidência e a severidade de doenças de quatro híbridos de milho cultivados com diferentes populações de plantas na safra de verão em Lages/SC. Naquele trabalho, constatou-se que o aumento da população de plantas resultou em incremento na incidência das doenças de colmo causadas por *F. moniliforme*, *C. graminicola* e *D. maydis*.

A Tabela 4 mostra a análise de variância dos fatores de produção com a variação decorrente dos tratamentos testados. A produtividade não apresentou diferença significativa no primeiro ano avaliado, mas foi detectado pelo menos um tratamento diferente na safrinha de 2005, indicando maior produtividade em populações mais elevadas (Tabela 5).

Tabela 4. Resumo da análise de variância dos parâmetros de produção de híbridos de milho em função de diferentes populações na safrinha dos anos agrícolas de 2004 e 2005. Toledo, Estado do Paraná.

Ano	Fonte de variação	GL	Quadrados Médios				
			Altura		Diâmetro de colmo	Massa	Produtividade
			de planta	inserção de espiga	de colmo	de 1000 grãos	Produtividade
2004	Bloco	3	74,25 ^{ns}	13,55 ^{ns}	0,004 ^{ns}	1.010,31**	280.026,39 ^{ns}
	População (P)	2	17,53 ^{ns}	114,19**	0,191**	1.070,82**	282.133,07 ^{ns}
	Híbrido (H)	2	2.451,86**	1.813,19**	0,146**	20.080,08**	5.777.637,15**
	P x H	4	156,65**	31,40 ^{ns}	0,004 ^{ns}	364,56*	65.624,40 ^{ns}
	Resíduo	24	32,25	18,49	0,006	110,63	99.163,90
2005	Bloco	3	89,14 ^{ns}	9,46 ^{ns}	0,003 ^{ns}	1.015,90**	63.113,44 ^{ns}
	População (P)	2	6,89 ^{ns}	278,27**	0,260**	5.841,31**	3.141.387,28**
	Híbrido (H)	3	1.780,92**	1.376,74**	0,065**	12.657,56**	957.727,66**
	P x H	6	178,64**	70,41**	0,010 ^{ns}	199,39 ^{ns}	350.104,05 ^{ns}
	Resíduo	33	39,88	15,74	0,006	174,04	199.608,88

*Significativo pelo teste F de Snedecor ($P < 0,05$); **Significativo pelo teste F de Snedecor ($P < 0,01$); ^{ns} Não significativo pelo teste F de Snedecor.

Da mesma forma, Resende *et al.* (2003a), estudando a influência do espaçamento entre linhas e da densidade de plantio no desempenho de cultivares de milho, constataram que a produtividade de grãos é influenciada de forma diferente pela população de plantas em cada ano agrícola testado, dependendo das condições climáticas. Por outro lado, neste trabalho não houve interação entre híbrido e população de plantas, ou seja, todos os híbridos apresentaram comportamento semelhante em relação à produtividade, possivelmente por terem constituição genética estreita, uma vez que são todos oriundos do banco de germoplasma da mesma empresa. Tal resultado difere do relato de França *et al.* (1990), que detectaram interação significativa entre híbrido e população de plantas para produtividade na safra de verão, indicando que a resposta ao aumento da população de plantas depende do híbrido utilizado.

Tabela 5. Parâmetros de produção de híbridos de milho em função de diferentes populações na safrinha dos anos agrícolas de 2004 e de 2005. Toledo, Estado do Paraná.

Ano	População (plantas ha ⁻¹)	Altura de de espiga (cm)	Diâmetro de colmo (cm)	Massa de 1000 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
2004	45.000	135,42b	2,02a	- ¹	4.313,50a
	60.000	138,33ab	1,90b	-	4.567,40a
	75.000	141,58a	1,77c	-	4.589,5a
	CV(%)	3,11	4,09	-	7,01
2005	45.000	- ¹	2,10 a	366,73 a	7.030,49 b
	60.000	-	1,94 b	345,65 b	7.832,83 a
	75.000	-	1,85 c	328,59 c	7.757,55 a
	CV(%)	-	4,05	3,80	5,92

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,05); ¹Apresentou interação positiva (veja Tabela 6).

A Tabela 5 revela que a altura média de espiga dos híbridos avaliados em 2004 e a produtividade em 2005 aumentaram com o incremento da população de plantas, enquanto que os parâmetros diâmetro de colmo, nos dois anos, e a massa de 1.000 grãos, em 2005, foram maiores na menor população de plantas. Outros fatores também foram afetados pela diferença ambiental entre os dois anos agrícolas estudados e serão discutidos a seguir. Os parâmetros que resultaram em interação positiva entre híbrido e população de plantas estão apresentados com o devido desdobramento na Tabela 6.

Tabela 6. Altura de plantas e altura de inserção de espigas de quatro híbridos de milho (30F80, 30K75, 30P70 e X1392D) em função de diferentes populações na safrinha dos anos agrícolas de 2004 e 2005. Toledo, Estado do Paraná.

Ano	População (Plantas ha ⁻¹)	Altura de Plantas (cm)				Média
		30F80	30K75	30P70	X1392D	
2004	45.000	250,50aB	246,25aB	- ¹	265,00aA	253,92
	60.000	257,75aB	234,00aC	-	273,75aA	255,17
	75.000	251,75aB	245,25aB	-	272,00aA	256,33
	Média	253,17	241,83	-	270,25	
	CV (%)				2,23	
Ano	População (Plantas ha ⁻¹)	Altura de Plantas (cm)				Média
		30F80	30K75	30P70	X1392D	
2004	45.000	241,25 aA	227,00 aB	249,75 aA	248,25 bA	241,56
	60.000	228,00 bB	233,75 aB	252,75 aA	254,25 abA	242,19

2005	75.000	230,50 abC	231,00 aC	246,00 aB	264,00 aA	242,87
	Média	233,25	230,58	249,50	255,50	
	CV (%)					2,61
Ano	População (Plantas ha ⁻¹)	Altura de inserção de espiga (cm)				Média
		30F80	30K75	30P70	X1392D	
2005	45.000	125,50 abA	111,25 ab	125,00 aA	131,25 cA	123,25
	60.000	122,00 bBC	114,00 aC	130,25 aB	139,00 bA	125,31
	75.000	130,75 aB	116,50 aC	128,75 aB	150,00 aA	131,50
	Média	125,08	113,92	128,00	140,08	
	CV (%)					3,12
Ano	População (Plantas ha ⁻¹)	Massa de 1000 grãos (g)				Média
		30 F 80	30 K 75	30 P 70	X 13 92 D	
2004	45.000	205,07aC	247,07aB	- ¹	289,03aA	247,06
	60.000	201,90aC	245,75aB	-	287,43aA	245,02
	75.000	201,52aB	212,07bB	-	275,73aA	229,77
	Média	202,83	234,97	-	284,06	
	CV (%)					4,37

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,05); ¹ Não avaliado.

O parâmetro altura de planta não mostrou diferença em 2004; já em 2005, pelo menos 30F80 e X1392D tiveram maior altura de planta associados à maior população de plantas. É possível que esse comportamento esteja relacionado ao ciclo mais tardio desses híbridos, uma vez que ainda tiveram oportunidade de crescimento quando a pluviometria foi regularizada quase no final da safrinha de 2005. O parâmetro massa de 1.000 grãos teve maior média relacionada à menor população de plantas em 2005, ano que apresentou clima favorável na fase de enchimento de grãos. Esse mesmo parâmetro mostrou interação positiva no ano de 2004 e o seu desdobramento revelou que os híbridos 30F80 e X1392D não apresentaram diferença entre tratamentos, possivelmente em função do ciclo mais tardio e da ocorrência de frio intenso antes do enchimento completo de grãos, resultando em maior prejuízo na expressão do potencial desses híbridos.

Conclusão

As doenças de colmo mostraram tendência em aumentar com populações mais altas e a interação positiva entre híbrido e população indica importância na escolha do genótipo, já que os híbridos mostraram comportamento diferenciado entre as populações testadas. No entanto, diante dos resultados obtidos, pode-se dizer que é viável utilizar o aumento da população de plantas como técnica de manejo visando aumentar o rendimento por unidade de área em ambiente de safrinha.

Referências

- EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília. Centro Nacional de Pesquisa de Solos/Serviço de Produção e Informação, 1999.
- FANCELLI, A.L. Fisiologia da produção e aspectos básicos de manejo para altos rendimentos. In: SANDINI, I.; FANCELLI A.L. (Ed.). *Milho: estratégias de manejo para a região sul*. Guarapuava: Fundação de Pesquisa Agropecuária, 2000. cap. 7, p. 103-116.

- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. *Produção de milho*. São Paulo: Livraria e Editora Agropecuária, 2000.
- FRANÇA, G.E. *et al.* Comportamento de cultivares de milho sob irrigação com diferentes densidades de plantio e doses de nitrogênio. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 1990, Vitória. *Anais...* Vitória: Emcapa, 1990. p. 106.
- IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 6 out. 2005.
- LITTLE, T.; HILLS; F.J. *Agricultural experimentation: design and analysis*. New York : John Wiley and Sons, 1978.
- MATTOSO, M.J.; MELO FILHO, G.A. *Coefficientes técnicos*. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/coeficientestecnicos.htm>>. Acesso em: 06 de out. 2005.
- MCGEE, D.C. *Maize diseases*. 2. ed. Minnesota: Apps Press, 1990.
- PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C. *Plantio, espaçamento, densidade e quantidade de sementes*. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho>>. Acesso em: 20 dez. 2003.
- PEREIRA, O.A.P. Doenças do milho. In: KIMATI, H. *et al.* (Ed.). *Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas*. 3. ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 1997. v. 2, p. 538-555.
- PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. *Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos*. Piracicaba: Fealq, 2002.
- PINTO, N.F.J.A. *et al.* Milho (*Zea mays* L.) – controle de doenças. In: VALE, F.X.R.; ZAMBOLIN, L. (Ed.). *Controle de doenças de plantas: grandes culturas*. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 1997. v. 2. p. 821-864.
- REIS, E.M. *et al.* *Manual de diagnose e controle de doenças do milho*. 2. ed. Lages: Graphel, 2004.
- RESENDE, S.G. *et al.* Influência do espaçamento entre linhas e da densidade de plantio no desempenho de cultivares de milho. *Rev. Bras. Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 2, n. 3, p. 34-42, 2003a.
- RESENDE, M. *et al.* *A cultura do milho irrigado*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003b.
- SANGOI, L. *et al.* Incidência e severidade de doenças de quatro híbridos de milho cultivados com diferentes densidades de plantas. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 17-21, 2000.
- SILVA *et al.* Manejo integrado de doenças na cultura do milho de safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA. 2001, Londrina: Iapar, 2001.
- SPRAGUE, G.; DUDLEY, J.W. *Corn and corn improvement*. 3. ed. Madison: Wisconsin. 1988.

Received on November 16, 2005.

Accepted on July 20, 2006.