

OBTENÇÃO DE HÍBRIDOS DUPLOS DE MILHO PARA TOLERÂNCIA A TOXIDEZ DE ALUMÍNIO¹

RICARDO MAGNAVACA, ELTO EUGENIO GOMES E GAMA², ANTÔNIO F.C. BAHIA FILHO³
e FERNANDO T. FERNANDES⁴

RESUMO - Um grupo de linhagens selecionadas per se e em top-cross para tolerância à toxidez de alumínio, foi utilizado na obtenção de híbridos duplos com tolerância ao Al. Estes híbridos duplos originaram-se do cruzamento de dez diferentes híbridos simples, com dois híbridos simples (HS1 e HS2) testadores comuns tolerantes ao Al, HS1 e HS2, obtendo-se dois grupos de dez híbridos duplos. Foi avaliado se a produtividade e estabilidade de produção dos híbridos tolerantes ao Al, quando plantados em solos mais férteis, seriam compatíveis com as dos híbridos comerciais de menor tolerância. A tolerância ao Al foi avaliada em solução nutritiva contendo $222 \mu\text{mol Al litro}^{-1}$ e $45 \mu\text{mol P litro}^{-1}$. A produtividade e estabilidade destes híbridos foram avaliadas em ensaios plantados em solos de cerrado recuperado e de cultura, usualmente utilizados para cultivo de milho. Os resultados indicam a possibilidade de obtenção de cruzamentos específicos superiores para tolerância ao Al, a partir de linhagens selecionadas para tolerância ao Al. Para tal, a técnica de solução nutritiva descrita mostrou-se eficiente na identificação destes cruzamentos. Não foi constatada uma possível correlação negativa entre produtividade e alta tolerância ao Al, e esta tolerância pode ser incorporada a genótipos de alta produtividade e estabilidade de produção.

Termos para indexação: solução nutritiva, produtividade, estabilidade.

DOUBLE-CROSS HYBRID SELECTION FOR ALUMINUM TOLERANCE

ABSTRACT - A set of maize inbred lines selected based on evaluation per se and as top-cross hybrids for aluminum tolerance, were used for obtaining Al tolerant double-cross experimental hybrids. These double-cross hybrids originated from the crossing of ten different single-cross hybrids with two common Al tolerant single-cross testers, HS1 and HS2, obtaining two sets of ten double-cross hybrids. Yield and stability of the Al tolerant hybrids were evaluated in high fertile soils and compared to less Al tolerant commercial hybrids. Aluminum tolerance was assessed in a nutrient solution with $222 \mu\text{mol Al L}^{-1}$ and $45 \mu\text{mol P L}^{-1}$. Yield and yield stability were tested in field trials at five sites on soils where maize is normally grown as well as cerrado soils. These results indicate the possibility of obtaining superior Al tolerant specific crosses from selected Al tolerant inbred lines. The nutrient solution technique described was effective in detecting superior Al tolerant crosses. It was not possible to find a negative correlation between yield and high Al tolerance, and high Al tolerance may be added to high yield and stable genotypes.

Index terms: nutrient solution, yield, stability, aluminum tolerance, hybrids.

INTRODUÇÃO

A expansão da cultura do milho em solos ácidos do Brasil, principalmente nos solos sob vegetação de cerrado, traz a necessidade de desenvolver cultivares que permitam produtividade e estabilidade de produção compatíveis com uma exploração econômica e de menores riscos para os agricultores.

Ainda que o cultivo de milho em solos de cerrado tenha sido precedido de práticas de correção do solo e melhoria do nível de fertilidade, a obtenção de híbridos de maior produtividade e dotados de melhor tolerância à toxidez de alumínio seria um avanço tecnológico desejável.

A variabilidade do milho para tolerância à toxidez de Al já tem sido demonstrada em linhagens, populações e híbridos brasileiros (Bahia et al. 1978, Napolini et al. 1981, Magnavaca 1982, Furlani & Hanna 1984, Lopes et al. 1987, Furlani et al. 1986). Entretanto, uma possível correlação negativa entre produção de grãos e tolerância ao Al foi detectada por Magnavaca (1982).

A partir de linhagens que se mostraram muito tolerantes quando avaliadas em solos ácidos (Nas-

¹ Aceito para publicação em 9 de julho de 1987.

² Eng. - Agr., Ph.D., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Caixa Postal 151, CEP 35700 Sete Lagoas, MG.

³ Eng. - Agr., D.Sc., EMBRAPA/CNPMS.

⁴ Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/CNPMS.

polini et al. 1981) e em solução nutritiva (Magnavaca 1982), foram obtidos híbridos experimentais de milho, como o CMS 201x, que mostrou alta tolerância à toxidez de Al em solução nutritiva (Furlani & Hanna 1984, Lopes et al. 1987). Este híbrido, no entanto, mostrou-se não-competitivo com híbridos comerciais quando avaliado em solos mais férteis (Magnavaca et al. 1986). Este grupo de linhagens tolerantes serviu, contudo, na formação de híbridos simples testadores de um novo grupo de linhagens, onde se procurou obter cruzamentos tolerantes à toxidez de Al e produtivos, seja em solos ácidos, seja em solos de cerrado recuperado ou em solos naturalmente férteis.

Um grupo de 20 destes híbridos experimentais de milho e alguns híbridos comerciais serão avaliados quanto à tolerância à toxidez de Al em solução nutritiva. Em ensaios no campo, procurar-se-á avaliar se a produtividade e estabilidade dos híbridos tolerantes à toxidez de Al, quando plantados em solos mais férteis, serão compatíveis com a produtividade e estabilidade dos híbridos comerciais de menor tolerância.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimentos em solução nutritiva

Foram realizados dois ensaios para tolerância à toxidez de Al. No primeiro, foram avaliados 12 híbridos simples, e no segundo, 20 híbridos duplos e quatro testemunhas comerciais. Na avaliação dos híbridos simples e duplos, utilizou-se o delineamento de blocos casualizados com três repetições, com parcelas de 21 plantas.

A solução nutritiva e a técnica para o crescimento das plantas foram descritas por Furlani & Clark (1981), Magnavaca (1982) e Clark (1982). A composição da solução nutritiva foi em $\mu\text{mol litro}^{-1}$, 10900 $\text{NO}_3\text{-N}$, 3500 Ca, 2300 K, 1300 $\text{NH}_4\text{-N}$, 850 Mg, 590 Cl, 580 S, 45 P, 25 B, 9,1 Mn, 2,29 Zn, 0,83 Mo, 0,63 Cu e 77 Fe como Fe HEDTA. No preparo da solução foram utilizados os seguintes reagentes: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, NH_4NO_3 , KCl, K_2SO_4 , KNO_3 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, KH_2PO_4 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, HEDTA, $\text{Mn Cl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Foram ainda adicionados $222 \mu\text{mol Al litro}^{-1}$ na fórmula k $\text{Al}(\text{SO}_4)_2$. O pH foi ajustado inicialmente para $4,0 \pm 0,1$, e não foram feitos ajustes de pH até a colheita.

As sementes foram tratadas com fungicida Captan e enroladas em papel-toalha umedecido, para germinação, e mantidas em ambiente umedecido com água aerada. Após sete dias, as plântulas mais uniformes e sem danificação nas raízes foram transferidas para uma placa de plástico

perfurado colocado em uma bandeja com oito litros da solução-tratamento, e 49 plantas por bandeja. Adicionou-se água diariamente, para manter o volume da solução. Os experimentos foram montados em casa de vegetação, sem iluminação artificial, com temperatura variando entre 25°C e 35°C .

Quando as plântulas foram transferidas para a solução-tratamento, mediu-se o comprimento inicial da raiz seminal. As plantas desenvolveram-se por oito dias na solução nutritiva, medindo-se, então, o comprimento final da raiz seminal. O comprimento relativo da raiz seminal (CRRS), usado na avaliação de tolerância ao Al, foi obtido pela divisão do comprimento final da raiz seminal pelo inicial e transformado em percentagem em relação ao crescimento inicial, segundo metodologia descrita por Magnavaca (1982).

Avaliação de campo

Os cinco experimentos programados foram conduzidos, respectivamente, em São Gotardo (MG), Coromandel (MG), Sete Lagoas (MG), Goiânia (GO) e Londrinha (PR). Nestes locais foram escolhidos solos de cerrado recuperado e de cultura usualmente utilizados para cultivo de milho. Os tratamentos foram constituídos por 20 híbridos duplos experimentais do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, e cinco testemunhas, utilizando-se um delineamento experimental de látice 5×5 quádruplo. Estes híbridos foram selecionados para adaptação a solos de cerrado, através do cruzamento de dez híbridos simples diferentes com dois híbridos simples testadores comuns tolerantes ao Al, HS1 e HS2, formando dois grupos de dez híbridos duplos descritos na Tabela 1

TABELA 1. Crescimento relativo de raiz seminal (CRRS) da avaliação de híbridos simples experimentais de milho em solução nutritiva contendo $222 \mu\text{mol Al litro}^{-1}$.

Híbrido simples	CRRS (%)
HS 10	76 cd
HS 20	49 e
HS 30	68 d
HS 40	91 b
HS 50	83 bc
HS 60	56 e
HS 70	89 b
HS 80	91 b
HS 90	105 a
HS 100	94 ab
HS 1	94 ab
HS 2	86 bc
Média	81

Diferenças mínimas significativas (Duncan 5%).

As parcelas foram formadas por quatro linhas de 5,0 m de comprimento, colhendo-se as duas fileiras centrais (50 plantas). O plantio foi efetuado no espaçamento de 1,0 m x 0,20 m, procurando-se obter, após o desbaste, uma população de 50.000 plantas/ha. Todos os ensaios foram adubados de acordo com a recomendação de análise de solos.

Anotou-se o peso de espigas despalhadas, e na análise de estabilidade utilizou-se o método proposto por Eberhart & Russel (1966). Neste método, estima-se para cada tratamento o coeficiente de regressão linear (b) de seu rendimento em função de um índice ambiental que é a média de todos os tratamentos em todos os ambientes menos a média geral, e os desvios da regressão linear (S^2d).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro ensaio de híbridos simples, o crescimento relativo da raiz seminal (CRRS), variou de 49% a 105% com uma média de 81% (Tabela 2.). A tolerância à toxidez de Al neste nível pode ser considerada alta, sendo comparável aos valores obtidos por Magnavaca (1982) e relatados por Lopes et al. (1987), para linhagens e populações tolerantes à toxidez de Al utilizando-se estas mesmas concentrações de Al e de P. A consistência na discriminação para tolerância em genótipos de milho usando-se concentrações e metodologia semelhantes, também foi relatada por Furlani & Hanna (1984).

As linhagens que participam dos híbridos simples constantes da seqüência de HS 10 a HS 100 foram selecionadas com base em cruzamento com HS1, onde se procurou selecionar as que permitiram maior produção dos híbridos triplos em solos ácidos, férteis e maior tolerância em solução nutritiva (Magnavaca et al. 1986). Mesmo assim, os cruzamentos simples mostraram-se bastante variáveis em torno da média, evidenciando a importância das combinações específicas para tolerância. Isto encontra justificativa no tipo de ação gênica encontrada por Magnavaca (1982) para explicar a variação genética para o caráter tolerância ao Al, onde, apesar de os efeitos aditivos explicarem a maior parte da variação genética, os efeitos de dominância foram sempre significativos.

Apesar de os híbridos simples HS1 e HS2 apresentarem tolerância à toxidez de Al semelhante (83% a 86% de CRRS, respectivamente), eles têm algumas características bem diferentes. O HS1 conseguiu desenvolver um número muito grande

de radicelas em solução nutritiva, o que não ocorreu com HS2. Em ensaios de campo, eles têm ciclo semelhantes, porém o HS1 tem porte mais alto e produtividade mais baixa, e o HS2 apresenta alta prolificidade. Estas diferenças são importantes para explicar o comportamento, dos híbridos oriundos de seus cruzamentos, observado no segundo ensaio em solução nutritiva. Nestes experimentos, os híbridos duplos oriundos do cruzamento com HS1 mostraram, em média, tolerância superior à dos cruzamentos com HS2 (68% para 55%). As maiores percentagens para CRRS foram dos cruzamentos com HS1, HD 7 (130%) e HD 9 (107%), e dos cruzamentos com HS2, HD 14 (92%) e HD 15 (76%). As tolerâncias de HD 7, HD 9 e HD 14 foram altas quando comparadas com a dos híbridos comerciais Dina 3030 (61%), Cargill 111 S (48%) e Pioneer 6875 (16%). Com relação às testemunhas, estes resultados estão concordantes com os dados relatados por Furlani et al. (1986), com a tolerância ao Al variando de intermediária para baixa na seqüência Dina 3030, Cargill 111 S e Pioneer 6875. O Híbrido Ag 401, pelo mesmo trabalho, mostrou tolerância semelhante ao Cargill 111 S.

O aspecto relativo a importância das combinações específicas para tolerância ao Al ficou evidenciado novamente nos dados da Tabela 2, quando se comparou, por exemplo, a tolerância de HD 7 (HS 70 x HS1) e HD 17 (HS 70 x HS2). A variação para tolerância é bidirecional, dependendo da combinação específica dos híbridos simples.

Na Tabela 3 são apresentadas as produções médias de peso de espigas dos cinco experimentos em condições de campo. As produtividades foram altas, especialmente em São Gotardo (MG), com o C.V. dos ensaios variando de 5,69% a 15,57%. Com exceção de Goiânia (GO), houve efeito significativo para tratamento ($P < 0,01$) nos demais locais. Nestes, os dados foram consistentes quanto à maior produtividade dos híbridos duplos oriundos dos cruzamentos com HS2 em relação a HS1. Em nenhum caso, o cruzamento de um híbrido simples com o híbrido simples testado HS1, foi mais produtivo do que quando cruzado com HS2. Isto demonstra a consistência com que o híbrido simples HS2 aumenta a produtividade dos cruzamentos.

TABELA 2. Crescimento relativo de raiz seminal (CRRS) da avaliação de híbridos duplos experimentais de milho em solução nutritiva contendo $222 \mu\text{mol Al litro}^{-1}$.

Híbrido duplo	Cruzamento	CRRS (%)
HD 1	HS 10 x HS1	61 cd
HD 2	HS 20 x HS1	36 de
HD 3	HS 30 x HS1	42 de
HD 4	HS 40 x HS1	70 bcd
HD 5	HS 50 x HS1	61 cd
HD 6	HS 60 x HS1	46 de
HD 7	HS 70 x HS1	130 a
HD 8	HS 80 x HS1	73 bcd
HD 9	HS 90 x HS1	107 ab
HD 10	HS 100 x HS1	58 cd 68 ¹
HD 11	HS 10 x HS2	36 de
HD 12	HS 20 x HS2	40 de
HD 13	HS 30 x HS2	51 cde
HD 14	HS 40 x HS2	92 abc
HD 15	HS 50 x HS2	76 bcd
HD 16	HS 60 x HS2	51 cde
HD 17	HS 70 x HS2	39 de
HD 18	HS 80 x HS2	50 de
HD 19	HS 90 x HS2	56 cde
HD 20	HS 100 x HS2	59 cd 55
Exp 21	—	57 cde
Cargill 111 s	—	48 de
Dina 3030	—	61 cd
Pioneer 6875	—	16 e 45
Média		59

Diferenças mínimas significativas (Duncan 5%).

¹ Média dos grupos.

A análise conjunta dos dados da Tabela 3 permitiu estimar o coeficiente de regressão linear (\hat{b}) e os desvios da regressão linear (S^2d). Por este modelo (Eberhart & Russel 1966), uma cultivar é considerada estável quando apresenta alto rendimento médio, \hat{b} não significativamente diferente da unidade e valor de S^2d não-significativo. O peso médio de espigas nos cinco locais, coeficiente de regressão linear (\hat{b}), e desvios da regressão linear (S^2d) dos tratamentos são apresentados na Tabela 4.

A produtividade média dos dez híbridos duplos obtidos com HS1 foi de 7.152 kg/ha e com HS2, de 8.297 kg/ha. A média das quatro testemunhas

comerciais Cargill 111 s, Dina 3030, Agrocerec 401 e Pioneer 6875, foi de 7.770 kg/ha. A maior produtividade média obtida nos híbridos experimentais foi de 8.870 kg/ha e dentre as testemunhas, 8.050 kg/ha. Verificou-se baixa variabilidade entre os híbridos oriundos dos cruzamentos com HS1. Houve também uma nítida tendência para os cruzamentos com HS1 apresentarem valores de \hat{b} inferiores à unidade, e os cruzamentos com HS2, superiores à unidade. Isto significa que os híbridos derivados de HS1 apresentam pouca sensibilidade a oscilações de ambiente, e os derivados de HS2 respondem à melhoria de ambiente.

Considerando os conceitos de estabilidade e adaptabilidade já definidos, os híbridos mais indicados seriam HD15, HD20 e HD13; e entre as testemunhas, o Dina 3030. Os híbridos HD14 e HD19 apresentaram alta produtividade, mas comportamento menos previsível, o HD14 responde a ambientes mais favoráveis, e o HD19, a ambientes menos favoráveis. Os híbridos HD4 e HD9 mostraram comportamento previsível e oscilaram pouco em ambientes desfavoráveis, mas apresentaram baixa produtividade em relação aos cruzamentos com HS2.

Associando-se os dados da Tabela 4 com os dados da Tabela 2, verifica-se que entre os híbridos mais tolerantes ao Al medido pelo CRRS, ou seja, HD7 (130%), HD9 (107%), HD14 (92%) e HD15 (76%), os dois primeiros estão entre o grupo dos menos produtivos nos ensaios de campo em solos de cerrado recuperado, ou de cultura sem problema de toxidez de Al, e os dois outros, entre os mais produtivos. Esta baixa produtividade de HD7 e HD9 não deve ser atribuída à sua alta tolerância ao Al, pois todos os cruzamentos com o híbrido simples HS1 apresentaram baixas produtividades em relação ao grupo oriundo de HS2, conforme demonstra a média dos cruzamentos de HS1 e HS2, e mostraram-se bastante uniformes entre si pelo teste de Duncan aplicado nas médias.

Os híbridos duplos HD14 e HD15, principalmente o primeiro, conseguem associar, em um mesmo genótipo, alta produtividade e resposta favorável à melhoria do ambiente e um nível alto de tolerância ao Al. Esta constatação não confirma a possível correlação negativa entre produtividade e alta tolerância ao Al detectada por Magnavaca (1982).

Os resultados deste trabalho demonstraram que a tolerância ao Al pode ser incorporada em genótipos de alta produtividade e estabilidade de produção, competitivos com híbridos comerciais selecionados para solos mais férteis. No entanto, para a obtenção destes híbridos, é necessário que durante o desenvolvimento do programa, desde a fase de avaliação das linhagens, os genótipos sejam avaliados em solos ácidos, solos férteis, e testados quanto à tolerância ao Al, conforme relatado por Magnavaca et al. (1986). Neste aspecto de tolerância ao Al, a técnica de solução nutritiva uti-

lizada neste trabalho mostrou-se eficiente, pois permitiu isolar a tolerância ao Al de outros fatores de adaptação que poderiam confundir esta avaliação em solos ácidos.

O lançamento comercial dos híbridos duplos experimentais HD14 e HD15 possibilitaria a melhoria da produtividade de milho em solos sob vegetação de cerrado, independentemente da correção ou melhoria da fertilidade já efetuada neste solo, pois possuem condições de melhor ajustamento às condições de recuperação ou variações naturais de características de solos existentes nestas regiões.

TABELA 3. Peso de espigas (PE) de híbridos duplos experimentais e comerciais de milho, de ensaios instalados em cinco locais.

Híbrido duplo	Cruzamento	PE (kg/ha)				
		S. Gotardo**	Coromandel**	S. Lagoas**	Goiânia ^{ns}	Londrina**
HD 1	HS 10 x HS1	11362	6844	5235	4924	6977
HD 2	HS 20 x HS1	10174	6135	5833	6438	6961
HD 3	HS 30 x HS1	10767	6809	6909	6367	7011
HD 4	HS 40 x HS1	10086	6449	5717	6245	6720
HD 5	HS 50 x HS1	10914	7243	5224	6167	6952
HD 6	HS 60 x HS1	10231	6916	6253	5627	7072
HD 7	HS 70 x HS1	9652	6275	5072	5676	6307
HD 8	HS 80 x HS1	10621	6416	6235	6209	6839
HD 9	HS 90 x HS1	10672	6554	5340	6040	6801
HD 10	HS 100 x HS1	10646	6612	5933	5074	7485
HD 11	HS 10 x HS2	12597	6879	6530	5847	8080
HD 12	HS 20 x HS2	12246	6259	7101	6095	8291
HD 13	HS 30 x HS2	12217	7760	7117	6083	7714
HD 14	HS 40 x HS2	13220	7795	7107	6824	8612
HD 15	HS 50 x HS2	13463	7704	7993	6619	8570
HD 16	HS 60 x HS2	13809	7304	6395	6139	7843
HD 17	HS 70 x HS2	11757	6497	6439	5924	7775
HD 18	HS 80 x HS2	12722	6898	7532	7000	7177
HD 19	HS 90 x HS2	12000	6922	7521	7598	8850
HD 20	HS 100 x HS2	12287	7585	6548	7175	8443
Exp. 21		10742	6248	6160	6517	5947
Cargill 111 s		12377	6989	6264	5874	7583
Dina 3030		12416	6958	6576	6888	7026
Ag 401		11018	6539	5996	5418	7253
Pioneer 6875		13156	6458	7241	6216	7177
Média		11650	6862	6411	6199	7419

** Teste F ao nível de 1% probabilidade;

ns = Não-significativo.

TABELA 4. Peso médio de espigas (PME), coeficiente de regressão linear (\bar{b}) e desvios da regressão linear (S^2d) de híbridos experimentais e comerciais de milho, testados em cinco locais. Dados médios de cinco experimentos.

Híbrido duplo	PME (kg/ha)	\bar{b}	S^2d
HD 1	7068 j ¹	1,12 ± 0,12 ²	150941 ³
HD 2	7108 j	0,77 ± 0,08	- 20512
HD 3	7573 j	0,79 ± 0,06*	- 77711
HD 4	7143 j	0,74 ± 0,09	1879
HD 5	7300 j	0,93 ± 0,15	293527*
HD 6	7220 j	0,78 ± 0,07	- 59558
HD 7	6616 k	0,79 ± 0,08	- 14607
HD 8	7264 j	0,84 ± 0,04*	-129047
HD 9	7081 j	0,91 ± 0,09	- 2049
HD 10	7152 ⁴	0,93 ± 0,12	139205
HD 11	7987 fgh	1,19 ± 0,07	- 52266
HD 12	7998 fgh	1,09 ± 0,15	294328*
HD 13	8178 defg	1,03 ± 0,10	37019
HD 14	8712 ab	1,16 ± 0,04*	-132525
HD 15	8870 a	1,17 ± 0,10	62595
HD 16	8298 de	1,40 ± 0,30*	-147009
HD 17	7678 i	1,05 ± 0,07	- 65514
HD 18	8266 def	1,08 ± 0,15	312095*
HD 19	8578 bc	0,87 ± 0,14	248946
HD 20	8297	0,99 ± 0,09	4274
Exp. 21	7123 j	0,86 ± 0,15	315170*
Cargill 111 s	7817 hi	1,17 ± 0,03*	-139363
Dina 3030	7969 gh	1,09 ± 0,11	77103
Ag 401	7245 j	0,98 ± 0,06	- 86952
Pioneer 6875	7641	1,25 ± 0,14	250015
Média	7708		

¹ Diferença mínima significativa (Duncan 5%).

² Teste T, ao nível de 5%, significativamente diferente de 1;

³ Teste F, nos níveis de 5% e 1%, significativamente maior que o erro médio.

⁴ Média dos grupos.

CONCLUSÕES

1. Na seleção de híbridos tolerantes ao Al, deve-se explorar a possibilidade de obtenção de cruzamentos específicos superiores, a partir de linhagens selecionadas para tolerância.

2. A técnica de avaliação de tolerância ao Al em solução nutritiva tem-se mostrado eficiente.

3. Não foi constatada uma possível correlação negativa entre produtividade de milho e alta tolerância ao Al.

4. A tolerância ao Al pode ser incorporada a genótipos de alta produtividade e estabilidade de produção.

5. A combinação de seleção em solução nutritiva e em solos ácidos e férteis na avaliação da tolerância ao Al pode resultar na obtenção de híbridos que irão melhorar a produtividade em solos sob vegetação de cerrados, dada a sua ampla adaptação às variações de condições naturais ou de níveis de recuperação dos solos desta região.

REFERÊNCIAS

- BAHIA, A.F.C.; FRANÇA, G.E.; PITTA, G.V.E.; MAGNAVACA, R.; MENDES, J.F.; BAHIA, F.G.F.T.C.; PEREIRA, P. Avaliação de linhagens e populações de milho em condições de elevada acidez. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 11., Piracicaba, 1978. *Anais*. Piracicaba, ESALQ, 1978. p.51-8.
- CLARK, R.B. Nutrient solution growth of sorghum and corn in mineral nutrition studies. *J. Plant Nutr.*, 5:1039-57, 1982.
- EBERHART, S.A. & RUSSEL, N.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, 6:36-50, 1966.
- FURLANI, P.R. & CLARK, R.B. Screening sorghum for aluminum tolerance in nutrient solution. *Agron. J.*, 73:587-94, 1981.
- FURLANI, P.R. & HANNA, L.G. Avaliação da tolerância de plantas de sorgo e milho ao alumínio em solução nutritiva. *R. bras. Ci. Solo*, 8:205-8, 1984.
- FURLANI, P.R.; LIMA, M.; MIRANDA, L.T. de; MIRANDA, L.E.C. de; SAWASAKI, E.; MAGNAVACA, R. Avaliação de linhagens, materiais comerciais e duas populações de milho para tolerância a alumínio. *Pesq. agropec. bras.*, 21(6): 655-60, 1986.
- LOPES, M.A.; MAGNAVACA, R.; BAHIA FILHO, A.F.C.; GAMA, E.E.G. e. Avaliação de populações de milho e seus cruzamentos para tolerância à toxidez de alumínio em solução nutritiva. *Pesq. agropec. bras.*, 22(3):257-63, 1987.
- MAGNAVACA, R. *Genetic variability and the inheritance of aluminum tolerance in maize (Zea mays L.)*. Lincoln, University of Nebraska, 1982. 132p. Tese Ph.D.
- MAGNAVACA, R.; BAHIA, A.F.C.; LOPES, L.A.; GAMA, E.E.G. Avaliação de híbridos triplos de milho para solos de cerrado. *Relat. téc. anu. Cent. Nac. Pesq. Milho Sorgo*, 1980/1984. Sete Lagoas/CNPMS, 1986. p.39-40.
- NASPOLINI, V.; BAHIA, A.F.C.; VIANNA, R.T.; GAMA, E.E.G.; VASCONCELOS, C.A.; MAGNAVACA, R. Comportamentos de linhagens e de híbridos simples de milho (*Zea mays* L.) em solos sob vegetação de Cerrados. *Ci. e Cult.*, 33(5):722-7, 1981.

