

AVALIAÇÃO DE POPULAÇÕES DE LEUCENA PARA TOLERÂNCIA AO ALUMÍNIO¹

ANGELA MARIA MALUF², PAULO SODERO MARTINS³ e WILSON ROBERTO MALUF⁴

RESUMO - O objetivo do presente trabalho foi verificar a existência de variabilidade genética em solução nutritiva para tolerância ao alumínio em 29 populações de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.), submetidas a cinco diferentes concentrações de Al (0, 3, 6, 9 e 12 ppm), em dois experimentos, em casa de vegetação e classificar as populações quanto à tolerância ao Al. Os caracteres utilizados para classificar as populações em relação à tolerância ao Al foram: comprimento da parte aérea (Y_1), comprimento da maior raiz (Y_2), peso seco da parte aérea (Y_3), peso seco das raízes (Y_4), comprimento da primeira folha (Y_5), número de ramificações (Y_6), relação peso seco da parte aérea/peso seco das raízes (Y_7), e persistência dos cotilédones (Y_8). Analisando-se as tabelas das médias padronizadas para as oito características (Y_1 a Y_8) nas cinco concentrações de Al em dois experimentos, só se conseguiu classificar as populações T-1, T-2, T-3 e T-14 como tolerantes e as T-4, T-5, T-12 e T-22 como intolerantes ao Al. As demais apresentaram resultados variáveis conforme a característica analisada. Como não se pode, "a priori", afirmar qual das características melhor avalia a tolerância ao Al, a classificação destas 21 populações como tolerantes ou intolerantes fica difícil.

Termos para indexação: *Leucaena leucocephala*, toxidez de alumínio, leguminosa tropical, solução nutritiva, pastagem tropical.

EVALUATION OF LEUCAENA POPULATIONS FOR TOLERANCE TO ALUMINUM

ABSTRACT - This paper aimed at verifying the existence of genetic variability in nutrient solution for aluminum tolerance among 29 populations of leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.), tested under five different Al concentrations (0, 3, 6, 9 and 12 ppm) in two glasshouse experiments, and at classifying these populations according to their tolerance to Al. The traits under study in the classification of the populations for their Al tolerance were: length of the aerial portion (Y_1), length of the longest root (Y_2), dry weight of aerial portion (Y_3), dry weight of roots (Y_4), length of the first leaf (Y_5), number of lateral branches (Y_6), dry weight of the aerial portion/dry weight of roots ratio (Y_7) and cotyledon persistence (Y_8). The examination of the standardized means for the eight traits (Y_1 to Y_8) under the five Al concentrations over two experiments was able to screen populations T-1, T-2, T-3 and T-14 as being tolerant to Al, and T-4, T-5, T-12 and T-22 as being intolerant. The remaining populations showed variable results, depending on the trait considered. Since there is no previous information about the traits which are the most appropriate to screen for Al tolerance, the classification of these remaining 21 populations as tolerant/intolerant is inconclusive.

Index terms: *Leucaena leucocephala*, aluminum toxicity, tropical legume, nutrient solution, tropical pasture.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de toxidez alumínica é generalizada no Brasil, e tanto mais grave quanto mais crítica a deficiência de água para as culturas, ante a inexistência de técnica eficiente para correção subsuperficial dos solos (Olmos & Camargo 1976).

Goodland (1971), trabalhando com 110 amos-

tras de solos de cerrado do Triângulo Mineiro, verificou que o teor médio de Al está em 75 ppm. No entanto, Bear (1957) considera prejudicial a muitas espécies uma concentração de 10 a 20 ppm, muito aquém dos valores encontrados nos cerrados brasileiros.

Uma alternativa bastante promissora à correção da acidez nociva do subsolo é a utilização de plantas tolerantes ao Al tóxico. E isto é possível graças à variabilidade genética encontrada para tal característica entre espécies, variedades, linhagens, cultivares e híbridos de plantas.

O sucesso obtido no melhoramento de trigo para resistência ao Al tóxico pode ser repetido em muitas culturas, porque se conhece variabilidade genética para tolerância em muitas espécies, como: feijão, milho, soja, algodão e alfafa (Silva 1976).

¹ Aceito para publicação em 14 de maio de 1984

² Eng^a - Agr^a, M.S., Instituto de Botânica, Caixa Postal 4005, CEP 01000 São Paulo, SP.

³ Eng^o - Agr^o, Ph.D., Prof.-Assistente, Doutor, Dep. de Genética - ESALQ-USP, Caixa Postal 83, CEP 13400 Piracicaba, SP.

⁴ Eng^o - Agr^o, Ph.D., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPQ), Caixa Postal 11-1316, CEP 70000 Brasília, DF.

TABELA 2. Análise conjunta de variância referente aos caracteres, comprimento da parte aérea (Y_1), comprimento da maior raiz (Y_2), peso da parte aérea (Y_3), peso seco das raízes (Y_4), comprimento da primeira folha (Y_5), número de ramificações (Y_6) e relação peso seco da parte aérea/peso seco das raízes, medidas em 29 populações de *Leucaena leucocephala* submetidas a cinco diferentes concentrações de Al, em dois experimentos.

Causa de variação	G.L.	Quadrado médio						
		Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7
Experimentos (E)	1	520,4790	25.095,0240	1.869,9939	387,4720	0,4142	2,3842	81,2396
Concentrações (C)	4	2.775,0741*	52.573,7545*	1.839,1772 ^{ns}	65,0353*	67,3431*	2,7615*	29,7044 ^{ns}
Erro (a)	4	432,1439	3.577,6454	338,2012	5,5717	4,3986	0,3031	43,9053
Populações (P)	28	45,9810**	162,1281**	158,9347**	12,8399**	1,7610**	0,0513**	2,3812**
C X P	112	5,3436**	45,9890**	16,4780**	1,4842**	0,3071*	0,1748*	0,7118 ^{ns}
Erro b	430	3,5366	29,6972	7,3997	0,9833	0,2326	0,0135	0,6454
Total	579							

TABELA 3. Médias (N_j) das 29 populações de *Leucaena leucocephala* referentes ao caráter comprimento da parte aérea, padronizadas para cada concentração de Al.

População	Concentração (ppm Al)				
	0	3	6	9	12
T-1	+0,482	+0,701	-0,093	+0,548	+0,008
T-2	+0,529	+0,187	+0,836	+0,334	+0,102
T-3	+0,231	+0,127	+0,199	+1,044	+0,478
T-4	-0,991	-1,512	-0,944	-0,695	-0,390
T-5	-0,312	-0,193	+0,033	-0,350	-0,273
T-6	+0,702	+0,668	+0,836	+0,855	+0,717
T-7	+0,287	+0,685	-0,153	-0,421	+0,191
T-8	-0,988	-1,421	-0,797	-1,225	-1,000
T-9	-0,720	-0,368	-1,102	-0,563	-0,766
T-10	-0,076	+0,363	+0,449	+0,429	-0,531
T-11	+0,356	+0,445	+0,512	+0,524	+0,173
T-12	-1,019	-1,331	-0,869	-1,000	-1,094
T-13	+0,553	+0,001	+0,787	+0,536	+0,841
T-14	+0,231	+0,763	+0,559	+0,760	+0,947
T-15	+0,199	-0,103	+0,777	+0,713	+0,067
T-16	-0,202	+0,207	-0,331	-0,397	-0,484
T-17	+0,278	+1,617	+0,915	+0,524	+1,264
T-18	+0,301	+0,182	-0,924	-0,846	-0,648
T-19	+0,091	-0,232	-0,034	-0,279	+0,513
T-20	+0,482	+0,156	+0,104	+0,429	+0,173
T-21	+0,297	+0,001	+0,500	+0,193	+0,008
T-22	-0,949	-0,982	-0,657	-1,024	-0,203
T-23	-0,162	-0,087	+0,045	+0,004	-0,461
T-24	-0,162	+0,466	+0,243	+0,217	+0,572
T-25	+0,259	+0,246	+0,290	+0,099	+0,114
T-26	-0,673	-0,852	-1,280	-0,728	-0,156
T-28	+0,341	+0,195	+0,085	-0,303	-0,531
T-29	+0,168	-0,090	+0,223	+0,359	-0,484
T-30	+0,468	+0,158	-0,212	+0,264	+0,853

que é um caráter binário (persistência, ou não, de cotilédones).

As médias padronizadas para as variáveis Y_1 a Y_8 para cada população testada e cada concentração utilizada encontram-se nas Tabelas 3 a 10.

Analisando-se a Tabela 2, observa-se interação significativa entre concentrações x populações para as variáveis Y_1 , Y_2 , Y_3 , Y_4 , Y_5 e Y_6 , indicando que houve resposta diferencial das diversas populações a níveis crescentes de Al, e que, portanto, é de se prever que haja entre as populações níveis de tolerância contrastantes. Para a variável Y_7 , a interação concentração x população não foi sig-

TABELA 4. Médias (N_2) das 29 populações de *Leucaena leucocephala* referentes ao caráter comprimento da maior raiz, padronizadas para cada concentração de Al.

População	Concentração (ppm Al)				
	0	3	6	9	12
T-1	-0,018	+0,142	+0,558	+0,473	+1,366
T-2	-0,165	+0,621	+0,299	-0,053	+0,059
T-3	+0,315	+0,212	+0,224	+0,623	+0,185
T-4	-0,728	-0,433	-0,438	-0,995	-0,670
T-5	-0,427	-0,035	-0,257	-0,947	-0,419
T-6	+0,998	+0,855	+0,212	+0,067	+0,984
T-7	+0,236	+0,048	+0,540	+1,069	+0,692
T-8	-0,753	-0,425	-0,088	-0,705	-0,871
T-9	-0,445	-0,098	+0,224	-0,126	+0,109
T-10	-0,610	-0,383	-0,146	-0,392	-0,494
T-11	+0,390	+0,102	-0,225	-0,428	+0,486
T-12	-0,588	-0,761	-0,383	-0,204	-0,519
T-13	+0,032	-0,130	-0,437	+0,363	-0,142
T-14	-0,735	-0,232	+0,071	+0,502	+0,813
T-15	-0,094	-0,270	+0,134	+0,091	+0,185
T-16	+0,006	+0,179	-0,082	-0,597	-0,846
T-17	-0,212	+0,399	+0,137	+0,043	-0,506
T-18	+0,386	+0,450	+0,074	+0,405	-0,368
T-19	+0,397	+0,128	+0,032	+0,200	+1,353
T-20	+0,863	+0,423	+0,167	+0,888	+0,737
T-21	+0,833	-0,205	+0,179	-0,247	-0,192
T-22	-0,742	-0,703	-0,182	+0,140	-0,670
T-23	+0,225	-0,080	-0,227	+0,623	-0,042
T-24	-0,527	-0,223	-0,094	-0,005	-0,368
T-25	+0,067	+0,539	-0,103	-0,500	-0,419
T-26	-0,388	-0,422	-0,263	+0,297	+0,260
T-28	+0,553	-0,098	-0,122	-0,754	-0,645
T-29	+0,128	+0,286	-0,025	-0,066	-0,770
T-30	+1,024	+0,115	+0,224	+0,236	+0,712

TABELA 5. Médias (N_3) das 29 populações de *Leucaena leucocephala* referentes ao caráter peso seco da parte aérea, padronizadas para cada concentração de Al.

População	Concentração (ppm Al)				
	0	3	6	9	12
T-1	+1,303	+0,989	+0,987	+2,126	+1,213
T-2	+0,704	+1,014	+0,570	+1,417	+0,759
T-3	+0,503	+0,876	+0,138	+1,731	+0,994
T-4	-0,859	-0,817	-0,696	-0,789	-0,605
T-5	-0,642	+0,477	-0,585	-0,216	-0,255
T-6	+1,356	+1,328	+0,502	+0,629	+1,237
T-7	+0,830	+0,451	+0,181	+0,700	+1,614
T-8	-1,201	-1,038	-1,081	-0,970	-1,459
T-9	-0,864	-0,829	-0,454	-0,378	-0,669
T-10	-0,605	-0,608	-0,434	-0,494	-0,575
T-11	+0,329	-0,292	+0,158	-0,545	-0,004
T-12	-1,024	-1,162	-1,243	-1,089	-1,027
T-13	+0,299	-0,052	+0,136	+0,154	+0,280
T-14	+0,423	+0,804	+1,771	+0,878	+1,397
T-15	+0,254	-0,301	+0,729	-0,060	-0,038
T-16	-0,429	-0,073	-0,328	-0,368	-0,187
T-17	+0,191	+0,876	+1,317	+0,344	+0,288
T-18	+0,340	+0,197	-0,151	-0,177	-0,393
T-19	+0,442	+0,408	+0,020	+0,007	+0,660
T-20	+0,297	+0,565	+0,310	+0,315	+0,641
T-21	+0,538	-0,166	+0,838	+0,323	+0,554
T-22	-0,915	-1,121	-0,813	-0,977	-1,146
T-23	+0,005	-0,337	-0,039	-0,248	-0,450
T-24	-0,356	-0,237	-0,383	-0,319	-0,358
T-25	-0,293	+0,082	+0,264	-0,548	-0,527
T-26	-1,162	-0,932	-1,275	-0,533	-1,111
T-28	+0,103	+0,091	-0,587	-0,667	-0,069
T-29	-0,030	-0,135	-0,081	-0,539	-0,521
T-30	+0,464	-0,058	+0,230	+0,295	+0,857

nificativa, indicando que não houve resposta diferencial das populações a níveis crescentes de Al.

A observação dos dados padronizados das variáveis Y_1 a Y_7 , das Tabelas 3 a 10 mostra que as populações T-1, T-2, T-3 e T-14 foram superiores à média das populações para a maioria das características estudadas sob a maioria das diferentes concentrações de Al e podem ser incluídas no grupo das tolerantes ao Al. As populações T-4, T-5, T-12 e T-22 foram inferiores à média das populações quanto à maioria das características estudadas sob

a maioria das concentrações de Al, podendo ser incluídas no grupo das intolerantes.

Embora tenha sido possível identificar os extremos de tolerância ao Al, as 21 outras populações (todas, exceto as T-1, T-2, T-3 e T-14, tidas como tolerantes, e as T-4, T-5 T-12 e T-22, tidas como intolerantes ao Al) apresentam resultados variáveis, conforme a característica (Y_1 a Y_8) analisada. Não se pode afirmar "a priori" qual das características Y_1 a Y_8 melhor avalia a tolerância ao Al, e portanto, a classificação destas populações como tolerantes ou intolerantes fica difícil de ser realizada.

Trabalhos sobre tolerância diferencial ao Al em plantas forrageiras tropicais são raros. No entanto, para o futuro, esta área mostra-se bastante promissora, pois talvez seja essa a única opção econômica para o estabelecimento destas culturas em solos ácidos com alto teor de Al tóxico, como é o caso dos cerrados.

Embora a leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) seja considerada planta com alto potencial forrageiro pela sua rusticidade, aceitabilidade pelo animal e boa produtividade de massa verde e sementes, muitas das suas introduções são consideradas intolerantes ao Al, como as variedades Cunningham e as gigantes como K 8 (Hutton 1982). Este fato limita seu uso em solos ácidos, com elevados teores de Al tóxico (Brewbaker 1976, National Academy Sciences 1977 e Jones 1979).

O presente trabalho teve por objetivo estudar, em solução nutritiva contendo diferentes níveis de Al, o comportamento de 30 populações de *L. leucocephala* em relação à tolerância ao Al. Neste sentido, procurou-se verificar a existência de variabilidade genética para tolerância ao Al entre as populações utilizadas, e classificá-las quanto à tolerância ou intolerância ao Al.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em casa de vegetação, no Laboratório de Genética Ecológica do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP, no ano de 1982.

Foram utilizadas 30 populações de *L. leucocephala* (Tabela 1), que serão, doravante, referidas através do seu número, de T-1 a T-30.

As sementes utilizadas foram escarificadas mecanicamente, tratadas com fungicidas Arazan e colocadas para germinar em germinador ("ger-box"), a 25°C, durante 88 horas, e em seguida transplantadas para o meio contendo solução nutritiva.

Os equipamentos utilizados foram semelhantes aos descritos por Reid et al. (1971), com algumas modificações.

Utilizaram-se cinco tanques de plástico duro, de, aproximadamente, 55 cm x 36 cm x 20 cm, com capacidade de 32 litros, e pintados de preto do lado de fora.

Para manter as plantas suspensas na solução nutritiva utilizaram-se bandejas brancas de PVC, removíveis e encaixáveis em cima dos tanques, de 8 mm de espessura, contendo 201 orifícios para sementes germinadas, igualmente espaçados e com 3 mm de diâmetro. Estes orifícios foram

escareados do lado de cima, para proporcionar eficiente suporte para as sementes germinadas, permitindo o desenvolvimento da raiz dentro da solução nutritiva.

Cada tanque recebeu aeração intermitente e independente, através de um tubo de aeração com seis orifícios para a saída de ar e sustentado por um suporte de ferro fundido esmaltado colocado no fundo do tanque. Este sistema estava conectado a um compressor de ar principal por meio de um tubo flexível. Um relógio de tempo assegurava a intermitência da aeração a cada 30 minutos. Este sistema ofereceu aeração suficiente para o bom desenvolvimento das plantas e uma circulação adequada para manter o pH e a temperatura uniformes para todos os tanques.

A solução utilizada foi a de Steinberg modificada, descrita por Foy et al. (1967).

As concentrações dos elementos, em ppm, foram: 50,8 de Ca, 6,6 de Mg, 56 de N (51,9 como NO_3^- e 4,1 como NH_4^+), 3,8 de S (como SO_4^{2-}); 29,4 de K; 0,01 de Na; 3 de P; 0,34 de Cl; 0,13 de Mn; 0,07 de B; 0,04 de Zn; 0,01 de Cu e 0,005 de Mo. Uma ppm de ferro foi adicionada separadamente como Fe EDTA. A solução nutritiva foi preparada com cinco níveis de Al, um em cada tanque: 0, 3, 6, 9 e 12 ppm adicionadas na forma de $\text{Al}(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$. O pH manteve-se estável durante todo o período experimental: para a concentração de 0 ppm ficou em torno de 5; e para as demais, entre 4 e 4,2. A permanência do pH nesta faixa é muito importante, pois com a sua elevação ocorre a precipitação do Al, que deixa de ser tóxico, o que viria a prejudicar os resultados do experimento. O nível inicial da solução nutritiva, em contacto com o fundo da bandeja, foi mantido constante ao longo do experimento, por adição de água destilada quando necessário.

Foram preparados cinco tanques contendo solução nutritiva, cada um com uma concentração de Al diferente, ou seja, 0, 3, 6, 9 e 12 ppm.

Dentro de cada tanque foram aleatorizadas todas as populações, cada uma representada por duas repetições de três plantas cada.

Pelo fato de a população P-27 não ter germinado satisfatoriamente, utilizaram-se os dados de somente 29 populações.

O conjunto de cinco tanques assim descrito consistiu um experimento. Foram realizados dois experimentos semelhantes.

O delineamento experimental obedeceu ao seguinte modelo estatístico: $Y_{ijkl} = \mu + E_i + \delta(i) + C_j + EC_{ij} + \gamma(jj) + P_k + CP_{ik} + e_{ijkl}$.

onde: Y_{ijkl} = média de cada parcela experimental de três plantas; $i = 1, 2$ = número de experimentos;

$j = 1, 2, 3, 4, 5$ = número de concentrações de Al utilizadas;

$k = 1, 2, \dots, 29$ = número de populações de *L. leucocephala*;

$l = 1, 2$ = número de repetições por populações dentro de cada tanque em cada experimento;

- μ = média geral de todas as parcelas;
- E_i = experimento i ;
- $\delta(i)$ = erro de restrição, com zero grau de liberdade, definido segundo Anderson & McLean (1974).
- C_j = concentração j ;
- EC_{ij} = interação $E \times C$ = Erro (a);
- $\gamma(ij)$ = erro de restrição, com zero grau de liberdade, definido segundo Anderson & McLean (1974);
- P_k = população k de *Leucaena leucocephala*;
- CP_{jk} = interação $C \times P$;
- e_{ijk} = Erro (b).

Em cada experimento, quatro semanas após o transplante, as plantas foram coletadas e foram feitas as seguintes

- Y_1 = comprimento da parte aérea, em cm (medida tomada do colo da planta até a inserção da última folha);
- Y_2 = comprimento da maior raiz, em cm (medida tomada do colo da planta até a extremidade da maior raiz);
- Y_3 = peso seco da parte aérea, em g (medida efetuada após a secagem do material em estufa à 35 - 40°C durante 5 dias);
- Y_4 = peso seco das raízes, em g (medida efetuada após a secagem do material em estufa à 35 - 40°C durante 5 dias);
- Y_5 = comprimento da primeira folha, em cm (medida tomada da base até o ápice do limbo foliar);
- Y_6 = número (transformado) de ramificação (contagem do número de folhas existentes no caule, expressa em $\sqrt{\text{número de folhas} + 1/2}$);
- Y_7 = relação peso seco da parte aérea/peso seco das raízes;
- Y_8 = persistência dos cotilédones; verificação da persistência (+) ou queda (-) das folhas cotiledonares.

TABELA 1. Populações de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.

Nº pop.	Nome/procedência
T-1	Estrada Piracicaba - Tietê, Piracicaba, SP.
T-2	Estrada Piracicaba - Limeira, Piracicaba, SP.
T-3	Estrada do Bongue, Piracicaba, SP.
T-4	AGROCERES
T-5	CONTIBRASIL
T-6	CNPSD, Manaus, AM.
T-7	NO 391, Peru, IPEACS.
T-8	NO 397, Deodoro, IPEACS.
T-9	NO 540, Rio de Janeiro
T-10	NO 749, IPEAN, Belém, PA.
T-11	NO 787, CSIRO, Austrália
T-12	NO 1334, Pirassununga
T-13	CNPGC 155/78, Fazenda Duque Estrada, Miranda
T-14	CNPGC L 223/78, Peru, AGROCERES
T-15	CPAC 608, cv. Peru, CSIRO, Austrália.
T-16	CPAC 609, cv. Cunningham, CSIRO, Austrália
T-17	CPAC 612, K-4, tipo Peru, Hawaii (via Austrália).
T-18	CPAC 613, K-8, tipo Gigante, Hawaii (Salvador)
T-19	CPAC 614, K-29, tipo Gigante, Hawaii (Honduras)
T-20	CPAC 615, K-72, tipo Gigante, Hawaii (Salvador)
T-21	CPAC 616, K-132, tipo Gigante, Hawaii (Vera Cruz)
T-22	CPAC 622, IRI 2984, Matão, SP.
T-23	CPAC 623, IRI 3219, Matão, SP.
T-24	CPAC 625, SEA 67001, Estação Experimental de Itaguaí, RJ.
T-25	CPAC 627, SEA II, Estação Experimental de Itaguaí, RJ.
T-26	CPAC 628, SEA I, Estação Experimental de Itaguaí, RJ.
T-27	CPAC 629, Deodoro V, Estação Experimental de Itaguaí, RJ.
T-28	CPAC 630, Deodoro IV, Estação Experimental de Itaguaí, RJ.
T-29	CPAC 647, Brasil Comercial
T-30	CPAC 661, EMGOPA Nº 405 (Brasil Comercial)

O período de crescimento adotado foi de quatro semanas, para evitar que um período mais prolongado provocasse aumento do erro experimental, através do emaranhamento das raízes e da competição entre plantas vizinhas.

Para facilidade de discussão, estas características serão doravante referidas através do seu símbolo (de Y_1 a Y_8).

Foram coletados os dados ao nível de parcelas referentes às sete variáveis (Y_1 a Y_7) para as 29 populações, testadas em dois experimentos sob as cinco diferentes concentrações de Al.

Para cada concentração C_j ($j = 1, 2, 3, 4, 5$) de Al e para cada variável Y_i ($i = 1, 2, \dots, 7$), determinaram-se as médias e os desvios padrões, procedendo-se, em seguida, à padronização das variáveis Y_j . As variáveis N_j ($i = 1, 2, \dots, 7$), para cada j , assim obtidas, expressam Y_j para cada concentração em termos de unidades de desvio padrão acima ou abaixo da média. Com os dados ordenados desta maneira, a interpretação dos resultados fica mais fácil e torna-se mais segura.

Expressou-se a variável Y_8 como sendo o número de plantas com cotilédones em relação ao número total de plantas testadas por tratamento. Estes dados foram então padronizados, a exemplo do que foi feito para Y_1 a Y_7 .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância para as características comprimento da parte aérea (Y_1), comprimento da maior raiz (Y_2), peso seco da parte aérea (Y_3), peso seco das raízes (Y_4), comprimento da primeira folha (Y_5), número de ramificações (Y_6) e relação peso seco da parte aérea/peso seco das raízes (Y_7) estão mostradas na Tabela 2.

Para a variável persistência dos cotilédones (Y_8) não foi feita a análise de variância, uma vez

TABELA 6. Médias (N_4) das 29 populações de *Leucaena leucocephala* referentes ao caráter peso seco das raízes, padronizadas para cada concentração de Al.

População	Concentração (ppm Al)				
	0	3	6	9	12
T-1	+1,456	+0,387	+1,166	+0,533	+0,580
T-2	+0,296	+0,437	+0,567	+0,030	+0,111
T-3	+0,310	+0,417	+0,650	+0,164	+0,519
T-4	-0,499	-0,407	-0,313	-0,240	-0,557
T-5	-0,503	+1,023	+0,082	-0,188	-0,161
T-6	+1,739	+0,775	+1,046	+1,010	+1,610
T-7	+0,814	+0,006	+0,476	+0,510	+0,620
T-8	-1,228	-0,891	-0,813	-0,908	-0,753
T-9	-0,912	-0,794	-0,061	-0,151	-0,079
T-10	-0,793	-0,802	-0,458	-0,758	-0,215
T-11	-0,082	-0,412	-0,329	-0,629	-0,121
T-12	-0,923	-1,080	-0,906	-0,845	-0,394
T-13	+0,381	-0,105	-0,314	+0,539	+0,006
T-14	-0,050	-0,120	+0,368	+0,989	+0,381
T-15	+0,077	-0,454	+0,142	-0,176	+0,197
T-16	-0,252	+0,321	-0,391	-0,555	-0,127
T-17	-0,192	+0,438	+0,453	+1,491	-0,200
T-18	+0,606	+0,308	+0,182	+0,426	-0,118
T-19	+0,701	+0,791	+0,156	+0,740	+0,775
T-20	+0,655	+0,871	+0,412	+0,573	+0,422
T-21	+0,767	-0,338	+0,336	+0,217	-0,138
T-22	-0,923	-1,123	-0,688	-1,002	-0,674
T-23	-0,166	-0,280	-0,404	-0,353	-0,078
T-24	-0,574	-0,272	-0,385	-0,501	-0,017
T-25	-0,422	+0,709	+0,252	+0,120	-0,394
T-26	-1,196	-0,662	-0,721	+0,016	-0,432
T-28	+0,257	+0,556	-0,425	-0,905	-0,500
T-29	-0,196	+0,178	-0,393	-0,439	-0,344
T-30	+0,853	+0,522	+0,314	+0,292	+0,081

TABELA 7. Médias (N_5) das 29 populações de *Leucaena leucocephala* referentes ao caráter comprimento da primeira folha, padronizadas para cada concentração de Al.

População	Concentração (ppm Al)				
	0	3	6	9	12
T-1	+0,342	-0,396	+1,152	+0,306	+0,111
T-2	+0,393	-0,475	+0,721	+1,353	+0,058
T-3	+0,304	-0,298	+0,126	+0,334	-0,049
T-4	-0,691	-1,304	-0,833	-0,722	-1,085
T-5	-0,538	-0,791	-0,276	-0,740	+0,058
T-6	-0,232	-0,130	-0,097	-0,036	+0,004
T-7	-0,270	-0,150	+0,527	-0,388	+0,456
T-8	-1,022	-1,334	-0,246	-1,000	-0,819
T-9	+0,125	+0,245	-0,291	+0,408	+0,908
T-10	-1,150	-1,166	-0,521	-0,852	-0,952
T-11	-0,002	-0,663	-0,261	-0,407	+0,376
T-12	-0,378	-0,939	-0,543	-0,490	-0,022
T-13	+1,223	+0,072	-0,171	+0,306	+0,376
T-14	+0,763	+0,146	-0,529	-0,351	+0,576
T-15	+0,508	-0,002	-0,097	+0,297	-0,088
T-16	-0,321	-0,002	-0,469	-0,444	-0,952
T-17	+1,018	+1,331	+1,799	+1,409	+1,373
T-18	+0,393	+0,344	-0,369	+0,019	-0,155
T-19	-0,066	+0,640	-0,097	-0,259	+0,044
T-20	+0,700	+0,936	+1,241	+1,223	+0,775
T-21	+0,368	+0,985	+0,647	+0,019	-0,420
T-22	-0,589	+0,393	-0,618	-0,398	+0,111
T-23	-0,640	-0,416	-0,171	-0,166	-0,553
T-24	-0,385	+0,541	+0,423	+1,038	+1,306
T-25	-0,410	+0,393	-0,246	-0,166	-0,420
T-26	+0,125	+0,886	-0,543	+0,019	+0,111
T-28	-0,193	+0,368	-0,781	-0,351	-1,483
T-29	+0,062	+0,146	+0,200	-0,444	+0,111
T-30	+0,559	+0,640	+0,423	+0,482	+0,244

TABELA 8. Médias (N_6) das 29 populações de *Leucaena leucocephala* referentes ao caráter número de folhas, expresso em $\sqrt{\text{número de folhas} + 1/2}$, padronizadas para cada concentração de Al.

População	Concentração (ppm Al)				
	0	3	6	9	12
T-1	+0,308	+0,064	+0,498	+0,466	-0,717
T-2	+0,017	+0,164	+0,407	+0,293	+0,276
T-3	-0,176	-0,203	+0,260	+0,412	+0,384
T-4	-0,409	-0,071	+1,469	+0,699	+0,361
T-5	-0,457	+0,417	-0,049	-0,346	-1,099
T-6	+0,682	+0,880	+0,485	+0,293	+0,825
T-7	+0,308	-0,178	-0,412	-0,011	+0,384
T-8	-1,493	-0,706	-0,562	-0,681	-0,717
T-9	-0,036	+0,346	+0,296	+0,125	+0,164
T-10	+0,228	+0,538	+0,075	-0,330	-0,276
T-11	+0,292	+0,053	-0,061	-0,641	+0,384
T-12	-0,951	-0,681	-0,654	-0,617	+0,164
T-13	+0,501	+0,298	+0,374	+0,851	+0,495
T-14	+0,518	+0,406	+0,075	+0,986	+0,825
T-15	+0,212	-0,046	+0,407	+0,428	+0,825
T-16	+0,301	+0,275	-0,159	+0,293	+0,384
T-17	-0,539	+0,064	+1,026	+0,141	-0,827
T-18	+0,468	+0,175	-0,654	-0,816	-1,412
T-19	+0,122	-0,157	-0,641	-0,238	-0,310
T-20	+0,405	+0,085	-0,393	+0,293	+0,164
T-21	-0,207	-0,538	-0,035	+0,293	+0,547
T-22	-0,686	-0,570	-0,344	-0,238	+0,054
T-23	+0,414	-0,046	-0,159	+0,444	+0,164
T-24	-0,310	+0,064	-0,393	-0,641	-0,399
T-25	+0,017	+0,649	+0,296	+0,783	-0,143
T-26	-0,696	-0,780	-0,907	+0,293	-0,056
T-28	+0,666	-0,078	-0,159	-2,018	+0,251
T-29	+0,369	-0,036	-0,049	-0,027	-0,310
T-30	+0,132	-0,388	-0,035	+0,444	+0,164

TABELA 9. Médias (N_7) das 29 populações de *Leucaena leucocephala* referentes ao caráter relação peso seco da parte aérea/peso seco das raízes, padronizadas para cada concentração de Al.

População	Concentração (ppm Al)				
	0	3	6	9	12
T-1	-0,309	+0,729	-0,275	+0,786	-0,110
T-2	+0,498	+0,902	+0,334	+1,029	+0,069
T-3	+0,279	+0,659	-0,289	+1,021	+0,170
T-4	-0,912	-0,781	-0,115	-0,188	+0,252
T-5	-0,478	-0,926	-0,189	+0,056	+0,156
T-6	-0,528	+0,335	-0,524	-0,646	-0,657
T-7	-0,110	+0,651	-0,228	-0,115	-0,011
T-8	+0,058	+0,761	+0,272	+0,481	+0,082
T-9	+0,089	-0,007	-0,609	-0,455	-0,399
T-10	+0,555	+0,743	-0,064	+0,410	+0,163
T-11	+0,606	+0,297	+0,565	+0,195	+0,044
T-12	-0,161	+0,170	-0,118	+0,121	-0,339
T-13	-0,293	+0,004	+0,427	-0,129	+0,055
T-14	+1,149	+1,676	+0,743	-0,361	+0,205
T-15	+0,227	+0,503	+0,231	+0,000	-0,097
T-16	-0,450	-0,866	+0,168	+0,672	+0,026
T-17	+1,530	+0,359	+0,518	-1,014	+0,398
T-18	-0,415	-0,303	-0,536	-0,460	+0,114
T-19	-0,388	-0,858	-0,427	-0,807	-0,671
T-20	-0,619	-0,608	-0,423	-0,473	-0,393
T-21	-0,441	+0,227	+0,088	-0,125	+0,182
T-22	-0,057	+0,416	+0,248	+0,171	-0,075
T-23	+0,171	-0,112	+0,498	+0,343	+0,048
T-24	+0,639	+0,359	+0,194	+0,676	+0,578
T-25	+0,098	-1,001	-0,151	-0,722	+0,269
T-26	+0,001	-0,694	-0,452	-0,676	-0,465
T-28	-0,391	-0,897	-0,050	+0,640	+0,206
T-29	+0,232	-0,726	+0,496	-0,200	+0,042
T-30	-0,580	-1,012	-0,334	-0,229	+0,156

TABELA 10. Médias (N_8) das 29 populações de *Leucaena leucocephala* referentes ao caráter número de plantas com persistência dos cotilédones, padronizadas para cada concentração de Al.

População	Concentração (ppm Al)				
	0	3	6	9	12
T-1	+1,349	+2,004	+1,988	+1,893	+1,362
T-2	+2,051	+2,004	+1,691	+1,396	+1,830
T-3	+1,349	+1,103	+1,988	+1,917	+1,830
T-4	-0,054	-0,397	-0,684	-0,946	-0,978
T-5	+0,297	-0,097	-0,684	-0,686	-0,744
T-6	-0,405	-0,397	+0,800	+1,136	+1,596
T-7	+1,349	+1,704	+1,097	+1,396	+1,830
T-8	+0,297	+1,103	+0,503	+0,095	-0,276
T-9	+0,104	-0,670	-0,981	-0,946	-0,744
T-10	+0,297	-0,697	-0,981	-0,946	-0,744
T-11	-1,106	-0,397	-0,091	-0,686	-0,744
T-12	+0,648	-0,803	+0,503	-0,379	-0,978
T-13	-0,755	+0,203	+0,132	-0,946	-0,101
T-14	+0,999	+2,304	+2,285	+2,177	+1,575
T-15	+0,297	-0,097	-0,387	-0,686	-0,468
T-16	+0,297	-0,997	-0,981	-0,946	-0,744
T-17	-1,457	-0,997	-0,684	-0,946	-0,723
T-18	-0,405	-0,397	+0,206	-0,166	-0,276
T-19	-0,054	-0,697	-0,091	+0,188	+0,297
T-20	-1,106	-0,997	-0,387	+0,095	+0,426
T-21	-0,054	+0,203	+0,206	+0,355	-0,042
T-22	+0,297	-0,670	-0,658	-0,946	-0,417
T-23	-0,755	-0,997	-0,981	-0,166	-0,978
T-24	-1,808	-0,697	-0,981	-0,946	-0,744
T-25	-1,106	-0,997	-0,981	+0,095	+0,297
T-26	-0,755	-0,097	-0,981	-0,426	-0,978
T-28	-1,106	-0,697	-0,387	+0,095	-0,510
T-29	+0,297	-0,097	-0,684	-0,946	-0,978
T-30	-0,405	-0,343	+0,206	+0,875	+1,128

CONCLUSÕES

1. Identificaram-se as populações T-1, T-2, T-3 e T-4 como tolerantes ao Al, e as T-4, T-5, T-12 e T-22 como intolerantes ao Al.

2. As demais populações apresentaram resultados variáveis, conforme a característica analisada.

3. Não se pode afirmar "a priori" qual das características utilizadas (Y_1 a Y_8) melhor avalia a tolerância ao Al, de modo que a classificação para as populações como tolerantes ou intolerantes ao Al, que apresentaram resultados variáveis conforme a característica analisada, fica difícil de ser feita.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, V.L. & MCLEAN, R.A. Design of experiments. A realistic approach. New York, Marcel Dekker, 1974. 418p.
- BEAR, F.F. Chemistry of the soil. New York, Reinhold, 1957. 373p.
- BREWBAKER, J.L. The woody legume, *Leucaena*: Promising source of feed, fertilizer, and fuel in the tropics. In: SEMINARIO INTERNACIONAL DE GANADERIA TROPICAL, Acapulco, México, 1976, p. 13-27.
- FOY, C.D.; FLEMING, A.L.; BURNS, G.R. & ARMIGER, W.H. Characterization of differential aluminum tolerance among varieties of wheat and barley. Soil Sci. Soc. Am. Proc., Madison, 31:513-21, 1967.
- GOODLAND, R. Oligotrofismo e alumínio no cerrado. In: FERRI, M.G. ed. Simpósio sobre o cerrado, 3., São Paulo, 1971. São Paulo, Edgard Blücher Ltda & Edusp., 1971. p.44-60.
- HUTTON, E.M. Interrelation of Ca and Al in adaptation of *Leucaena* to very acid soils. *Leucaena Res. Rep.*, Taiwan, 3:9-11, 1982.
- JONES, R.J. The value of *Leucaena leucocephala* as a feed for ruminants in the tropics. *World Anim. Rev.*, Rome, 31:13-23, 1979.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, Washington, EUA. *Leucaena*: promising forage and tree crop for the tropics. Washington, D.C., 1977. 115p.
- OLMOS, J. & CAMARGO, M.N. Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, sua caracterização e distribuição. *Ci. e Cult.*, São Paulo, 28(2):171-80, 1976.
- REID, D.A.; FLEMING, A.L. & FOY, C.D. A method for determining aluminum response of barley in nutrient solution in comparison to response in Al-toxic soil. *Agron. J.*, Madison, 63:601-3, 1971.
- SILVA, A.R. Melhoramento genético para resistência à toxidez de alumínio e manganês no Brasil: antecedentes, necessidade e possibilidades. Tópicos para discussão e pesquisas. *Ci. e Cult.*, São Paulo, 28(2): 147-9, 1976.