

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE GENÓTIPOS DE MILHO EM SOLOS COM SATURAÇÃO DIFERENCIADA DE ALUMÍNIO

DURÃES, F.O.M.¹, MAGALHÃES, P.C.¹, OLIVEIRA, A.C.¹, CÓRDOVA, M.O.²

(E-mail: fduraes@cnpms.embrapa.br, promasor@cotas.com.bo (1 Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 151, 35701-970 Sete Lagoas, MG, Brasil); (2 Asociación Nacional de Productores de Maíz y Sorgo, Calle Otuquis #151 Santa Cruz de la Sierra, Bolivia)

Palavras-chave: milho, solos ácidos, saturação em alumínio, descritores

INTRODUÇÃO

Solos ácidos são frequentes em áreas tropicais do mundo e, nessas regiões, os solos que mais restringem a adaptação das plantas, são os oxissolos (muito intemperizados) que ocupam 81,11% das terras do planeta. No Brasil, a área dos "cerrados" ocupa quase 180 milhões de ha, aonde os solos são quimicamente pobres do ponto de vista de exploração agrícola, apresentando baixa produtividade, devido à elevada saturação em alumínio e à baixa disponibilidade de nutrientes essenciais para as plantas (Magnavaca, 1982).

A toxidez do alumínio é um fator limitante ao crescimento de plantas, e interfere em importantes processos para a performance vegetativa e reprodutiva de milho (Kochian, 1995).

O objetivo desse trabalho foi de avaliar agronomicamente genótipos de milho, cultivados em solos com saturação diferenciada de alumínio, através de variáveis morfo-fisiológicas e de rendimento de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

No campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, foram conduzidos dois experimentos em um solo (Latosolo Vermelho Escuro, álico, fase Cerrado), com saturação diferenciada de alumínio (solo corrigido, m = 0%; e, não-corrigido, m = 61%).

Utilizaram-se, em cada experimento, seis genótipos de milho (comerciais: BR 4157, BR 106, BRS 3060, BRS 3150, BR 2110, e experimental: HSTR-3), em quinze tratamentos, compostos como segue: genótipos BR 106, BR 4157, BRS 3060, BRS 3150, em combinações de quantidades de sementes equivalentes a 0:100 (puro), 25:75, 50:50 e 75:25 e dois controles: BRS 2110 e HSTR-3, 0:100 (puro).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Cada unidade experimental foi constituída de 5 linhas de 5m, espaçadas 0,90m entre linhas.

O solo foi preparado mecanicamente (uma aração e duas gradeações) e aplicaram-se herbicidas (Dual, 1,5 l/ha + Gesaprim, 3,4 l/ha) em pré-emergência, com o complemento de duas capinas manuais posteriores ao plantio. O plantio, em ambos os experimentos, foi realizado em linha (em 06/nov./99), no espaçamento de 0,90x0,20m entre plantas. Aplicaram-se, no plantio, 300 kg da fórmula 5-20-20+Zn; e, em

cobertura aplicaram-se 90 kg/ha de N, na forma fracionada, sendo: 45 kg (estádio vegetativo V6) e 45 kg (estádio vegetativo V8). Irrigações por aspersão foram frequentemente manejadas. O controle de *Spodoptera frugiperda*, conforme recomendado, se deu quando o nível de dano econômico de infestação estava ao redor de 15%.

Os dados para análises foram obtidos basicamente em três épocas de coletas: florescimento, ponto de maturidade fisiológica e colheita para rendimento de grãos. Durante o florescimento avaliaram-se: florações masculina e feminina, e intervalo entre as florações (em dias), altura de planta e de inserção da 1ª espiga (cm), análise química de nutrientes (%). No enchimento de grãos (do florescimento até o ponto de maturidade fisiológica) avaliaram-se: duração de enchimento de grãos (dias), senescência foliar (Escala Visual), teor de clorofila (método de Arnon, 1949). Na colheita foram avaliados o rendimento (kg/ha de grãos, a 13% de umidade).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o teste de F observaram-se diferenças significativas para o fator solo, e não-significância para o fator genótipo e a interação genótipo-solo.

As variáveis altura de planta, floração feminina, duração do enchimento de grãos e enfermidade são apresentadas na Tabela 1 e descrevem os tratamentos estudados.

Altura de plantas diferiu em função do solo, sendo inferiores no "solo ácido". A maior altura foi obtida em solo corrigido (229 cm) e a menor em solo ácido (133 cm). Para a variável senescência foliar, todos os genótipos mantiveram sua turgidez e tiveram baixa senescência até os 45 dias após a floração, a partir daí a porcentagem de área foliar verde decresceu drasticamente, coincidindo com a aparição da enfermidade por *Phaeosphaeria maidis*, que acelerou a senescência foliar. Em solo corrigido o T4 (BR 106 75% + 25% BR 4157) foi o que teve uma maior senescência depois dos 45 dias, e, em solo ácido foi o BR 4157.

Aos 40 dias após a floração mediu-se a incidência de *Phaeosphaeria maidis* (Escala Visual de Notas: 0-ausência de lesão a 5-severidade total). Os resultados (Tabela 1) mostram que não há diferença entre os tratamentos, exceto para o T11 e T13 que tiveram uma maior incidência em solo corrigido e menor em solo ácido, em contraste ao T15 (HSTR-3).

Tabela 1 - Variáveis descritoras de genótipos de milho durante o enchimento de grãos. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. 2000.

Tratamento		Altura de Planta (cm)		Floração Feminina (dias)		<i>Phaeosphaeria maidis</i> (Escala Visual*)		Duração do Enchimento de Grãos (dias)	
		Solo							
		C	nC	C	nC	C	nC	C	nC
T1	BR 4157 100%	213	141	62	74	4,0	3,5	53	49
T2	BR 106 25% + 75% BR 4157	218	146	63	72	3,5	3,3	52	50
T3	BR 106 50% + 50% BR 4157	215	133	63	80	3,6	3,0	54	43
T4	BR 106 75% + BR 25% BR 4157	215	144	65	79	3,1	3,3	52	44
T5	BR 106 100%	222	164	72	80	3,5	3,5	47	44
T6	BRS 3060 100%	226	149	70	79	3,3	3,3	49	44
T7	BR 106 25% + 75% BRS 3060	227	157	71	80	3,6	3,3	47	47
T8	BR 106 50% + 50% BRS 3060	229	157	68	80	3,5	3,5	50	47
T9	BR 106 75% + 25% BRS 3060	223	157	69	80	3,6	3,0	49	44
T10	BRS 3150 100%	221	145	65	74	3,5	3,5	53	44
T11	BR 106 25% + 75% BRS 3150	221	154	65	76	4,0	3,0	53	48
T12	BR 106 50% + 50% BRS 3150	218	147	65	78	3,6	3,2	53	46
T13	BR 106 75% + 25% BRS 3150	223	139	68	78	3,8	2,7	48	45
T14	BRS 2110 100%	213	152	69	77	3,6	3,8	48	46
T15	HSTR-3 100%	201	153	68	73	2,8	3,6	49	52
Média		219	149	67	77	3,5	3,3	50	46

Solo (C = corrigido, nC = não-corrigido)

* Escala de Notas/Severidade de Ataque (*P. maidis*): 0 (ausência de lesão), 1 (lesões dispersas), 2 (lesões em 50 % das folhas, com 25% de severidade), 3 (lesões em 75% das folhas), 4 (lesões em 100% das folhas, com 75% de severidade), 5 (lesões em 100% das folhas da planta).

Para a variável dias para a maturidade fisiológica, a análise dos dados (Tabela 1) mostra que, em solo corrigido, resultou os maiores períodos (47 a 54 dias). Os valores menores foram obtidos em solo ácido (43 a 52 dias). Apesar de que a floração feminina, em solo ácido, tenha atrasado, em média, 10 dias em relação a solo corrigido, a média geral para dias até à maturidade fisiológica apresenta um valor mais baixo em solo ácido (46 dias), em relação ao solo corrigido (50 dias). Isto pode ter acontecido pelo estresse submetido ao cultivo em solos ácidos, desde que quando a planta sofre estresse depois da floração esta tende a acelerar seu ciclo, como uma manifestação de escape às adversidades.

As maiores porcentagens de absorção de nutrientes pelas plantas se deu em solo corrigido, em relação à quantidade absorvida em solo ácido, apresentando diferença significativa entre as médias (Tabela 2). Isto se deve a que a maioria dos nutrientes essenciais para as plantas não se encontram disponíveis a baixo pH, como no caso de fósforo que é fixado pelo Al e Fe. A este respeito Foy (1983), mencionado por Trujillo (1988) afirma que o excesso de Al interfere no ponto de crescimento das raízes, fazendo com que elas sejam mais curtas e quebradiças e com menor ramificação lateral, tornando-as menos eficientes na absorção de água. Também interfere na assimilação, transporte e uso de elementos essenciais como o Ca, Mg, K e P.

Tabela 2 - Resultados da análise de DMS (0,05) para análise foliar de genótipos de milho. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. 2000.

Ambiente	Concentração (%) de nutrientes na folha				
	N	P	K	Ca	Mg
Solo Corrigido (C)	3,93 a	0,32 a	2,25 a	0,53 a	0,24 a
Solo Ácido (nC)	3,63 b	0,28 b	2,13 b	0,35 b	0,09 b
C.V.(%)	10,5	2,78	7,44	16,9	8,97

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não se diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste L.S.D., em Solo (C = corrigido, nC = não-corrigido)

O maior rendimento foi obtido no Tratamento 11 (BR 106 25% + 75% BRS 3150) em solo corrigido, com 9862 kg/ha, e o menor rendimento obteve-se no Tratamento 13 (BR 106 75% + 25% BRS 3150) em solo ácido, com 3248 kg/ha (Tabela 3).

Dentre os outros tratamentos, aqueles que apresentaram os melhores comportamentos, tanto em solo corrigido como em solo ácido, foram T11, T6, T10, T14 e T15. Esta diferença de rendimento deve-se, em grande parte, aos baixos teores de Ca em solos ácidos, que é um fator limitante ao aumento do rendimento, e porque o Ca diminui o efeito tóxico do alumínio. Foy et al. (1978), afirmam que em um solo ácido há redução de volume de raízes e de uso de nutrientes pelas plantas, e reduz a área foliar aumentando ao mesmo tempo a suscetibilidade à seca.

Em ambos os experimentos – solo corrigido e solo ácido - os genótipos que tiveram melhor comportamento geral foram HSTR-3 e BRS 3060.

Os resultados sugerem que o manejo adequado de plantas e o uso de genótipos melhorados de milho com tolerância a solos com alto conteúdo de alumínio são estratégias pertinentes e de grande utilidade para os agricultores.

Tabela 3 - Resultados da análise de DMS (0,05) para rendimento de grãos (Kg/ha) de genótipos de milho. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. 2000.

Tratamentos	Solo Corrigido			Solo Ácido		
	Kg/ha	%	Médias*	Kg/ha	%	Médias*
T1 BR 4157 100%	7994	87	d	4840	84	e
T2 BR 106 25% + 75% BR 4157	8346	91	d	5131	90	d
T3 BR 106 50% + 50% BR 4157	8683	95	d	3523	62	e
T4 BR 106 75% + BR 25% BR 4157	9259	101	c	3940	69	e
T5 BR 106 100%	8985	98	d	4420	77	e
T6 BRS 3060 100%	9172	100	c	5898	103	b
T7 BR 106 25% + 75% BRS 3060	8897	97	d	4872	85	e
T8 BR 106 50% + 50% BRS 3060	9483	104	b	4689	82	e
T9 BR 106 75% + 25% BRS 3060	8476	93	d	4661	81	e
T10 BRS 3150 100%	9058	99	c	5798	101	c
T11 BR 106 25% + 75% BRS 3150	9862	108	a	5674	99	c
T12 BR 106 50% + 50% BRS 3150	9787	107	a	4208	73	e
T13 BR 106 75% + 25% BRS 3150	9222	101	c	3248	57	e
T14 BRS 2110 100%	9138	(100)	c	5732	(100)	c
T15 HSTR-3 100%	8904	97	d	6272	109	a
Média	9.018			4.900		

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não se diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste L.S.D., em Solo (C = corrigido, nC = não-corrigido).

* Método de Fasoulas (1993), baseado no teste de D.M.S. (0,05).

Literatura citada

- ARNON, D.I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Bethesda, v.24, p.1-15, 1949.
- FASOULAS, A.C. Rating cultivars and trials in applied plant breeding. **Euphytica** v.32 p.939-493, 1993.
- FOY, C.D.; CHANEY, R.L.; WHITE, M.C. The physiology of metal toxicity in plants. **Annual Review and Plant Physiology**, Palo Alto, v.29, p.511-516, 1978.
- KOCHIAN, L.V. Cellular mechanisms of aluminum resistance in plants. **Annual Review and Plant Physiology**, Palo Alto, v.46, p.237-260, 1995.
- MAGNAVACA, R. **Genetic variability and the inheritance of aluminum tolerance in maize (*Zea mays* L.)**. Lincoln: University of Nebraska, 1982. 135p. Tese Doutorado
- TRUJILLO, R.A. Alternativas para la producción de maíz en suelos ácidos con altos contenidos de aluminio en Colombia. In: SEMINARIO MEJORAMIENTO PARA TOLERANCIA A FACTORES AMBIENTALES ADVERSOS EN EL CULTIVO DE MAIZ, 3., 1988, Quito, Ecuador. **Seminario...** Quito: IICA, 1988. p-200-215.