

# RESPOSTA DIFERENCIAL DE GENÓTIPOS DE SORGO PARA TOLERÂNCIA AO ALUMÍNIO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA<sup>1</sup>

PEDRO R. FURLANI, CANDIDO R. BASTOS<sup>2</sup>,  
RENATO A. BORGONOV<sup>3</sup> e ROBERT E. SCHAFFERT<sup>4</sup>

**RESUMO** - Neste trabalho utilizou-se uma técnica de solução nutritiva para identificar, dentre 391 linhagens de sorgo (181 do BAG-sorgo, 71 do CNPMS, 17 do SEPON/ICRISAT, e 122 da coleção de sorgo sacarino), os genótipos que apresentam tolerância ao alumínio. A avaliação do comportamento diferencial dessas linhagens baseou-se no crescimento da raiz seminal primária de plantas jovens de sorgo, em solução nutritiva contendo níveis variados de Al (0,0; 2,25; e 4,5 mg de Al/l para sorgo granífero e 0,0; 2,5; e 5,0 mg de Al/l para sorgo sacarino). A característica usada para a comparação entre genótipos foi o comprimento relativo da raiz seminal ( $CRSS = \frac{CRS_{+Al}}{CRS_{-Al}}$  onde CRS = comprimento da raiz seminal). Baseando-se na distribuição percentual dos valores de CRRS, obtidos nas diferentes linhagens, e nos valores de CRRS, encontrados nos materiais controles SC 208 (sensível ao Al) e SC 283 (tolerante ao Al), três classes de resposta ao alumínio foram identificadas: sensível ( $CRRS < 0,50$ ), intermediária ( $0,50 < CRRS < 0,71$ ) e tolerante ( $CRRS > 0,70$ ). Dentre os materiais avaliados as seguintes linhagens apresentaram tolerância aos níveis de 4,5 ou 5,0 mg de Al/l: IS 3625, IS 7173 C (SC 283), IS 12666, 5DX61/6/2, 3DX57/1/1/910, 156-P-5-Serere-1, 9DX9/11, Brandes, MN 4004 e MN 1204. O processo mostrou-se eficiente na avaliação de grande número de linhagem, quando se visa a tolerância ao alumínio, sendo recomendada como técnica auxiliar em programas de melhoramento.

Termos para indexação: *Sorghum bicolor*, crescimento de raiz, linhagem.

## DIFFERENTIAL RESPONSES OF SORGHUM GENOTYPES FOR TOLERANCE TO ALUMINUM IN NUTRIENT SOLUTIONS

**ABSTRACT** - A nutrient solution technique was used to screen 391 sorghum genotypes (181 from BAG-sorghum, 71 from CNPMS, 17 SEPON from ICRISAT and 122 from sweet sorghum collection) for Al tolerance. The differential behavior was based on the root growth of young sorghum plant grown in nutrient solutions with varied Al (0.0, 2.25 and 4.5 mg of Al/l for grain sorghum and 0.0, 2.5 and 5.0 mg of Al/l for sweet sorghum). For comparison purposes, the relative seminal root length ( $SRRL = \frac{SRL_{+Al}}{SRL_{-Al}}$ , where SRL = Seminal Root Length and SRRL = Seminal Root Relative Length) was estimated. Based upon the percentual frequency distribution of SRRL values obtained for the different genotypes tested and based upon the SRRL values of SC 208 (Al susceptible) and SC 283 (Al-tolerant) three classes of differential responses to Al were identified: Susceptible (SRRL < 0.50), Intermediate (0.50 < SRRL < 0.71) and Tolerant (SRRL > 0.70). Among the materials tested, the following were classified as being tolerant to Al: IS 3625, IS 7173 C (SC 283) IS 12666, 5DX61/6/2, 3DX57/1/1/910, 156-P-5-Serere-1, 9DX9/11, Brandes, MN 4004 and MN 1204. The technique proved to be effective to screen large number of line for Al tolerance and should be used as a tool in a breeding program.

Index terms: *Sorghum bicolor*, root growth, inbred line.

## INTRODUÇÃO

Dentre os fatores limitantes ao aumento da produção de sorgo no Brasil, as características químicas

desfavoráveis da maior parte dos solos da região de cerrado assumem grande importância. Isto tem se constituído em um dos principais obstáculos da expansão da área de cultivo. Esses solos caracterizam-se principalmente por uma elevada acidez, baixa saturação de bases, elevados teores de alumínio e baixos teores de fósforo. A utilização de corretivos da acidez do solo nem sempre é uma prática economicamente viável, considerando-se os custos crescentes desses insumos. Além disso, certos solos possuem subsolos com teores tóxicos de Al, e a aplicação de calcário torna-se inviável prática e economicamente. Conseqüentemente, o

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 23 de setembro de 1986. Trabalho apresentado no XV Congresso Nacional de Milho e Sorgo, em Maceió, AL, 2-6 de julho de 1984.

<sup>2</sup> Eng. - Agr., Ph.D., Inst. Agron., Caixa Postal 28, CEP 13100 Campinas, SP. Bolsista CNPq.

<sup>3</sup> Eng. - Agr. M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Caixa Postal 151, CEP 35700 Sete Lagoas, MG.

<sup>4</sup> Eng. - Agr., Ph.D., IICA/EMBRAPA/CNPMS.

crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das plantas sensíveis ao alumínio são inibidos, acarretando uma reduzida exploração pelas raízes, de água e nutrientes (Foy 1983, Raij et al. 1983).

O uso de cultivares de sorgo tolerantes ao alumínio tem sido preconizado como uma das alternativas que auxiliam a contornar o complexo solo ácido (Lafever 1981, Foy 1983). Diversos pesquisadores demonstraram a existência de variabilidade dentre linhagens de sorgo para tolerância ao Al tanto em solo (Duncan 1981), como em solução nutritiva (Furlani & Clark 1981, Furlani et al. 1982, Duncan et al. 1983).

O presente estudo foi realizado com o objetivo de estudar a resposta diferencial de diversas linhagens de sorgo para tolerância ao alumínio em solução nutritiva.

#### MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação de 269 linhagens de sorgo granífero (181 itens do BAG-sorgo, 71 itens selecionados provenientes do CNPMS, 17 SEPON-70 provenientes do ICRISAT e de 122 linhagens de sorgo sacarino) foi realizada em condições não controladas de casa de vegetação (temperatura média diurna =  $35 \pm 2^\circ\text{C}$ , temperatura média noturna =  $20 \pm 3^\circ\text{C}$ ) usando-se um procedimento semelhante ao descrito por Furlani & Clark (1981). A técnica de crescimento e de avaliação das plantas consistiu do seguinte:

**Obtenção de plântulas** - As sementes foram colocadas para germinar em rolos de papel-toalha umedecido com água; três a quatro dias após o início da embebição, as plântulas foram transferidas para soluções nutritivas (pH 4,0 a 4,2) contendo diversas concentrações de Al.

**Solução nutritiva** - A composição da solução nutritiva (mg/l) foi a seguinte: Ca (140), K (85), Mg (21), N-NO<sub>3</sub> (147), N-NH<sub>4</sub> (18), S (17), P (1,0), Fe (0,8), B (0,1), Cu (0,01), Mn (0,1), Mo (0,02) e Zn (0,03). Os níveis de Al (0,0; 2,25; e 4,5 mg/l para sorgo granífero e 0,0; 2,5; e 5,0 mg/l para sorgo sacarino) foram supridos por uma solução de AlK(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·12H<sub>2</sub>O contendo 3 mg de Al/ml.

**Sustentação das plântulas** - A sustentação das plântulas no recipiente contendo solução nutritiva foi efetuada em chapas de acrílico contendo 132 furos, cada um apresentando uma reentrância capaz de acomodar a semente e sustentar eretamente a plântula, cuja radícula alcançava a solução nutritiva através da perfuração.

**Características avaliadas** - Após seis a sete dias de crescimento nas soluções contendo as diferentes concentrações de alumínio, as plantas foram avaliadas quanto ao crescimento da raiz seminal primária. Os seguintes índices foram determinados: comprimento da raiz seminal primária

(CRS) e comprimento relativo da raiz seminal (CRRS) ( $\text{CRS}_{+\text{Al}}/\text{CRS}_{-\text{Al}}$ ).

Os experimentos foram conduzidos segundo o delineamento de parcelas subdivididas com duas repetições. As parcelas foram constituídas pelas concentrações de alumínio e as subparcelas pelas linhagens de sorgo em estudo. O número de plantas avaliadas por linhagem variou entre três e quatro por parcela. Devido à dificuldade prática de testar todas as linhagens de uma só vez, a avaliação foi efetuada em etapas. Cada parcela continha, além das linhagens em estudo, duas linhagens controles, SC 208 (sensível a Al) e SC 283 (tolerante a Al).

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

As raízes das plantas crescidas em solução nutritiva contendo alumínio apresentavam-se curtas, engrossadas, desprovidas de ramificações secundárias e com manchas enegrecidas. Entretanto, foram observadas diferenças de comportamento entre os materiais avaliados. A parte aérea da maioria dos materiais afetados pelo alumínio era de porte reduzido, e as folhas mostravam clorose internerval típica de deficiência de ferro.

A distribuição percentual dos valores de comprimento relativo da raiz seminal (CRRS), obtidos nas plantas das linhagens testadas em solução com 2,25 mg de Al/l (BAG-sorgo, CNPMS e SEPON/ICRISAT) ou 2,5 mg de Al/l (Sacarino) (Tabela 1), mostra que a maioria dos materiais situou-se na classe de valores de CRRS inferiores a 0,51. Baseando-se nos resultados referentes aos valores de CRRS obtidos nos padrões de comportamento diferencial SC 208 (sensível ao Al) e SC 283 (tolerante ao Al) (Tabela 2), a seguinte classificação pode ser feita: sensível (CRRS < 0,50); intermediária (0,51 < CRRS < 0,71); e tolerante (CRRS > 0,70). Dentre os materiais testados (Tabelas 3 a 6) cerca de 71 linhagens apresentaram satisfatória tolerância ao Al. Entretanto, em solução contendo 4,5 ou 5,0 mg de Al/l, foi observada notável redução no número de linhagens consideradas anteriormente tolerantes, demonstrando que a tolerância ao Al é uma característica relativa (Tabela 7). Dessa forma, as seguintes linhagens mostraram-se tolerantes aos níveis elevados de Al (4,5 ou 5,0 mg/l): IS 3625, IS 7173 C (SC 283) IS 12666 C, 5DX61/6/2, 3DX57/1/1/910, 156-P-5-Serere-1, 9DX9/11, Brandes, MN 4004 e MN 1204.

TABELA 1. Distribuição em número e percentagem de linhagens de sorgo em função de classes de valores de CRRS, obtidos de plantas crescidas em solução nutritiva contendo 2,25 ou 2,5 mg de Al/l Campinas, 1983/84.

Intervalo de classe	Linhagens								Total	
	BAG-sorgo		CNPMS		SEPON		Sacarino		N.	%
CRRS	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%
<0,30	77	42,5	2	2,8	—	—	17	13,9	96	25
0,31 - 0,50	85	47,0	13	18,3	8	47,1	41	33,6	147	38
0,51 - 0,70	9	5,0	33	46,5	5	29,4	28	23,0	75	19
0,71 - 0,90	3	1,6	10	14,1	1	5,9	11	9,0	25	6
> 0,90	7	3,9	13	18,3	3	17,6	25	20,5	48	12
Total	181		71		17		122		391	

TABELA 2. Valores médios do comprimento relativo da raiz seminal (CRRS) obtidos nas plantas das linhagens testadas e nas linhagens controles SC 208 e SC 283, crescidas em solução nutritiva contendo níveis variados de alumínio. Campinas, 1983/84.

Material	Concentração de Al (mg/l)			
	2,25	2,5	4,5	5,0
	CRRS			
BAG-sorgo	0,36	—	—	—
CNPMS	0,70	—	0,42	—
SEPON	0,60	—	—	—
Sacarino	—	0,62	—	0,38
SC 208	0,30	0,30	0,23	0,23
SC 283	1,03	1,02	1,32	1,15

TABELA 3. Comprimento da raiz seminal (CRS) e comprimento relativo da raiz seminal (CRRS) de plantas de 181 linhagens de sorgo (BAG-sorgo), crescidas em solução nutritiva contendo 0,0 e 2,25 mg de Al/l. Média de duas repetições. Campinas, 1983/84.

Fonte	Genealogia	Concentração de Al (mg/l)	
		0,0	2,25
<b>Grupo 1</b>		<b>CRS</b>	<b>CRRS</b>
8004 183	Bonita	16,6	0,52
	191 Chiltex	24,7	0,30
	192 Cluadvon	30,9	0,17
	193 Brazo 28	13,1	0,40
	239 Brandes	17,0	1,26
	249 Hodo	14,0	0,40

250	Brawley	15,2	0,33
284	Atlas	15,6	0,38
251	Collier	14,4	0,34
288	CMSXS 604	20,1	1,18
855	AOK 11	17,3	0,53
624	Botawama 130 D	19,9	0,29
853	AOK 8	22,6	0,32
027	BT x 611 Wx (Seg mg <sup>3</sup> )	22,8	0,22
664	CK 60 x Sart (74-7473)	24,7	0,40
665	CK 60 x Shallu (74-7368)	12,4	0,48
666	CK 60 x Shallu (74-7372)	15,7	0,36
667	CK 60 x Ks 19 (74-7378)	15,2	0,42
669	CK 60 x Ks 19 (74-7378)	21,9	0,38
670	AK 110 Cody x x DWL-LA (7379)	17,6	0,52
671	AK 110-Cody x TX 412 (7415)	20,8	0,26
187	Blackull-kafir 153	20,7	0,40
190	Combine Hegar	24,9	0,26
032	Hegari (PI 34911)	23,1	0,31
857	AOK Dwarf Redlan	21,1	0,34
701	ATx624	23,9	0,36
704	BTx3197	22,5	0,29
816	BTx390	21,8	0,39
817	ATx399	34,9	0,23
819	ATx600	19,5	0,42
823	ATx602	17,0	0,42
825	ATx603	21,0	0,36
827	ATx604	17,0	0,31
829	ATx608	21,5	0,30
831	ATx610	19,9	0,36
834	BTx612	19,0	0,43
935	ATx614	27,3	0,33
838	BRx2119	17,2	0,47

TABELA 3. Continuação.

Fonte	Genealogia	Concentração de Al (mg/l)					
		0,0	2,25				
				348	IS 2237	18,6	0,19
				349	IS 2238	16,6	0,20
				705	IS 2219 A	19,4	0,31
				797	IS 2233 A	18,7	0,21
				350	IS 2244	19,4	0,22
				351	IS 2247	22,7	0,25
				352	IS 2251	26,5	0,19
				353	IS 2252	23,5	0,23
				354	IS 2262	24,3	0,18
				355	IS 2265	28,1	0,27
				356	IS 2266	20,5	0,21
				357	IS 2267	21,1	0,22
				358	IS 2271	20,4	0,21
				360	IS 2276	18,3	0,32
				361	IS 2280	11,3	0,36
				363	IS 2293	16,9	0,37
				364	IS 2294	16,9	0,25
				365	IS 2295	19,3	0,43
				366	IS 2300	27,8	0,31
				367	IS 2303	26,6	0,25
				368	IS 2309	17,7	0,27
				370	IS 2316	23,3	0,29
				371	IS 2330	16,7	0,31
				233	IS 2331	18,6	0,33
				372	IS 2336	22,5	0,24
				373	IS 2337	19,8	0,21
				374	IS 2371	25,1	0,23
				375	IS 2372	25,1	0,18
				376	IS 2368	21,8	0,80
				377	IS 2391	27,7	0,25
				378	IS 2392	20,6	0,35
				379	IS 2393	19,6	0,31
				155	IS 2403	25,8	0,35
				380	IS 2404	18,3	0,28
				381	IS 2414	17,7	0,29
				382	IS 2417	24,6	0,17
				383	IS 2421	18,0	0,30
				384	IS 2434	16,3	0,18
				385	IS 2444	17,7	0,29
				156	IS 2483	19,0	0,24
				387	IS 2511	24,9	0,27
				389	IS 2529	25,9	0,19
				390	IS 2550	23,0	0,35
				391	IS 2564	14,6	0,44
				157	IS 2573	17,7	0,31
				392	IS 2575	23,6	0,31
				207	IS 2579 C	20,5	0,72
				393	IS 2579	26,8	0,58
				158	IS 2801	22,7	0,25
				394	IS 3588	19,7	0,20
				395	IS 2597	18,6	0,45
				398	IS 2744	15,1	0,98
				230	IS 2677	21,5	1,02
				231	IS 2818	21,4	0,20
				400	IS 2875	12,2	0,43
				403	IS 2915	21,7	0,27
				405	IS 2924	20,6	0,24
	839	ATx2739	25,5	0,29			
	842	BTx3121	30,5	0,12			
	843	ATx3203	24,4	0,30			
	845	ATx3209	19,7	0,34			
	847	ATx3215	18,8	0,40			
	849	ATx3220	21,6	0,30			
	852	BTx3226	14,8	0,47			
	879	ATx3053	24,5	0,24			
	881	ATx387	27,5	0,21			
	884	BRx622	19,8	0,35			
	886	BTx 413	17,4	0,30			
	887	ATx 390	19,1	0,28			
	479	IS 4130	35,9	0,28			
	289	IS 115	17,2	0,21			
	227	IS 0203	23,7	0,30			
	789	IS 0418 A	24,8	0,20			
	170	IS 502	16,2	1,02			
	297	IS 527	14,1	0,30			
	299	IS 535	21,7	0,22			
	303	IS 669	13,3	0,42			
	152	IS 1056	30,1	0,20			
	153	IS 1116	10,5	0,46			
	321	IS 1120	15,0	0,32			
	154	IS 1201	8,2	0,57			
	324	IS 2017	23,7	0,21			
	326	IS 2044	18,2	0,32			
	327	IS 2045	28,7	0,21			
	328	IS 2067	20,6	0,21			
	329	IS 2080	26,4	0,26			
	331	IS 2129	18,3	0,19			
	333	IS 2188	26,2	0,23			
	334	IS 2209	17,8	0,27			
	335	IS 2211	15,4	0,38			
	337	IS 2216	21,9	0,20			
	336	IS 2213	18,2	0,21			
	338	IS 2217	22,8	0,21			
	339	IS 2218	17,3	0,34			
	340	IS 2221	22,8	0,19			
	341	IS 2222	15,1	0,30			
	342	IS 2223	21,0	0,23			
	343	IS 2225	9,9	0,48			
	344	IS 2227	15,4	0,28			
	Controle SC 208		22,3	0,14			
	Controle SC 283		11,4	0,98			
	Grupo 2						
	8004	345 IS 2229	16,9	0,16			
		346 IS 2330	17,3	0,17			
		347 IS 2236	18,6	0,20			

TABELA 3. Continuação.

Fonte	Genealogia	Concentração de Al (mg/l)	
		0,0	2,25
	407 IS 2931	21,2	0,27
Controle SC 208		23,5	0,16
Controle SC 283		9,4	1,31
<b>Grupo 3</b>			
8004	411 IS 2946	28,4	0,35
	412 IS 2947	16,7	0,39
	413 IS 2950	26,6	0,38
	417 IS 3236	24,1	0,34
	418 IS 3259	32,2	0,35
	419 IS 3279	17,4	0,40
	423 IS 3368	22,4	0,37
	427 IS 3454	24,9	0,45
	429 IS 3530	25,5	0,34
	431 IS 3555	23,6	0,44
	432 IS 3572	25,9	0,42
	433 IS 3597	35,4	0,38
	435 IS 3605	26,9	0,26
	436 IS 3657	19,4	0,34
	437 IS 3659	22,1	0,42
	439 IS 3668	15,8	0,67
	443 IS 3674	26,9	1,07
	444 IS 3676	23,8	0,82
	448 IS 3693	21,9	0,38
	449 IS 3701	23,3	0,41
	450 IS 3730	21,1	0,37
	451 IS 3762	14,8	0,53
	452 IS 3791	23,0	0,41
	455 IS 3796	23,6	0,57
	456 IS 3802	25,7	0,99
	457 IS 3803	24,2	0,39
	458 IS 3804	23,7	0,42
	459 IS 2272	22,9	0,41
	461 IS 3908	29,8	0,38
	213 IS 3925	19,9	0,40
	463 IS 3938	22,3	0,40
	464 IS 3939	17,3	0,48
	467 IS 3942	22,7	0,49
	468 IS 4059	23,4	0,52
	465 IS 3940	23,6	0,40
	470 IS 4071	32,9	0,35
	473 IS 4113	31,2	0,38
	475 IS 4115	31,0	0,37
	476 IS 4126	31,8	0,43
	477 IS 4128	29,9	0,43
Controle SC 208		22,5	0,36
Controle SC 283		9,7	1,02

TABELA 4. Comprimento da raiz seminal (CRS) e comprimento relativo da raiz seminal (CRRS) de plantas de 71 linhagens de sorgo (CNPMS), crescidas em solução nutritiva contendo 0,0; 2,25; e 4,5 mg de Al/l. Média de duas repetições. Campinas, 1983/84.

Genealogia		Concentração de Al (mg/l)		
N. SC	N. IS	0,0	2,25	4,5
<b>Grupo 1</b>		CRS	CRRS	
202	1133 C	19,0	0,58	0,33
322	1309 C	18,4	0,68	0,38
549	3625 C	14,7	0,92	0,94
240	3814 C	14,6	0,68	0,35
244	4884 C	10,0	0,66	0,48
283	7173 C	6,6	1,03	1,74
369	7379 C	21,9	0,44	0,25
599-6	17459 C	17,0	0,66	0,35
175-14	12666 C	19,5	1,00	0,80
748-5-3	3553 C	17,7	0,64	0,50
229	0530 C	17,9	0,65	0,30
230	1047 C	19,8	0,59	0,31
199	1121 C	22,7	0,54	0,32
203	1134 C	19,2	0,55	0,33
205	1139 C	20,3	0,54	0,34
206	1140 C	15,3	0,72	0,40
207	1141 C	22,2	0,62	0,33
208	1143 C	21,9	0,52	0,22
209	1151 C	19,2	0,57	0,35
308	1207 C	17,1	0,65	0,35
212	1526 C	22,4	0,53	0,34
331	2169 C	17,6	0,67	0,39
215	2177 C	16,3	0,66	0,39
226	2477 C	26,6	0,51	0,29
052	2501 C	16,1	0,75	0,51
319	2757 C	14,5	0,65	0,42
237	3071 C	18,6	0,64	0,44
241	3911 C	14,3	0,64	0,38
243	3956 C	16,3	0,51	0,33
431	4839 C	17,6	0,66	0,36
457	5530 C	20,2	0,53	0,29
459	5554 C	20,0	0,61	0,29
135	5747 C	7,3	0,81	0,62
450	5769 C	14,9	0,65	0,40
254	5892 C	11,6	0,71	0,65
489	6489 C	17,3	0,61	0,30
501	6456 C	21,8	0,45	0,31
414-14	2508 C	17,2	0,85	0,49
418	1335 C	16,8	0,69	0,48
048	12564 C	18,2	0,69	0,42
	Controle SC 208	24,5	0,49	0,26
	Controle SC 283	6,7	1,04	1,70
<b>Grupo 2</b>		CRS	CRRS	
-	2740	11,5	0,87	0,47

TABELA 4. Continuação.

Genealogia		Concentração de Al (mg/l)		
N. SC	N. IS	0,0	2,25	4,5
—	9826	15,8	0,87	0,40
—	8232	23,9	0,66	0,33
—	12661 C	22,1	0,42	0,22
—	16338	20,0	0,42	0,21
—	15102	20,7	0,44	0,24
Serena		12,9	1,28	0,60
Dobbs-Bora		11,7	1,02	0,67
5DX 61/6/2		11,6	1,44	0,94
3DX 57/1/1/910		12,1	1,44	0,83
3DX 57/1/14/4		19,2	1,02	0,49
V 20-1-1-1		12,6	1,50	0,52
156-P-5-2-1		20,7	0,36	0,21
156-P-5-Serere-1		11,6	1,47	0,75
Hijack (HX57)		16,9	0,71	0,31
SB65		20,4	0,38	0,22
9DX 2/2		13,8	1,05	0,40
9DX 5/9		11,9	1,26	0,56
9DX 9/11		12,0	1,21	0,90
BR 005 (SC 326-6 deriv.)		20,2	0,80	0,28
CMSXS 903		23,6	0,35	0,26
BR 007 A		18,3	0,31	0,17
BR 008 A		18,3	0,43	0,22
BR 001 A		23,4	0,29	0,14
Tx 430		20,0	0,46	0,28
BR 006 R (SC 112-14 deriv.)		18,3	0,79	0,31
Tx 2536		21,2	0,40	0,23
TAM 428 A		9,6	0,67	0,51
BR 002 A		17,2	0,41	0,25
Tx 431		19,6	0,23	0,26
CMSXS 165 (SC 112-14 s/testa)		29,5	0,60	0,35
Controle SC 208		22,9	0,30	0,20
Controle SC 283		10,0	0,79	0,94

Comparando-se os dados do presente trabalho com os obtidos por outros autores, em solo com elevada acidez e alta saturação de Al (Duncan 1981, Duncan et al. 1983), verifica-se que a maioria dos materiais considerados tolerantes ao Al em solução nutritiva também o foram em solo, demonstrando que é possível a discriminação de materiais usando-se técnicas de laboratório para avaliação da tolerância ao Al.

TABELA 5. Comprimento da raiz seminal (CRS) e comprimento relativo da raiz seminal (CRRS) de plantas de 17 linhagens de sorgo (SEPON/ICRISAT), crescidas em solução nutritiva contendo 0,0 e 2,25 mg de Al/l. Média de duas repetições. Campinas, 1983/84.

Identificação	Concentração de Al (mg/l)	
	0,0	2,25
	CRS	CRRS
SEPON 7	22,2	0,46
SEPON 8	21,1	0,38
SEPON 9	19,2	0,51
SEPON 10	21,3	0,40
SEPON 11	26,4	0,52
SEPON 12	17,8	0,36
SEPON 13	28,2	0,52
SEPON 14	19,0	0,80
SEPON 15	21,5	0,61
SEPON 16	24,4	0,38
SEPON 17	19,6	1,05
SEPON 18	20,4	0,37
SEPON 19	17,8	1,10
SEPON 20	20,1	0,48
SEPON 21	19,8	0,39
SEPON 22	18,5	0,52
SEPON 23	19,1	1,27
Controle SC 208	22,5	0,36
Controle SC 283	9,7	1,02

TABELA 6. Comprimento da raiz seminal (CRS) e comprimento relativo da raiz seminal (CRRS) de plantas de 122 linhagens de sorgo (sacarina), crescidas em solução nutritiva contendo 0,0; 2,5; e 5,0 mg de Al/l. Média de duas repetições. Campinas, 1983/85.

Identificação	Concentração de Al (mg/l)		
	0,0	2,5	5,0
Grupo 1	CRS	----CRRS----	
Brandes	13,0	1,05	0,82
Dale	11,5	0,64	0,57
Honey	17,0	0,48	0,40
Sart	16,7	0,72	0,45
Theis	12,0	1,34	0,61
Tracy	12,7	0,46	0,40
Willey	11,4	1,32	0,60
Sugar Drip	11,2	0,61	0,50
Williams Miss.	11,4	0,61	0,59
White African	9,6	0,52	0,43

TABELA 6. Continuação.

Identificação	Concentração de Al (mg/l)			MN 775	25,4	0,33	0,28
	0,0	2,5	5,0				
Hodo	10,1	0,69	0,52	MN 1046	11,7	0,27	0,24
Brawley	10,8	0,45	0,42	MN 1096	12,2	0,89	0,30
Rex	9,1	0,63	0,51	MN 1128	11,5	0,44	0,36
Ramada	12,0	0,96	0,43	MN 1147	15,5	0,51	0,31
Rio	14,3	0,44	0,40	MN 1181	12,5	0,35	0,22
Roma	17,3	0,69	0,39	MN 1204	13,7	0,95	0,90
MN 960	8,8	0,89	0,61	MN 1213	18,3	0,36	0,30
MN 1056	14,4	0,91	0,44	MN 1225	13,0	0,47	0,30
MN 1060	17,8	0,65	0,39	MN 1279	30,9	0,21	0,13
MN 1500	15,4	0,61	0,32	MN 1296	18,0	0,29	0,22
MN 752	12,7	1,05	0,56	MN 1312	12,7	0,34	0,22
MN 1030	13,0	0,64	0,57	MN 1326	27,4	0,23	0,15
MN 1996	6,7	1,07	0,69	MN 1343	18,6	0,30	0,21
MN 4004	9,1	1,24	0,98	MN 1353	20,9	0,27	0,19
MN 4008	11,1	1,09	0,41	MN 1368	17,7	0,57	0,28
MN 4080	16,5	0,39	0,28	MN 1375	14,7	0,83	0,29
MN 4291	14,5	0,67	0,38	MN 1387	20,3	0,53	0,29
MN 4481	14,5	0,40	0,38	MN 1388	17,5	0,40	0,38
MN 4423	12,1	0,46	0,40	MN 1391	19,6	0,34	0,27
MN 4490	14,7	1,18	0,50	MN 1396	18,5	0,31	0,26
MN 4509	13,2	1,31	0,70	MN 1397	22,4	0,30	0,17
MN 4512	13,2	0,42	0,38	MN 1402	15,5	0,33	0,22
MN 4514	12,2	0,62	0,56	Controle SC 208	24,5	0,24	0,18
MN 4581	15,1	0,58	0,40	Controle SC 283	8,5	1,04	0,88
Wray	13,8	0,42	0,30	<b>Grupo 3</b>			
Iceberg	11,4	0,47	0,44	MN 1405	20,3	1,15	0,28
Ribbon	11,9	0,46	0,44	MN 1406	22,5	0,28	0,29
Ellis Sorgo	14,3	0,35	0,33	MN 1407	21,1	0,81	0,34
Controle SC 208	19,6	0,41	0,30	MN 1412	21,1	0,27	0,18
Controle SC 283	7,8	1,12	1,26	MN 1424	15,5	0,90	0,32
<b>Grupo 2</b>				MN 1427	15,1	1,27	0,30
Collier	13,4	0,46	0,36	MN 1445	13,2	1,17	0,56
Mclean Waxy	12,1	0,34	0,26	MN 1451	13,7	0,34	0,18
Williams Sorgo	14,8	0,30	0,28	MN 1481	12,9	0,41	0,23
Sacalini	11,4	0,41	0,29	MN 1515	12,1	0,56	0,24
Atlas	11,5	0,47	0,37	MN 1533	12,1	1,36	0,44
Sourless	11,3	0,48	0,41	MN 1540	21,4	0,70	0,26
Kellers Cristal	11,2	0,42	0,36	MN 1557	11,8	0,51	0,38
Ribbon Cane	23,7	0,26	0,22	MN 1581	27,2	0,22	0,18
CMSXS 604	22,8	0,94	0,32	MN 1623	14,9	0,63	0,29
MN 31	23,3	0,29	0,23	MN 1652	21,2	0,71	0,62
MN 232	15,5	0,30	0,27	MN 1688	9,3	0,84	0,61
MN 644	12,9	0,49	0,33	MN 1705	14,8	1,17	0,42
MN 648	13,9	0,35	0,27	MN 1706	11,6	0,98	0,49
MN 670	12,6	0,46	0,33	MN 1707	15,5	0,39	0,34
MN 682	27,4	0,19	0,14	MN 1708	9,2	0,97	0,70
MN 692	29,2	0,20	0,15	MN 1720	12,9	0,69	0,56
MN 712	10,6	0,49	0,38	MN 1735	12,6	1,13	0,58
MN 734	14,3	0,38	0,27	MN 1743	12,2	0,82	0,51
MN 756	25,2	0,25	0,18	MN 1746	18,6	0,51	0,34
				MN 1811	13,4	0,63	0,51
				MN 1812	12,3	0,73	0,50
				MN 1934	12,3	0,67	0,38
				MN 1958	14,2	0,65	0,53
				MN 1959	16,4	9,57	0,42
				MN 2689	18,2	0,40	0,25

TABELA 6. Continuação.

Identificação	Concentração de Al (mg/l)		
	0,0	2,5	5,0
MN 2794	17,4	1,38	0,43
MN 3306	21,7	1,19	0,46
MN 3500	26,9	0,48	0,34
MN 4508	18,1	1,15	0,46
MN 4581	17,3	0,62	0,29
MN 4595	24,2	0,37	0,26
MN 1202	20,4	0,60	0,43
MN 1382	16,6	0,48	0,35
MN 1435	16,8	1,31	0,46
MN 1500	20,0	0,85	0,38
MN 4418	18,5	0,38	0,27
Controle SC 208	21,9	0,26	0,21
Controle SC 283	9,1	0,90	1,31

TABELA 7. Distribuição em número e percentagem de linhagens de sorgo em função de classes de valores de CRRS, obtidos de plantas crescidas em solução nutritiva contendo 4,5 ou 5,0 mg de Al/l. Campinas, 1983/84.

Intervalo de classe	Linhagens				Total	
	CNPMS		Sacarino			
	N.	%	N.	%	N.	%
CRRS						
< 0,30	21	29,6	46	37,7	67	35
0,31 - 0,50	35	49,3	52	42,6	87	45
0,51 - 0,70	8	11,3	21	17,2	29	15
0,71 - 0,90	4	5,6	2	1,6	6	3
> 0,90	3	4,2	1	0,8	4	2

## CONCLUSÕES

1. A técnica de solução nutritiva utilizada foi eficiente na discriminação de linhagens de sorgo tolerante ao Al em solução nutritiva.

2. A tolerância de linhagens de sorgo ao Al é uma característica relativa e dependente da concentração de alumínio.

3. As linhagens tolerantes ao Al foram: IS 3625, IS 7173 C, IS 12666, 5DX61/6/2, 3DX57/1/910, 156-P-5-Serere-1, 9DX9/11, Brandes, MN 4004 e MN 1204.

## REFERÊNCIAS

- DUNCAN, R.R. Registration of GP IR acid soil tolerant sorghum germplasm population (Reg. n.º GP 73). *Crop Sci.*, 21:637, 1981.
- DUNCAN, R.R.; CLARK, R.B.; FURLANI, P.R. Laboratory and field evaluations of sorghum for response to aluminum and acid soil. *Agron. J.*, 75:1023-6, 1983.
- FOY, C.D. Plant adaptation to mineral stress in problem soils. *Iowa State J. Res.*, 57:339-54, 1983.
- FURLANI, P.R. & CLARK, R.B. Screening sorghum for aluminum tolerance in nutrient solutions. *Agron. J.*, 73:587-94, 1981.
- FURLANI, P.R.; CLARK, R.B.; ROSS, W.M.; MARANVILLE, J.W. Variability and genetic control of aluminum tolerance in sorghum genotypes. In: SYMPOSIUM OF GENETIC SPECIFICITY OF MINERAL NUTRITION OF PLANTS, 1., Beograd, 1982. Proceedings. Beograd, Servian Academy of Sciences, 1982. p.363-9.
- LAFEVER, H.N. Genetic differences in plant responses to soil nutrient stress. *J. Plant Nutr.*, 4:89-109, 1981.
- RAIJ, B. van; BATAGLIA, O.C.; SILVA, N.M. da. Acidez e calagem no Brasil. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. 361p.