AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE INTERPOPULACIONAL EM
LEUCENA (*Leucaena leucocephala*) (LAM.) DE
WIT EM CONDIÇÕES DE ACIDEZ DE ALUMÍNIO
E FIXAÇÃO DE NITROGÊNIO

JORGE ALBERTO GONÇALVES DA SILVA
Engenheiro Agrônomo

Orientador: PROF. DR. PAULO SODERO MARTINS

- Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Genética e Melhoramento de Plantas.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Maio - 1987

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"
PLANO DE DISSERTAÇÃO

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM: GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS

NÍVEL: MESTRADO

CANDIDATO: JORGE ALBERTO GONÇALVES DA SILVA

ORIENTADOR: PROF. DR. PAULO SODERO MARTINS

TÍTULO: AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE INTERPOPULACIONAL EM LEUCENA (*Leucaena leucocephala*) (LAM.) DE WIT EM CONDIÇÕES DE ACIDEZ DE ALUMÍNIO E FIXAÇÃO DE NITROGÊNIO

P I R A C I C A B A
ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL
MAIO - 1987

AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE INTERPOPULACIONAL EM
LEUCENA (*Leucaena leucocephala*) (LAM.) DE
WIT EM CONDIÇÕES DE ACIDEZ DE ALUMÍNIO
E FIXAÇÃO DE NITROGÊNIO

JORGE ALBERTO GONÇALVES DA SILVA

Aprovada em: 17/06/87

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Paulo Soderó Martins

ESALQ/USP

Prof. Dr. Roland Vencovsky

ESALQ/USP

Profª Drª Siu Mui Tsai Saito

CENA/USP

Prof. Dr. Paulo Soderó Martins
Orientador

Aos meus pais
e à Denise

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Gostaria de externar os meus agradecimentos a todos que, através de opiniões e ensinamentos, ou força moral e física, contribuíram para a realização deste trbalho, em especial ao

- . Amigo e orientador, Prof. Dr. Paulo Sodero Martins;
- . Amigo Prof. Maurício Ballesteiro Pereira;
- . Pesquisador Dr. Avilio Franco;
- . Prof. Dr. Roland Vencovsky;
- . Prof. Alberto Penteado;
- . Aos colegas Eng^o Agr^o Ima Célia G. Vieira,
Eng^o Agr^o Elizabeth Ann Vease, Prof.
Gothardo Marcon;
- . Prof. Quirino A. Camargo Carmello;
- . Aos funcionários da ESALQ, principalmente
Sr. Ronaldo J. Rabello;
- . Aos funcionários da UAPNPBS - EMBRAPA, Se
ropédica - RJ;
- . Ao CNPq.

INDEX

	Página
RESUMO	iii
SUMMARY	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 - Descrição e Uso da Cultura	4
2.1.1 - Tipo Hawaiano	4
2.1.2 - Tipo Salvador	5
2.1.3 - Tipo Peru	5
2.2 - Tolerância ao Alumínio em <i>Leucaena</i>	6
2.2.1 - Tolerância ao Alumínio em <i>Leucaena</i> ...	8
2.3 - Fixação de Nitrogênio em Condição de Acidez ..	10
2.4 - Metodologia usada em Ensaio de Tolerância ao Alumínio	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1 - Experimento I	16
3.1.1 - Local do Experimento	16
3.1.2 - Populações de <i>Leucaena leucocephala</i> ..	17
3.1.3 - Procedimento Experimental	18
3.1.4 - Delineamento Experimental	21
3.2 - Experimento II	23
3.2.1 - Local do Experimento	23
3.2.2 - Populações de <i>Leucaena leucocephala</i> ..	23
3.2.3 - Procedimento Experimental	24
3.2.4 - Delineamento Experimental	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 - Caracterização de Populações de <i>Leucaena leucocephala</i> quanto à tolerância ao Alumínio .	30
4.1.1 - Análises de Variância para as Características estudadas	30
4.1.2 - Índice de Tolerância	31

4.1.3 - Perisistência de Cotilédones	32
4.1.4 - Determinação dos Parâmetros que permitem boa discriminação quanto à Tolerância	33
4.2 - Avaliação da Fixação de Nitrogênio, em Condições de Acidez de Alumínio, das Popu lações Tolerantes	34
4.2.1 - Análises de Variância para as Ca racterísticas Estudadas	34
4.2.2 - Índice de Tolerância	35
5. CONCLUSÃO	38
6. LITERATURA CITADA	39
7. TABELAS	49

AValiação DA VARIABILIDADE INTERPOPULACIONAL EM
LEUCENA (*Leucaena leucocephala*) (LAM.) DE
WIT EM CONDIÇÕES DE ACIDEZ DE ALUMÍNIO
E FIXAÇÃO DE NITROGÊNIO

Autor: JORGE ALBERTO GONÇALVES DA SILVA

Orientador: PROF. DR. PAULO SODERO MARTINS

RESUMO

O presente trabalho foi conduzido em casa-de-vegetação no Laboratório de Genética Ecológica do Departamento de Genética da ESALQ/USP, em Piracicaba, SP, e em viveiro na Unidade de Apoio ao Programa Nacional de Pesquisa em Biologia do Solo - EMBRAPA, em Seropédica, RJ.

Teve como objetivo confirmar a tolerância ao alumínio, no solo, de populações de *Leucaena*, consideradas tolerantes, em solução nutritiva, e avaliar a capacidade de fixação de nitrogênio em condições de acidez, bem como estimar a variabilidade genética para estes caracteres.

Para a confirmação da tolerância ao alumínio, foram utilizadas 13 populações, que se mostraram tolerantes em solução nutritiva, e 2 populações consideradas intolerantes, como testemunhas, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio (68%, 38,6%, 14,6% e 0%), no esquema fatorial 15 x 4. Os caracteres utilizados para avaliar as populações quanto à tolerância ao alumínio foram: comprimento da parte aérea (Y_1), comprimento da raiz, (Y_2), peso de matéria seca da parte aérea (Y_3), peso de matéria seca das raízes (Y_4), peso total da matéria

seca (Y_5) e persistência dos cotilédones (Y_6).

Procedeu-se à análise de variância e à de terminação do índice de tolerância para cada população, o que permitiu classificar as populações em dois grupos o das tolerantes e o das intolerantes - em função dos res pectivos índices de tolerância em comparação com o índice da testemunha de maior índice - cv. Cunningham. No grupo das tolerantes situaram-se as populações 788, 851, 915, 926, 931 e 932 e no das intolerantes as populações 910, 913, 916, 921, 923, 930 e 933. Os níveis de saturação 38% e 14,6% não diferiram quanto à média e foram superiores ao nível de saturação 0% de alumínio.

Em seguida foi instalado um segundo experi mento com as populações tolerantes e a testemunha menos sensível ao alumínio para avaliar a capacidade de fixação de nitrogênio em condições de acidez. Para tanto, as popu lações foram submetidas a dois níveis de saturação: 68% e 38% de alumínio, em dois níveis de nitrogênio, isto é, com e sem starter, num esquema fatorial de $7 \times 2 \times 2$. To das as parcelas receberam o inoculante, constituído da mistura das estirpes BR-814 e BR-818 de *Rhizobium*. Os ca racteres usados para a avaliação foram os mesmos utiliza dos no primeiro experimento, e mais os caracteres número de nódulos (Y_7) e atividade de nitrogenase (Y_8).

Das populações usadas no segundo experimen to, as de números 851 e 915 foram as que se mostraram mais promissoras, pois além de se comportarem como tole rantes, apresentaram boa capacidade de fixação de nitrogê^o nio em solo ácido.

EVALUATION OF INTERPOPULATION VARIABILITY IN *LEUCAENA* (*Leucaena leucacephala*) (LAM.) DE WIT IN ALUMINUM ACIDITY CONDITIONS AND NITROGEN FIXATION

Author: JORGE ALBERTO GONÇALVES DA SILVA

Adviser: PROF. DR. PAULO SODERO MARTINS

SUMMARY

This work was carried out in the greenhouse of the Ecological Genetics Laboratory of the Department of Genetics, ESALQ/USP, Piracicaba, SP, and in the nursery of UAPNBS/EMBRAPA, Seropedica, RJ, to confirm aluminum tolerance, on soil, in *Leucaena leucocephala* populations that have been classified as tolerant in nutritive solutions, to evaluate the nitrogen fixation ability in acidity condition, and to estimate the genetic variability for these traits.

To confirm aluminum tolerance, 13 populations classified as tolerant in nutritive solution, and two populations classified as non-tolerant were grown in soil under 4 different Al saturations (68%, 38,6%, 14,6% and 0%). The traits used for the classification of differential tolerance to Al were length of the aerial portion (Y_1), length of the longest root (Y_2), dry weight of the aerial portion (Y_3), dry weight of roots (Y_4), total dry weight (Y_5) and cotyledon persistence (Y_8).

Analysis of variance was performed and Tolerance Index was determined for every population which allowed to identify two contrasting groups. The group of tolerant comprised populations 788, 851, 915, 926, 931 and 932, whereas the group of intolerant comprised

populations 910, 913, 916, 921, 923, 930 and 933.

A second experiment with the tolerant populations and one intolerant was made to evaluate the nitrogen fixation ability in acidity conditions. The material was grown in two Al saturations (68% and 38%) and two nitrogen levels. All plots received a mixture of two strains of *Rhizobium*: BR-814 and BR-818. The traits Y_1 to Y_6 , besides nodule number (Y_7) and nitrogenase activity (Y_8) were considered.

Populations 851 and 915 showed great potential as aluminum tolerant and with good nitrogen fixation ability in acidity conditions.

1. INTRODUÇÃO

Leucaena leucocephala (Lam) de Wit é uma leguminosa versátil, tendo sido usada em reflorestamento, controle de erosão, adubo verde e como forrageira, sendo enfocada sob este aspecto neste trabalho.

Em regiões sub-tropicais, a época seca do ano não oferece condições adequadas para o crescimento de gramíneas, resultando em declínio da produção dos pastos, característica da entressafra da produção de carne e leite. Este fator limitante para a produção animal acentua a deficiência de proteína (JONES, 1979) e aliado ao fato do aumento substancial do preço dos fertilizantes nitrogenados, explica a tendência atual de se dar maior atenção às leguminosas. Além disso, estas plantas apresentam outras vantagens para o agro-ecossistema como a fixação do nitrogênio atmosférico através da associação com bactérias do gênero *Rhizobium*, diversificação da microvida do solo, maior suprimento de proteína para o gado, etc. Daí seu consorciamento com gramíneas ser uma alternativa econômica, quando bem manejado, pois aquelas vantagens se refletem na produtividade do pasto.

Porém tal consorciação é problemática e, muitas vezes, se observa a predominância de gramíneas em detrimento das leguminosas. Uma alternativa para a consorciação é o uso de leguminosas arbustivas, como a *Leucaena*, por apresentar vantagens como resistência ao pastoreio intensivo e ao corte mecânico (N.A.S., 1977), boa fixação de nitrogênio quando inoculada (MENDOZA et alii, 1975; GUEVARRA, 1978 e KANG et alii, 1981), aceitabilidade pelo animal, boa produtividade, associação micorrizal (SOUTH e HABTE, 1985) rápido crescimento e produção de grande quan

tidade de sementes (BREWBAKER, 1978) e tolerância à seca. *Leucaena* apresenta, ainda, em suas folhas e brotos, alguns "fatores de crescimento" (JONES, 1978) que a tornam superior às outras leguminosas, proporcionando aos animais produtividade mais alta.

Um problema frequente em solos tropicais, principalmente de cerrado que é uma região com grande potencial pecuário, é a elevada concentração de alumínio, que é tóxico para a maioria das espécies forrageiras e limita a produtividade. A calagem em áreas de pasto, muitas vezes se torna anti-econômica, dada a grande quantidade frequentemente exigida, grande distância das unidades produtoras de calcário e a dificuldade de incorporação em camadas sub-superficiais do solo. Por isso a tolerância genética ao alumínio tóxico é uma alternativa viável e promissora, tendo sido amplamente pesquisada (FOY, 1974 citado por HUTTON, 1984; HUTTON, 1980, REID et alii, 1969; OLMOS et alii, 1976 e FAGERIA, 1980, citados por FAGERIA et alii, 1980 HOWELER et alii, 1976; FOY et alii, 1967 e REID et alii, 1971 citados por HOWELER et alii, 1976; FOY, 1976 e FOY et alii, 1969; LIMA et alii, 1981; RAMALHO et alii, 1982; MALUF et alii, 1984) e com bons resultados.

As cultivares de *Leucaena* que tem sido utilizadas como forrageiras são reconhecidamente sensíveis ao alumínio, o que constitui um entrave à sua utilização em regiões de solos ácidos. MALUF et alii (1984), trabalhando com 29 populações de *Leucaena* a cinco concentrações de alumínio, em solução nutritiva, detectaram 13 populações tolerantes e ainda com variabilidade interpopulacional além de variabilidade entre e dentro de progênes, para tolerância ao alumínio.

A capacidade de fixar nitrogênio em condições de acidez é tão desejável quanto a própria capacidade de tolerar alumínio, em uma leguminosa, mas é uma

questão complexa por envolver uma associação simbiótica entre 2 organismos, isto é, bactéria e planta.

O presente trabalho teve como objetivos confirmar a tolerância ao alumínio, no solo, das 13 populações consideradas tolerantes em solução nutritiva, avaliar a capacidade de fixação de nitrogênio em condições de acidez, além de estimar a variabilidade genética para estes caracteres.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Descrição e Uso da Cultura

Leucaena leucocephala (Lam) de Wit pertence à família leguminosa, sub-família *Mimosoideae*, tribo *Mimoseae* (LEWIS e ELIAS, 1981). É nativa do México, de onde se espalhou para as ilhas do Caribe, Índia, Nova Guiné, Tailândia, Malásia, Vietnã, África e América tropical (HILL, 1971; DIJKMAN et al, citados por VILELA, 1976).

Leucaena leucocephala é de autopolinização e possui $2n = 104$ cromossomos (HUTTON, 1980), enquanto que outras espécies do mesmo gênero apresentam $2n = 52$ e 56 cromossomos (GONZALES et al, 1967). *L. leucocephala* apresenta cerca de 100 variedades que podem ser agrupadas em 3 tipos, segundo HUTTON e GRAY (1959) e BREWBAKER (1976):

2.1.1. Tipo Hawaiano

Este tipo engloba variedades de plantas pequenas, com cerca de 5 m de altura e que florescem precocemente (4-6 meses de idade). Comparadas com as variedades de outros tipos, produzem pouca folhagem e madeira e o seu florescimento contínuo as torna grandes produtoras de sementes, e portanto, agressivas. É o tipo comum nativo da costa do México e que agora está amplamente disperso através dos trópicos. Seu valor está na capacidade de vegetar nas encostas tropicais para fornecer lenha, carvão e sombra para as plantações.

2.1.2 Tipo Salvador

Este tipo está constituído por variedades de plantas muito altas, alcançado 20 m de altura, com folhas, vagens e sementes grandes e tronco grosso sem ramos laterais. São originárias das florestas do interior da América Central. São, também conhecidas como tipo arbóreo ou Guatemala. Os estudos destas variedades começaram recentemente, no fim da década passada. Produziram mais do que o dobro da biomassa do tipo Hawaiano. Estão sendo utilizadas como fonte de madeira, produtos de madeira e combustível industrial. São conhecidas como Hawaiano Gigante ou pelas designações K8, K28 ou K67.

2.1.3 Tipo Peru

O tipo Peru reúne variedades de plantas altas, ao redor de 15 m de altura, parecidas com o tipo Salvador, mais com muitas ramificações mesmo nas partes mais baixas do tronco. Produzem pouco tronco, porém grandes quantidades de forragem. Apesar desta última característica, só recentemente foram descobertas e seu uso se restringe à Austrália, Hawaii e México. As cultivares Peru e Cunningham pertencem a este tipo.

A espécie apresenta grande variabilidade genética tanto entre como dentro de progênies (MALUF et alii 1984), que pode ser explorada em programas de melhoramento.

No controle à erosão e como adubo verde tem sido usada com sucesso (BREWBAKER, 1976). Utilizando *Leucaena* como adubo verde para o feijoeiro, KLUTHCOUSKI (1980) obteve sucesso. Segundo GUEVARRA (1976) citado por BREWBAKER (1976), maciços de *Leucaena* retornaram 550 kg de N/ha/ano. Em solos de cerrado, em plantio denso, a produção de matéria seca gira em torno de 13 t/ha/ano. Em

plantios mais espaçados que permitem consorciação, a produção gira em torno de 5,5 t/ha/ano. A produção de proteína está ao redor de 3.900 e 1.650 kg/ha/ano, respectivamente, em cada caso (KLUTHCOUSKI, 1980).

Leucaena é altamente palatável, digestível e nutritiva, sendo muito aceita pelos animais. Seu valor nutricional é comparável ao da alfafa. É rica em vitaminas e beta-caroteno. Possui entre 27 e 34% de proteína de alto valor nutricional (KLUTHCOUSKI, 1980), devido ao adequado balanceamento dos aminoácidos (HILL, 1971; JONES, 1979). Por isso vem sendo amplamente utilizada como forrageira na alimentação de gado de corte e de vacas leiteiras (HAMILTON et alii, 1971; ALVARES et alii, 1978) e no nordeste é cerrado brasileiro, como banco de proteínas.

Segundo AHMAD (1981), as limitações da *Leucaena* são: prefere terras baixas em área tropical; requer bom balanceamento mineral no solo; adapta-se mal a solos ácidos e com alumínio; as plântulas crescem lentamente, exigindo, para o estabelecimento, o controle de ervas daninhas.

Os trabalhos de melhoramento realizados com *Leucaena* visam reduzir o teor de mimosina das folhas, que é um alcalóide nocivo quando consumido em grande quantidade por não ruminantes (BREWBAKER e HYLIN, 1965) e verificar capacidade geral e específica de combinação para variedades (GRAY, 1967). Trabalhos visando a tolerância à acidez do solo e ao alumínio foram conduzidos no Brasil, através de hibridação interespecífica (HUTTON et alii, 1985).

2.2. Tolerância Genética ao Alumínio

A ocorrência de toxidez de alumínio no Brasil é generalizada. Segundo COCHRANE (1979), 68% do território brasileiro (573 milhões de hectares) compreen

de oxissolos e ultissolos. Acredita-se que nestes solos o teor de alumínio varie entre 1,6 e 4,1 meq/100 g de solo para 51% dos casos (MALAVOLTA et alii, 1977), enquanto a quantidade de alumínio trocável nos solos considerada não tóxica às plantas é 0,5 meq/100 g de solo (GARGANTINI et alii, 1970).

A grande variabilidade encontrada para tolerância ao Al tóxico, entre espécies, variedades, linhagens, cultivares e híbridos de plantas, torna possível o uso de plantas tolerantes à toxidez de Al como uma alternativa promissora à correção da acidez nociva do solo.

Sucessos obtidos em melhoramento de trigo para a resistência ao Al tóxico, foram relatados por SILVA (1976). Este autor ainda sugere que tais sucessos podem ser obtidos em muitas outras culturas, e se baseia no fato de se conhecer variação genética para tolerância em muitas espécies como feijão, milho, soja, alfafa e algodão.

O trigo serve como exemplo para um enfoque adaptativo dado por FOY et alii (1974), ao relacionar a variabilidade quanto a tolerância ao Al com o local de origem das cultivares. As variedades brasileiras de trigo mostraram-se altamente tolerantes no ensaio realizado por FOY et alii (1965), indicando uma possível pressão de seleção natural para propriedades associadas à tolerância ao Al em solos ácidos atuando nestas variedades.

Estudos para quantificação da tolerância à acidez em soja e feijão, foram conduzidos por MUZILLI et alii (1978). Os autores identificaram cultivares de soja muito sensíveis (limite de saturação de Al inferior a 10%) até tolerantes (limite de saturação de Al entre 21 e 25%) e cultivares de trigo sensíveis (limites de saturação de Al inferior a 20%) até muito tolerante (limite de saturação de Al superior a 45%).

O mecanismo de controle genético para a tolerância

rância foi investigado por KERRIDGE e KRONSTAD (1968), que propuseram um controle monogênico com ação de dominância para o alelo que confere tolerância, em variedades de trigo. O mesmo foi sugerido por RHUE et alii, 1978 para o mesmo caráter em milho, porém com uma série alélica múltipla em um único locus gênico.

Estudo de genética quantitativa conduzidos com a variedade de milho Piranão por GALVÃO e SILVA (1978) indicam como altas as estimativas de herdabilidade no sentido amplo, tanto para peso seco de parte aérea como para peso seco de raízes, e o componente de dominância maior que o aditivo, na variabilidade genética total para o caráter.

Segundo FLEMING e FOY (1968), a ação do Al em plantas de trigo, é mais local que sistêmica e restrita, na maioria dos casos, às pontas sensíveis das raízes e raízes laterais. As áreas meristemáticas mais resistentes permanecem funcionais, como é evidenciado pela emergência de novas raízes quando o "estresse" de Al é removido.

Trabalhando com soja, SARTAIN e KAMPRATH (1975) e FREIRE (1976) verificaram que o Al tóxico é prejudicial à nodulação e à produção.

SARTAIN e KAMPRATH (1977) observaram que as respostas no crescimento da soja com a redução da saturação de Al parecem ser devidas ao efeito do pH e/ou suprimento de Ca.

ARMIGER et alii (1968) e FOY et alii (1969), atribuíram a clorose da folha e o colapso do pecíolo, observados em soja, à deficiência de Ca induzida pelo Al e não simplesmente pela deficiência de Ca em solos ácidos.

2.2.1 Tolerância ao Alumínio em *Leucaena*

Segundo HUTTON (1984), excesso de alumínio aumenta o requerimento de cálcio no solo para neutralizar o efeito inibidor do alumínio na absorção radicular do cálcio por culturas como milho, soja e *Leucaena*.

Segundo FOY (1974), baixos níveis de alumínio beneficiam o crescimento e a maioria das plantas contém cerca de 150 - 200 ppm deste elemento na matéria seca. É sabido que em solos ácidos (pH menor que 5,0) a disponibilidade de alumínio aumenta marcadamente e ainda segundo FOY (1974), mais da metade dos sítios de troca catiônica são ocupados por este elemento. Este mesmo autor reporta que mais do que 1,0 meq de alumínio trocável/100 g nos solos ácidos constitui quantidade suficiente na solução do solo para causar inibição do crescimento radicular.

Segundo ANDREW et al (1973), citado por HUTTON (1984), o alumínio trocável interage com o fósforo e cálcio no solo, reduzindo sua absorção, e na planta, reduzindo sua translocação para as extremidades.

HUTTON (1982), pesquisando com *Leucaena* em oxissolos no CIAT, obteve níveis de alumínio foliar de 120 - 150 ppm, e concluiu que a pouca absorção foliar do cálcio foi o problema principal e não os efeitos tóxicos do alumínio no subsolo. Este autor considera os atuais cultivares de *Leucaena* requerentes de Ca disponível suficiente no subsolo de oxissolos para que suas raízes alcancem profundidades necessárias para um crescimento vigoroso e comercialmente aceitável.

A correção por meio de calcário é difícil e frequentemente antieconômica no caso de forrageiras. Uma alternativa promissora é a utilização de plantas tolerantes à acidez de alumínio (MALAVOLTA et al, 1977; ISRAEL et al, 1978), o que é possível pelo fato desta ca

racterística estar sob controle genético e haver variabilidade genética nas populações (LIMA et alii, 1981; MELO et alii, 1980; RAMALHO et alii, 1982; REID et alii, 1969; HOWELLER et alii, 1976), inclusive em *Leucaena* (MALUF, 1984).

No caso de *L. leucocephala*, BREWBAKER (1976), N.A.S. (1977) e JONES (1979), assim como HUTTON (1984), afirmam que a espécie não é tolerante a solos ácidos com altos teores de alumínio, porém KLUTHCOUSKI (1980) acredita, ao contrário, que a espécie é uma das mais indicadas para os solos sob vegetação de cerrado e para outros solos pobres e/ou sujeitos a deficiência hídrica. MALUF (1984), trabalhando com 29 populações de *Leucaena* em solução nutritiva, detectou um grupo de 13 populações tolerantes ao alumínio.

2.3. Fixação de Nitrogênio em Condições de Acidez

A maioria das leguminosas tropicais é não específica quanto à estirpe de *Rhizobium*, nodulando e fixando nitrogênio com estirpes do grupo "cow-pea". Segundo DATE e HALLIDAY (1979), HALLIDAY (1981) e FARIA et alii (1984), *Leucaena* é altamente específica, necessitando de estirpes de crescimento rápido e produtora de álcali, ou neutra, em meio-de-cultura. As leguminosas de regiões temperadas parecem ter evoluído do tipo original tropical, perdendo sua tolerância a solos ácidos e adaptando-se a solos alcalinos e temperaturas frias. Supõem, também, que a habilidade em produzir álcali acarretou uma vantagem nutricional nos rizóbios tropicais em solos ácidos, e esta característica se perdeu nos rizóbios associados a leguminosas de regiões temperadas. Segundo estes autores, taxa de crescimento rápido é interpretada como uma adaptação a temperaturas frias e a alta especificidade à estirpe de

Rhizobium de regiões temperada também é vista como uma vantagem evolutiva. Concluem, então, que *Leucaena* poderia ser visto como um gênero que evoluiu para ocupar solos alcalinos, mas que permaneceu nos trópicos.

Plantas de *Leucaena* de cultivares comerciais perdem o vigor, apresentam folhas amarelas e são pouco noduladas, em solo ácido (HUTTON, 1980). A incapacidade de estabelecer uma efetiva simbiose para fixação de nitrogênio, em baixo pH, tem sido citado como uma causa da intolerância de *Leucaena* a solos ácidos. A incapacidade do rizóbio de *Leucaena* de produzir álcali é considerada uma razão para perda da tolerância à acidez, e uma fonte de rizóbio que exsuda álcali é tida como uma chave para atenuar o stress da acidez do solo na simbiose *Leucaena*-rizóbio. DATE e HALLIDAY (1979) sugeriram que em sendo a produção de álcali + ácido pelo rizóbio em meio de cultura dependente da fonte de carbono suprida à bactéria, seria imprudente fazer uma previsão ou interpretação da performance da estirpe no campo, baseada neste caráter.

Ainda os mesmos autores relacionam algumas observações promissoras quanto à fixação de nitrogênio por *Leucaena* em condições de acidez:

- embora a maioria das estirpes associada à *Leucaena* não se multiplique em pH ácido, algumas estirpes crescem igualmente bem na faixa de pH de 4,5 a 8,5.

- encontrou-se um solo ácido no Hawai que continha rizóbio específico de *Leucaena*, mesmo não sendo esta espécie nativa e nem tendo sido nunca plantada no local.

- todas as estirpes isoladas do solo ácido puderam crescer a pH 4,5. Baseados nestas observações, os autores sugerem que a tolerância ao espectro do pH da

associação *Leucaena*-rizóbio é mais ampla que sua capacidade de hospedeira.

ISRAEL e JACKSON (1978) postularam que o alumínio é um limitante do crescimento mesmo para o rizóbio de crescimento lento, tolerante à acidez, e ressaltaram a existência de uma variação significativa entre as raças. MUNNS e KAISER (1979) confirmaram este resultado e acrescentaram que o alumínio aumenta a "lag-fase" e que este decréscimo no crescimento poderia prejudicar a colonização no solo, rizosfera e nodulação.

Trabalhando com estirpes previamente selecionadas a diferentes níveis de alumínio em meio-de-cultura, AQUIAHUATL e MUNOZ (1983) estudaram a nodulação desenvolvida em plântulas de *Leucaena* em casa-de-vegetação. A conclusão obtida foi que a simples seleção de rizóbio tolerante ao alumínio é insuficiente, sendo necessária também a seleção de variedades de *Leucaena* com a mesma tolerância.

SILVA e FRANCO (1984) detectaram tolerância a pH 4,6 e pH 4,6 + alumínio em 1 estirpe de *Rhizobium* entre 19 testadas para *Leucaena*, e esta estirpe mostrou diminuição na velocidade de crescimento.

Caracteres herdáveis do hospedeiro afetam todas as fases da simbiose: a infecção inicial da raiz, o crescimento do nódulo e a quantidade de nitrogênio fixado. Alguns também têm efeitos correlatos no crescimento radicular e estes são importantes na regulação da quantidade de tecido fixador de nitrogênio produzido. Infecção e estabelecimento de nódulos podem ser etapas na simbiose sensíveis à acidez (ou requerente de Ca); em outros casos, nódulos se formam normalmente, mas não funcionam em solos ácidos (ANDREW e KAMPRATH, 1978).

Segundo ISRAEL e JACKSON (1978) a tolerância de leguminosas cultivadas com nitrogênio mineral po

de não correlacionar-se com sua tolerância normalmente menor quando cultivadas em simbiose. Isto pode ser devido ao fato de leguminosas tropicais fixadoras de nitrogênio acidificarem a rizosfera pela extrusão de H^+ durante a absorção excessiva de cátions (NAMBIAR, 1976 citado por ANDREW e KAMPRATH, 1978). FOY et alii (1965) mostraram que diferenças na tolerância ao alumínio estão associadas a mudanças diferenciais na acidez na rizosfera, com os cultivares mais sensíveis ao alumínio tendendo a apresentar maior acidez na rizosfera. No caso de leguminosas noduladoras, a geração de acidez, então, pode afetar os rizóbios, seu crescimento no solo e rizosfera, à medida que a acidez aumenta (MUNNS, 1977). Segundo ANDREW e KAMPRATH (1978) plantas com maiores absorções de cátions, especialmente cálcio, e com menores absorções de alumínio devem desenvolver o micro-ambiente mais severamente adverso para iniciação da nodulação, e usam tal argumento para explicar o fato de algumas leguminosas nodularem bem em solos ácidos como amendoim, soja e "Cow-pea", pois são espécies de baixos teores de cálcio, enquanto que espécies sensíveis ao alumínio como alfafa e trevo branco são de altos teores de cálcio.

Já HUTTON (1984), lembrando que cálcio é essencial à nodulação de leguminosas, sugere que plantas com uma melhor absorção radicular de cálcio podem nodular melhor em solos fortemente ácidos, e que talvez seja possível encontrar diferenças genéticas na eficiência de nodulação a baixos níveis de cálcio. O autor afirma ainda ser o crescimento de *Leucaena* muito dependente da nodulação e fixação de nitrogênio.

ISRAEL e JACKSON (1978) sugerem que a variação biológica no hospedeiro e no rizóbio permite a seleção de simbiontes segundo sua tolerância à acidez de alumínio.

2.4. Metodologia Usada em Ensaio de Tolerância ao Alumínio

Ensaio de tolerância ao alumínio podem ser de dois tipos:

- em solução nutritiva, onde o alumínio é adicionado ao meio, em doses diferentes para proporcionar concentrações (níveis) distintos de toxidez; e

- no solo que, por sua vez, ainda pode ser de 2 tipos: em vasos, em casa de vegetação e no campo.

Nestes dois últimos, parte-se de um solo com altos teores de alumínio e se acrescenta calcário ou óxido de cálcio como corretivos também em doses diferentes para estabelecer níveis distintos de toxidez. É aconselhável que tais doses sejam igualmente espaçadas, o que facilita a análise de regressão.

Ensaio de toxidez de alumínio exigem que o meio esteja ácido, isto é, com pH menor que 5,5, caso contrário o alumínio precipita deixando de influenciar no crescimento dos vegetais. Os ensaios instalados no solo exigem que o teor de matéria orgânica seja baixo, uma vez que esta forma quelatos que reagem com o alumínio tirando-o da solução.

É importante que o solo dentro de cada nível de acidez esteja bem homogêneo. Para isso é preciso que a mistura do corretivo com o solo seja realizada de forma criteriosa. RAMALHO et alii (1982) usaram betoneira para efetuar tal mistura e durante sua realização acrescentaram água na relação 1, de água : 10 de terra, o que favorece a reação do alumínio trocável. O tempo de reação usado foi de 20 dias, e o tempo de avaliação das plantas - feijão preto - foi de 40 dias após o plantio.

Com relação aos níveis de saturação de alumínio - níveis de toxidez - cada espécie apresenta um com

portamento diferente, e em não se sabendo o nível de toxidez ideal para a seleção dos genótipos tolerantes, se faz necessário pelo menos 4 níveis: um nível sem acidez ; um de acidez fraca ou moderada; um de média acidez e por fim um de alta acidez. A relação entre ppm's de alumínio em solução e saturação de alumínio, em %, no solo, é muito difícil de ser estabelecida, uma vez que a primeira uma medida absoluta e a última é relativa. Por outro lado, os níveis de acidez usados na experimentação variam de cultura para cultura. Assim, MELO et alii (1980) trabalhando com soja, usaram três níveis: 3,5%, 12,5% e 63% de saturação de alumínio, por meio da adição de 3, 1,5 e 0,0 toneladas de calcário/ha, respectivamente. REID et alii (1969) trabalhando com cevada, usaram dois níveis de toxidez de alumínio no solo, em casa de vegetação, e 3 níveis nos ensaios de campo. FAGERIA e KLUTHCOUSKI (1980), trabalhando com arroz, utilizaram dois níveis de saturação de alumínio no solo: 60% e 15%, sendo este último considerado não-tóxico para a maioria das culturas (OLMOS e CAMARGO, 1976, citados por FAGERIA e KLUTHCOUSKI, 1980). RAMALHO et alii (1982) usaram 2 níveis para avaliar a tolerância de feijão preto, num solo sob vegetação de cerrado: 50,2% e 2,8%. LIMA et alii (1981) usaram 2 níveis de saturação de alumínio no solo, em casa-de-vegetação, ao avaliarem genótipos de feijão e soja: 63,0% e 3,0%, com pH de 4,8 e 6,0 respectivamente. MALUF (1984) utilizou 5 concentrações de alumínio, em solução nutritiva, ao avaliar populações de *Leucaena*: 0, 3, 6, 9 e 12 ppm de alumínio.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido de forma a dar continuidade à linha de pesquisa com *Leucaena*, desenvolvida no Laboratório de Genética Ecológica do Departamento de Genética da ESALQ/USP, em Piracicaba.

3.1. Experimento I

Avaliação da tolerância ao alumínio, em condições de solo, de populações de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.

3.1.1. Local do experimento

O presente ensaio foi conduzido em casa-de-vegetação no Laboratório de Genética Ecológica do Departamento de Genética da ESALQ/USP, em Piracicaba, no ano de 1985.

3.1.2. Populações de *L. leucocephala*

Foram utilizadas 15 populações de *L. leucocephala*, listadas a seguir:

Populações	Nº/NOME/Procedência
1	931 - Estrada Piracicaba-Tiête - Piracicaba-SP
2	932 - Estrada Piracicaba-Limeira - Piracicaba-SP
3	933 - Estrada do Bongue, Piracicaba-SP
4	788 - CNPSD, Manaus-AM
5	851 - IPEAS nº 391 - Perú, RJ
6	910 - CNPGC 155/78, Fazenda Duque Estrada, Miranda
7	913 - CNPEC L. 223/78, Perú, Agroceres
8	921 - CPAC 608 cv. Perú, CSIRO - AUSTRÁLIA
9	915 - CPAC 612 K.4, tipo Perú, Hawai/via Austrália
10	916 - CPAC 614 K.29, tipo Gigante, Hawai (Honduras)
11	923 - CPAC 615 K.72, tipo Gigante Hawai (Salvador)
12	930 - CPAC 616 K.132, tipo Gigante, Hawai (Vera Cruz)
13	926 - CPAC 661 ENGOPA nº 405 (Brasil Comercial)
14 (Test.1)	925 - CPAC 609 cv. Cunningham, CSIRO, Austrália
15 (Test.2)	917 - CPAC 13 Gigante

As populações de 1 a 13 foram consideradas tolerantes ao Al em solução nutritiva e as populações 14 e 15 foram consideradas intolerantes (MALUF, 1984) e foram usadas no presente trabalho como testemunhas, sendo uma delas, a 14, uma população comercial amplamente utilizada. As populações coletadas em Piracicaba (de nº 931, 932 e 933) pertencem ao tipo Peru.

3.1.3. Procedimento experimental

As sementes utilizadas foram escarificadas mecanicamente (por intermédio de lixa de madeira, fina) , tratadas com fungicida Arazan e postas a germinar em caixas de germinação, em germinador a 25°C, durante 144 horas, e em seguida transplantadas para sacos plásticos de 637 ml de volume, contendo o solo.

O solo utilizado foi coletado na propriedade de Retiro II-III, amostra 477, Usina Costa Pinto, no Município de Charqueada - SP. A coleta foi feita na camada de 20 - 40 m, sob canavial, e análise de fertilidade (executada pelo laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Química da ESALQ/USP) apresentou os seguintes teores:

Resultado de Análise de Solo

P Resina g/cm ³	M.O. %	pH em CaCl ₂	K	Ca	Mg	H+Al	Al ⁺⁺	V
			mg/100 cm ³					%
1,9	1,21	4,15	0,03	0,87	0,15	10,91	2,48	11,4

O solo foi seco ao ar, destorroado, passado em peneira de 8 malhas/polegada. Em seguida foram ajustados os níveis de saturação de Al: 68,0%, 38,6%, 14,6% e 0,0%, por meio de calagem, a saber: 0,00 t/ha, 1,43 t/ha, 2,86 t/ha e 4,29 t/ha de minercal, respectivamente.

O calcáreo utilizado apresentou as seguintes características:

CaO	44,41
MgO	14,18
peneira 10	100,00%
peneira 50	97,51%
PRNT	113,08%

O cálculo da necessidade de calagem foi feito com base na fórmula:

$$\text{CaCO}_3 \text{ meq/100g} = \frac{(V_2 - V_1) T \cdot f}{100}$$

onde:

$$f = 100/\text{PRNT}$$

V_1 = porcentagem de saturação de base observada

V_2 = porcentagem de saturação de base desejada

As porcentagens de saturação de bases desejadas foram tais que fornecessem doses de calcário igualmente espaçadas, para facilitar a análise de regressão.

As plantas receberam 2 doses de solução nutritiva de Sarruge, sendo cada dose de 1 ml/vaso, no plantio e 15 dias após.

A solução de Sarruge apresenta a seguinte composição:..

Composição Química das Soluções Nutritivas (ml/l)

Sarruge (1970)

Soluções Estoque		Tratamentos	
		Completo	-N
KH ₂ PO ₄	M	1	1
KNO ₃	M	5	-
Ca(NO ₃) ₂	M	5	-
MgSO ₄	M	2	2
KCl	M	-	5
CaCl ₂	M	-	5
NH ₄ H ₂ PO ₄	M	-	-
NH ₄ NO ₃	M	-	-
(NH ₄) ₂ SO ₄	M	-	-
Mg(NO ₃) ₂	M	-	-
Micronutrientes	*	1	1
Fe-EDTA	**	1	1

*A solução de micronutrientes tem a seguinte composição (g/l): H₃BO₃, 2,86; MnCl₂·4H₂O, 1,81; ZnCl₂, 0,10; CuCl₂, 0,04; H₂MoO₄·H₂O, 0,02.

**Dissolver 26,1 g de EDTA dissódico em 286 ml de NaOH N, misturar com 24,8 g de FeSO₄·(7H₂).Arejar por uma noite e completar a 1 litro.

3.1.4. Delineamento experimental

Foram preparados 4 conjuntos de vasos, cada um com uma saturação de Al diferente, que foram chamados de níveis.

O delineamento utilizado foi o fatorial em blocos ao acaso, de $15 \times 4 \times 4$, ou seja, 15 populações, 4 níveis e 4 repetições, num total de 240 parcelas, com uma planta em cada.

Este delineamento experimental obedeceu ao seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + N_j + (PN)_{ij} + R_k + E_{ijk}$$

onde:

Y_{ijk} = produção de cada parcela experimental

i = 1, 2, ..., 15 = número da população de *Leucaena leucocephala*

j = 1, 2, 3, 4 = número de níveis de saturação de alumínio

k = 1, 2, 3, 4 = número de repetições

μ = média geral

P_i = população i de *Leucaena leucocephala*

N_j = nível j de saturação de alumínio

$(PN)_{ij}$ = interação da população i com o nível j

R_k = repetição k

E_{ijk} = erro experimental

Na coleta de dados, que se deu 4 semanas após o transplante, foram feitas as seguintes observações:

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 a 35 - 40°C, até peso constante)

Y_4 = peso seco das raízes, em g (medida efetuada após a secagem do material em estufa a 35 - 40°C, até peso constante)

Y_5 = peso da matéria seca, em g (medida obtida da soma do peso seco da parte aérea com o peso seco de raiz)

Y_6 = persistência dos cotilédones (verificação da persistência [+] ou queda [-] das folhas cotiledonares)

Para facilidade de discussão, estas características serão referidas através de seu símbolo (de Y_1 a Y_6).

Os dados de produção e parcelas estimadas, assim como análises de variância e índice de tolerância se encontram no capítulo "Tabelas", ao final desta dissertação

Para estimação de parcelas usou-se o pacote estatístico estimabc do setor de Métodos Quantitativos da Embrapa.

3.2. Experimento II

Avaliação da fixação de nitrogênio em condições de acidez de alumínio das populações tolerantes de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.

3.2.1. Local do experimento

O presente ensaio foi conduzido no viveiro de mudas da Embrapa - Programa Nacional de Pesquisa em Biologia do Solo, em Seropédica, no Estado do Rio de Janeiro, no ano de 1985.

3.2.2. Populações de *L. leucocephala*

Foram utilizadas 7 populações de *L. leucocephala*, listadas a seguir:

Populações	Nº/Nome/Procedência
1	788 - CNPSD; Manaus, AM
2	851 - IPEACS 391 - Perú; Rio de Janeiro, RJ
3	915 - CPAC 612 - K 4, tipo Perú; Hawai (via Austrália)
4 (Test.)	925 - CPAC 609 - cv. Cunningham; CSIRO, Austrália
5	926 - CPAC 601 - EMGOPA 405; Brasil Comercial
6	931 - Estrada Piracicaba-Tiête; Piracicaba, SP
7	932 - Estrada Piracicaba-Limeira; Piracicaba, SP

O critério para a escolha destas populações foi baseado na performance das populações no Experimento I deste trabalho. As populações 1, 2, 3, 5, 6 e 7 foram consideradas tolerantes ao alumínio no solo, e a população 4 (população 14 no Experimento I) entrou como testemunha por ter sido a testemunha menos sensível ao Al, no experimento anterior, o que constitui um critério mais rigoroso para comparação.

3.2.3. Procedimento experimental

As sementes utilizadas foram escarificadas mecanicamente (por intermédio de lixa de madeira, fina), tratadas com fungicida Arazan e postas a germinar em caixas de germinação em câmara quente a 27°C, durante 72 horas. Em seguida foram inoculadas com *Rhizobium* e transplantadas para os vasos contendo o solo.

Os vasos utilizados foram sacos plásticos pretos, com volume de 1.420 ml.

O solo utilizado foi o mesmo do Experimento I deste trabalho, e recebeu o seguinte tratamento: secagem ao ar, destorroamento, peneiramento em peneira de 8 malhas/polegadas e correção para ajuste dos níveis de saturação de Al. Foram usados os seguintes níveis de saturação de Al:

Nível 1 : 68,0% de saturação de Al (sem calcáreo)

Nível 2 : 15,0% de saturação de Al (com o equivalente a 1,43 t/ha de calcáreo).

Foi escolhido um nível de acidez baixa (15% de Al) em lugar de ausência de acidez, em razão de ter sido constatado, no primeiro experimento, que uma acidez baixa é mais propícia ao desenvolvimento de leucena do que a ausência de acidez.

O calcário utilizado foi o mesmo do Experimento I deste trabalho.

Cada nível de saturação de Al foi dividido em 2 níveis de nitrogênio:

Nível 1 : solo com "starter" de nitrogênio

Nível 2 : solo sem nitrogênio

O nível 1 - solo com N - foi obtido através da adição de 3 ml/vaso da solução completa de SARRUGE. O nível 2 - solo sem N - foi obtido através da adição de 3 ml/vaso da solução sem N de SARRUGE.

Ambos os níveis de alumínio e de nitrogênio foram inoculados com *Rhizobium*.

O inoculante utilizado foi constituído pela mistura das estirpes BR-814 e BR-818 obtidas na EMBRAPA-PNPBS. A escolha destes estirpes foi baseado nos resultados obtidos por FRANCO e SILVA (1985) que apontam estas estirpes como mais eficiente em presença de acidez, além da especificidade a *L. leucocephala*. As estirpes foram crescidas em meio semi-sólido 79 inclinado.

Inoculou-se 500 ml do meio de cultura com a estirpe BR-814 e 500 ml com a BR-818. As estirpes ficaram incubadas por 4 dias em câmara-de-crescimento, após o que foram misturadas e inoculadas nas sementes pré-germinadas, por meio de uma solução de sais (solução de SARRUGE sem N).

3.2.4. Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi o fatorial em blocos ao acaso, de $7 \times 2 \times 2 \times 5$, ou seja, 7 populações, 2 níveis de Al, 2 níveis de N e 5 repetições, num total de 140 parcelas, com uma planta em cada.

Este delineamento obedeceu ao seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + P_i + A_j + (PA)_{ij} + N_k + (PN)_{ik} + (AN)_{jk} + (PAN)_{ijk} + R_l + E_{ijkl}$$

onde:

Y_{ijkl} = produção de cada parcela experimental

i = 1, 2, ..., 7 = número da população de *L. leucocephala*

j = 1, 2 = número do nível de saturação de alumínio

k = 1, 2 = número do nível de nitrogênio

l = 1, 2, ..., 5 = número da repetição

μ = média geral

P_i = população i de *L. leucocephala*

A_j = nível j de saturação de alumínio

$(PA)_{ij}$ = interação $P \times A$

N_k = nível k de nitrogênio

$(PN)_{ik}$ = interação $P \times N$

$(AN)_{jk}$ = interação $A \times N$

$(PAN)_{ijk}$ = interação $P \times A \times N$

R_l = repetição l

E_{ijkl} = erro experimental

Foram estimados os componentes da variação através da esperança dos quadrados médios, segundo o modelo fixo extraído de STEEL e TORRIE (1980). Os quadros de análise de variância apresentam o coeficiente R^2 que expressa o quanto da variação total é devido a cada fonte de variação (STEEL e TORRIE, 1980)

Na coleta de dados, que se deu 45 dias após o transplante, foram feitas as seguintes observações: as mesmas tomadas no Experimento I (Y_1 a Y_6) e mais

Y_7 = número de nódulos

Y_8 = redução de acetileno como medida da atividade de nitrogenase

Redução de acetileno

Para a medida da redução de acetileno, as plantas foram desenvasadas, cortadas pelo coleto e tiveram seu sistema radicular introduzido em frasco (mamadeira) de 250 ml. Em seguida os frascos foram tampados com borracha e receberam a injeção de 25 ml de acetileno, o que proporcionou uma atmosfera de 10% de acetileno. As plantas permaneceram 30 minutos em incubação nestas condições. Ao fim deste período foram retiradas amostras de 0,5 ml da atmosfera do interior dos frascos, armazenadas em seringas de 1 ml, por 30 minutos e, em seguida, lidas em cromatógrafo de chama. Foi preparado também um frasco vazio com 10% de acetileno, a que se chamou de padrão.

Na leitura em cromatógrafo foram feitas as medidas.

Pico, em cm, do etileno e

pico, em cm, do acetileno

para todos os frascos, inclusive o padrão.

Cálculo da redução do acetileno

Para determinação de redução de acetileno em nanomoles de acetileno por hora, foi usada a seguinte fórmula (van BERKUN, 1976):

$$\mu\text{moles } C_2H_4 \cdot g \text{ nod}^{-1} \cdot h^{-1} = \left(\frac{x V_1}{t W_1} - \frac{y V_2}{W_2} \right) R \cdot K \cdot g \text{ nódulos}^{-1}$$

sendo:

x = pico (mm) C_2H_4 amostra = Altura (mm)
x Atenuação

y = pico (mm) C_2H_4 blank

V_1 = volume do frasco de incubação da amostra (ml)

V_2 = volume do frasco de incubação do blank (ml)

W_1 = volume de amostra injetado (ml)

W_2 = volume de blank injetado (ml)

t = tempo de incubação (h)

R = Range do cromatógrafo

K = constante

K está relacionado com a calibração do cromatógrafo para uma conhecida quantidade de C_2H_4 (500 vpm).

Uma amostra de 0,5 ml de 500 vpm C_2H_4 contém $0,25 \times 10^{-3}$ ml C_2H_4 . Em C.N.P.T., temos:

$$1 \text{ Mol } C_2H_4 \text{ — } 22400 \text{ ml ou cm}^3$$

$$x \text{ — } 0,25 \times 10^{-3} \text{ ml}$$

$$x = 11,16 \text{ } \mu\text{moles/amostra}$$

Os dados de produção, análises de variância e índice de tolerância se encontram no capítulo "Tabelas", ao final desta dissertação.

O critério utilizado para avaliação de tolerância nos parâmetros Y_1 , Y_2 , Y_3 , Y_4 e Y_5 foi o Índice de Tolerância proposto por LIMA et al (1981), sendo definido por:

$$I_i = \frac{R_{i_0}}{R_{i_1}} \times \frac{R_{i_0}}{\bar{R}_0}, \text{ onde:}$$

I_i = índice de tolerância da população i

R_{i_0} = matéria seca da população i no solo sem calcáreo

R_{i_1} = matéria seca da população i no solo com calcáreo

$\bar{R}_0$ = média de matéria seca das n populações no solo sem calcáreo

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização de Populações de *L. leucocephala* (Lam) de Wit quanto à tolerância ao Alumí nio

4.1.1. Análises de variância para as características estudadas

As análises de variância para comprimento da parte aérea (Y_1), comprimento da maior raiz (Y_2), peso de matéria seca da parte aérea (Y_3), peso da matéria seca da raiz (Y_4) e peso total de matéria seca (Y_5) são mostradas nas tabelas 10, 13, 4, 7, e 1, respectivamente.

Devido à perda de parcelas ocorridas no primeiro experimento, as análises de variância foram feitas com parcelas estimadas, que são apresentadas nas Tabelas 57, 60, 51, 54 e 43 para as variáveis Y_1 , Y_2 , Y_3 , Y_4 e Y_5 , respectivamente.

Nas Tabelas 10, 14, 5, 8 e 8 encontram-se as médias das variáveis Y_1 a Y_5 para cada população testada a cada nível utilizado.

Observando as tabelas das médias de variância, constatou-se que, à exceção da variável Y_2 , todas as variáveis examinadas apresentaram teste F, para a fonte de variação população, altamente significativo, o que indica variância genética no material utilizado. O mesmo ocorre em outras espécies, como por exemplo, *Phaseolus vulgaris*, onde SPAIN et alii (1975) detectaram variância genética entre cultivares para tolerância a solo ácidos com altos teores de alumínio.

Algumas variáveis (principalmente as que se referiam a peso seco) apresentaram coeficientes de variação muito altos, provavelmente como consequência de se

usar uma planta por parcela. Nestes casos a interação População x Nível não apresentou significância, o que provavelmente se deu devido à variância residual muito alta. Para a variável Y_1 , com CV na ordem dos 15%, a interação apresentou significância a 5% de probabilidade, o que pode ser um indício de que a variância genética depende do ambiente, isto é, é diferente em pelo menos um nível de acidez. Esta interação genótipo x ambiente é importante neste trabalho, pois indica que pelo menos uma população está mostrando adaptação a estas condições ambientais desfavoráveis. Em outras palavras, pode-se dizer que os níveis de acidez afetam de forma diferenciada as populações testadas.

A perda de parcelas observada se deveu a diferenças no vigor das plântulas, uma vez que na idade em que foram transplantadas havia diferenças no vigor entre as populações, ocorrendo plântulas com a radícula muito desenvolvida que teriam sido quebradas no momento do transplante.

4.1.2. Índices de tolerância

O índice de tolerância, proposto por LIMA, 1981, foi usado como critério de tolerância, e pode ser observado nas Tabelas 12, 15, 6, 9, 3, para as variáveis Y_1 e Y_5 , respectivamente.

Segundo o critério utilizado para avaliação da tolerância, as populações consideradas tolerantes foram aquelas que apresentaram índice de tolerância maior que a testemunha menos sensível, a população 925 - cultivar CUNNINGHAM, que apresentou índice maior que a outra testemunha, população 917 - K8.

Com base nos dados apresentados nas Tabelas 3, 6, 9 observa-se que as populações 1, 2, 4, 5, 9 e 13 (identificadas como 931, 932, 788, 851, 915 e 926, respectivamente) apresentaram índices de tolerância maior que a população 14 - testemunha 1 (nº 925).

Ensaio instalados em solução nutritiva apresentam a vantagem de permitir a seleção de um número maior de genótipos, por exigirem um espaço reduzido e conferirem um bom controle das condições ambientais. Porém exigem, normalmente, que as medições sejam feitas em estágios precoces do desenvolvimento da planta. Além disso, se faz necessário determinar a correlação entre os resultados assim obtidos em condições naturais (campo), que nem sempre é alta, o que pode diminuir a confiabilidade dos dados. Em caso de forrageiras, onde o produto de interesse é a parte aérea, espera-se que tal correlação seja maior.

Ensaio conduzidos em vasos (casa-de-vegetação) permitem um maior controle das condições ambientais, e constitui uma boa prática e confirmação, numa primeira etapa, em vasos, dos resultados obtidos em solução nutritiva e, posteriormente, no campo.

HUTTON et alii (1985) sugerem que o ponto ideal para a discriminação das populações tolerantes à acidez, no campo, é quando as plantas atingem a altura de 3-4 m de altura, o que se dá, normalmente, em torno de 2-3 anos de idade, em *Leucaena*. Sugere-se que, em trabalhos posteriores, as populações aqui apontadas como potencialmente tolerantes, sejam instaladas no campo para confirmação destes resultados.

4.1.3. Persistência de Cotilédones

Na Tabela 16 encontram-se os dados referentes à variável Y_6 - persistência de cotilédones. As populações 1, 2 e 4 apresentaram 100% das plantas com cotilédones no solo sem calcário, o que está de acordo com os resultados obtidos por MALUF et alii (1985), que apontam a persistência dos cotilédones como uma indicação de tolerância ao alumínio. ARMINGER et alii (1963) e FOY et alii (1968) corroboram estes resultados, ao associarem a queda dos pecíolos e a clorose da folha, em soja, à deficiência

de Ca, provocada pela presença de Al. HUTTON (1982) considera que, em *Leucaena*, o problema principal é a pouca absorção radicular de Ca e não os efeitos tóxicos do Alumínio. Porém uma relação tão direta não foi observada em outras populações, como por exemplo, as de números 5, 9 e 13, que mostraram resposta ao cálcio para este caráter. Pode-se supor que as populações que não apresentaram resultados consistentes com a hipótese de MALUF et alii (1985) acerca da influência que este caráter sofre do nível de alumínio no ambiente, apresentem genes modificadores que interfiram na expressividade e/ou penetrância do caráter.

4.1.4. Determinação dos parâmetros que permitem uma boa discriminação quanto à tolerância

Tanto a análise de variância como o índice de tolerância contribuem para identificação das variáveis que constituem bons critérios de avaliação para tolerância ao alumínio. Assim as variáveis Y_1 , Y_3 , Y_4 e Y_5 apresentaram variância entre populações e índices de tolerâncias concordantes, o que permitiu serem consideradas como bons critérios de avaliação, por permitirem uma boa classificação das populações quanto à tolerância ao alumínio, tendo sido o mesmo constatado por MALUF et al (1984). Já quanto à variável Y_2 não se observou variância entre as populações e o índice de tolerância não apresentou consistência (Tabelas 10 e 15), o que conduz à conclusão de que esta variável não constitui um bom critério de avaliação de tolerância ao alumínio em plantas de *Leucaena* crescidas em vasos, devido às condições do ensaio (casa-de-vegetação).

O mesmo foi constatado por FRANCO e MUNNS (1982), na espécie *Phaseolus vulgaris*, onde o principal efeito do alumínio se dá na formação e/ou alongação das raízes secundárias.

O principal objetivo do primeiro experimento foi confirmar a tolerância ao alumínio, no solo, das

populações que apresentaram tolerância em solução nutritiva. Assim, as populações consideradas tolerantes neste primeiro experimento, foram escolhidas para compor, junto com a testemunha menos sensível, o conjunto de tratamentos do segundo experimento.

O 1º Experimento permitiu, também, identificar o nível de alumínio que melhor discrimina a tolerância a este elemento. Assim, dos níveis estudados o nº 1 - solo com 65% de saturação de alumínio - se mostrou satisfatório para tal avaliação. É interessante observar que não foi necessário a neutralização total do alumínio para o máximo de produção, pois o nível 2 não diferiu do nível 3, e ambos foram superiores ao nível 4 (Tabelas 2, 5, 8, 10 e 14). Em termos práticos a recomendação de calcário para correção do solo para o plantio das cultivares hoje utilizadas, seria de 1,5 t/ha, para o solo estudado, o que significa uma economia em torno de 3,0 t/ha de calcário.

O uso de 2 testemunhas no 1º Experimento conferiu maior rigor ao critério de avaliação, e permitiu selecionar a menos sensível para ser utilizada no IIº Experimento.

4.2. Avaliação da fixação de nitrogênio, em condições de acidez de alumínio, das populações tolerantes

4.2.1. Análises de variância para as características estudadas

As análises de variância para as variáveis Y_1 , Y_2 , Y_3 , Y_4 , Y_5 , Y_7 e Y_8 são mostradas nas Tabelas 29, 33, 21, 25, 17, 37 e 41, respectivamente.

A exemplo do que ocorreu no primeiro experimento, as análises de variância mostraram teste F altamente significativo para a fonte de variação população, em todas as variáveis, à exceção da Y_2 , indicando variância genética.

Foi detectada interação população x alumínio para a variável Y_8 - atividade de nitrogenase, o que indica que as populações se comportaram de maneira diferente quanto à fixação de nitrogênio, quando expostas a diferentes níveis de alumínio. Também as variáveis Y_3 , Y_4 e Y_8 apresentaram interação população x alumínio.

A fonte de variação nitrogênio não apresentou teste F significativo nas análises de variância das variáveis Y_7 e Y_8 , o que permite constatar que a aplicação de um starter (partida) de nitrogênio não exerce influência sobre o número de nódulos e nem na atividade da nitrogenase e, portanto, não há diferença em se aplicar o starter para avaliar a fixação de nitrogênio em *Leucaena*.

4.2.2. Índice de tolerância

As Tabelas 32, 36, 24, 28, 20, 40, e 44, mostram os valores para o índice de tolerância de cada população, para os parâmetros Y_1 a Y_5 , Y_7 e Y_8 , respectivamente. Observa-se que para os parâmetros Y_1 a Y_5 os dados apresentam perfeita concordância com os dados obtidos no primeiro experimento, isto é, todas as populações consideradas tolerantes apresentaram índice de tolerância maior que a testemunha, população 4. O mesmo não vale para parâmetro Y_8 pois os dados não apresentam tanta consistência, o que pode ser consequência do erro experimental alto observado na análise de variância para este caráter.

A importância de se avaliar a capacidade de fixação de nitrogênio em condições de acidez parece evidente. Se populações tolerantes ao alumínio não forem capazes de fixar nitrogênio em tais condições, então para o

caso de leguminosas forrageiras sua importância se torna comprometida, uma vez que tal hipótese implica em uso de adubo nitrogenado, que é um insumo mais caro que o calcário.

As populações que não tiveram sua fixação de nitrogênio prejudicada pela acidez de alumínio foram as de nº 851 e 915. Tal comportamento é consequência tanto da tolerância das populações como da tolerância das estirpes de *Rhizobium* usadas. A necessidade de genótipos tolerantes em ambas as partes - hospedeiro e bactéria - para uma fixação de nitrogênio efetiva, foi apontada por AQUIAHUATL e MUNOZ (1983). A menor fixação de nitrogênio observada das outras populações tolerantes - 788, 926, 931 e 932 - possivelmente foi consequência da ausência de estirpes específicas a elas. Tal observação pode ser testada repetindo-se o IIº Experimento com outras estirpes de *Rhizobium* tolerantes ao alumínio.

O presente trabalho visou apontar populações de *Leucaena leucocephala* com potencial genético para tolerância à acidez de alumínio, que possam ser usadas em programas de melhoramento como fonte de genes que confirmem este caráter. Neste sentido pode ser constatada uma concordância com os resultados obtidos em solução nutritiva (MALUF et alii 1984 b) para as populações 788, 851, 915, 926, 931 e 932, que se comportaram como tolerantes também no solo, ao apresentarem índice de tolerância maior que o das testemunhas, nos dois experimentos deste trabalho.

Dentre estas populações, as de número 851 e 915 são apontadas neste trabalho como as melhores fontes de genes para tolerância, uma vez que apresentaram habilidade em fixar nitrogênio em condições de acidez de alumínio, desde que estejam presentes as estirpes BR-814 e BR-818 de *Rhizobium*. Há que se investigar ainda, a posteriori, a existência ou não de diferenças entre estas duas estirpes quanto à especificidade com aquelas populações de *Leucaena*.

Trabalhos posteriores devem ser conduzidos para avaliação da variabilidade genética dentro das populações que se mostraram tolerantes. A esse respeito BREWBAKER (1985) afirma serem as variedades de *Leucaem* altamente homogêneas, o que resultaria numa variância genética intrapopulacional quase nula, e o autor se baseia no fato de ser a espécie de auto-polinização. É sabido que as espécies autógamas apresentam uma estrutura populacional constituída por diferentes linhagens, sendo a maioria homozigota, e que a taxa de cruzamento pode variar de local para local, principalmente quando ocorre visita de abelhas às flores, como já pôde ser observado em *Leucaem*. Tal estrutura é característica por apresentar variância genética entre linhagens. MALUF et alii (1985) detectaram variância genética dentro de algumas progênes de plantas individuais, o que permite supor que exista variância genética intra-populacional para tolerância ao alumínio em *Leucaem*.

Em se confirmando tal hipótese, será possível detectar linhagens cuja combinação gênica confira boa tolerância, e que possam ser usadas em programas de melhoramento como progenitores doadores dos genes para tolerância num esquema de retrocruzamento.

Outra forma de se explorar o potencial para tolerância em populações é o melhoramento da própria população, via seleção para caracteres de interesse agrônômico. A decisão sobre a forma de utilização das populações tolerantes está em função do mecanismo genético do controle do caráter. Em relação a este ponto, HUTCHINSON et alii (1985) supõe uma herança simples para a tolerância ao alumínio em *Leucaem*, ao sugerir ser o caráter dominante. Porém não se tem evidências para excluir a hipótese de existir também um mecanismo quantitativo regulando a expressão do caráter, como ocorre em outras espécies.

5. CONCLUSÕES

As populações tolerantes ao alumínio, no solo, foram as de números 788, 851, 915, 926, 931 e 932. E aquelas que não tiveram sua fixação de nitrogênio afetada pela acidez de alumínio foram as de números 851 e 915.

Estas populações apresentam genes para tolerância ao alumínio e devem ser usadas em programa de melhoramento, seja transferindo-se estes genes para cultivares comerciais ou melhorando as próprias populações através da seleção para caracteres de interesse agrônômico.

A simples substituição da culturas *Cunningham*, pela população 915, nas condições do solo estudado, e na presença das estirpes de *Rhizobium* citadas, conduziria a um incremento estimado em 36% na produção de matéria seca (ou cerca de 13 t de matéria verde/ha), devido à tolerância ao alumínio e capacidade de fixação de N daquela população nas referidas condições.

O parâmetro comprimento da maior raiz (Y_2) revelou-se insatisfatório na avaliação da tolerância ao alumínio em vasos.

A saturação de 68% com alumínio permite uma boa avaliação da tolerância ao alumínio, usando-se o índice de tolerância como critério.

Para o estabelecimento de *Leucaena leucocephala* não se faz necessário a neutralização total de alumínio, uma vez que mesmo as populações sensíveis apresentaram maior crescimento em níveis intermediários.

6. LITERATURA CITADA

- AHMAD, N. - Growth of *Leucaena leucocephala* in relation to soil pH, nutrient levels and *Rhizobium* concentration Leucaena Res. Rep. 1981. 2:5-7.
- ANDREW, C.S.; JOHNSON, A.D. e SANDLAND, R.L. - Effect of aluminum on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes. Australian Journal of Agricultural Research, Melbourne, 1973. 24:325-39.
- ANDREW, C.S.; KAMPRATH, E.J. - Mineral nutrition of legume in tropical and sub-tropical soils CSIRO, Melbourne - Austrália, 1978.
- AQUIAHUATIL, A.; MUNOZ, D. - Inoculation of *L. leucocephala* and *Rhizobium* strains adapted at high levels of aluminum. Leucaena Res. Rep., 1983. 4:54-6.
- ARMINGER, W.H.; FOY, C.D.; FLEMING, A.L. e CALDWELL, B.E. Differential tolerance of soybean varieties to an acid soil high in exchangeable aluminum - Agron. J., Madison, 1968. 60:67-70.
- BREWBAKER, J.L. - The wood legume *Leucaena*: promising source of feed, fertilizer, and fuel in the tropics. In: Seminário Internacional de Garradeira Tropical, Acapulco, México. 1976. p. 13-27.
- BREWBAKER, J.L. - Guide to the systematics of the genus *Leucaena* (Mimosoideae). 1978. 16 p.
- BREWBAKER, J.L. - The genetic vulnerability of single variety plantations of *Leucaena*. Leucaena Res. Rep. 1985. 6:81.

FAGERIA, N.K. - Tolerância diferencial de cultivares de arroz ao alumínio em solução nutritiva. S.I.S. ed. Trabalho apresentado na IIª Reunião Nacional de Pesquisa de Arroz, 5 a 9 de fevereiro de 1980, Goiânia, GO.

FAGERIA, N.K.; KLUTHCOUSKI, J. - Metodologia para avaliação das cultivares de arroz e feijão para condições adversas de solo. Circular Téc. nº 8. CNPAF, EMBRAPA-GO. 1980. 13-15.

FARIA, S.M. de; SILVA, G.G.; FRANCO, A.A. - Seleção de *Rhizobium* sp para leguminosas arbóreas. In: Reunião Latino-Americana sobre *Rhizobium*, XII, Campinas, SP. 21 a 26/outubro/1984. p. 69.

FOY, D.A.; FLEMING, A.L.; BURNNS, G.R.; ARMINGER, W.H. - Characterization of differential aluminum tolerance among varieties of wheat and barley. Soil Sci:Soc. Am. Proc., 1967. 31:513-21.

FOY, C.D. - Effect of aluminum on plant growth. In: CARSON, E.W. ed. The Plant Root and Its Environment. Charlottesville, Univ. Press. of Virginia. 1974. p. 601-42.

FOY, C.D. - Differential aluminum and manganese tolerance of plant species and varieties in acid soils. Ciência e Cultura SP. 1976. 28(2):150-5.

FOY, C. D.; ARMIGER, W. H.; BRIGGLE, L. W.; REID, D. A. Differential aluminum tolerance in wheat and barley varieties in acid soils. Agronomy Journal. 1965. 57(5): 413-417.

- FOY, C.D.; BURNS, G.R.; BROWN, J.C.; FLEMING, A.L. - Differential aluminum tolerance of two wheat varieties associated with plant induced pH changes around their roots. Soil sci. Soc. Am. Proc. 1965. 29:64-7.
- FOY, C.D.; FLEMING, A.L. e ARMINGER, W.H. - Aluminum tolerance of soybean varieties in relation to calcium nutrition. Agron. J, Madison. 1969. 61:505-11.
- FOY, C. D.; LAFEVER, H. N; SCHWART, J. W.; FLEMING, A. L. Aluminum tolerance of wheat cultivars related to region of origin. Agronomy Journal. 1974. 66: 751-758
- FLEMING, A. L.; FOY, C. D. - Root structure reflects differential aluminum tolerance in wheat varieties. Agronomy Journal. 1968. 60: 172-176.
- FRANCO, A.A.; SILVA, G.G. da - Potential of the *Rhizobium* symbiosis in tree legumes. An workshop on *Rhizobium* legume inoculants. October. Porto Alegre, RS. 1985. 22-25.
- FRANCO, A.A.; MUNNS, D.N. - Acidity and aluminum restraints on nodulation, nitrogen fixation, and growth of *Phaseolus vulgaris*, in solution culture. Soil sci. Soc. Am. Journal. 1982. 46:296-301.
- FREJRE, J. R. J. - Comportamento da soja e do seu rizóbio ao Al e Mn nos solos do Rio Grande do Sul. Ciência e Cultura. 1976. 28 (2): 169-170.
- GALVÃO, J. D.; SILVA, J. C. - Herança da tolerância ao alumínio na variedade de milho "Piranãõ". Ceres. 1928. 25 (137): 71-78.

- GARGANTINI, H.; COELHO, F.A.S.; VERLENGIA, F. e SOARES, F.
Levantamento de fertilidade dos solos do Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agronômico. 1970. 32 p.
- GONZALEZ, V.; BREBAKER, J.L. e HAMILL, D.E. - *Leucaena* cytogenetias in relation to the breeding of low mimosine lines. Crop Science, Madison. 1967. 7:140-3.
- GRAY, S.G. - Inheritance of growth habit and quantitative characters in intervarietal crosses in *Leucaena leucocephala*. Australian Journal of Agricultural Research. 1967. 18:63-70.
- GUEVARRA, A.B.; WHITNEY, A.S.; THOMPSON, J.R. - Influence of intra row spacing and cutting regimes on the growth and yield of *Leucaena* - Agronomy Journal. 1978. 70(6):1033-1036.
- HALLIDAY, J. - Nitrogen fixation by *Leucaena* in acid soils. Leucaena Research Reports. 1981. 2:71.
- HAMILTON, R.I.; DONALDSON, L.E. e LAMBOURNE, L.J. - *Leucaena leucocephala* as a feed for dairy cows: direct effect on reproduction and residual effect on the calf and lactation. Australian Journal of Agricultural Research. 1971. 22(6):681-92.
- HILL, G.D. - *Leucaena leucocephala* for pastures in the tropics. Herbage Abstracts, Farnham Royal. 1971. 41:(2):111-19.
- HOWELER, R.H.; CADAVID, L.F. - Screening of rice cultivars for tolerance to aluminum toxicity in nutrient solution as compared with a field screening method. Agron. Journ. 1976. 68:551-5.

- HUTTON, E.M. - Breeding *Leucaena* for acid tropical soils. Leucaena Newsletters. 1980. 1, 7 EN CIAT.
- HUTTON, E.M. - Natural crossing and acid tolerance in some *Leucaena* species. Leucaena Newsletter. 1980. 1:7.
- HUTTON, E.M. - Interrelation of Ca and Al in adaptation of *Leucaena* to very acid soil. Leucaena Research Reports. 1982. 3:9-11.
- HUTTON, E.M. - Breeding and selecting *Leucaena* for acid tropical soils. Pesq. Agrop. Bras. 19, 1984. s/nº:263-274.
- HUTTON, E.M. e GRAY, S.E. - Problems in adapting *Leucaena glauca* as forage for the australian tropics. Empire Journal of Experimental Agriculture, Oxford. 1959. 27(107):187-96.
- HUTTON, E.M.; SOUZA, P.B. de - Acid - soil tolerant *Leucaena* Res. Rep. 1985. 6:17-9.
- ISRAEL, D.W.; JACKSON, W.A. - The influence of nitrogen nutrition on ion uptake and translocation by leguminous plants. In: ANDREW, C.S. e KAMPRATH, E.J. (eds.), workshop on mineral nutrition of legumes in Tropical and Subtropical Soils, Brisbane, Austrália. 1978. p. 113-29.
- JONES, R.J. - The value of *Leucaena leucocephala* as a feed for ruminante in the tropics. World Animal Review, Rome. 1979. 31:13-23.

- KANE, B. T.; SIPKENS, L.; WILSON, G. F.; MANEJU, D. - Leucena (*Leucaena leucocephala*) (Lam) de Wit prunings as nitrogen source for maize (*Zea mays* L.). Fertilizer Research. 1981. 2: 279-87.
- KERRIDGE, P. C.; KRONSTAD, W. E. - Evidence of genetic resistance to aluminum toxicity in wheat (*Triticum aestivum* Vill, Host). Agronomy Journal. 1968. 60: 710-711.
- KLUTHCOUSKI, J. Leucena, (*Leucaena leucocephala*), alternativa para a pequena e média agricultura. Goiânia, EM BRAPA/CNPAF. Circular Técnica, 6. 1980. p. 12.
- LEITE, J. C. & MARTINS, P. S. - Utilização de solução nutritiva como técnica para a seleção de variedades de trigo tolerantes ao alumínio. Relatório Científico 1977. Departamento de Genética. ESALQ/USP. 11: 78-81.
- LEWIS, G.P. e ELIAS, T.S. - Mimoseae. In: R.M. Polhill e P.H. Raven (eds). Advances in Legume Systematics. 1981. 155-68.
- LIMA, P.C.; RAMALHO, M.A.P.; MELO, B. - Comparações entre métodos estatísticos para avaliar a tolerância e toxicidade do alumínio. In: Conferência Internacional de Biometria, 10. Guarujá. Regional Bras. Soc. Intern. de Biometria. 1979. p. 106.
- LIMA, P.C.; RAMALHO, M.A.P.; MELO, B. - Comparação entre métodos estatísticos utilizados para avaliar a tolerância à toxicidade do alumínio. Ciência e Prática. 1981. 5(1):32-39.

- LIMA, P.C.; JUNQUEIRA NETO, A.; CUNHA, R.D.; BENTONI, E.A.
Comparações entre métodos estatísticos para avaliação da tolerância do feijoeiro (*P. vulgaris* L.) à toxicidade do alumínio em condições de campo. Ciência e Prática. 1981. 5(2):85-90.
- MALAVOLTA, E.; SARRUGE, J.R. e BITTENCOURT, V.C. - Toxicidade de alumínio e manganês. In: IV Simpósio sobre o cerrado, Brasília. 1976. p. 275-301.
- MALUF, A.M. - Avaliação da variabilidade intra e inter-populacional para tolerância ao alumínio em *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit - Dissertação de Mestrado - ESALQ/USP, Piracicaba/SP. 1984.
- MALUF, A.M.; MARTINS, P.S. e MALUF, W.R. - Avaliação de Populações de *Leucaena* para tolerância ao alumínio - Pesquisa Agropecuária Brasileira. 1984. 19(7):859-66.
- MALUF, A.M.; MARTINS, P.S.; FERREIRA, P.F. e MALUF, W.R. Avaliação de *Leucaena* para tolerância ao alumínio II. Análise de conglomeração. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 1984. 19(8):999-1002.
- MALUF, A.M.; MARTINS, P.S. e MALUF, W.R. - Avaliação de *Leucaena* para tolerância ao alumínio III. Critérios para avaliação da tolerância. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 1984. 19(9):1131-4.
- MALUF, A.M.; MARTINS, P.S. e MALUF, W.R. - Resistência de cotilédones na plântula como parâmetro para avaliação da tolerância ao alumínio em *Leucaena leucocephala*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 1985. 20(3):355-60.

- MALUF, A.M.; MARTINS, P.S.; MALUF, W.R. - Inter-relação entre tolerância ao alumínio e teores de cálcio e fósforo na plântula, em *Leucaena leucocephala*. Ciência e Cultura. 1986. 38(2):341-5.
- MENDONZA, R.C.; ALTAMARINO, T.P.; JAVIER, E.Q. - Herbage, crude protein and digestible dry matter yields of Ipilipil (*Leucaena leucocephala* cv. Peru) in hedgerows. Leucaena Research Reports. 1983. 4:69.
- MUNNS, D.N. - Mineral nutrition and the leguminous symbiosis. In: A Treatise on Dinitrogen Fixation. IV Agron. Ecol. 1977. p. 353-91.
- MUNNS, D.N. - Soil acidity and nodulation. In: ANDREW, C.S. e KAMPRATH, E.J. (eds.) Workshop in Mineral Nutrition of Legumes in Tropical and Subtropical Soils. Brisbane, Austrália. 1978. p. 113-29.
- MUNNS, D.N.; KEYSER, H.H. - Response of *Rhizobium* strains to acid and aluminum stress. Soil Biol. Bioch. 1979. 13:115-118.
- MUZILLI, O.; SANTOS, D.; PALHANO, J. B.; MANETTI Fº, J.; LANTMANN, A. F.; GARCIA, A.; CATANEO, A. - Tolerância de cultivares de soja e de trigo à acidez do solo. Revista Bras. de Ciência do Solo., 1978. 2: 34-40.
- NAMBIAR, E.K.S. - Relationships between root growth and the uptake of micronutrients by plants with special reference to inter - and intra specific root mixing. Comptes Rendus, 4. Colloque International sur le Controle de l'alimentation de Plantes Cultivees. 1976. Vol. 1:553-62.

- N.A.S. - *Leucaena*; promising forage and tree crop for the tropics. Washington, D.C. National Academy of Sciences. 1977. p. 115.
- OLMOS, I.L.J.; CAMARGO, M.N. - Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, sua caracterização e distribuição. Ciência e Cultura. 1976. 28:171-80.
- RAMALHO, M.A.P.; PINTO, C.A.B.P.; CARVALHO, M.A. - Tolerância do Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) a níveis de saturação de alumínio em solo sob vegetação de cerrado. Ciência e Prática. 1982. 6(1):55-62.
- 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 aluminum toxic soil. Agron. Jour. 1971. 63:600-3.
- REID, D.A.; JONES, E.D.; ARMINGER, W.H.; FOY, L.D.; KOCH, E.J.; STARLING, T.M. - Differential aluminum tolerance of winter barley varieties and selections in associated greenhouse and field experiments. Agron. Journ. 1969. 61:218-22.
- RHUE, R. D.; GROGAN, C. O.; STOCKMEYER, E. W.; EVERETT, H. L. - Genetic control of aluminum tolerance in corn. Crop Science. 1978. 18: 1063-1067.
- ROSÁRIO, D. A.; SALAPARG, D. A. - Screening of *L. Leucocephala* for aluminum tolerance. *Leucaena Newsletters*. 1980. 15 (1): 39-43.
- SARTAIN, J. B.; KAMPRATH, E. J. - Effect of liming a highly Al-saturated soil on the top and root growth and soybean nodulation. Agronomy Journal. 1975. 67: 507-510.

SARTAIN, J. B.; KAMPRATH, E. J. - Effect of soil Al saturation on nutrient concentration of soybean tops roots, and nodules. Agronomy Journal. 1977. 69: 843-845.

SILVA, A. R. - Melhoramento genético para resistência à toxidez de alumínio e manganês no Brasil: antecedentes, necessidades e possibilidades. Tópicos para discussão e pesquisas. Ciência e Cultura. 1976. (28) 2: 147-149.

SILVA, G.G.; FRANCO, A.A. - Seleção de Estirpes de *Rhizobium* espécies de leguminosas florestais em meio de cultura tolerantes à acidez e toxidez de alumínio. Pesq. Agrop. Bras. 19. 1984. s/nº 169-73.

SOUTH, W.T.; HABTE, M. - The influence of starter nitrogen and mycorrhizal inoculation on the post-transplanting performance of Leucaena Research Reports. 1985.6:95-6.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. - Analysis of variance III: factorial experiments. Cap. 5. In: Principles and procedures of statistics second edition. Mc Graw -Hill Book Company. 336-376.

SPAIN, J.M.; FRANCIS, C.A.; HOWELER; R.H.; CALVO, F. Differential species and varietal tolerance to soil acidity in tropical crops and pasture. In: E. BORNEMISZA and A. ALVARADO (ed.) Soil Management in Tropical America. 1975. p. 308-47.

VILELA, E. e PEDREIRA, J.V.S. - Efeitos de densidades de semeadura e níveis de adubação nitrogenada no estabelecimento de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. Boletim de Indústria Animal. Nova Odessa. 1976. 33(2):251-80.

7. TABELAS

TABELA 1 - Análise de variância em blocos casualizados referente ao caráter peso de matéria seca tomado em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	R^2	Quadrado Médio	Valor de F
Repetição	3	0.0307	-	0.0102	4.67
População	14	0.1505	0.1775	0.0108	4.90**
Nível	3	0.1722	0.0231	0.0574	26.18**
POPxNIV	42	0.1060	0.1250	0.0025	1.15ns
Resíduo	177	0.3882	0.4579	0.0022	
Total	239	0.8477			

Média geral: 0.1493

C.V.: 31,36%

TABELA 2 - Médias em gramas/planta do peso de matéria seca tomada em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

Interação POP x NIV	Concentração de Al				
	NIV 1 (*)	NIV 2	NIV 3	NIV 4	Média
POP 1	0.128	0.197	0.137	0.107	0.142
POP 2	0.175	0.198	0.244	0.162	0.195
POP 3	0.115	0.172	0.161	0.129	0.144
POP 4	0.153	0.220	0.208	0.220	0.200
POP 5	0.115	0.152	0.166	0.108	0.135
POP 6	0.103	0.170	0.256	0.134	0.166
POP 7	0.117	0.223	0.144	0.167	0.163
POP 8	0.091	0.141	0.169	0.115	0.129
POP 9	0.113	0.161	0.187	0.165	0.156
POP 10	0.045	0.149	0.170	0.171	0.134
POP 11	0.091	0.165	0.178	0.138	0.143
POP 12	0.094	0.200	0.196	0.163	0.163
POP 13	0.125	0.155	0.131	0.143	0.139
POP 14	0.098	0.141	0.139	0.100	0.120
POP 15	0.059	0.118	0.139	0.098	0.103
Média	0.108	0.171	0.175	0.141	

(*) Nível 1: solo sem calcáreo
 Nível 2: solo com 1 dose de calcáreo
 Nível 3: solo com 2 doses de calcáreo
 Nível 4: solo com 3 doses de calcáreo

TABELA 3 - Índice de tolerância referente ao caráter peso de matéria seca, tomado em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

População	Índice de Tolerância
1	0,77 (120+)
2	1,43 (223)
3	0,71 (111)
4	0,99 (155)
5	0,81 (127)
6	0,57 (89)
7	0,57 (89)
8	0,55 (86)
9	0,73 (114)
10	0,13 (20)
11	0,46 (72)
12	0,41 (64)
13	0,94 (147)
14	0,64 (100)
15	0,27 (42)

(+) - porcentagem em relação ao índice da testemunha menos sensível (população 14)

TABELA 4 - Análise de variância com parcelas estimadas referente ao caráter peso da parte aérea tomada em 15 populações de *Leucaena leucocephala* submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	R ²	Quadrado médio	Valor de F
Repetição	3	0.0177	-	0.0059	2.26
População	14	0.1188	0.1591	0.0085	3.25**
Nível	3	0.0546	0.0731	0.0182	6.96**
POP x NIV	42	0.0926	0.1240	0.0022	0.84ns
Resíduo	177	0.4629	0.6199	0.0026	-
Total	239	0.7467			

Média geral: 0.1056

C.V.: 48,45%

TABELA 5 - Médias em gramas/planta do peso seco da parte aérea tomado em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas à 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

Interação POPxNIV	Concentração de Al				
	NIV 1 (*)	NIV 2	NIV 3	NIV 4	Média
POP 1	0.084	0.139	0.093	0.076	0.098
POP 2	0.125	0.141	0.180	0.128	0.142
POP 3	0.080	0.122	0.114	0.096	0.103
POP 4	0.102	0.156	0.152	0.152	0.140
POP 5	0.074	0.103	0.114	0.075	0.092
POP 6	0.064	0.107	0.168	0.096	0.146
POP 7	0.082	0.155	0.095	0.122	0.113
POP 8	0.058	0.095	0.104	0.800	0.084
POP 9	0.074	0.115	0.134	0.116	0.110
POP 10	0.036	0.101	0.114	0.117	0.092
POP 11	0.060	0.114	0.120	0.095	0.097
POP 12	0.065	0.139	0.139	0.123	0.117
POP 13	0.078	0.102	0.091	0.102	0.093
POP 14	0.066	0.094	0.091	0.070	0.093
POP 15	0.040	0.082	0.089	0.067	0.069
Média	0.082	0.118	0.120	0.100	

(*) Nível 1: solo sem calcário

Nível 2: solo com 1 dose de calcário

Nível 3: solo com 2 doses de calcário

Nível 4: solo com 3 doses de calcário

TABELA 6 - Índice de tolerância referente ao caráter peso seco da parte aérea tomado em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

População	Índice de Tolerância
1	0,61 (109+)
2	1,31 (234)
3	0,64 (114)
4	0,81 (145)
5	0,65 (116)
6	0,47 (84)
7	0,53 (95)
8	0,44 (79)
9	0,58 (104)
10	0,15 (27)
11	0,39 (70)
12	0,37 (66)
13	0,72 (129)
14	0,56 (100)
15	0,24 (43)

(+) Porcentagem em relação ao índice da teste munha menos sensível (população 14).

TABELA 7. - Análise de variância com parcelas estimadas referente ao caráter peso seco da raiz tomada em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	R ²	Quadrado Médio	Valor de F
Repetição	3	0.0051	-	0.0017	7.20
População	14	0.0100	0.1144	0.0007	3.05**
Nível	3	0.0161	0.1842	0.0054	22.92**
POP x NIV	42	0.0147	0.1682	0.0003	1.49*
Resíduo	177	0.0415	0.4748	0.0002	-
Total	239	0.0874			

Média geral: 0.0462

C.V.: 33.19%

TABELA 8 - Médias em gramas/planta do peso seco raiz tomado em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

População POP x NIV	Concentração de Al				Média
	NIV 1 (*)	NIV 2	NIV 3	NIV 4	
POP 1	0.044	0.057	0.044	0.031	0.044
POP 2	0.050	0.054	0.064	0.041	0.052
POP 3	0.034	0.050	0.047	0.033	0.041
POP 4	0.051	0.064	0.055	0.068	0.059
POP 5	0.041	0.048	0.052	0.032	0.043
POP 6	0.038	0.063	0.088	0.038	0.057
POP 7	0.035	0.068	0.049	0.045	0.049
POP 8	0.033	0.045	0.064	0.035	0.044
POP 9	0.039	0.046	0.052	0.048	0.046
POP 10	0.009	0.048	0.056	0.054	0.042
POP 11	0.030	0.051	0.058	0.043	0.046
POP 12	0.029	0.061	0.057	0.039	0.046
POP 13	0.047	0.052	0.039	0.040	0.045
POP 14	0.032	0.047	0.047	0.030	0.039
POP 15	0.018	0.035	0.050	0.027	0.033
Médias	0.035	0.053	0.055	0.040	

(*)Nível 1: solo sem calcário

Nível 2: solo com 1 dose de calcário

Nível 3: solo com 2 doses de calcário

Nível 4: solo com 3 doses de calcário

TABELA 9 - Índice de tolerância referente ao caráter peso seco da raiz tomado em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

População	Índice de Tolerância
1	0,96 (152+)
2	1,32 (210)
3	0,66 (105)
4	1,15 (183)
5	0,97 (154)
6	0,65 (103)
7	0,46 (73)
8	0,67 (106)
9	0,93 (148)
10	0,06 (10)
11	0,51 (81)
12	0,39 (62)
13	1,19 (189)
14	0,63 (100)
15	0,28 (44)

(+) Porcentagem em relação ao índice da testemunha menos sensível (população 14).

TABELA 10 - Análise de variância com parcelas estimadas referente ao caráter comprimento da parte aérea medido em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	R ²	Quadrado Médio	Valor de F
Repetição	3	9.7413	-	3.2471	2.92
População	14	72.0286	0.1664	5.1449	4.63**
Nível	3	81.5550	0.1884	27.1850	24.47**
POP x NIV	42	72.8988	0.1684	1.7357	1.56
Resíduo	177	196.7637	0.4543	1.1112	-
Total	239	432.8973			

Média geral: 6.7967

C.V.: 15.51%

TABELA 11 - Médias em centímetro/planta do comprimento da parte aérea, medido em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

Interação POP x POP x NIV	Concentração de Al				
	NIV 1 (*)	NIV 2	NIV 3	NIV 4	Média
POP 1	6.100	7.325	6.525	5.550	6.375
POP 2	6.800	7.775	7.700	6.900	7.293
POP 3	5.225	6.775	7.150	5.300	6.112
POP 4	5.800	8.300	7.275	7.725	7.275
POP 5	6.625	5.750	6.900	6.375	6.412
POP 6	6.450	8.125	9.225	7.200	7.750
POP 7	6.150	7.750	6.200	6.275	6.593
POP 8	5.725	6.925	6.875	7.125	6.662
POP 9	6.575	7.350	8.950	7.950	7.706
POP 10	4.575	7.075	7.550	7.200	6.600
POP 11	5.825	7.750	7.400	7.650	7.156
POP 12	5.650	7.375	8.300	6.650	6.993
POP 13	6.725	6.875	6.775	5.775	6.537
POP 14	6.450	7.050	6.875	6.675	6.762
POP 15	3.675	6.550	6.725	5.925	5.718
Média	5.890	7.250	7.362	6.685	

(*) Nível 1: solo sem calcáreo

Nível 2: solo com 1 doses de calcáreo

Nível 3: solo com 2 doses de calcáreo

Nível 4: solo com 3 doses de calcáreo

TABELA 12 - Índice de tolerância referente ao caráter comprimento da parte aérea medido em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

População	Índice de Tolerância
1	0,86 (86)
2	1,01 (101)
3	0,68 (68)
4	0,69 (69)
5	1,30 (130)
6	0,87 (87)
7	0,83 (83)
8	0,80 (80)
9	1,00 (100 -)
10	0,50 (50 -)
11	0,74 (74 -)
12	0,73 (73)
13	1,12 (112)
14	1,00 (100)
15	0,35 (35)

(+) Porcentagem em relação ao índice da testemunha menos sensível (população 14).

TABELA 13 - Análise de variância com parcelas estimadas referente ao caráter comprimento da maior raiz tomado em 15 populações de *Leucaena leucocephala* submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba.1986.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	R ²	Quadrado Médio	Valor de F
Repetição	3	220.1161	-	73.3720	2.44
População	14	640.2187	0.0547	45.7299	1.52ns
Nível	3	3806.7971	0.3251	1268.9324	42.25**
POPxNIV	42	1725.5972	0.1474	41.0856	1.37ns
Resíduo	177	5315.5662	0.4540	30.0314	-
Total	239	11708.2955			

Média geral: 21.6688

C.V.: 25.29%

TABELA 14 - Médias em cm/planta do comprimento da maior raiz tomado em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba.1986.

Interação POPxNIV	Concentração de Al				
	NIV 1(*)	NIV 2	NIV 3	NIV 4	Média
POP 1	15.625	25.800	25.375	15.250	20.512
POP 2	16.000	25.425	27.050	22.750	22.806
POP 3	13.975	27.625	28.000	17.000	21.650
POP 4	16.975	25.125	23.650	20.925	21.668
POP 5	18.700	23.825	29.900	22.550	23.743
POP 6	17.675	19.975	26.325	18.350	20.581
POP 7	17.750	24.300	22.225	22.625	21.725
POP 8	14.550	23.375	22.950	20.500	20.343
POP 9	21.375	25.525	27.025	23.725	24.412
POP 10	5.825	26.225	28.550	20.550	20.287
POP 11	15.075	28.475	27.750	28.075	24.843
POP 12	12.875	24.175	24.025	22.625	20.925
POP 13	17.225	31.425	22.725	18.200	22.393
POP 14	16.575	18.550	19.500	21.250	18.968
POP 15	9.800	22.375	24.525	23.295	20.168
Média	15.333	24.813	25.305	21.223	

(*)Nível 1: solo sem calcáreo

Nível 2: solo com 1 dose de calcáreo

Nível 3: solo com 2 doses de calcáreo

Nível 4: solo com 3 doses de calcáreo

TABELA 15 - Índice de tolerância referente ao caráter comprimento da maior raiz tomado em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986

População	Índice de Tolerância
1	0,62 (54+)
2	0,66 (57)
3	0,45 (39)
4	0,67 (58)
5	0,96 (83 .)
6	1,02 (89)
7	0,85 (74)
8	0,59 (51)
9	1,17 (102 .)
10	0,08 (7)
11	0,52 (45)
12	0,73 (63)
13	0,56 (49)
14	1,15 (100 .)
15	0,33 (29)

(+) Porcentagem em relação ao índice da testemunha menos sensível (população 14).

TABELA 16 - Proporção de plantas com cotilédones em relação ao número de plantas por tratamento, no experimento de avaliação da tolerância à acidez de alumínio no solo, em *Leucaena leucocephala*. Piracicaba, 1986.

População	Concentração de Al			
	NIV 1(*)	NIV 2	NIV 3	NIV 4
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1,00	1,00	1,00	1,00
3	1,00	1,00	1,00	1,00
4	1,00	1,00	1,00	1,00
5	0,75	1,00	1,00	0,75
6	0,50	1,00	1,00	1,00
7	0,75	1,00	0,75	1,00
8	0,25	1,00	0,50	0,50
9	0,30	0,75	0,25	0,50
10	1,00	0,50	0,25	0,60
11	0,00	1,00	0,50	0,75
12	1,00	0,50	0,50	1,00
13	0,50	0,75	1,00	1,00
14	0,00	0,25	0,25	1,00
15	0,75	1,00	0,25	0,60

(*) Nível 1: solo sem calcáreo

Nível 2: solo com 1 dose de calcáreo

Nível 3: solo com 2 doses de calcáreo

Nível 4: solo com 3 doses de calcáreo

TABELA 17 - Análise de variância em blocos casualizados referente ao caráter peso de matéria seca, tomado em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	R ²	Quadrado Médio	Valor de F
Repetição	4	0.0127	-	0.0032	0.69
População	6	0.5369	0.4544	0.0895	19.50**
Alumínio	1	0.0758	0.0642	0.0758	16.51**
Nitrogênio	1	0.0026	0.0022	0.0026	0.57ns
POP x ALU	6	0.0447	0.0378	0.0074	1.62ns
POP x NIT	1	0.0152	0.0129	0.0025	0.55ns
POP x ALU x NIT	6	0.0094	0.0080	0.0016	0.34ns
Resíduo	108	0.4956	0.4195	0.0046	-
Total	139	1.1941			

Média geral: 0.3084

C.V.: 21.97%

TABELA 18 - Componentes da variação - Modelo fixo, estimados a partir da análise de variância, referente ao caráter peso de matéria seca, tomado em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

$\hat{V}$	= 0.0046
$\hat{V}_p$	= 0.02547
$\hat{V}_a$	= 0.001017
$\hat{V}_{pa}$	= 0*
$\hat{V}_n$	= 0*
$\hat{V}_{pn}$	= 0*
$\hat{V}_{an}$	= 0*
$\hat{V}_{pan}$	= 0*

* estimativa negativa

TABELA 19 - Médias em gramas/planta do peso de matéria seca, tomado em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Interação POPxALUxNIV População	NIT 1	NIT 2	Média
1 ALU 1	0.347	0.371	0.359
1 ALU 2	0.440	0.450	0.445
2 ALU 1	0.237	0.276	0.256
2 ALU 2	0.255	0.208	0.231
3 ALU 1	0.286	0.236	0.261
3 ALU 2	0.339	0.307	0.323
4 ALU 1	0.186	0.197	0.191
4 ALU 2	0.256	0.251	0.254
5 ALU 1	0.258	0.268	0.263
5 ALU 2	0.281	0.301	0.291
6 ALU 1	0.353	0.324	0.338
6 ALU 2	0.376	0.361	0.368
7 ALU 1	0.337	0.313	0.325
7 ALU 2	0.422	0.390	0.406
Média	0.3127	0.3041	

Interação ALUxNIT	NIT 1	NIT 2	Média
POP ALU 1	0.286	0.283	0.285
POP ALU 2	0.339	0.324	0.331
Média	0.312	0.304	

TABELA 20 - Índice de tolerância referente ao caráter peso de matéria seca, tomado de 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba. 1986

População	Índice de Tolerância
1	1,02 (200+)
2	1,00 (196)
3	0,74 (145 -)
4	0,51 (100)
5	0,83 (163)
6	1,09 (214)
7	0,91 (178)

(+) Porcentagem em relação ao índice da Testemunha (população 4).

TABELA 21 - Anava em blocos casualizados referente ao caráter peso seco da parte aérea, tomado em 7 populações de *Leucaena leucocephala* submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	R ²	Quadrado Médio	Valor de F
Repetição	4	0.0066	-	0.0017	0.99
População	6	0.2286	0.4720	0.0381	22.80**
Alumínio	1	0.0251	0.0518	0.0251	15.01**
Nitrogênio	1	0.0072	0.0149	0.0072	4.29*
POP×ALU	6	0.0284	0.0588	0.0047	2.83*
POP×NIT	6	0.0057	0.0118	0.0009	0.57ns
ALU×NIT	1	0.0009	0.0019	0.0009	0.55ns
POP×ALU×NIT	6	0.0014	0.0029	0.0002	0.14ns
Resíduo	108	0.1805	0.3727	0.0017	-
Total	139	0.4843			

Média geral: 0.1752

C.V.: 23.33%

TABELA 22 - Componentes da variação - Modelo fixo estimado a partir da análise de variância, referente ao caráter peso seco da parte aérea, tomado em 7 populações de *Leucaea leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio, Piracicaba, 1986.

$$\hat{V} = 0.0017$$

$$\hat{V}_p = 0.0109$$

$$\hat{V}_a = 0.0003$$

$$\hat{V}_n = 0.0001$$

$$\hat{V}_{pa} = 0.0003$$

$$\hat{V}_{pn} = 0^*$$

$$\hat{V}_{an} = 0^*$$

$$\hat{V}_{pan} = 0^*$$

* estimativa negativa

TABELA 23 - Médias em gramas/planta do peso seco da parte aérea, tomado em 7 populações de *Leucaea leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Interação POPxALUxNIT População	NIT 1	NIT 2	Média
1 ALU 1	0.200	0.193	0.197
1 ALU 2	0.262	0.249	0.256
2 ALU 1	0.145	0.144	0.145
2 ALU 2	0.126	0.105	0.116
3 ALU 1	0.158	0.125	0.142
3 ALU 2	0.208	0.163	0.186
4 ALU 1	0.098	0.101	0.100
4 ALU 2	0.156	0.140	0.148
5 ALU 1	0.143	0.141	0.142
5 ALU 2	0.148	0.160	0.154
6 ALU 1	0.216	0.203	0.209
6 ALU 2	0.227	0.210	0.219
7 ALU 1	0.201	0.191	0.196
7 ALU 2	0.258	0.221	0.239
Média	0.182	0.168	

TABELA 24 - Índice de tolerância referente ao caráter peso seco da parte aérea tomado em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986

População	Índice de Tolerância
1	0,92 (242+)
2	1,00 (263)
3	0,72 (189)
4	0,38 (100)
5	0,84 (221)
6	1,24 (326)
7	0,95 (250)

(+) Porcentagem em relação ao índice da testemunha (população 4).

TABELA 25 - Anava em blocos casualizados referente ao caráter peso seco da raiz tomado em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	R ²	Quadrado Médio	Valor de F
Repetição	4	0.0045	-	0.0011	0.78
População	6	0.0752	0.2809	0.0125	8.72**
Alumínio	1	0.0154	0.0576	0.0154	10.70**
Nitrogênio	1	0.0007	0.0026	0.0007	0.48ns
POP×ALU	6	0.0033	0.0142	0.0006	0.44ns
POP×NIT	6	0.0057	0.0213	0.0009	0.65ns
ALU×NIT	1	0.0002	0.0007	0.0002	0.11ns
POP×ALUM×NIT	6	0.0075	0.0261	0.0012	0.81ns
Resíduo	108	0.1553	0.5801	0.0014	-
Total	139	0.2677			

Média geral: 0.1388

C.V.: 28.35%

TABELA 26 - Componentes da variação - Modelo fixo, estimados a partir da análise de variância, referente ao caráter peso seco da raiz, tomado em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

$$\hat{V} = 0.0014$$

$$\hat{V}_p = 0.00333$$

$$\hat{V}_a = 0.0002$$

$$\hat{V}_n = 0^*$$

$$\hat{V}_{pa} = 0^*$$

$$\hat{V}_{pn} = 0^*$$

$$\hat{V}_{an} = 0^*$$

$$\hat{V}_{pan} = 0^*$$

* estimativa negativa

TABELA 27 - Médias em gramas/planta de peso seco de raiz, tomado em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Interação POPxALUxNIT População	NIT 1	NIT 2	Média
1 ALU 1	0.146	0.178	0.162
1 ALU 2	0.178	0.200	0.189
2 ALU 1	0.091	0.131	0.111
2 ALU 2	0.128	0.102	0.115
3 ALU 1	0.128	0.110	0.119
3 ALU 2	0.131	0.143	0.137
4 ALU 1	0.087	0.095	0.091
4 ALU 2	0.100	0.111	0.105
5 ALU 1	0.114	0.126	0.120
5 ALU 2	0.132	0.140	0.136
6 ALU 1	0.136	0.120	0.128
6 ALU 2	0.166	0.150	0.158
7 ALU 1	0.136	0.122	0.128
7 ALU 2	0.184	0.169	0.166
Média	0.131	0.1360	

TABELA 28 - Índice de tolerância referente ao caráter peso seco de raiz tomado em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

População	Índice de Tolerância
1	1.13 (177+)
2	0.87 (136)
3	0.84 (131)
4	0.64 (100)
5	0.86 (134)
6	0.85 (133)
7	0.81 (127)

(+) - porcentagem em relação ao índice da testemunha (população 4)

TABELA 29 - Anava em blocos casualizados referente ao caráter comprimento da parte aérea, medido em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	$\frac{2}{R}$	Quadrado Médio	Valor de F
Repetição	4	5.5731	-	1.3933	2.36
População	6	20.2087	0.1554	3.3681	5.70**
Alumínio	1	28.5303	0.2194	28.5303	48.27**
Nitrogênio	1	0.6311	0.0049	0.6311	1.07ns
POPxALU	6	2.9387	0.0226	0.4898	0.83ns
POPxNIT	6	6.2399	0.0480	1.0400	1.76ns
ALUxNIT	1	0.6311	0.0049	0.6311	1.07ns
POPxALUxNIT	6	1.4339	0.0110	0.2390	0.40ns
Resíduo	108	63.8349	0.4910	0.5911	-
Total	139	130.0217			

Média geral: 5.4114

C.V.: 14.21%

TABELA 30 - Componentes da variação - Modelo fixo, estimados a partir da análise de variância, referente ao caráter comprimento da parte aérea, medido em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

$$\hat{V} = 0.5911$$

$$\hat{V}_p = 0.8331$$

$$\hat{V}_a = 0.3991$$

$$\hat{V}_n = 0.0006$$

$$\hat{V}_{pa} = 0^*$$

$$\hat{V}_{pn} = 0.2693$$

$$\hat{V}_{an} = 0.0011$$

$$\hat{V}_{pan} = 0^*$$

* estimativa negativa

TABELA 3I - Média em cm/plantas do comprimento da parte aérea, medido em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Interação POPxALUxNIT População	NIT 1	NIT 2	Média
1 ALU 1	5.88	5.40	5.64
1 ALU 2	6.30	6.08	6.19
2 ALU 1	4.46	4.66	4.56
2 ALU 2	5.36	4.96	5.16
3 ALU 1	5.36	5.26	5.31
3 ALU 2	6.52	6.26	6.39
4 ALU 1	4.48	4.62	4.55
4 ALU 2	5.84	5.62	5.73
5 ALU 1	4.04	5.30	4.67
5 ALU 2	5.36	5.66	5.51
6 ALU 1	5.74	4.94	5.34
6 ALU 2	6.32	5.76	6.04
7 ALU 1	4.76	4.54	4.65
7 ALU 2	6.28	5.76	6.02
Média	5.47	5.34	

TABELA 32 - Índice de tolerância referente ao caráter comprimento da parte aérea, tomado em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

População	Índice de Tolerância
1	1.04 (142+)
2	0.81 (111-)
3	0.89 (122)
4	0.73 (100)
5	0.73 (100)
6	0.80 (110)
7	0.95 (130)

(+) Porcentagem em relação ao índice da testemunha (população 4)

TABELA 33 - Anava em blocos casualizados referente ao caráter comprimento da maior raiz medido em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	R^2	Quadrado Médio	Valor de F
Repetição	4	532.3543	-	133.0886	2.52
População	6	527.5954	0.0671	87.9326	1.67ns
Alumínio	1	203.5246	0.0259	203.5246	3.85*
Nitrogênio	1	44.1283	0.0056	44.1283	0.84ns
POPxALU	6	244.2394	0.0311	40.7066	0.77ns
POPxNIT	6	83.6817	0.0106	13.9470	0.26ns
ALUxNIT	1	343.2046	0.0436	343.2046	6.50*
POPxALUxNIT	6	181.5714	0.0231	30.2619	0.57ns
Resíduo	108	4702.8416	0.7253	52.8041	-
Total	139	7863.1414			

Média geral: 33.9357

C.V.: 21.41%

TABELA 34 - Componentes da variação - Modelo fixo, estimados a partir da análise de variância, referente ao caráter comprimento da maior raiz, medido em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

$$\hat{V} = 52.8041$$

$$\hat{V}_p = 11.4692$$

$$\hat{V}_a = 2.1532$$

$$\hat{V}_n = 0^*$$

$$\hat{V}_{pa} = 0^*$$

$$\hat{V}_{an} = 8.2972$$

$$\hat{V}_{pan} = 0^*$$

* estimativa negativa

TABELA 35 - Médias em cm/planta do comprimento da maior raiz, medido em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Interação POPxALUxNIT População	NIT 1	NIT 2	Média
1 ALU 1	33.96	31.80	32.88
1 ALU 2	32.80	35.60	34.20
2 ALU 1	32.70	29.44	31.07
2 ALU 2	33.10	38.54	35.82
3 ALU 1	33.60	35.10	34.35
3 ALU 2	28.20	35.82	32.01
4 ALU 1	33.68	25.74	29.71
4 ALU 2	28.10	36.02	32.06
5 ALU 1	36.50	33.80	35.15
5 ALU 2	38.70	40.30	39.50
6 ALU 1	33.10	32.90	33.00
6 ALU 2	37.30	40.54	38.92
7 ALU 1	32.60	33.30	32.95
7 ALU 2	32.90	34.06	33.48
Média	33.3743	34.4971	

TABELA 36 - Índice de tolerância referente ao caráter comprimento da maior raiz, tomado em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

População	Índice de Tolerância
1	0.97 (115+)
2	0.82 (98)
3	1.13 (135)
4	0.84 (100)
5	0.96 (114)
6	0.85 (101)
7	0.99 (118)

(+) Porcentagem em relação ao índice da testemunha (população 4)

TABELA 37 - Anava em blocos casualizados referente à raiz quadrada do número de nódulos (dados transformados), tomados em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	R^2	Quadrado Médio	Valor de F
Repetição	4	3.8471	-	0.9618	1.31
População	6	20.6021	0.1762	3.4337	4.69**
Alumínio	1	2.1546	0.0184	2.1546	2.94ns
Nitrogênio	1	0.4378	0.0037	0.4378	0.60ns
POPxALU	6	7.0489	0.0603	1.1748	1.60ns
POPxNIT	6	0.8151	0.0070	0.1359	0.19ns
ALUxNIT	1	0.2333	0.0020	0.2333	0.32ns
POPxALUxNIT	6	2.6469	0.0226	0.4411	0.60ns
Resíduo	108	79.1093	0.6768	0.7325	-
Total	139	116.8951			

Média geral: 2.9303

C.V.: 29.21%

TABELA 38 - Componentes da variação. - Modelo fixo, estimados a partir da análise de variância referente ao caráter número de nódulos, com dados transformados, medidos em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

$$\hat{V} = 0.7325$$

$$\hat{V}_p = 0.0328$$

$$\hat{V}_a = 0.0203$$

$$\hat{V}_n = 0^*$$

$$\hat{V}_{pa} = 0.2654$$

$$\hat{V}_{pn} = 0^*$$

$$\hat{V}_{an} = 0^*$$

$$\hat{V}_{pan} = 0^*$$

* estimativa negativa

TABELA 39 - Média da raiz quadrada do número de nódulos tomados em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Interação POPXALUXNIT População	NIT 1	NIT 2	Média
1 ALU 1	2.86	2.73	2.80
1 ALU 2	2.87	3.75	3.31
2 ALU 1	3.04	3.39	3.22
2 ALU 2	2.28	2.04	2.16
3 ALU 1	3.18	3.00	3.09
3 ALU 2	2.87	2.68	2.77
4 ALU 1	2.13	2.31	2.22
4 ALU 2	2.17	2.35	2.26
5 ALU 1	3.29	2.97	3.13
5 ALU 2	2.41	3.03	2.72
6 ALU 1	2.97	3.18	3.07
6 ALU 2	2.98	2.99	2.98
7 ALU 1	3.78	3.87	3.93
7 ALU 2	3.36	3.45	3.40
Média	2.87	2.98	

TABELA 40 - Índice de tolerância referente ao caráter número de nódulos, tomado em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

População	Índice de Tolerância
1	0.77 (108+)
2	1.57 (221)
3	1.13 (159)
4	0.71 (100)
5	1.18 (166)
6	1.04 (146)
7	1.41 (199)

(+) Porcentagem em relação ao índice da testemunha (população 4)

TABELA 41 - Anava em blocos casualizados referente ao caráter atividade da nitrogenase - dados transformados - obtida em 7 populações de *Leucaena leucocephala* submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	R ²	Quadrado Médio	Valor de F
Repetição	4	13.0198	-	3.2550	4.97
População	6	76.7265	0.3142	12.7877	19.53**
Alumínio	1	51.0328	0.2090	51.0328	77.93**
Nitrogênio	1	0.4965	0.0020	0.4965	0.76ns
POPxALU	6	28.0184	0.1147	4.6697	7.13**
POPxNIT	6	1.9506	0.0080	0.3251	0.50ns
ALUxNIT	1	0.5445	0.0022	0.5445	0.83ns
POPxALUxNIT	6	1.7089	0.0070	0.2848	0.43ns
Resíduo	108	70.7288	0.2896	0.6549	-
Total	139	244.2268			

Média geral: 1.2766

C.V.: 63.39%

TABELA 42 - Componentes da variação - Modelo fixo - estimados a partir da análise de variância referente ao caráter atividade da nitrogenase, com dados transformados, obtida em 7 populações de *Leucaena leucocephala* submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

$\hat{V}$	=	0.6549
$\hat{V}_p$	=	0.6398
$\hat{V}_a$	=	0.1797
$\hat{V}_n$	=	0*
$\hat{V}_{pa}$	=	2.4089
$\hat{V}_{pn}$	=	0*
$\hat{V}_{na}$	=	0*
$\hat{V}_{pna}$	=	0*

* estimativa negativa

TABELA 43 - Médias da atividade da nitrogenase - dados transformados - obtida em 7 populações de *Leucaea leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Interação POP×ALU×NIT População	NIT 1	NIT 2	Média
1 ALU 1	3.35	3.40	3.37
1 ALU 2	1.92	1.77	1.85
2 ALU 1	0.93	0.80	0.86
2 ALU 2	0.46	0.21	0.33
3 ALU 1	0.18	0.40	0.29
3 ALU 2	0.23	0.60	0.41
4 ALU 1	0.62	1.03	0.82
4 ALU 2	0.19	0.89	0.54
5 ALU 1	2.09	2.78	2.43
5 ALU 2	0.57	0.16	0.36
6 ALU 1	2.81	3.29	3.05
6 ALU 2	0.79	0.64	0.71
7 ALU 1	2.31	2.29	2.30
7 ALU 2	0.54	0.38	0.46
Média	1.2170	1.3361	

TABELA 44 - Índice de tolerância referente ao caráter atividade de nitrogenase tomado em 7 populações de *Leucaena leucocephala* submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

População	Índice de Tolerância
1	3,28 (490+)
2	1,18 (176)
3	0,11 (16)
4	0,67 (100)
5	8,57 (1279)
6	6,91 (1031)
7	6,01 (897)

(+) Porcentagem em relação ao índice da testemunha (população 4).

TABELA 45 - Dados de produção de matéria seca em gramas/
/planta, tomados em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

Pop	Nível de Alumínio	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4
1	1	.080	.151	.147	.134
1	2	.219	.282	.109	.177
1	3	.158	.142	.149	.101
1	4	.034	.117	.089	.188
2	1	.171	.158		-
2	2	.207	.170	.195	.219
2	3	.249	.264	.224	.239
2	4	.071	.163	.098	.316
3	1	.135	.087	.121	.116
3	2	.167	.166	.264	.092
3	3	.223	.120	.154	.148
3	4	.185	.024	.147	.162
4	1	.158	.127	-	-
4	2	.237	.249	.180	.212
4	3	.217	.197	.113	.303
4	4	.340	.191	.201	.149
5	1	.169	.053	.078	.160
5	2	.223	.037	.100	.247
5	3	.209	.097	.138	.221
5	4	.151	.098	0.66	.116
6	1	.044	.168	-	-
6	2	.162	.102	.183	.233
6	3	.305	.214	.233	-
6	4	.099	.079	.197	.161
7	1	.089	.069	.154	.157
7	2	.130	.224	.255	.283
7	3	.208	.120	.160	.087
7	4	.185	.062	.236	.184
8	1	.103	.099	.041	.123
8	2	.106	.161	.129	.167

TABELA 45 - Dados de produção de matéria seca em gramas/
/planta, tomados em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

Pop	Nível de Alumínio	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4
8	3	.168	.219	.159	.128
8	4	.130	.113	.033	.183
9	1	.075	.128	.131	-
9	2	.150	.167	.135	.193
9	3	.176	.199	.165	.207
9	4	.161	.144	.169	.184
10	1	.051	.032	.049	-
10	2	.147	.123	.173	.155
10	3	.157	.173	.179	.171
10	4	.115	.174	.219	-
11	1	.125	.118	.031	.089
11	2	.159	.194	.204	.104
11	3	.176	.179	.146	.212
11	4	.101	.191	.085	.177
12	1	.158	.103	.064	.053
12	2	.217	.194	.229	.161
12	3	.212	.158	.240	.176
12	4	.139	.217	.142	-
13	1	.098	.122	.168	-
13	2	.146	.137	.160	.177
13	3	.096	.174	.032	.221
13	4	.135	.054	.229	.155
14	1	.086	.098	.101	.108
14	2	.107	.104	.165	.186
14	3	.198	.105	.114	.140
14	4	.134	.091	.077	.097
15	1	.046	.111	.033	.045
15	2	.146	.130	.109	.085
15	3	.123	.144	.144	.148
15	4	.080	.067	.146	-

TABELA 46 - Parcelas estimadas do peso de matéria seca, em gramas/planta, no experimento de avaliação da tolerância à acidez de alumínio no solo em *Leucaena leucocephala*. Piracicaba, 1986.

Y(5, 1) = .180	Y(5, 4) = .192	Y(13, 1) = .158
Y(13, 4) = .169	Y(21, 1) = .108	Y(21, 2) = .091
Y(23, 4) = .273	Y(33, 1) = .118	Y(37, 1) = .050
Y(40, 1) = .176	Y(48, 3) = .153	Y(49, 2) = .114
Y(60, 2) = .082		

TABELA 47 - Dados de produção de peso seco da parte aérea em gramas/planta tomados em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

Pop	Nível de Alumínio	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4
1	1	.045	.105	.101	.085
1	2	.152	.209	.070	.126
1	3	.104	.098	.103	.866
1	4	.023	.095	.058	.126
2	1	.119	.118	-	-
2	2	.162	.127	.132	.153
2	3	.178	.193	.170	.178
2	4	.043	.124	.073	.241
3	1	.093	.067	.083	.080
3	2	.104	.124	.195	.065
3	3	.135	.086	.116	.119
3	4	.126	.018	.118	.123
4	1	.106	.085	-	-
4	2	.179	.174	.114	.155
4	3	.162	.149	.083	.216
4	4	.231	.121	.154	.102
5	1	.117	.037	.048	.095
5	2	.151	.023	.067	.172
5	3	.144	.062	.092	.157
5	4	.100	.071	.048	.080
6	1	.029	.107	-	-
6	2	.091	.066	.123	.146
6	3	.199	.131	.163	-
6	4	.064	.062	.150	.107
7	1	.057	.048	.110	.113
7	2	.085	.164	.179	.192
7	3	.130	.085	.114	.049
7	4	.131	.046	.171	.139
8	1	.070	.059	.035	.069
8	2	.083	.111	.085	.110

TABELA 48 - Dados de produção de peso seco da parte aérea em gramas/planta, tomado em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

Pop	Nível de Alumínio	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4
8	3	.093	.145	.098	.081
8	4	.088	.077	.021	.132
9	1	.054	.092	.075	-
9	2	.101	.124	.090	.146
9	3	.124	.145	.123	.144
9	4	.108	.093	.125	.137
10	1	.037	.026	.043	-
10	2	.105	.087	.107	.105
10	3	.113	.109	.115	.119
10	4	.081	.118	.150	-
11	1	.087	.082	.025	.047
11	2	.095	.139	.153	.067
11	3	.118	.110	.099	.155
11	4	.067	.130	.057	.125
12	1	.097	.067	.058	.039
12	2	.146	.140	.168	.100
12	3	.146	.106	.169	.135
12	4	.102	.159	.113	-
13	1	.057	.073	.111	-
13	2	.100	.086	.112	.111
13	3	.063	.127	.022	.152
13	4	.101	.037	.163	.109
14	1	.060	.065	.067	.071
14	2	.069	.068	.119	.118
14	3	.124	.072	.075	.094
14	4	.089	.062	.055	.073
15	1	.033	.063	.024	.040
15	2	.106	.091	.077	.053
15	3	.092	.085	.093	.084
15	4	.059	.053	.096	-

TABELA 49 - Parcelas estimadas do peso seco da parte aérea, em gramas/planta, no experimento de avaliação de tolerância à acidez de alumínio no solo em *Leucaena leucocephala*. Piracicaba, 1986.

Y(5, 1) = .126	Y(5, 4) = .136	Y(13, 1) = .103
Y(13, 4) = .113	Y(21, 1) = .065	Y(21, 2) = .057
Y(23, 4) = .179	Y(33, 1) = .075	Y(37, 1) = .037
Y(40, 1) = .118	Y(48, 3) = .119	Y(49, 2) = .071
Y(60, 2) = .059		

TABELA 50 - Dados de produção de peso seco de raiz em gramas/planta, tomados em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

Pop	Nível de Alumínio	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4
1	1	.035	.045	.046	.049
1	2	.066	.072	.039	.050
1	3	.054	.043	.045	.035
1	4	.010	.021	.031	.061
2	1	.051	.039	-	-
2	2	.045	.042	.063	.065
2	3	.071	0.71	.054	.060
2	4	.028	.038	.024	.074
3	1	.042	.020	.038	.035
3	2	.062	.041	.069	.026
3	3	.088	.034	.037	.029
3	4	.059	.005	.028	.038
4	1	.051	.041	-	-
4	2	.058	.075	.066	.056
4	3	.054	.048	.029	.087
4	4	.108	.069	.046	.047
5	1	.051	.016	.030	.065
5	2	.072	.014	.032	.074
5	3	.065	.035	.045	.064
5	4	.050	.026	.018	.036
6	1	.015	.061	-	-
6	2	.071	.035	.061	.086
6	3	.106	.083	.070	-
6	4	.035	.017	.047	-
7	1	.031	.021	.043	.054
7	2	.045	.060	.075	.043
7	3	.078	.034	.046	.091
7	4	.053	.016	.065	.037
8	1	.032	.039	.005	.044
8	2	.032	.050	.043	.054

TABELA 50 - Dados de produção de peso seco de raiz em gramas/planta, tomados em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

Pop	Nível de Alumínio	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4
8	3	.075	.074	.061	.056
8	4	.014	.036	.012	.046
9	1	.020	.036	.056	.050
9	2	.049	.043	.045	-
9	3	.052	.053	.049	.047
9	4	.052	.050	.043	.062
10	1	.013	.005	.043	.047
10	2	.041	.036	.006	-
10	3	.044	.064	.065	.049
10	4	.033	.056	.064	.051
11	1	.038	.035	.068	-
11	2	.063	.055	.006	.042
11	3	.058	.069	.051	.037
11	4	.033	.061	.047	.056
12	1	.060	.036	.027	.052
12	2	.070	.053	.006	.013
12	3	.065	.051	.060	.060
12	4	.036	.058	.071	.041
13	1	.040	.048	.028	-
13	2	.045	.050	.057	-
13	3	.032	.047	.048	.066
13	4	.034	.016	.010	.068
14	1	.026	.033	.065	.046
14	2	.038	.036	.033	.036
14	3	.073	.032	.045	.067
14	4	.045	.028	.039	.045
15	1	.012	.048	.022	.024
15	2	.040	.038	.008	.005
15	3	.030	.058	.032	.032
15	4	.021	.013	.050	.063

TABELA 51 - Parcelas estimadas do peso seco da raiz, em gramas/planta, no experimento de avaliação de tolerância à acidez de alumínio no solo em *Leucaena leucocephala*. Piracicaba. 1986.

Y(5, 1) = .054	Y(5, 4) = .055	Y(13, 1) = .055
Y(13, 4) = .056	Y(21, 1) = .042	Y(21, 2) = .034
Y(23, 4) = .093	Y(33, 1) = .042	Y(37, 1) = .013
Y(40, 1) = .057	Y(48, 3) = .034	Y(49, 2) = .043
Y(60, 2) = .023		

TABELA 52 - Dados de produção de comportamento da parte aérea em cm/planta, tomados em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

Pop	Nível de Alumínio	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4
1	1	5.8	5.9	6.2	6.5
1	2	7.4	8.5	6.2	7.2
1	3	7.4	6.0	6.7	6.0
1	4	3.1	6.5	5.0	7.6
2	1	6.5	6.7	-	-
2	2	7.8	7.8	7.0	8.5
2	3	7.0	8.8	7.5	7.5
2	4	5.2	7.5	6.4	8.5
3	1	5.7	5.0	4.2	6.0
3	2	8.5	6.0	7.6	5.0
3	3	7.8	6.3	7.5	7.0
3	4	6.1	3.0	6.3	5.8
4	1	6.3	4.9	-	-
4	2	8.5	7.9	7.5	9.3
4	3	7.5	7.5	5.5	8.6
4	4	9.0	6.9	7.5	7.5
5	1	6.5	6.5	5.9	7.6
5	2	7.0	3.0	5.5	7.5
5	3	7.5	6.5	6.1	7.5
5	4	7.9	6.0	5.4	6.2
6	1	6.0	6.8	-	-
6	2	8.0	7.3	8.2	9.0
6	3	10.7	7.8	9.0	-
6	4	7.4	6.5	8.5	6.4
7	1	5.0	5.6	6.5	7.5
7	2	6.5	8.0	9.0	7.5
7	3	7.2	6.1	7.0	4.5
7	4	6.9	4.0	7.2	7.0
8	1	6.5	6.2	4.5	5.7
8	2	7.0	7.5	6.2	7.0

TABELA 52 - Dados de produção de comprimento da parte aérea em cm/planta, tomados em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

Pop	Nível de Alumínio	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4
8	3	6.5	8.5	7.0	5.5
8	4	7.0	6.9	6.5	8.1
9	1	6.8	6.5	6.2	-
9	2	7.0	7.9	6.5	8.0
9	3	8.2	9.2	9.1	9.3
9	4	6.3	10.0	8.0	7.5
10	1	4.5	4.0	5.0	-
10	2	7.1	6.9	7.0	7.3
10	3	8.5	7.0	7.2	7.5
10	4	6.0	7.4	8.0	-
11	1	6.5	7.8	4.0	5.0
11	2	7.6	9.0	7.9	6.5
11	3	6.5	7.3	7.0	8.8
11	4	5.8	7.4	8.3	9.1
12	1	6.9	6.2	5.5	4.0
12	2	8.7	6.8	8.0	6.0
12	3	7.6	8.9	6.5	10.2
12	4	8.0	6.2	6.0	-
13	1	7.8	6.0	6.5	-
13	2	6.7	6.6	7.2	7.0
13	3	6.5	7.2	4.9	8.5
13	4	7.1	3.5	6.5	6.0
14	1	6.7	6.6	6.5	6.0
14	2	7.0	6.2	7.5	7.5
14	3	8.0	6.6	6.0	7.0
14	4	7.0	6.2	6.5	7.0
15	1	5.7	5.5	1.0	2.5
15	2	7.8	7.0	7.0	4.4
15	3	6.9	6.1	6.4	7.5
15	4	5.8	5.6	6.5	-

TABELA 53 - Parcelas estimadas do comprimento de parte aérea em cm/planta, no experimento de avaliação de tolerância à acidez de alumínio no solo, em *Leucaena leucocephala*. Piracicaba, 1986.

Y(5, 1) = 7.0	Y(5, 4) = 7.0	Y(13, 4) = 6.0
Y(13, 1) = 6.0	Y(21, 1) = 6.7	Y(21, 2) = 6.3
Y(23, 4) = 9.4	Y(33, 1) = 6.8	Y(37, 1) = 4.8
Y(40, 1) = 7.4	Y(48, 3) = 6.4	Y(49, 2) = 6.6
Y(60, 2) = 5.8		

TABELA 54 - Dados de comprimento da maior raiz em cm/planta medidos em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

Pop	Nível de Alumínio	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 4	Bloco 4
1	1	15.0	18.5	15.1	13.9
1	2	25.2	27.0	26.0	25.0
1	3	20.7	29.0	31.8	20.0
1	4	7.5	8.0	16.5	29.0
2	1	16.5	14.0	-	-
2	2	31.0	26.5	24.0	20.2
2	3	25.0	32.5	25.5	25.2
2	4	12.0	21.5	21.5	36.0
3	1	16.5	8.7	19.2	11.5
3	2	40.5	29.0	29.0	12.0
3	3	34.5	23.0	25.5	29.0
3	4	24.0	10.5	15.5	18.5
4	1	22.9	9.5	-	-
4	2	17.0	32.2	32.2	19.3
4	3	21.0	27.1	23.5	23.3
4	4	29.0	25.0	17.0	1.7
5	1	20.5	20.0	13.8	20.5
5	2	24.0	20.8	21.0	29.5
5	3	36.0	24.5	33.1	26.0
5	4	27.7	25.0	10.0	27.5
6	1	13.2	21.0	-	-
6	2	20.5	18.8	15.0	25.6
6	3	28.0	17.5	33.5	-
6	4	21.6	17.0	15.0	19.8
7	1	17.5	15.5	22.0	16.0
7	2	18.7	24.5	24.0	30.0
7	3	25.0	19.3	20.0	24.6
7	4	22.0	18.0	24.5	26.0
8	1	17.0	14.2	6.0	21.0
8	2	23.8	24.5	25.2	20.0

TABELA 54 - Dados de comprimento da maior raiz em cm/planta medidos em 15 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 4 níveis de saturação de alumínio no solo. Piracicaba, 1986.

Pop	Nível de Alumínio	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4
8	3	26.2	20.6	22.0	23.0
8	4	27.1	27.4	12.3	15.2
9	1	19.5	25.6	17.5	-
9	2	29.5	22.6	32.0	18.0
9	3	22.6	21.5	30.5	33.5
9	4	24.0	25.5	25.0	20.4
10	1	6.0	4.5	5.5	-
10	2	23.3	28.0	31.0	22.6
10	3	33.2	26.0	32.0	23.0
10	4	20.0	23.0	17.0	-
11	1	10.6	19.5	6.2	24.0
11	2	36.0	26.0	22.5	29.4
11	3	31.5	26.8	23.7	29.0
11	4	35.5	25.5	21.8	29.5
12	1	17.0	23.0	7.5	4.0
12	2	31.5	22.8	20.5	21.9
12	3	32.6	21.0	21.5	21.0
12	4	27.5	29.0	12.5	-
13	1	17.5	13.0	21.5	-
13	2	28.0	32.0	28.5	37.2
13	3	21.5	22.0	9.6	37.8
13	4	22.6	10.0	21.2	19.0
14	1	14.0	15.0	21.3	16.0
14	2	18.0	16.0	16.2	24.0
14	3	22.0	16.5	21.5	18.0
14	4	30.5	19.0	20.0	15.5
15	1	10.2	18.5	6.5	4.0
15	2	18.5	23.0	25.0	23.0
15	3	25.0	21.0	25.5	26.6
15	4	25.0	18.5	28.8	26.6

TABELA 55 - Parcelas estimadas do comprimento da maior raiz em cm/planta, no experimento de avaliação da tolerância à acidez de alumínio no solo, em *Leucaena leucocephala*. Piracicaba, 1986.

Y(5, 1) = 17.5	Y(5, 4) = 16.0	Y(13, 1) = 18.5
Y(13, 4) = 17.0	Y(21, 1) = 19.2	Y(21, 2) = 17,3
Y(23, 4) = 26.3	Y(33, 1) = 22.9	Y(37, 1) = 7.3
Y(40, 1) = 22.0	Y(48, 3) = 21.5	Y(49, 2) = 16.9
Y(60, 2) = 23.6		

TABELA 56 - Dados de produção de matéria seca em gr_a mas/planta, tomados em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 ní_veis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Pop	Nível de		Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4	Bloco 5
	Al	N					
1	1	1	0,276	0,376	0,461	0,292	0,330
1	1	2	0,316	0,467	0,365	0,266	0,474
1	2	1	0,427	0,369	0,506	0,505	0,396
1	2	2	0,388	0,448	0,503	0,439	0,474
2	1	1	0,259	0,280	0,176	0,185	0,285
2	1	2	0,252	0,345	0,162	0,294	0,328
2	2	1	0,308	0,257	0,136	0,323	0,252
2	2	2	0,179	0,142	0,308	0,230	0,184
3	1	1	0,241	0,407	0,300	0,276	0,209
3	1	2	0,295	0,256	0,229	0,165	0,235
3	2	1	0,363	0,253	0,345	0,375	0,363
3	2	2	0,291	0,230	0,308	0,275	0,431
4	1	1	0,159	0,217	0,213	0,208	0,133
4	1	2	0,252	0,151	0,208	0,192	0,183
4	2	1	0,238	0,265	0,246	0,282	0,252
4	2	2	0,258	0,255	0,267	0,239	0,240
5	1	1	0,256	0,363	0,290	0,208	0,174
5	1	2	0,263	0,309	0,286	0,238	0,245
5	2	1	0,257	0,228	0,392	0,247	0,284
5	2	2	0,411	0,307	0,325	0,227	0,236
6	1	1	0,400	0,424	0,394	0,243	0,304
6	1	2	0,379	0,266	0,316	0,340	0,319
6	2	1	0,533	0,428	0,358	0,248	0,316
6	2	2	0,405	0,363	0,293	0,323	0,421
7	1	1	0,237	0,348	0,319	0,340	0,443
7	1	2	0,377	0,351	0,257	0,261	0,320
7	2	1	0,469	0,291	0,532	0,534	0,286
7	2	2	0,258	0,353	0,500	0,468	0,373

TABELA 57 - Dados de produção de peso seco de parte aérea em gramas/planta tomados em 7 populações de *Leucaena leucocephala* submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Pop.	Nível de		Bloco I	Bloco II	Bloco III	Bloco IV	Bloco V
	Al	N					
1	1	1	0,184	0,218	0,249	0,169	0,183
1	1	2	0,155	0,235	0,209	0,133	0,235
1	2	1	0,264	0,233	0,281	0,288	0,246
1	2	2	0,245	0,258	0,251	0,248	0,246
2	1	1	0,179	0,170	0,103	0,125	0,151
2	1	2	0,096	0,193	0,104	0,166	0,163
2	2	1	0,096	0,145	0,061	0,198	0,134
2	2	2	0,088	0,067	0,160	0,122	0,092
3	1	1	0,124	0,218	0,155	0,159	0,136
3	1	2	0,136	0,133	0,106	0,123	0,130
3	2	1	0,273	0,153	0,197	0,213	0,205
3	2	2	0,134	0,133	0,176	0,158	0,218
4	1	1	0,062	0,113	0,114	0,123	0,081
4	1	2	0,093	0,080	0,122	0,114	0,098
4	2	1	0,155	0,167	0,144	0,162	0,152
4	2	2	0,129	0,158	0,154	0,136	0,127
5	1	1	0,155	0,192	0,151	0,114	0,107
5	1	2	0,117	0,178	0,181	0,116	0,115
5	2	1	0,112	0,136	0,216	0,138	0,142
5	2	2	0,167	0,196	0,184	0,120	0,135
6	1	1	0,244	0,263	0,246	0,159	0,170
6	1	2	0,268	0,140	0,210	0,206	0,192
6	2	1	0,329	0,284	0,178	0,131	0,216
6	2	2	0,249	0,221	0,149	0,178	0,257
7	1	1	0,175	0,223	0,167	0,183	0,260
7	1	2	0,205	0,231	0,163	0,152	0,205
7	2	1	0,285	0,192	0,333	0,315	0,163
7	1	2	0,139	0,250	0,310	0,228	0,178

TABELA 58 - Dados de produção de peso seco de raiz, em gramas/planta, tomadas em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Pop.	Nível de		Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4	Bloco 5
	Al	N					
1	1	1	0,092	0,158	0,212	0,123	0,147
1	1	2	0,161	0,232	0,156	0,133	0,210
1	2	1	0,163	0,136	0,225	0,217	0,150
1	2	2	0,143	0,190	0,252	0,191	0,228
2	1	1	0,080	0,110	0,073	0,060	0,134
2	1	2	0,156	0,152	0,058	0,128	0,165
2	2	1	0,212	0,112	0,075	0,125	0,118
2	2	2	0,091	0,075	0,148	0,108	0,092
3	1	1	0,117	0,189	0,145	0,117	0,073
3	1	2	0,159	0,123	0,123	0,042	0,105
3	2	1	0,090	0,100	0,148	0,162	0,158
3	2	2	0,157	0,097	0,132	0,117	0,213
4	1	1	0,097	0,104	0,099	0,085	0,052
4	1	2	0,159	0,071	0,086	0,078	0,085
4	2	1	0,083	0,098	0,102	0,120	0,100
4	2	2	0,129	0,097	0,113	0,103	0,067
5	1	1	0,101	0,171	0,139	0,094	0,067
5	1	2	0,146	0,131	0,105	0,122	0,130
5	2	1	0,145	0,092	0,176	0,109	0,142
5	2	2	0,244	0,111	0,141	0,107	0,101
6	1	1	0,156	0,161	0,148	0,084	0,134
6	1	2	0,111	0,126	0,106	0,134	0,127
6	2	1	0,204	0,144	0,180	0,117	0,185
6	2	2	0,156	0,142	0,144	0,145	0,164
7	1	1	0,062	0,125	0,152	0,157	0,183
7	1	2	0,172	0,120	0,094	0,109	0,115
7	2	1	0,184	0,099	0,199	0,219	0,119
7	2	1	0,119	0,103	0,190	0,240	0,195

TABELA 59 - Dados de produção do comprimento da parte aérea em cm/planta, medidos em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Pop.	Nível de		Bloco I	Bloco II	Bloco III	Bloco IV	Bloco V
	Al	N					
1	1	1	5,5	6,0	6,0	5,6	6,3
1	1	2	4,9	5,3	5,8	5,3	5,7
1	2	1	6,2	6,3	7,0	6,0	6,0
1	2	2	5,8	6,5	6,5	6,4	5,2
2	1	1	4,1	5,8	3,5	4,1	4,8
2	1	2	4,4	4,7	3,8	4,2	6,2
2	2	1	5,2	5,5	4,0	7,1	5,0
2	2	2	4,0	3,8	6,1	5,2	5,7
3	1	1	3,8	7,0	5,1	5,4	5,5
3	1	2	5,0	5,0	5,2	5,6	5,5
3	2	1	8,5	6,1	5,5	6,0	6,5
3	2	2	5,6	5,9	5,3	7,3	7,2
4	1	1	3,8	4,2	4,1	5,0	5,3
4	1	2	4,5	4,4	4,5	5,5	4,2
4	2	1	4,5	6,2	4,4	6,6	7,5
4	2	2	5,7	6,1	4,6	5,7	6,0
5	1	1	4,1	4,3	4,2	3,6	4,0
5	1	2	5,2	5,8	5,7	4,3	5,5
5	2	1	4,1	6,0	5,3	4,6	6,8
5	2	2	5,5	7,5	5,4	5,1	4,8
6	1	1	6,5	6,2	5,3	5,5	5,2
6	1	2	5,5	5,2	4,4	5,5	4,1
6	2	1	6,2	7,5	6,5	5,9	5,5
6	2	2	6,2	5,9	6,0	5,2	5,5
7	1	1	4,9	4,6	4,5	4,5	5,3
7	1	2	4,6	5,0	4,8	3,8	4,5
7	2	1	6,3	7,2	6,6	6,8	4,5
7	2	2	5,6	7,0	5,5	5,8	4,9

TABELA 60 - Dados de produção do comprimento de maior raiz em cm/planta, medidos em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Pop.	Nível de		Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4	Bloco 5
	Al	N					
1	1	1	35,5	20,3	36,0	39,0	39,0
1	1	2	32,0	23,0	30,0	39,0	35,0
1	2	1	37,5	32,0	37,0	35,5	22,0
1	2	2	38,0	33,0	40,5	35,0	31,5
2	1	1	49,5	22,5	43,5	16,0	32,0
2	1	2	25,0	26,2	30,5	33,5	32,0
2	2	1	38,0	31,0	42,5	18,0	36,0
2	2	2	31,0	48,2	32,0	41,5	40,0
3	1	1	30,0	34,5	36,5	32,5	34,5
3	1	2	39,5	27,5	41,5	24,0	43,0
3	2	1	27,5	23,5	23,0	36,0	31,0
3	2	2	32,0	20,6	28,0	51,0	47,5
4	1	1	41,4	25,5	29,0	31,0	41,5
4	1	2	29,2	25,0	33,0	23,0	18,5
4	2	1	23,5	30,5	31,5	31,0	24,0
4	2	2	40,0	34,6	38,0	33,5	34,0
5	1	1	47,5	37,0	44,5	39,0	14,5
5	1	2	39,5	28,0	32,0	37,0	32,5
5	2	1	31,0	35,0	33,0	43,5	51,0
5	2	2	37,0	32,0	41,5	49,0	42,0
6	1	1	43,5	28,5	33,0	28,0	32,5
6	1	2	41,5	39,0	24,0	26,0	34,0
6	2	1	38,0	38,5	33,0	34,5	42,5
6	2	2	42,0	26,2	53,0	39,5	42,0
7	1	1	16,5	41,0	34,0	38,5	33,0
7	1	2	36,0	29,0	36,0	32,5	33,0
7	2	1	35,0	22,0	32,0	42,0	33,5
7	2	2	33,5	28,3	33,5	37,0	38,0

TABELA 61 - Dados de produção de número de nódulos, tomados em 7 populações de *Leucaena leucocephala* submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Pop.	Nível de		Bloco I	Bloco II	Bloco III	Bloco IV	Bloco V
	Al	N					
1	1	1	5	8	8	8	10
1	1	2	3	10	7	8	8
1	2	1	9	4	10	11	6
1	2	2	7	21	17	13	12
2	1	1	8	8	9	11	8
2	1	2	6	18	8	18	8
2	2	1	11	1	4	6	4
2	2	2	2	2	8	2	6
3	1	1	6	21	6	16	4
3	1	2	4	15	5	11	10
3	2	1	9	2	9	6	16
3	2	2	17	5	8	3	4
4	1	1	7	6	6	4	0
4	1	2	7	5	5	6	2
4	2	1	3	7	8	4	1
4	2	2	10	2	5	11	1
5	1	1	11	6	9	8	20
5	1	2	17	8	12	3	5
5	2	1	5	6	6	7	3
5	2	2	18	2	14	7	7
6	1	1	15	12	0	15	7
6	1	2	8	2	24	14	10
6	2	1	16	0	6	2	14
6	2	2	5	3	11	8	13
7	1	1	10	21	8	8	16
7	1	2	23	18	19	6	8
7	2	1	13	9	24	10	6
7	2	2	13	2	19	9	14

TABELA 62 - Raiz quadrada do número de nódulos +0,5 (dados transformados) tomados em 7 populações *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Pop	Nível de		Bloco I	Bloco II	Bloco III	Bloco IV	Bloco V
	Al	N					
1	1	1	2.3452	2.9155	2.9155	2.9155	3.2404
1	1	2	1.8708	3.2404	2.7386	2.9155	2.9155
1	2	1	3.0822	2.1213	3.2404	3.3912	2.5494
1	2	2	2.7386	4.6368	4.1833	3.6742	3.5355
2	1	1	2.9155	2.9155	3.0822	3.3912	2.9155
2	1	2	2.5495	4.3012	2.9155	4.3012	2.9155
2	2	1	3.3912	1.2247	2.1213	2.5494	2.1213
2	2	2	1.5811	1.5811	2.9155	1.5811	2.5495
3	1	1	2.5496	4.6368	2.5495	4.0620	2.1213
3	1	2	2.1213	3.9370	2.3452	3.3912	3.2404
3	2	1	3.0822	1.5811	3.0822	2.5495	4.0620
3	2	2	4.1833	2.3452	2.9155	1.8708	2.1213
4	1	1	2.7386	2.5495	2.5495	2.1213	0.7071
4	1	2	2.7386	2.3452	2.3452	2.5495	1.5811
4	2	1	1.8708	2.7386	2.9155	2.1213	1.2447
4	2	2	3.2404	1.5811	2.3452	3.3912	1.2247
5	1	1	3.3912	2.5495	3.0822	2.9155	4.5277
5	1	2	4.1833	2.9155	3.5355	1.8708	2.3452
5	2	1	2.3452	2.5495	2.5495	2.7386	1.8708
5	2	2	4.3012	1.5811	3.8079	2.7386	2.7386
6	1	1	3.9370	3.5355	0.7071	3.9370	2.7386
6	1	2	2.9155	1.5811	4.9497	3.2404	3.2404
6	2	1	4.0620	0.7071	2.5495	3.8079	3.8079
6	2	2	2.3452	1.8708	3.3912	3.6742	3.6742
7	1	1	3.2404	4.6368	2.9155	4.0620	4.0620
7	1	2	4.8477	4.3012	4.4159	2.9155	2.9155
7	2	1	3.6742	3.0822	4.9497	2.5495	2.5495
7	2	1	3.6742	1.5811	4.4159	3.8079	3.8079

TABELA 63 - Redução de acetileno - pico em cm - medida em 7 populações de *Leucaem leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Tratamento	Bloco I		Bloco II		Bloco III		Bloco IV		Bloco V	
	Etil. (*)	Acet.	Etil.	Acet.	Etil.	Acet.	Etil.	Acet.	Etil.	Acet.
1	8,9	9,0	10,8	13,5	3,8	14,5	4,0	7,5	4,5	7,2
2	5,9	13,9	10,4	13,4	7,2	11,5	7,3	11,9	8,0	8,6
3	1,1	8,4	0,1	14,0	0,3	13,8	5,5	14,5	0,4	11,4
4	3,5	15,0	0,1	14,0	0,3	13,0	0,8	14,2	0,3	11,0
5	1,8	13,6	0,1	14,5	0,1	11,5	0,1	9,5	0,1	11,0
6	0,1	9,5	0,3	13,5	0,1	14,5	0,1	13,0	0,1	9,5
7	0,1	13,4	0,1	13,0	0,1	14,5	0,1	14,0	0,2	10,1
8	0,1	14,2	0,1	14,0	0,1	13,2	0,1	14,8	0,1	10,0
9	0,1	13,9	0,1	15,0	0,1	11,0	0,1	14,4	0,1	11,5
10	0,1	13,2	0,1	14,0	0,1	11,0	0,1	12,0	0,1	10,8
11	0,1	13,4	0,1	14,0	0,1	14,8	0,1	13,5	0,1	9,5
12	0,1	13,1	0,1	13,6	0,1	14,8	0,1	9,0	0,1	7,0
13	0,1	12,9	0,1	13,3	0,1	14,0	0,9	11,2	0,1	12,3
14	0,3	13,9	0,1	14,0	0,3	15,0	0,3	14,7	0,1	12,3
15	0,1	1,40	0,1	14,2	0,1	13,5	0,1	13,8	0,1	10,0
16	0,1	13,4	0,1	14,3	0,1	13,5	0,8	13,5	0,2	11,4
17	1,4	12,0	4,1	12,2	1,5	14,3	0,5	11,8	0,1	11,5

TABELA 63 - Redução de acetileno - pico em cm - medida em 7 populações de *Leucaena leucocephala*, submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Tratamento	Bloco I		Bloco II		Bloco III		Bloco IV		Bloco V	
	Etil(*)	Acet.	Etil.	Acet.	Etil.	Acet.	Etil.	Acet.	Etil.	Acet.
18	2,8	15,0	2,5	13,4	3,0	13,4	3,0	13,6	2,5	10,0
19	2,1	12,8	0,1	13,4	0,1	14,0	0,1	13,8	0,1	11,0
20	0,1	15,0	0,1	13,5	0,1	13,2	0,1	14,0	0,1	9,5
21	11,1	10,5	13,3	6,5	0,9	14,5	7,5	11,5	0,1	9,5
22	8,9	9,4	9,3	14,8	4,8	13,0	4,1	9,1	2,6	7,6
23	0,1	13,5	0,1	14,5	0,1	14,5	0,7	14,8	0,2	12,3
24	0,1	1,47	0,1	13,6	0,1	14,0	0,1	10,0	0,5	10,8
25	4,0	13,5	0,1	14,0	1,0	14,2	9,0	14,8	1,7	11,3
26	3,2	13,3	0,1	14,5	0,9	13,0	1,8	9,8	3,0	7,5
27	0,1	13,2	0,1	13,6	0,1	14,5	0,7	11,6	0,1	12,0
28	0,1	14,6	0,1	14,4	0,1	13,8	0,3	10,0	0,1	11,0
Branco	0,1	14,0	0,1	13,5	0,1	14,0	0,1	13,4	0,1	11,0

(*) Etil. - Etileno

Acet. - Acetileno

TABELA 64 - Atividades da nitrogenase - Dados transformados $[\log (x+1)]$ obtida em 7 populações de *Leucaena leucocephala* submetidas a 2 níveis de saturação de alumínio e a 2 fontes de nitrogênio. Piracicaba, 1986.

Pop	Nível de		Bloco I	Bloco II	Bloco III	Bloco IV	Bloco V
	Al	N					
1	1	1	3.5833	3.4903	2.9980	3.3122	3.3809
1	1	2	3.2056	3.4623	3.4229	3.3738	3.5556
1	2	1	2.6847	0.0000	1.7630	3.1618	2.0103
1	2	2	2.9461	0.0000	1.8004	2.2825	1.8569
2	1	1	2.6897	0.0000	0.8486	1.1123	0.0000
2	1	2	1.1522	1.7693	0.0000	0.2778	0.8195
2	2	1	0.3517	0.3245	0.0000	0.0000	1.6313
2	2	2	0.0000	0.0000	0.4296	0.0000	0.6576
3	1	1	0.0000	0.0000	0.9344	0.0000	0.0000
3	1	2	0.4295	0.0000	0.9344	0.6431	0.0000
3	2	1	0.3517	0.0000	0.0000	0.0000	0.8195
3	2	2	0.4974	0.0000	0.0000	1.1828	1.3276
4	1	1	0.4974	0.1565	0.0000	2.4554	0.0000
4	1	2	1.7538	0.0000	1.7089	1.7118	0.0000
4	2	1	0.0000	0.0000	0.3079	0.0000	0.6576
4	2	2	0.3517	0.0000	0.3079	2.3076	1.5311
5	1	1	2.6317	3.1082	2.5824	2.1373	0.0000
5	1	2	2.8459	2.8450	2.9404	2.3511	2.9735
5	2	1	2.7875	0.0849	0.0000	0.0000	0.0000
5	2	2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8195
6	1	1	3.6125	3.9006	2.3330	3.4007	0.8195
6	1	2	3.5642	3.3844	3.1503	3.2379	3.1199
6	2	1	0.3079	0.0000	0.0000	2.1942	1.4619
6	2	2	0.0000	0.0000	0.0000	1.0373	2.1647
7	1	1	3.0527	0.0000	2.3942	3.3700	2.7422
7	1	2	2.9598	0.0000	2.3860	2.9406	3.1835
7	2	1	0.4296	0.0000	0.0000	2.3166	0.0000
7	2	2	0.0000	0.0000	0.0000	1.9490	0.0000