



RESISTÊNCIA DE CULTIVARES PRECOSES DE MILHO SAFRINHA AO ENFEZAMENTO E À RISCA E EFEITO NA PRODUTIVIDADE NO ESTADO DE SÃO PAULO

Gisèle Maria Fantin⁽¹⁾, Aildson Pereira Duarte⁽²⁾, Danilo Rafaldini Desuó⁽³⁾, Paulo Boller Gallo⁽⁴⁾, Marcos Doniseti Michelotto⁽⁵⁾, Rogério Soares de Freitas⁽⁶⁾ e Fernando Bergantini Miguel⁽⁷⁾

1. Introdução

Enfezamento do milho é o nome usualmente utilizado abrangendo as doenças enfezamento vermelho e pálido, pela dificuldade de separação dos sintomas em plantas no campo. O enfezamento pálido ou *corn stunt* é causado pelo espiroplasma denominado *Spiroplasma kunkelii* (CSS) e o enfezamento vermelho ou *maize bushy stunt* é associado a um fitoplasma (MBSP). Estes patógenos são bactérias sem parede celular, da Classe Mollicutes, que colonizam o floema das plantas de milho, sendo transmitidos por cigarrinhas. No Brasil é relatada apenas a espécie *Dalbulus maidis*, conhecida como a cigarrinha-do-milho (Lopes & Oliveira, 2004). Este inseto vetor também transmite a risca do milho, virose causada pelo maize rayado fino vírus (MRFV), de forma que é comum encontrar plantas infectadas pelos três patógenos simultaneamente, embora seja mais frequente o enfezamento pálido.

Os sintomas do enfezamento são mais severos quanto mais cedo ocorrer a infecção da planta, podendo causar redução acentuada dos internódios e numerosas espigas pequenas e improdutivas, mas, embora a infecção seja precoce, geralmente os sintomas se manifestam a partir do florescimento e enchimento de grãos, sendo mais comuns a clorose dos bordos das folhas e o avermelhamento, além de espigas de grãos menores.

Durante a década de 90, ocorreram continuamente epidemias de enfezamento no Estado de São Paulo e no Brasil, agravadas pela presença de lavouras sucessivas de milho, dado o crescimento da safrinha. A substituição gradativa dos cultivares suscetíveis por

⁽¹⁾Engenheira Agrônoma, Dra., Pesquisadora, Instituto Biológico/APTA, Campinas - SP. E-mail: gisele@biologico.sp.gov.br

⁽²⁾Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador, Programa Milho IAC/APTA, Campinas - SP. E-mail: aildson@apta.sp.gov.br

⁽³⁾Engenheiro Agrônomo, BS., Visitante, Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola (Fundag), Mococa - SP. E-mail: daniilo.desuo@gmail.com

⁽⁴⁾Engenheiro Agrônomo, MSc., Pesquisador, APTA, Mococa - SP. E-mail: paulogallo@apta.sp.gov.br

⁽⁵⁾Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador, APTA, Pindorama - SP. E-mail: michelotto@apta.sp.gov.br

⁽⁶⁾Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador, Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, APTA Regional Noroeste Paulista, Votuporanga - SP. Email: freitas@iac.sp.gov.br

⁽⁷⁾Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador, APTA, Colina - SP. E-mail: fbmiguel@apta.sp.gov.br





resistentes à doença contribuiu para permitir que o enfezamento deixasse de ser importante durante os últimos dez anos, voltando a se evidenciar a partir da safra 2015/2016. Massola et al. (1999) observaram danos de 0,8% na produtividade para cada 1% de aumento da incidência de plantas doentes, em ensaios com dois híbridos suscetíveis, entre 1995 e 1997.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo comparar a incidência de plantas com sintomas de enfezamento e risca em híbridos precoces de milho nas regiões norte e noroeste do Estado de São Paulo, durante a safrinha 2017, onde as temperaturas elevadas propiciam maior intensidade da doença pelo desenvolvimento mais rápido do vetor.

2. Material e Métodos

Quatro experimentos foram instalados durante a safrinha 2017, em Guaiá, Votuporanga, Pindorama e Mococa, no Estado de São Paulo, sob o sistema de plantio direto, exceto em Mococa (preparo convencional), com 40 cultivares precoces de milho, incluindo híbridos convencionais, transgênicos e variedades, em ensaios com blocos casualizados com quatro repetições. Cada parcela foi constituída por quatro linhas de 5,0 m, sendo as duas linhas centrais a parcela útil. Foi utilizada adubação de semeadura e de cobertura, conforme recomendação, realizado o controle de plantas daninhas e, para o controle de pragas, foi feito o tratamento de sementes com o inseticida Tiametoxam (6,0 mL por kg de sementes) e também foram utilizados os produtos e doses, sobretudo para a lagarta-do-cartucho, nas épocas descritas na Tabela 1.

A avaliação da incidência da risca do milho em Mococa foi realizada durante o enchimento de grãos das plantas e as avaliações da incidência de enfezamento, em todos os locais, realizadas no estádio de grãos pastosos a farináceos. Estas se deram pela contagem de plantas sintomáticas na parcela útil e cálculo da porcentagem de doentes.

A confirmação da presença dos molicutes (CCS e MBSP), agentes causais dos enfezamentos, foi realizada em oito amostras de plantas com sintomas das doenças, coletadas em Mococa, através de caracterização molecular por reação em cadeia da polimerase (PCR) utilizando primers específicos para cada um dos dois patógeno.

Obteve-se a produtividade de grãos em kg ha⁻¹, corrigindo-se a umidade para 13%. Foi realizada análise de variância, através do teste F, e utilizado o teste de Scott-Knott para comparação de médias da incidência das doenças e da produtividade das cultivares. Para a análise, os dados de doenças e/ou de produtividade, de alguns ensaios, foram transformados conforme recomendação pelo teste de homocedasticidade, utilizando o Programa Estatístico SASM-Agri (Canteri et al., 2001).





Tabela 1. Detalhamento da aplicação de inseticidas para controle de pragas nos ensaios de milho safrinha 2017.

Local	Data de semeadura	Uso de inseticidas (DAS)	Produto comercial	Ingredientes ativos	Grupo químico	Dose do p.c. (L ha ⁻¹)
Guaíra	02/03/17	33	Engeo™ Pleno e Lannate	Tiametoxam + Lambda-cialotrina e Metomil	Neonicotinóide + Piretróide e Metilcarbamato de oxima	0,2 e 0,6
		44	Pirate® e Lannate	Clorfenapir e Metomil	Análogo de pirazol e Metilcarbamato de oxima	0,5 e 0,6
Votuporanga	06/03/17	22	Tracer®	Espinósade	Espinósinas	0,06
		49				0,1
Pindorama	09/03/17	15	Engeo™ Pleno	Tiametoxam + Lambda-cialotrina	Neonicotinóide + Piretróide	0,25
		22				
		32				
Mococa	16/03/17	12	Certero e Fipronil	Triflumurom e Fipronil	Benzoiluréia e Pirazol	0,1 e 0,03
		25	Bazuka 216 SL e Fipronil	Metomil e Fipronil	Metilcarbamato de oxima e Pirazol	0,6 e 0,03

DAS: dias após a semeadura; p.c.: produto comercial.

3. Resultados e Discussão

O enfezamento ocorreu com intensidade variável nos híbridos e locais e a risca teve incidência suficiente para discriminar os tratamentos apenas em Mococa (Tabela 2).

Observou-se uma correlação fraca entre enfezamento e risca em Mococa ($r = 0,38^*$), significativa a 5% ($p = 0,016$), possivelmente favorecida pelo vetor em comum das doenças.

Houve efeito do enfezamento na produtividade em apenas dois locais, em Votuporanga, onde teve plantas sem produção, devido à doença, e também em Guaíra, apesar da baixa incidência, sendo os coeficientes de correlação ($r = -0,69^{***}$ e $-0,51^{***}$, altamente significativos ($p < 0,001$) nestes locais, entre estes fatores, respectivamente. Em Mococa e Pindorama, é possível que a pulverização inicial do inseticida em estágio mais novo das plantas, entre 12 e 15 dias após a semeadura, e as aplicações mais intensivas em Pindorama, tenham contribuído para a infecção mais tardia e menos danosa da doença (Tabelas 1 e 3).

Em Mococa, a ocorrência de manchas foliares, outras viroses e injúrias foliares do acaso pode ter prejudicado a observação de dano pelas doenças em estudo.



Tabela 2. Incidência de enfezamento e risca em cultivares precoces de milho em ensaios na Região Norte/Noroeste do Estado de São Paulo na safrinha 2017.

Cultivar	Porcentagem de plantas com sintomas							
	Enfezamento					Risca		
	Mococa	Votuporanga	Pindorama	Guaira	Média	Mococa		
GNZ 9720	6,6 e	2,3 e	10,5 d	2,9 b	5,6 e	14,5 b		
AG 7098	5,6 e	0,5 e	9,5 d	7,8 a	5,9 e	0,6 c		
NS 90 PRO	4,5 e	9,0 d	10,1 d	3,8 b	6,8 e	0,6 c		
JM 4M50	15,1 d	6,0 d	7,9 d	1,1 b	7,5 e	23,4 a		
DKB 315 PRO	14,5 d	15,3 c	9,1 d	0,6 b	9,9 d	17,8 a		
IAC 3330	17,8 d	6,5 d	8,6 d	6,9 a	10,0 d	5,7 c		
2B587 PW	13,6 e	8,0 d	16,7 c	1,7 b	10,0 d	25,3 a		
P3898	15,8 d	2,8 e	20,1 c	6,2 a	11,2 d	26,8 a		
AL Paraguaçu	11,3 e	18,0 b	17,4 c	7,1 a	13,5 c	20,3 a		
AL Avaré	17,7 d	20,8 b	10,4 d	5,4 a	13,5 c	13,1 b		
30A37 PW	9,4 e	18,3 c	23,9 b	3,6 b	13,8 c	8,1 b		
JM 2M60	17,1 d	28,3 b	7,8 d	2,6 b	14,0 c	22,8 a		
MG 600PW	24,3 d	13,0 c	17,0 c	3,3 b	14,4 c	21,1 a		
AL Piratininga	9,4 e	26,3 b	14,2 d	8,0 a	14,4 c	7,3 c		
GNZ	17,8 d	15,5 c	21,0 c	3,8 b	14,5 c	12,3 b		
IAC 8098	18,6 d	13,8 c	21,0 c	7,9 a	15,3 c	11,3 b		
2B633 PW	17,4 d	14,5 c	26,7 b	2,9 b	15,4 c	13,2 b		
2B810PW	35,0 c	14,5 c	12,5 d	0,0 b	15,5 c	28,7 a		
AL	14,7 d	25,0 b	17,6 c	7,9 a	16,2 c	14,9 b		
AS 1633 PRO	29,2 c	18,5 c	17,1 c	1,7 b	16,6 c	30,3 a		
MG 699PW	23,0 d	9,8 c	29,8 b	4,2 a	16,7 c	14,0 b		
MG 652PW	22,8 d	15,8 c	27,1 b	2,1 b	16,9 c	9,6 b		
IAC 8046	20,3 d	18,3 b	20,7 c	8,6 a	16,9 b	15,2 b		
JM 2M80	21,6 d	35,5 a	10,7 d	2,9 b	17,7 c	13,7 b		
2B610 PW	27,0 d	20,3 b	18,0 c	5,9 a	17,7 b	22,9 a		
JM 3M51	19,1 d	35,5 a	12,4 d	5,9 a	18,2 b	20,2 a		
JM 2M77	25,6 d	34,8 a	10,8 d	5,7 a	19,2 b	9,4 b		
MG 744PW	28,7 c	26,5 b	19,0 c	4,9 a	19,9 b	11,6 b		
MG 580PW	50,8 a	6,5 d	23,4 b	1,1 b	20,4 c	16,7 b		
CD 3770PW	32,8 c	27,8 b	21,7 c	4,8 a	21,8 b	24,0 a		
Impacto VIP3	29,7 c	13,5 c	42,5 a	2,8 b	22,1 b	26,6 a		
LG 3055 PRO	38,2 c	25,0 b	27,4 b	5,5 a	24,0 a	1,3 c		
AG 8690	34,9 c	27,0 b	26,4 b	8,2 a	24,1 a	26,8 a		
RB 9005 PRO	42,6 b	29,5 b	25,0 b	6,7 a	25,9 a	18,4 a		
RB	35,2 c	38,5 a	27,6 b	4,2 a	26,4 a	22,6 a		
DKB 290	33,6 c	44,5 a	25,7 b	7,4 a	27,8 a	29,2 a		
NS 92 PRO 2	42,9 b	38,3 a	28,7 b	2,8 b	28,2 a	0,7 c		
ADV 9345	35,9 c	49,8 a	29,5 b	6,4 a	30,3 a	20,9 a		
AG 8780	54,7 a	36,8 a	20,5 c	13,4 a	31,4 a	32,9 a		
30S31 YH	55,1 a	31,8 b	46,0 a	5,3 a	34,5 a	24,6 a		
Média	24,7	21,0	19,8	4,8	17,6	17,0		
CV (%)	33,0	26,2	43,1	49,6	32,9	37,6		

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott (Análise dos dados de Votuporanga, Guaira e da média transformados em $(x+k)^{1/2}$ com $k = 0,1$). CV: coeficiente de variação.



Tabela 3. Produtividade de grãos de cultivares precoces de milho em ensaios na Região Norte/Noroeste do Estado de São Paulo na safrinha 2017.

Cultivar	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)									
	Guaira		Mococa		Pindorama		Votuporanga		Média	
AG 7098 PRO2	6.375	b	6.088	a	5.178	a	4.363	a	5.501	a
2B810PW	7.163	a	6.027	a	4.163	a	4.268	a	5.405	a
JM 4M50	6.991	a	6.050	a	4.590	a	3.930	a	5.390	a
NS 90 PRO	6.466	b	6.242	a	4.733	a	3.858	a	5.324	a
P3898	7.769	a	4.057	c	3.031	c	4.947	a	4.951	b
DKB 315 PRO	6.518	a	5.377	a	4.793	a	3.078	b	4.941	b
MG 580PW	6.986	a	5.552	a	3.103	c	3.805	a	4.861	b
LG 3055 PRO	6.615	a	4.302	c	3.717	b	3.794	a	4.607	c
NS 92 PRO 2	6.404	b	5.368	a	3.319	b	3.290	b	4.595	c
GNZ 9720	6.733	a	4.589	b	3.751	b	3.254	b	4.582	c
RB 9080PRO2	6.215	b	4.959	b	3.934	b	3.142	b	4.563	c
AS 1633 PRO	6.918	a	4.019	c	3.342	b	3.437	b	4.429	c
RB 9005 PRO	6.264	b	5.184	b	3.373	b	2.845	c	4.416	c
MG 652PW	6.544	a	5.194	b	2.915	c	2.828	c	4.370	c
2B587 PW	6.651	a	4.239	c	3.021	c	3.560	b	4.368	c
2B633 PW	6.652	a	4.866	b	2.497	c	2.591	c	4.152	d
MG 699PW	6.342	b	5.010	b	2.528	c	2.709	c	4.147	d
2B610 PW	6.580	a	4.867	b	2.725	c	2.407	c	4.145	d
GNZ 9688PRO	6.158	b	4.844	b	2.922	c	2.576	c	4.125	d
IAC 3330	5.297	c	4.412	b	2.727	c	3.533	b	3.992	d
IAC 8098	5.205	c	4.544	b	3.183	b	2.994	b	3.981	d
MG 744PW	6.768	a	4.715	b	2.683	c	1.705	d	3.968	d
ADV 9345	6.977	a	4.643	b	2.139	d	1.834	d	3.898	d
30A37 PW	6.791	a	4.509	b	1.501	d	2.717	c	3.879	d
CD 3770PW	5.979	b	4.676	b	2.684	c	2.066	d	3.851	d
Impacto VIP3	5.590	c	4.148	c	2.486	c	3.047	b	3.818	d
AG 8780 PRO3	6.036	b	4.585	b	2.289	c	2.285	c	3.799	d
AG 8690 PRO3	5.793	b	3.743	c	2.703	c	2.779	c	3.755	e
MG 600PW	6.543	a	4.003	c	1.599	d	2.687	c	3.708	e
JM 2M77	5.701	c	3.648	c	2.897	c	2.466	c	3.678	e
DKB 290 PRO3	6.578	a	3.521	c	2.267	c	2.339	c	3.676	e
JM 2M80	5.999	b	4.330	c	2.090	d	2.260	c	3.670	e
30S31 YH	6.527	a	3.846	c	2.259	c	1.848	d	3.620	e
JM 2M60	5.870	b	3.918	c	2.386	c	1.964	d	3.535	e
JM 3M51	6.173	b	3.379	d	2.336	c	2.250	c	3.534	e
IAC 8046	5.417	c	3.622	c	2.321	c	2.536	c	3.474	e
AL Avaré	4.946	c	3.336	d	2.542	c	2.507	c	3.333	e
AL Paraguaçu	4.493	d	3.067	d	2.016	d	1.897	d	2.868	f
AL Piratininga	3.920	d	2.942	d	1.581	d	2.196	c	2.660	f
AL Bandeirante	4.381	d	2.585	d	1.667	d	1.628	d	2.565	f
Média	6.183		4.475		2.900		2.855		4.103	
CV (%)	8,45		6,84		10,23		9,74		9,24	

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott (Análise dos dados de Mococa, Pindorama e Votuporanga e da média transformados em $\sqrt{(x+k)^2}$ com $k = 0$). CV: coeficiente de variação.



O grupo de híbridos mais suscetíveis ao enfezamento apresentou, em média, 39% das plantas infectadas e redução média de produtividade de 41% em relação ao grupo mais resistente, em Votuporanga, local com alta incidência e boa correlação entre estas variáveis.

4. Conclusões

Há grande variabilidade na resistência ao enfezamento e à risca dos cultivares de milho testados, mas apenas pouco mais de um terço deles são mais resistentes ou apresentam reação intermediária a ambas as doenças. Os híbridos mais resistentes ao enfezamento, entre os testados, são: GNZ 9720, AG 7098 PRO2, NS 90 PRO e JM 4M50, além de DKB 315 PRO, IAC 3330, 2B587 PW e P3898, e os mais resistentes à risca: AG 7098 PRO2, NS 90 PRO, IAC 3330, AL Piratininga, LG 3055 PRO e NS 92 PRO 2, dentre os quais, apenas três deles reúnem alta resistência às duas doenças. Os materiais mais resistentes ao enfezamento destacam-se entre os mais produtivos, demonstrando a importância de priorizá-los nestes locais de alta incidência da doença.

Agradecimentos

À pesquisadora Haiko Enok Sawazaki, pela confirmação da presença dos mollicutes por identificação molecular, e aos colaboradores Wilson Luiz Strada, Paulo Sérgio Cordeiro, Maycon Ferraz, Rodolfo Pivaro, Francisco Otávio Alves Ferreira e João Batista Vieira Junior pelo valioso auxílio na avaliação de doenças.

Referências

CANTERI, M.G.; ALTHAUS, R.A.; VIRGENS FILHO, J.S.; GIGLIOTI, E.A.; GODOY, C.V. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, Ponta Grossa, v.1, n.2, p.18-24. 2001.

LOPES, J.R.S.; OLIVEIRA, C.M. Vetores de vírus e mollicutes em milho. In: OLIVEIRA, E.; OLIVEIRA, C.M. **Doenças em milho: mollicutes, vírus, vetores e mancha por *Phaeosphaeria***. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.35-60.

MASSOLA JÚNIOR, N.S.; BEDENDO, I.P.; AMORIM, L.; LOPES, J.R.S. Quantificação de danos causados pelo enfezamento vermelho e enfezamento pálido do milho em condições de campo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.24, n.2, p.136-142, 1999.

