AVALIAÇÃO DA TOLERÂNCIA AO ALUMÍNIO EM
DIFERENTES POPULAÇÕES DE *Stylosanthes guianensis*
(AUBL.) SW.

WILLIAM LEE BURNQUIST
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 em Genética e
Melhoramento de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 1984

À Heloisa , pela sua capacidade,
inteligência e perseverança,

Ao Paulo e Fernando,
meu sonho,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

O Autor agrade o apoio recebido durante a realização do curso e deste trabalho às seguintes pessoas e entidades:

- . O Prof. Dr. Paulo Soderro Martins, pela sua orientação, amizade e compreensão;
- . Ao Instituto de Genética e seus docentes, pelos valiosos ensinamentos;
- . Aos Colegas do Curso de Pós-graduação em Genética e Melhoramento, pela colaboração prestada;
- . Aos Colegas da Copersucar, em especial ao Guilherme Rossi Machado Jr. e Oswaldo Teixeira Santos Filho, pelo incentivo dado;
- . Às Srtas. Georgete Negri, Iolanda Lopes e Ana Maria Zangirolamo, pela datilografia dos manuscritos.

ÍNDICE

	Página
1. RESUMO	01
2. INTRODUÇÃO	03
3. REVISÃO E LITERATURA	05
4. MATERIAL E MÉTODOS	11
Material	11
Equipamentos	12
Solução Nutritiva	13
Métodos	14
Análise	15
5. RESULTADOS	17
6. DISCUSSÃO	20
7. CONCLUSÕES	29
8. SUMMARY	31
9. LITERATURA CITADA	33
10. TABELAS E FIGURAS	42

1. RESUMO

O trabalho desenvolvido avaliou a resposta diferencial ao alumínio em 25 populações do *Stylosanthes guianensis*, uma leguminosa forrageira de origem americana e de ampla distribuição geográfica. Para tanto, as 25 populações foram submetidas a 4 diferentes concentrações de alumínio (0, 4, 8 e 12 ppm) em solução nutritiva.

Foram utilizados como parâmetros avaliativos o comprimento da raiz, comprimento da parte aérea, peso seco da raiz e peso seco da parte aérea. As análises dos diferentes caracteres estudados indicaram que haviam diferenças quanto a resposta das populações ao alumínio. O comprimento da raiz é o parâmetro mais indicado para determinar o efeito do alumínio, enquanto o comprimento da parte aérea foi o parâmetro que menor influência sofreu. Os outros caracteres situaram-se numa faixa de sensibilidade intermediária.

A análise da regressão dos diferentes parâmetros em função dos níveis de alumínio, foi utilizada para discriminar as populações mais tolerantes das mais sensíveis. Os coefi

cientes angulares das regressões permitiram identificar as populações EMGOPA 136/75, EPAMIG 669/70, EPAMIG 366/76 e SEA 75013, como sensíveis ao alumínio e as populações EPAMIG 664/76, EPAMIG 682/76, EPAMIG 379/76 e SEA 68004 como as mais tolerantes entre as populações estudadas.

2. INTRODUÇÃO

A acidez dos solos dos trópicos e subtrópicos úmidos, é um fato bastante conhecido. Esta acidez está, muitas vezes associada a elevados teores de alumínio tóxico. SANCHEZ e SALINAS (1981) estimam que, para a América tropical 51% das terras agriculturáveis possuem níveis tóxicos de alumínio. É o caso dos cerrados brasileiros, onde predominam os solos de baixa fertilidade natural, com deficiência generalizada de nutrientes, além da elevada acidez, alta adsorção de fósforo e alta saturação de alumínio (EMBRAPA, 1976).

Grande parte da pecuária de corte nacional, se baseia na exploração de pastos nativos de baixa produtividade, sendo que aproximadamente 60% do rebanho bovino nacional está localizado na região de cerrado. A introdução de novas espécies forrageiras, poderia melhorar em muito a qualidade destes pastos nativos. Esta introdução encontra, entre outras limitações, aquela imposta pela acidez dos solos que apresentam altos teores de alumínio e manganês tóxicos. A correção desta acidez por meio químico se torna difícil e anti-econômica.

Difícil porque a aplicação de calcário neutraliza normalmente, apenas os 20 cm superficiais do solo e as raízes de gramíneas e leguminosas como *Stylosanthes*, atingem aproximadamente um metro de profundidade. Anti-econômica porque a aplicação dos corretivos na profundidade adequada e na extensão total dos pastos, torna-se muito despendiosa.

As leguminosas, devido ao seu teor protéico e à sua capacidade de fixar simbioticamente nitrogênio atmosférico, podem e devem ser usadas no intuito de melhorar a qualidade das pastagens nativas. Entre as leguminosas, o gênero *Stylosanthes* apresenta grande potencial forrageiro, pois ocorre em estado nativo, em regiões de solos de baixa fertilidade e de elevado teor de alumínio. A espécie *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. tem ainda as vantagens de ser perene e resistente à seca, tolerante a uma larga variação de clima e apresentar eficiência na absorção e utilização de fósforo (GROF *et alii*, 1970; HUTTON, 1970; HYMOWITZ, 1971 e CAMERON, 1974) além de apresentar uma ampla distribuição geográfica.

Considerando o potencial forrageiro do *S. guianensis* e as limitações impostas pela presença de alumínio tóxico, foi conduzido um ensaio com 25 populações desta espécie, de diversas procedências, com o objetivo de avaliar, em solução nutritiva, o comportamento dessas populações em diferentes concentrações de alumínio.

3. REVISÃO E LITERATURA

Os efeitos do alumínio no crescimento vegetal e a resposta diferencial de espécies e variedades a altas concentrações de alumínio, têm sido bastante estudados.

Os efeitos do alumínio tóxico são visíveis tanto na parte aérea das plantas como nos seus sistemas radiculares. Nas partes aéreas, segundo FOY (1974), os sintomas se assemelham à deficiência de fósforo (plantas raquíticas, folhas intensamente verdes, roxeamento das nervuras, amarelecimento e morte das pontas das folhas), ou cálcio (enrolamento de folhas novas e colapso de pecíolos). Ainda segundo FOY (1974), nos sistemas radiculares a toxidez ao alumínio caracteriza-se por sistemas radiculares, com muitas raízes laterais curtas e grossas e poucas raízes finas e compridas. FLEMING e FOY (1968) concluem que a capacidade de crescimento radicular do cultivar de trigo Atlas 66, conferia-lhe quando sob efeitos de alumínio, uma maior tolerância quando comparada à variedade Monon, cujo sistema radicular era mais injuriado pelo alumínio tóxico. Estes sintomas, facilmente visíveis nos sistemas radiculares, são

empregados para a avaliação da tolerância das espécies ou variedades ao alumínio, seja pela medição do comprimento do sistema radicular (MOORE *et alii*, 1976), ou mesmo pela atribuição de notas qualitativas do desenvolvimento do sistema radicular (REID, 1976; GARCIA JR., 1979).

Diversas metodologias de avaliação e seleção de variedades tolerantes ao alumínio tem sido desenvolvidas, sendo que a maioria usa o comprimento ou aspecto do sistema radicular, como principal parâmetro de avaliação.

Salinas citado por SANCHEZ e SALINAS (1981), conduziu experimento de avaliação da tolerância de 10 variedades de trigo e 5 de arroz de sequeiro ao alumínio. Para tanto 0,2 e 1,4 toneladas de calcário por hectare, foram usadas para criar níveis de saturação de alumínio de 22 a 66%. Também foram conduzidos em condições de campo os experimentos relatados por NASPOLINI *et alii* (1981), que avaliaram 365 linhagens e 45 híbridos simples de milho, para tolerância ao alumínio em solos de cerrado com 65%, 45% e 0 de saturação de alumínio.

Para avaliar ou selecionar variedades em condições mais controladas, FOY (1976), conduziu experimentos em vasos. Ele sugere a escolha de solos com elevados teores de alumínio, frequentemente subsolos, com pH de 4,5 a 5,0 e sem problemas de toxidez de manganês, ou mesmo "criar" solos tóxicos pela adição de sulfato de alumínio que, além de proporcionar o Al^{3+} necessário, mantém o pH a níveis baixos. Estes solos são colocados em vasos e como controle usa-se o mesmo solo neutralizado com calcário.

Vários inconvenientes dos métodos de campo ou aqueles que utilizam solo como substrato podem ser citados. FOY (1976), reconhece que solos classificados como álicos podem diferir quanto ao teor de cálcio trocável, afetando assim o grau de toxidez de alumínio e o aparecimento de sintomas. MOORE *et alii* (1976), argumentam que a toxidez de alumínio nem sempre é o único fator limitante, mesmo nos solos álicos, sendo muitas vezes difícil isolar o efeito do alumínio daqueles do manganês, ferro, hidrogênio e mesmo cálcio. Técnicas que utilizam solução nutritiva são, segundo MOORE *et alii* (1976), muito mais precisas, pois as variáveis mais importantes podem ser controladas. Em experimentos com quarenta e três cultivares e linhagens de trigo, cuidadosamente delineados, conduzidos durante três anos em solos álicos, em condições de campo e correlacionadas com resultados obtidos com solução nutritiva, CAMPBELL e LAFEVER (1976), concluem que a heterogeneidade do solo, os diferentes anos, bem como as interações envolvidas, diminuem a eficiência da seleção de campo. Sugerem portanto, que a seleção seja feita baseada em resultados obtidos com ensaios realizadas em solução nutritiva.

A utilização de solução nutritiva para a avaliação de tolerância ao alumínio requer, no entanto, um controle rígido de pH a fim de manter a concentração de alumínio constante (KONZAK *et alii*, 1976). FOY (1976), ressalta a importância da constituição e concentração dos nutrientes da solução. Ainda segundo FOY (1976), a concentração de fósforo na solução deve ser mantida baixa a fim de evitar a precipitação do

alumínio.

Utilizando estas metodologias foram documentadas respostas diferenciais ao alumínio em trigo (FOY *et alii*, 1965; FOY *et alii*, 1974; KERRIDGE *et alii*, 1971; MESDAG E SLOOTMAKER ; 1969; CAMARGO e OLIVEIRA, 1981; BRAUNER, 1979), cevada (FOY *et alii*, 1967; FOY *et alii*, 1965; MACLEOD e JACKSON, 1967; REID *et alii*, 1969; REID *et alii*, 1971; REID, 1976), sorgo (SMITH *et alii*, 1983, DUNCAN *et alii*, 1983; FURLANI e CLARK, 1981 ; NOGUEIRA, 1979), arroz (FAGERIA e CARVALHO, 1982; FAGERIA e BARBOSA, 1983; NELSON, 1983; FAHL *et alii*, 1981), soja (KOCHHANN 1979; ARMINGER *et alii*, 1968; FOY *et alii*, 1969 ; MUNNS *et alii*, 1981), algodão (ADAMS e LUND, 1966; FOY *et alii*, 1980), feijão (LEE *et alii*, 1983; HERNANI, 1980), milho (NASPOLINI *et alii*, 1981; GARCIA JR., 1979), batata (FAHL *et alii*, 1980), mandioca (OLIVEIRA, 1979) entre outros.

Estes estudos foram realizados afim de identificar e selecionar germoplasma tolerante a solos ácidos e álicos tão frequentes nos trópicos e subtrópicos úmidos. Segundo SILVA (1976), a ocorrência generalizada de solos com elevados teores de alumínio no país, torna necessário um melhoramento específico para tolerância ao alumínio tóxico, afim de se obter cultivares mais adaptados às grandes áreas. A extensão e importância dos solos álicos é muito bem apresentada por SANCHEZ e SALINAS (1981). Estes estimam que dos 1493×10^6 ha disponíveis para a agricultura na América Tropical, 756×10^6 ha (51%) apresentam problemas de alumínio tóxico. Este fator limitante é mais frequente que o estresse hídrico, baixa retenção de umi

dade, baixa C.T.C. e alto potencial de erosão que estão presentes em 42, 42, 41 e 36% da área disponível, respectivamente. Apenas as deficiências de N, P, K e a alta fixação de fósforo superam a toxidez de alumínio em frequência nos solos da América Tropical (SANCHEZ e SALINA, 1981).

Os "Cerrados" brasileiros são exemplos típicos destes solos álicos, pois, segundo EMBRAPA (1976), a baixa fertilidade natural, deficiência generalizada de nutrientes, elevada acidez e alta saturação de alumínio, são características importantes nestes solos.

Nesta região está localizado aproximadamente 60% do rebanho bovino nacional, baseado principalmente na exploração extensiva de pastagens nativas de baixa produtividade. A introdução de novas espécies ou variedades forrageiras poderia melhorar em muito a qualidade destes pastos nativos. As leguminosas, devido ao seu teor protéico e à sua capacidade de fixar simbioticamente o nitrogênio atmosférico, podem e devem ser utilizadas no intuito de melhorar a qualidade de pastos nativos (WHYTE, 1968).

MARTINS e VELLO (1978) salientam que, apesar do Brasil possuir enormes reserva de germoplasma de leguminosas nativas, pesquisadores nacionais não tem explorado estas espécies tão intensamente quanto os pesquisadores estrangeiros, no caso, os australianos que selecionaram germoplasma brasileiro para as condições australianas.

Entre as espécies mais procuradas estão as do gênero *Stylosanthes*. Apenas trinta espécies compõe o gênero ,

mas é o que tem mais contribuído com cultivares para os pastos tropicais que qualquer outro gênero (BURT *et alii* 1978).

A variabilidade dentro do gênero é bastante pronunciada. Inclui desde formas anuais como *S. humilis*, *S. hamata*, e *S. subsericea* a formas perenes como *S. guianensis*. A variação intra-específica também é grande. BURT *et alii* (1978) analisando várias características agronômicas e morfológicas de 70 introduções representando seis espécies de *Stylosanthes* conclui que a variação intra-específica é, no mínimo, tão grande quanto a interespecífica. Os gêneros *Stylosanthes* e *Desmodium* podem, segundo SANTHIRASEGARAM (1975), prover espécies e variedades para praticamente todos os nichos ecológicos encontrados nos trópicos.

A espécie *Stylosanthes guianensis* também reflete esta variação. Contrastando com a maioria das outras leguminosas, ela é, basicamente, alógama (BURT *et alii*, 1978). A ampla variabilidade inter e intra-específica tem permitido a seleção de diversas formas adaptadas a várias condições. Três cultivares de *S. guianensis* (Cook, Endeavour e Scotfield) são muito utilizados nos trópicos úmidos e várias novas introduções tem apresentado bom potencial em áreas subtropicais. A introdução de *Stylosanthes* em pastagens de gramíneas aumenta o valor nutritivo do pasto particularmente durante a época seca, quando a leguminosa permanece verde durante um período maior que a gramínea (BURT *et alii*, 1978). A consorciação do *S. guianensis* tem tido maior sucesso em áreas de solos de baixa fertilidade e sob pastoreio extensivo (SOARES, 1980).

4. MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAL

Foram utilizadas 25 populações de *Stylosanthes guianensis* de diversas procedências que estão relacionadas a seguir:

<u>Tratamento</u>	<u>População/Procedência</u>
1	IGEN-7 IS 630131 IPEACS
2	EMGOPA 136/75 CIAT 136
3	EMGOPA 135/75 CIAT 135
4	EMGOPA 134/75 CIAT 132
5	EPAMIG 669/76 PERDÕES MG
6	EPAMIG 667/76 PERDÕES MG
7	EPAMIG 664/76 Sto. Antonio do Monte MG
8	EPAMIG 682/76 Sta. Vitória MG
9	EPAMIG 379/76 Barbacena MG
10	EPAMIG 624/76 Divinópolis MG
11	EPAMIG 623/76 Divinópolis MG

<u>Tratamento</u>	<u>População/Procedência</u>
12	EPAMIG 366/76 Itabirito MG
13	EPAMIG 363/76 Buritizeiro MG
14	SEA 68010 UEPAE Itaguaí RJ
15	SEA 75008 UEPAE Itaguaí RJ
16	SEA 75011 UEPAE Itaguaí RJ
17	SEA 76017 UEPAE Itaguaí RJ
18	SEA 75007 UEPAE Itaguaí RJ
19	SEA 66099 UEPAE Itaguaí RJ
20	SEA 68004 UEPAE Itaguaí RJ
21	SEA 61003 UEPAE Itaguaí RJ
22	SEA 68002 UEPAE Itaguaí RJ
23	SEA 68009 UEPAE Itaguaí RJ
24	SEA 75013 UEPAE Itaguaí RJ
25	SEA 66037 UEPAE Itaguaí RJ

EQUPAMENTOS

Os equipamentos usados foram semelhantes aos descritos por REID *et alii* (1971) e LEITE (1978). Em cada um de quatro aquários de vidro de aproximadamente 77 x 31 x 31 cm foram colocados 32 litros de solução nutritiva. Em três faces laterais, os aquários foram pintados de preto para evitar a ação da luminosidade na solução nutritiva, que estimularia o crescimento de algas. A quarta face lateral foi dotada de uma tampa removível, para se poder observar o crescimento radicular.

Em cada aquário, cinco bandejas de acrílico de

14 x 25 cm, foram colocadas para sustentar fisicamente as plântulas em desenvolvimento. Cada bandeja continha 40 orifícios para as plântulas individuais, totalizando assim uma capacidade de 200 plântulas por aquário.

A solução nutritiva foi aerada de maneira contínua através de um tubo de PVC perfurado, colocado no fundo dos aquários e conectado a um compressor de ar central. Além de oxigenar a solução nutritiva permitindo o desenvolvimento radicular, esta aeração proporcionou também uma circulação contínua da solução, mantendo a sua homogeneidade quanto a pH e temperatura.

SOLUÇÃO NUTRITIVA

Foi utilizada a solução de Steinberg modificada descrita por FOY *et alii* (1974), alterada para conter apenas 0,3 ppm de P, pois os 31 ppm de fósforo na solução de Steinberg original, causaria a precipitação do Al mesmo a pH baixo (FOY, 1976). Assim sendo, a concentração dos diferentes elementos na solução nutritiva foi a seguinte:

N	- 56 ppm (51,9 como NO_3^- e 4,1 como NH_4^+)
P	- 0,3 ppm
K	- 29,4 ppm
Ca	- 50,8 ppm
Mg	- 6,6 ppm
S	- 3,8 ppm
Na	- 0,01 ppm
Cl	- 0,34 ppm

Mn - 0,13 ppm
B - 0,07 ppm
Zn - 0,04 ppm
Cu - 0,01 ppm
Mo - 0,005 ppm
Fe - 1 ppm (Fe EDTA)

Esta solução foi preparada com água destilada e colocada nos aquários. Em cada um dos quatro aquários foi adicionado um volume diferente de $\text{Al}(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{ H}_2\text{O}$ afim de constituir os diferentes experimentos com 0, 4, 8 e 12 ppm de Al.

Cuidado foi tomado para manter o pH a 4,0 desde o início dos experimentos evitando assim a precipitação de Al com a elevação do pH. Adicionava-se para este fim, H_2SO_4 0,1 N quando o pH elevava-se demais e NaOH 0,1 N quando o pH abaixava a níveis inferiores a 4,0.

Adicionou-se água destilada, quando necessário, para manter o nível da solução nutritiva constante.

MÉTODOS

As sementes das diferentes populações foram escarificadas manualmente, esfregando-se sobre uma lixa fina afim de romper a testa eliminando assim a dormência das sementes. Uma vez escarificadas, as sementes foram colocadas sobre papel de filtro, umidecido com água destilada, em placas de Petri e colocadas em germinadora a 25°C . Após 72 horas as plântulas germinadas foram transferidas para as bandejas de acrílico que foram colocadas nos tanques de solução nutritiva.

Os experimentos foram conduzidos no interior de uma câmara de crescimento "CONVIRON", onde a temperatura foi mantida constantemente a 25°C e manteve-se um dia de 12 horas

O delineamento experimental utilizado para cada um dos quatro experimentos foi o inteiramente casualizado com 25 tratamentos (populações de *Stylosanthes guianensis*) e oito repetições. Cada parcela era representada, portanto, por uma única planta.

Os experimentos foram conduzidos durante 32 dias. Após este período as plantas foram colhidas e as seguintes observações foram feitas:

- 1) Comprimento da parte aérea: Medida do colo colmo até o ponto de inserção da folha mais jovem.
- 2) Comprimento da raiz: Medida do colo caule até a extremidade da raiz principal.

Em seguida, as partes aéreas e os sistemas radiculares foram acondicionados em sacos de papel, e colocados em uma estufa com circulação forçada de ar quente (65°C) até peso constante, para se efetuar as seguintes medidas:

- 3) Peso da matéria seca do sistema radicular.
- 4) Peso da matéria seca da parte aérea.

ANÁLISE

Cada um dos quatro experimentos foi analisado de forma individual para cada um dos parâmetros estudados. Posteriormente, foram realizadas análises conjuntas entre os experimentos (PIMENTEL GOMES, 1976). Foram estimados os princí

para os parâmetros da regressão de cada uma das populações nos diferentes níveis do alumínio, segundo o método dos quadrados mínimos.

5. RESULTADOS

As tabelas 1, 2, 3 e 4 resumem as análises individuais de variância de cada um dos quatro experimentos conduzidos. Em cada experimento conduzido, e para todos os parâmetros estudados, observa-se um efeito de tratamento significativo. Os valores dos coeficientes de variação obtidos denotam a grande variabilidade dos dados, em especial para os parâmetros de peso da matéria seca do sistema radicular e peso da matéria seca da parte aérea.

A análise conjunta dos quatros experimentos é apresentada na Tabela 5. Observa-se um efeito devido aos níveis de alumínio (experimentos), relativamente maior que o de tratamentos. Para todos os parâmetros houve efeito da interação de populações com os diferentes níveis, significativo a 1%. A rigor, apenas a análise conjunta referente ao comprimento da parte aérea deve ser considerada, uma vez que para os demais parâmetros, houve uma diferença muito grande entre as variâncias residuais das análises individuais.

Nas tabelas 6, 7, 8 e 9 são apresentados os principais parâmetros das regressões lineares obtidas para cada população nos quatro níveis de alumínio. As populações cujos desvios da regressão foram significativos a nível de 1 ou 5%, são apresentados nas tabelas 6A, 7A e 8A com seus respectivos parâmetros da regressão quadrática. Observa-se que no caso do comprimento da raiz (Tabela 6) a maioria das populações respondeu de forma linear e negativamente ao incremento do teor de alumínio. Mesmo assim, observa-se uma dispersão grande dos dados, evidenciada pelos coeficientes de regressão relativamente baixos. Esta dispersão é maior quando consideramos o parâmetro de comprimento da parte aérea (Tabela 7), onde já observamos um número menor de populações com resposta linear. Para o peso da raiz (Tabela 8) observamos que nove das vinte e cinco populações apresentaram desvios da regressão linear significativos. Estas nove populações são apresentadas na Tabela 8A, onde verifica-se que 6 populações responderam de forma quadrática aos diferentes teores de alumínio. Na Tabela 9 observa-se a predominância do efeito linear no peso da parte aérea. Nenhuma das populações estudadas mostrou desvios da regressão linear, significativos. As populações que mais se destacaram, seja de forma positiva ou negativa, são apresentadas em curvas de regressão, nas figuras 1 a 12.

Os valores médios para cada tratamento nos diferentes experimentos são apresentados nas Tabelas 10, 11, 12 e 13. Os contrastes entre as médias pelo Teste Tukey acompanham os valores tabelados.

A relação entre os valores dos tratamentos observados na presença de alumínio e na sua ausência, é apresentado de forma percentual na Tabela 18.

6. DISCUSSÃO

Os efeitos de tratamento (população), mostraram-se significativos ao nível de 1% para todos os experimentos (níveis de Al) conduzidos para o parâmetro de comprimento da raiz. No caso do comprimento da parte aérea mostrou-se um efeito significativo a nível de 5%, no experimento conduzido com 4 ppm. Nos demais experimentos, este efeito foi significativo a nível de 1%. O peso da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea também mostrou efeitos para tratamentos significativos a nível de 1% em todos os experimentos conduzidos. Estes valores denotam a variabilidade entre as diversas populações estudadas. Uma grande variabilidade também é observada dentro de cada população, fato este evidenciado pelos altos valores de coeficientes de variação observados. Deve-se levar em consideração, também, que a unidade experimental utilizada era composta de uma única plântula, fato este que deve concorrer para o aumento do coeficiente de variação. A variabilidade genética das populações para as características estudadas deve ser alta, pois tratam-se de populações naturais que não sofreram pressões de

seleção artificial. Observa-se uma ligeira tendência de diminuição dos coeficientes de variação com o aumento do nível de alumínio. De fato, do nível de 0 ppm até 12 ppm os coeficientes de variação diminuíram de 24,38 a 21,37; 24,50 a 19,76 ; 55,41 a 44,76; e 48,07 a 33,09 para o comprimento da raiz, comprimento da parte aérea, peso seco da raiz e peso da matéria seca da parte aérea, respectivamente. Este fato pode ser atribuído possivelmente ao efeito inibitório do alumínio que, exercendo um papel de fator limitante ao desenvolvimento estaria restringindo a variabilidade das populações em estudo. Mesmo sob este efeito, a variabilidade observada é grande. Em outras culturas mais homogêneas geneticamente, não é raro encontrar variabilidade intrapopulacional para o mesmo tipo de experimentos. LEITE (1978), observou coeficientes de variação intravarietais superiores a 30% quando estudou quatro variedades comerciais de trigo na presença de alumínio em solução nutritiva.

A análise de variância da regressão é comumente empregada para demonstrar a interdependência de dois ou mais fatores. Utilizou-se neste trabalho o estudo da regressão afim de estimar o comportamento das diferentes populações, sob efeito do alumínio. Os principais parâmetros da regressão linear para o parâmetro comprimento da raiz, em função do nível de alumínio se encontram na Tabela 6. Apenas no caso de uma população, a de número 21, não se observa um valor de F devido aos efeitos da regressão linear significativo. As demais 24 populações estudadas, apresentaram um valor de F da regressão li

near significativo ao nível de 1%. Cinco destas populações, as de número 4, 8, 13, 14 e 20 apresentaram desvios da regressão linear também significativos a 5% (populações 14 e 20), ou a 1% (populações 18 e 13) de probabilidade. Para estas populações estimaram-se curvas do segundo grau, cujos principais parâmetros se encontram na Tabela 6A. Observa-se nesta tabela que a variação do comprimento da raiz das populações 8, 14 e 20 foram bem estimadas pela curva de segundo grau calculada. Já as populações 4 e 13 mesmo apresentando um efeito da regressão quadrática significativo a 1%, apresentam desvios desta regressão também significativos, o que nos leva a concluir que as variações do comprimento da raiz destas duas populações não podem ser estimadas pelas reta linear ou curva quadrática calculadas.

As curvas estimadas para as populações 8 e 20 são de forma côncava (apenas o parâmetro c é negativo), enquanto que a da população 14 é convexa (parâmetros b e c negativos). A forma côncava é resultante de comprimentos de raiz no nível de 4 ppm de Al, semelhantes ao do nível de 0 ppm, enquanto que a convexa, resulta de uma redução drástica do comprimento da raiz do nível de 0 ppm do Al ao nível de 4 ppm Al.

Os coeficientes de regressão linear (r^2) para o comprimento de raiz (Tabela 6) mostram que, para esta característica, grande parte da variação do parâmetro pode ser "explicada" pela regressão proposta.

Os coeficientes angulares das retas (b) podem

ser utilizados para diferenciar populações tolerantes ao alumínio. Este parâmetro determina a inclinação da reta mostrando assim a sensibilidade do material às mudanças do teor de alumínio. Para o comprimento da raiz das populações cujas regressões lineares são significativas, este parâmetro variou de $-0,3171$ (pop 9) até $-0,8841$ (pop 5). Usando este critério, são mais sensíveis à elevação do teor de alumínio na solução as populações 2, 5, 10, 12 e 19. Já as populações 7, 8, 9 e 20 se mostram menos sensíveis.

A análise da variância da regressão linear do parâmetro comprimento da parte aérea (Tabela 7) mostra que este parâmetro é mais insensível aos incrementos no teor de Al na solução do que o comprimento da raiz. Das 25 populações estudadas 9 não apresentam efeito significativo devido à regressão. Os coeficientes de regressão também estão mais baixos do que para o comprimento da raiz.

Das 3 populações que apresentaram efeitos de desvios da regressão linear, nenhuma pode ser "explicada" pela regressão quadrática, seja pelos desvios significativos ou mesmo pela regressão não significativa.

Utilizando como parâmetro o coeficiente angular da reta, podemos considerar sensíveis à elevação do teor de alumínio na solução as populações 2, 10 e 14 enquanto que as populações 8, 9, 15, 17, 20 e 25 não foram tão afetadas pelos diferentes teores de Al.

A análise da variância da regressão do peso da raiz das 25 populações nos 4 níveis de Al mostrou tanto efeito

lineares quanto quadráticos (Tabela 8). Apenas 2 populações (11 e 22) não mostraram efeitos de regressão linear significativos. Dez populações mostraram desvios da regressão linear significativos. Estas se encontram na Tabela 8A, onde foram estimados os parâmetros da regressão quadrática. Apenas quatro destes apresentaram ainda desvios da regressão significativos. Os seis restantes (populações 3, 7, 9, 16, 19 e 21) apresentam curvas de regressão de forma côncava e coeficientes de regressão relativamente altos.

Os coeficientes de regressão linear para o peso da raiz são maiores do que para o comprimento da parte aérea. São todavia, baixos, exprimindo a grande dispersão dos dados devido provavelmente, a variabilidade das populações naturais.

Os coeficientes angulares (b) das retas estimadas variaram de - 0,9527 (pop 14) até 2,9215 (pop 2) para as retas com F de regressão significativos e de desvios não significativos. Usando este parâmetro para classificar as populações temos: Populações 2, 4, 13, 16, 17, 24 e 25 como sensíveis e 7, 11 e 14 como menos sensíveis às mudanças de teor de alumínio no meio.

A análise do peso da matéria seca da parte aérea demonstrou efeitos marcadamente lineares (Tabela 9). Apenas para duas populações (21 e 23) não foi significativo o F da regressão linear. Nenhuma das 25 populações mostrou efeitos significativos dos desvios da regressão. Os coeficientes de correlação se situaram na mesma ordem de grandeza dos pesos da raiz.

Os coeficientes angulares (b) das regressões lineares variaram de - 0,6731 (pop 7) até - 3,6058 (pop 2) para as retas significativas. As populações com retas estimadas de maior inclinação (maior b) e portanto maior sensibilidade, para a característica peso da matéria seca da parte aérea foram: Populações 2, 5, 12, 17, 24 e 25 e possuindo uma reta estimada menos inclinada (b menor), portanto menos sensíveis, estão as populações 3, 7, 9, 19 e 20.

Os comprimentos relativos de raízes, (comprimento da raiz na presença de Al/comprimento da raiz na ausência de Al) apresentados na Tabela 14, permitem visualizar bem o efeito do Al no sistema radicular. As populações mais sensíveis, possuem apenas de 30-40% do comprimento da raiz observado no ensaio sem alumínio. Já as populações mais tolerantes chegam a manter, mesmo em 12 ppm de Al, 60-70% do comprimento de raiz observada na ausência de alumínio.

O comprimento relativo da parte aérea (Tabela 15) não se mostrou, de maneira geral, tão afetado pelo alumínio. As populações mais sensíveis, mesmo nos níveis mais elevados de Al (12 ppm), ainda conservaram de 60-70% do comprimento da parte aérea observado na ausência de alumínio. Esta característica, não é sem dúvida, tão precisa como o comprimento relativo de raízes para se avaliar o efeito de Al. Diversos pesquisadores recomendam a utilização do comprimento relativo de raízes como parâmetro avaliativo da tolerância ao alumínio (FOY, 1976; GARCIA, 1979).

O peso seco relativo da raiz (Tabela 16) mostrou

grande sensibilidade à elevação da concentração de alumínio. Alguns cultivares sofreram reduções de até 80% do peso observado na ausência do alumínio. Observa-se apenas uma população com valor maior que 50% para o nível de 12 ppm. Verificou-se, para algumas populações, um aumento deste parâmetro nos níveis mais baixos de alumínio. Em média, as diferentes populações mantiveram 75% do peso potencial (na ausência de Al) até um nível de 8 ppm. Houve uma queda brusca de peso quando aumentou-se a concentração de alumínio para 12 ppm. REID (1971) observou em experimentos com cevada, resultados semelhantes onde algumas variedades apresentaram peso de raiz maior, quando na presença de baixas concentrações de Al. Tal acontecimento decorreu, segundo o pesquisador, do engrossamento das raízes, típico na presença de alumínio, o que concorreu para aumentar o peso do sistema radicular. Em concentrações mais elevadas, o alto efeito inibitório do alumínio anularia o efeito do aumento de peso.

O peso relativo da parte aérea (Tabela 17) situa-se numa faixa de sensibilidade intermediária. Pode-se dizer que é um parâmetro mais eficiente que o do comprimento relativo da parte aérea, para avaliar a tolerância genética ao alumínio e inferior ao peso e comprimento relativo do sistema radicular.

De modo geral, a parte aérea foi menos afetada que o sistema radicular, o que está de acordo com as conclusões de inúmeros pesquisadores (FOY *et alii*, 1969; KERRIDGE *et alii*, 1971; REID *et alii*, 1971; KONZAK *et alii*, 1976).

Este fato pode ser bem observado na Tabela 18. Observa-se aqui uma relação de peso da matéria seca da parte aérea/peso da matéria seca do sistema radicular bem mais estreita nos níveis mais baixos de alumínio e mais ampla no nível de 12 ppm Al, causada pela diminuição mais acentuada do peso da raiz do que o da parte aérea. pode-se argumentar que, enquanto que as raízes são diretamente afetadas, ao nível celular, pela presença do Al (MOORE *et alii*, 1976), os efeitos na parte aérea devem ser resultantes de muitos fatores indiretos como diminuição da absorção de água, assimilação de Ca e P. Em condições de solução nutritiva a maior disponibilidade destes elementos ainda proporcionaria, aos sistemas radiculares afetados, condições de manter uma planta proporcionalmente maior do que o normal.

Os valores médios dos parâmetros estudados, para cada população nos diversos níveis de alumínio, são apresentados nas tabelas, 10, 11, 12 e 13. Verifica-se que, para o parâmetro comprimento da raiz (Tabela 10), houve uma diminuição generalizada do comprimento da raiz, na medida em que a concentração de Al aumentou. As diferenças interpopulacionais são mais perceptíveis a 8 e 12 ppm, embora também existam a 0 e 4 ppm. Os valores médios dos comprimentos da parte aérea (Tabela 11), não mostram tantos contrastes interpopulacionais, quanto os observados para o comprimento da raiz. Para os valores de peso médio de raiz (Tabela 12) observa-se que contrastes interpopulacionais só se evidenciaram de forma mais concreta no nível de 12 ppm. Também para os valores médios de peso da mate

ria seca da parte aérea (Tabela 13), os níveis mais elevados de Al (8 e 12 ppm) permitiram distinguir melhor entre as populações.

7. CONCLUSÕES

A análise dos dados dos experimentos conduzidos permitiu concluir que foi possível detectar diferenças quanto a resposta ao alumínio entre as populações de *Stylosanthes guianensis* estudadas.

Existe uma tendência linear negativa em função da elevação da concentração de alumínio para todas as características estudadas (comprimento de raiz, peso seco das raízes, comprimento e peso da matéria seca da parte aérea), nas populações estudadas.

O caráter comprimento das raízes é o que melhor expressa a resposta diferencial ao alumínio. O caráter comprimento da parte aérea foi o que sofreu menor variação em decorrência da elevação do teor de alumínio. O peso seco das raízes e o peso da matéria seca da parte aérea, também permitiram discriminar as populações mais sensíveis ao alumínio e as mais tolerantes.

Podem ser caracterizadas como sendo mais sensíveis à elevação de alumínio no meio as populações 2 (EMGOPA

136/75), 10 (EPAMIG 669/76), 12 (EPAMIG 366/76) e 24 (SEA 75013).

Das 25 populações de *Stylosanthes guianensis* estudadas as de números 7 (EPAMIG 664/76), 8 (EPAMIG 682/76), 9 (EPAMIG 379/76) e 20 (SEA 68004) se mostraram mais tolerantes ao efeito prejudicial do alumínio em solução nutritiva.

Foram observadas variações intrapopulacionais nas populações estudadas.

DIFFERENTIAL RESPONSE TO ALUMINUM IN POPULATIONS OF *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw.

8. SUMMARY

The differential response to aluminum was evaluated in 25 populations of *Stylosanthes guianensis*, a tropical leguminous forage species of American origin and wide geographical distribution. For such, the 25 populations were submitted to 4 different aluminum concentrations (0, 4, 8 and 12 ppm) in nutrient solution.

The parameters used to evaluate the behavior of the different populations were the length of root, length of aerial portion, dry weight of roots and the dry weight of the aerial portion. The variances of the different characters were analysed and indicated the existence of differences in response of the populations to aluminum in nutrient solution. The length of root is the best parameter to measure the sensibility or tolerance to aluminum. The least influenced character was the aerial portion while the weight of roots and the weight of the aerial portion were considered of medium sensibility to aluminum toxicity.

The regression analysis of the different parameters as functions of the aluminum concentration was used to distinguish the more tolerant populations from the more sensible. The regression's angular coefficients (slope) permitted the identification of populations EMGOPA 136/75 , EPAMIG 669/76, EPAMIG 336/76 and SEA 75013 as sensitive to aluminum and the populations EPAMIG 664/76, EPAMIG 682/76 , EPAMIG 379/76 and SEA 68004 as being the most tolerant amongst the populations studied.

9. LITERATURA CITADA

ADAMS, F. e Z. F. LUND, 1966. Effect of chemical activity of soil solution Al on cotton root penetration of acid subsoils. Soil Science, 101: 193-198.

ARMINGER, W.H., C. D. FOY, A. L. FLEMING e B. E. CALDWELL, 1968. Differential tolerance of soyabean varieties to an acid soil high in exchangeable aluminum. Agronomy Journal, 60: 67-70.

BRAUNER, J. L., 1979. Tolerância de cultivares de trigo (Triticum aestivum L.) ao alumínio e manganês: sua determinação, influência na concentração de nutrientes e absorção de cálcio e fósforo. Piracicaba, ESALQ/USP, 211 p., (Tese de doutoramento).

BURT, R. L., W. T. WILLIAMS e B. GROF, 1978. *Stylosanthes* Structure, adaptation and utilisation. In: R.J. Summerfield (ed) Proceedings of the International Legume Conference,

Kew V1: 553-558.

CAMARGO, C. E. de O. e O. F. de OLIVEIRA, 1981. Tolerância de cultivares de trigo e diferentes níveis de alumínio em solução nutritiva. Bragantia, 40: 21-31.

CAMERON, D. F., 1974. Novel variation from wide crosses in the *Stylosanthes* genus. In: Proceedings of International Grassland Congress, 12, Moscow, USSR, V.2, p. 40-44.

CAMPBELL, L. G. e H. N. LAFEVER, 1976. Correlation of field and nutrient culture techniques of screening wheat for aluminum tolerance. In: M. J. Wright (ed) Proceedings of Workshop on Plant Adaptation to Mineral Stress in Problem Soils. Beltsville, Md, Nov 22-23, p. 277-286.

DUNCAN, R. D., R. B. CLARK e P. D. FURLANI, 1983. Laboratory and field evaluations of sorghum for response to aluminum and acid soils. Agronomy Journal, 75: 1023-1026.

EMBRAPA, 1976. Relatório Técnico Anual, Planaltina, 150 p.

FAGERIA, N. K. e M. P. BARBOSA F?, 1983. Upland rice varietal reactions to aluminum toxicity in an oxisol in central Brazil. International Rice Research Newsletter, 8: 18-19.

- FAGERIA, N. K. e J. R. P. CARVALHO, 1982. Influence of aluminum solutions on chemical composition in upland rice cultivars. Plant and Soil, 69: 31-44.
- FAHL, J. L., R. HIROCE, M. L. C. CARELLI e J. L. de CASTRO, 1980. Efeitos do alumínio na nutrição, desenvolvimento e produção de cultivares de batatinha. (*Solanum tuberosum* L.). Revista Brasileira de Ciência do Solo, 4: 22-26.
- FAHL, J. L., M. L. C. CARELLI, R. DEUBER, S. dos S. NOGUEIRA, 1981. Respostas de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) ao alumínio em solução nutritiva. Revista de Agricultura. 57: 257-266.
- FLEMING A. L. e C. D. FOY, 1968. Root structure reflects differential tolerance in wheat varieties. Agronomy Journal, 60: 172-176.
- FOY, C. D., 1974. Effects of aluminum on plant growth. In: E. W. Carson (ed) The Plant Root and its Enviroment, p. 601-642, Univ Press of Va..
- FOY, C. D., 1976. General principles involved in screening plants for aluminum and manganese tolerance. In: M. J. Wright (ed) Proceedings of Workshop on Plant Adaptation to Mineral Stress in Problem Soils. Beltsville, Md, Nov 22-23, p. 255-269.

FOY, C. D., W. A. ARMINGER, L. W. BRIGGIE e D. A. REID, 1965.
Differential aluminum tolerance of wheat and barley
varieties to acid soils. Agronomy Journal, 57: 413-417.

FOY, C. D., A. L. FLEMING e W. H. ARMINGER, 1969. Aluminum
tolerance of soyabean varieties in relation to calcium
nutrition. Agronomy Journal, 61: 505-511.

FOY, C. D., A. L. FLEMING, G. R. BURNS e W. H. ARMINGER, 1967.
Characterization of differential aluminum tolerance among
varieties of wheat and barley. Soil Science Soc. Am. Proc.
31: 513-521.

FOY, C. D., J. E. JONES e H. W. WEBB, 1980. Adaptation of
cotton genotypes to an acid aluminum toxic soil. Agronomy
Journal, 72: 833-839.

FOY, C. D., H. N. LAFEVER, J. W. SCHWARTZ e A. L. FLEMING, 1974.
Aluminum tolerance of wheat cultivars related to the region
of origin. Agronomy Journal, 66: 751-758.

FURLANI, P. R. e R. B. CLARK, 1981. Screening sorghum for
aluminum tolerance in nutrient solutions. Agronomy Journal,
73: 587-594.

GARCIA, JR. O., 1979. Avaliação e análise genética da respos

ta de milho ao alumínio. Campinas, UNICAMP 53 p. (Dissertação de Mestrado).

GROF, B., W. A. T. HARDING e R. F. WOOLCOCK, 1970. Effects of cutting on three ecotypes of *Stylosanthes guianensis*. In: International Grassland Congress, II Queensland, Austrália, p. 226-230.

HERNANI, L. C., 1980. Metodologia de seleção de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) tolerantes ao alumínio em solução nutritiva. Piracicaba, ESALQ/USP, 68 p. (Dissertação de Mestrado).

HUTTON, E. M., 1970. Tropical Pasture. Advances in Agronomy, New York, 22: 1-73.

HIMOWITZ, T., 1971. Collection and evaluation of tropical Brazilian forage legumes. Tropical Agriculture, London, 48 (4): 309-315.

KERRIDGE, P. C., M. D. DAWSON e D. P. MOORE, 1971. Separation of degrees of aluminum tolerance in wheat. Agronomy Journal, 63: 586-591.

KOCHHANN, R. A., 1979. Differential tolerance of soyabeans and wheat genotypes to aluminum and manganese toxicities.

Dissertation Abstracts International B, 40 (6) in Plant Breeding Abstracts, 51 Abs Nº 10251.

KONZAK, C. F., E. POLLE e J. A. KITTRICK, 1976. Screening several crops for aluminum tolerance. In: M. J. Wright (ed) Proceedings of Workshop on Plant Adaptation to Mineral Stress in Problem Soils, Beltsville, Md, p. 311-326.

LEE, E. H., C. D. FOY, C. GIFFORD e A. L. FLEMING, 1983. Aluminum tolerances of two snapbean genotypes related to organic acid content evaluated by HPLC. Plant Physiology, 72: 153.

LEITE, J. C., 1978. Utilização de solução nutritiva para a seleção de variedades de trigo tolerantes ao alumínio. Piracicaba, ESALQ/USP, 68 p. (Dissertação de Mestrado).

MACLEOD, L. B. e L. P. JACKSON, 1967. Aluminum tolerance of two barley varieties in nutrient solution, peat and soil culture. Agronomy Journal, 59: 359-363.

MARTINS, P. S. e N. A. VELLO, 1978. Comportamento e variabilidade de caracteres agronômicos em populações de *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. (Leguminosas). Relatório Científico, IGEN/ESALQ/USP, (12): 92-104.

- MESDAG, J. e L. A. J. SLOOTMAKER, 1969. Classifying wheat varieties for tolerance to high soil acidity. Euphytica, 18: 36-42.
- MOORE, D. P., W. E. KRONSTAD e R. J. METZGER, 1976. Screening wheat for aluminum tolerance. In: M. J. Wright (ed) Proceedings of Workshop on Plant Adaptation to Mineral Stress in Problem Soils. Beltsville, Md., p. 311-326.
- MUNNS, D. N., J. S. HOHENBERG, T. L. RIGHETTI e D. J. LAUTER, 1981. Soil acidity tolerance of symbiotic and nitrogen fertilized soybeans. Agronomy Journal, 73: 407-410.
- NASPOLINI F?, V., A. F. C. BAHIA F?, R. F. VIANNA, E. E. G. GAMA, L. A. VASCONCELOS e R. MAGNAVACA, 1981. Comportamento de linhagens e de híbridos simples de milho (*Zea mays* L.) em solos sob vegetação de cerrado. Ciência e Cultura, 33: 722-727.
- NELSON, L. E., 1983. Tolerance of 20 rice cultivares to excess Al and Mn. Agronomy Journal, 75: 134-138.
- NOGUEIRA, F. D., 1979. Efeitos do alumínio no sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench). Piracicaba, ESALQ/USP, 120 p. (Dissertação de Mestrado).

OLIVEIRA, L. E. M., 1979. Crescimento e comportamento nutricional de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* crants) submetidas a níveis de alumínio. Viçosa, Universidade Federal, 50 p. (Dissertação de Mestrado).

PIMENTEL GOMES, F., 1976. Curso de Estatística Experimental , 6ª Edição. Livraria Nobel, São Paulo, 430 p.

REID, D. A., F. D. Jones, W. H. ARMINGER, C. D. FOY, E. J. KOCH e T. M. STARLING, 1969. Differential aluminum tolerance of winter barley varieties and selections in associated greenhouse and field experiments. Agronomy Journal, 61: 218-222.

REID, D. A., A. L. FLEMING e C. D. FOY, 1971. A method for determining aluminum response of barley in nutrient solution in comparison to response in Al toxic soil. Agronomy Journal, 63: 600-603.

REID, D. A., 1976. Screening barley for aluminum tolerance. In: M. J. Wright (ed) Plant Adaptation to Mineral Stress in Problem Soils. Beltsville, Md., p. 267-269.

SANCHEZ, P. A. e J. G. SALINAS, 1981. Low input technology for managing oxisols and ultisols in tropical America. Advances in Agronomy, 34: 279-406.

- SANTHIRASEGARAM, K., 1975. Potencial to increase beef production in tropical America. CIAT séries CE, 10: 45-57.
- SILVA, A. R., 1976. Melhoramento genético para resistência à toxidez de alumínio e manganês no Brasil: antecedentes, necessidades e possibilidades. Tópicos para discussão e pesquisas. Ciências e Cultura, 28 (2): 147-149.
- SMITH, R. H., S. BHASKARAN e K. SCHERTZ, 1983. In vitro selection for aluminum tolerant sorghum plants. Plant Physiology, 72: 142.
- SOARES, A. R., 1980. Ecologia de populações de *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. Piracicaba, ESALQ/USP. (Tese de Doutoramento).
- WHYTE, R. O., 1968. Las leguminosas em La Agricultura, FAO/ONU, Yugoslavia, 395 p.

10. TABELAS E FIGURAS

Tabela 1 - Análises individuais de variância para o comprimento da raiz em cm, nos quatro experimentos conduzidos (0, 4, 8 e 12 ppm de Al).

Fonte de Variação	G.L.	Experimentos (níveis de Al)			
		0 ppm QM	4 ppm QM	8 ppm QM	12 ppm QM
Tratamentos	24	50,757**	35,048**	18,348**	9,012**
Resíduo	175	11,96	6,282	3,300	2,265
CV		24,38	21,51	19,10	21,37
Média		14,19	11,65	9,51	7,04

Tabela 2 - Análises individuais de variância para o comprimento da parte aérea, em cm, nos quatro experimentos conduzidos (0, 4, 8 e 12 ppm de Al).

Fonte de Variação	G.L.	Experimentos (níveis de Al)			
		0 ppm QM	4 ppm QM	8 ppm QM	12 ppm QM
Tratamentos	24	11,004**	5,238*	8,968**	2,768**
Resíduo	175	3,565	2,828	1,958	1,252
CV		24,50	24,83	21,00	19,76
Médias		7,71	6,90	6,66	5,66

Tabela 3 - Análises individuais de variância para o peso da matéria seca do sistema radicular, em cm, nos quatro experimentos conduzidos (0, 4, 8 e 12 ppm de Al).

Fonte de Variação	Experimentos (níveis de Al)			
	0 ppm QM	4 ppm QM	8 ppm QM	12 ppm QM
Tratamentos	599,0727**	309,7187**	191,6302**	113,8960**
Resíduos	185,5357	126,2406	64,0353	12,9095
CV	55,41	50,63	43,39	44,76
Média	24,5824	22,1932	18,4395	8,0264

Tabela 4 - Análises individuais de variância para o peso da matéria seca da parte aérea, em cm, nos quatro experimentos conduzidos (0, 4, 8 e 12 ppm de Al).

Fonte de Variação	Experimentos (níveis de Al)			
	0 ppm QM	4 ppm QM	8 ppm QM	12 ppm QM
Tratamentos	1226,4348**	1010,3384**	632,2681**	150,3079**
Resíduos	326,6870	242,3271	167,9692	31,9561
CV	48,07	44,29	48,74	33,09
Média	37,60	35,15	26,58	17,08

Tabela 5 - Análises conjuntas de variância para os parâmetros estudados quatro experimentos realizados.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados médios			
		comprimento		peso seco	
		Raiz	Aérea	Raiz	Aérea
Níveis de AL	3	185,5978 ns	141,6868 **	10679,7330*	17303,8217*
Populações	24	62,1380 ns	17,0412 ns	825,4026 ns	2350,5374 ns
Interação	72	171,6859 **	15,4444 **	1019,5241**	1664,5067**
Resíduo médio	748	5,9517	2,4008	97,1803	192,2349

Tabela 6 - Principais parâmetros das regressões lineares do comprimento de raiz de 25 populações de *Stylosanthes guianensis* em quatro diferentes concentrações de Al (0, 4, 8 e 12 ppm), em solução nutritiva.

Tratamento (populações)	Parâmetros					
	a	b	r ²	F		
				regressão	desvios da regressão	
1	13,88	- 0,5025	0,433	22,918**	0,5272	ns
2	17,73	- 0,8816	0,729	80,71 **	2,636	ns
3	13,34	- 0,6141	0,566	39,18 **	0,107	ns
4	15,01	- 0,6075	0,564	38,80 **	3,800	**
5	16,78	- 0,8841	0,761	95,58 **	1,979	ns
6	14,46	- 0,5750	0,408	20,63 **	1,275	ns
7	11,96	- 0,4059	0,475	27,19 **	0,438	ns
8	12,87	- 0,3787	0,476	27,25 **	7,591	**
9	9,54	- 0,3171	0,512	31,41 **	2,050	ns
10	14,55	- 0,8591	0,618	48,59 **	2,025	ns
11	16,83	- 0,6144	0,505	30,601**	0,562	ns
12	16,06	- 0,7503	0,738	84,66 **	0,845	ns
13	19,80	- 1,0978	0,654	56,56 **	6,634	**
14	14,70	- 0,6769	0,707	72,27 **	3,883	*
15	13,42	- 0,5141	0,431	22,75 **	2,039	ns
16	14,62	- 0,5400	0,566	38,156**	3,144	ns
17	14,32	- 0,4984	0,469	26,488**	1,254	ns
18	13,58	- 0,5622	0,550	36,717**	0,4848	ns
19	15,77	- 0,8800	0,664	59,280**	0,955	ns
20	10,74	- 0,4100	0,358	16,721**	4,930	*
21	10,42	- 0,1825	0,113	3,805 ns	0,689	ns
22	13,94	- 0,4319	0,403	20,277**	1,206	ns
23	11,07	- 0,4887	0,464	25,922**	3,033	ns
24	14,48	- 0,5619	0,636	52,451**	1,861	ns
25	13,47	- 0,5009	0,401	20,056**	0,403	ns

Tabela 6.A - Principais parâmetros da regressão quadrática do comprimento de raiz para as populações cujos desvios da regressão linear foram significativos.

Tratamento (populações)	Parâmetros					F	
	a	b	c	r ²		regressão	desvios
4	15,64	- 1,0809	0,3950	0,594		21,249**	5,115 *
8	11,82	0,4088	- 0,0656	0,659		28,010**	0,109 ns
13	19,13	- 0,5986	- 0,0416	0,666		28,89 **	11,835 *
14	15,60	- 1,3566	- 0,0566	0,770		48,54 **	0,042 ns
20	9,65	0,4056	- 0,0680	0,484		13,58 **	2,438 ns

Tabela 7 - Principais parâmetros das regressões lineares do comprimento da parte aérea de 25 populações de *Stylosanthes guianensis* em quatro diferentes concentrações de Al (0, 4, 8 e 12 ppm) em solução nutritiva.

Tratamento (populações)	Parâmetros					
	a	b	r ²	F		
				regressão	desvios de regressão	
1	8,30	- 0,2109	0,237	9,308 **	2,4179	ns
2	9,22	- 0,3169	0,583	41,868 **	0,9277	ns
3	6,99	- 0,1225	0,084	2,763 ns	1,5589	ns
4	8,68	- 0,2294	0,278	11,536 **	0,30722	ns
5	8,28	- 0,1959	0,328	14,632 **	4,744	*
6	7,91	- 0,2072	0,121	4,143 *	1,4513	ns
7	5,99	- 0,0644	0,053	1,677 ns	0,41638	ns
8	6,62	- 0,1319	0,207	7,813 **	0,14597	ns
9	7,20	- 0,1500	0,223	8,616 **	4,067	*
10	7,53	- 0,2684	0,285	11,974 **	0,51480	ns
11	7,99	- 0,0966	0,092	3,038 ns	1,2080	ns
12	9,16	- 0,1916	0,253	10,185 **	2,0679	ns
13	7,65	- 0,2425	0,388	19,026 **	3,3756	*
14	8,50	- 0,2944	0,293	12,426 **	2,8910	ns
15	8,22	- 0,1747	0,179	6,526 *	1,3491	*
16	7,96	- 0,0787	0,047	1,474 ns	3,4807	ns
17	7,42	- 0,1647	0,321	14,210 **	1,6317	ns
18	6,52	- 0,0741	0,058	1,837 ns	0,2689	ns
19	6,08	- 0,0003	0,000	0,000 ns	1,3829	ns
20	7,37	- 0,1859	0,239	9,438 **	0,1772	ns
21	6,30	- 0,0137	0,004	0,134 ns	1,2542	ns
22	9,68	- 0,2419	0,459	25,449 **	0,1881	ns
23	6,49	- 0,0475	0,034	1,057 ns	1,3610	ns
24	7,04	- 0,0991	0,093	3,085 ns	0,1425	ns
25	9,02	- 0,1753	0,159	5,685 *	0,4811	ns

Tabela 7.A - Principais parâmetros da regressão quadrática do comprimento da parte aérea para as populações cujos desvios da regressão linear foram significativos.

Tratamento (populações)	Parâmetros					
	a	b	c	r ²	F	
					regressão	desvios
5	7,83	0,1392	- 0,0279	0,413	10,206 **	4,7329 **
9	7,35	- 0,2672	0,1805	0,235	4,460 **	7,5716 **
12	7,600	- 0,2050	- 0,0031	0,389	9,228 **	6,7044 *
16	7,37	0,3619	- 0,367	0,177	3,122 ns	2,1815 ns

Tabela 8 - Principais parâmetros das regressões lineares do peso da raiz de 25 populações de *Stylosanthes guianensis* em quatro níveis de Al (0, 4, 8 e 12 ppm).

Tratamento (populações)	Parâmetros						
	a	b	r ²	F			
				regressão		desvios de regressão	
1	32,37	- 1,4342	0,2510	10,0600	**	2,2769	ns
2	45,16	- 2,9215	0,569	39,6250	**	0,2658	ns
3	17,55	- 0,6966	0,211	8,022	**	4,8982	*
4	30,29	- 1,6817	0,307	13,300	**	0,4960	ns
5	23,03	- 1,3450	0,487	28,475	**	1,7305	ns
6	30,05	- 1,6832	0,366	17,310	**	0,7772	ns
7	16,72	- 0,7720	0,378	18,197	**	5,54310	**
8	24,83	- 1,3260	0,574	40,44	**	2,6306	ns
9	18,23	- 0,9001	0,429	22,55	**	14,8486	**
10	24,02	- 1,3940	0,229	8,886	**	6,080	**
11	29,52	- 0,7097	0,053	1,670	ns	0,3955	ns
12	20,34	- 1,2132	0,574	40,471	**	3,5535	*
13	37,49	- 2,0619	0,431	22,694	**	2,4298	ns
14	19,80	- 0,9527	0,488	28,643	**	2,5573	ns
15	31,55	- 1,5729	0,128	4,412	*	1,3780	ns
16	25,11	- 0,9085	0,193	7,152	*	3,7141	*
17	32,16	- 1,6192	0,347	15,972	**	3,2284	ns
18	29,25	- 1,7996	0,222	8,540	**	0,0094	ns
19	16,88	- 0,8118	0,466	26,157	**	19,833	**
20	18,96	- 1,1478	0,69	66,69	**	5,760	**
21	16,04	- 0,6042	0,234	9,162	**	9,4118	**
22	35,53	- 1,8424	0,251	10,039	**	0,4208	ns
23	17,49	- 0,5143	0,075	2,424	ns	6,7869	**
24	28,97	- 1,6008	0,528	33,600	**	0,5983	ns
25	36,33	- 1,756	0,264	10,736	**	0,4835	ns

Tabela 8.A - Principais parâmetros da regressão quadrática do peso da raiz para as populações cujos desvios da regressão linear foram significativos.

Tratamento (populações)	Parâmetros					
	a	b	c	r ²	F	
					regressão	desvios
3	14,4841	1,6035	- 0,1917	0,415	10,305 **	0,0021 ns
7	14,44	0,9350	- 0,1422	0,542	17,135 **	0,7836 ns
9	15,41	1,5212	- 0,2018	0,705	34,70 **	1,7891 ns
10	19,04	2,3363	- 0,3109	0,374	8,662 **	4,5881 *
12	36,20	- 1,0897	- 0,0810	0,439	11,355 **	4,3684 *
16	21,52	1,7894	- 0,2248	0,343	7,584 **	0,8078 ns
19	13,93	1,4065	- 0,1849	0,775	49,92 **	0,509 ns
20	17,511	- 0,0584	- 0,0908	0,745	42,355 **	4,4864 *
21	13,180	1,5426	- 0,1789	0,496	14,287 **	2,7777 ns
23	13,87	2,2026	- 0,2264	0,260	5,100 *	5,240 *

Tabela 9 - Principais parâmetros das regressões lineares do peso da parte aérea de 25 populações de *Stylosanthes guianensis* em quatro níveis de Al (0, 4, 8 e 12 ppm).

Tratamento (populações)	Parâmetros					
	a	b	r ²	F		
				regressão	desvios de regressão	
1	47,40	- 1,8714	0,435	6,985 *	3,2724	ns
2	63,83	- 3,6058	0,479	27,598 **	0,9582	ns
3	31,12	- 1,1849	0,200	7,708 **	0,54996	ns
4	46,66	- 1,9455	0,181	6,618 *	0,4293	ns
5	46,48	- 2,4942	0,420	21,745 *	0,7689	ns
6	40,54	- 1,5656	0,156	5,545 *	1,1479	ns
7	20,15	- 0,6731	0,242	9,577 **	0,3052	ns
8	32,56	- 1,4821	0,490	28,877 **	0,4351	ns
9	25,05	- 0,9378	0,218	8,341 **	1,3783	ns
10	36,03	- 1,8687	0,279	11,584 **	2,3658	ns
11	46,13	- 1,8797	0,205	7,718 **	0,62928	ns
12	58,09	- 2,7539	0,308	13,376 **	0,6043	ns
13	28,77	- 1,6352	0,486	28,401 **	2,1046	ns
14	39,56	- 1,8034	0,369	17,515 **	0,0862	ns
15	39,62	- 1,3388	0,121	4,116 *	0,3903	ns
16	47,52	- 1,6446	0,181	6,635 *	0,7697	ns
17	58,37	- 3,535	0,668	60,412 **	0,5121	ns
18	39,90	- 2,1294	0,209	7,945 **	0,1386	ns
19	22,44	- 0,7354	0,238	9,350 **	0,9703	ns
20	21,21	- 1,1154	0,450	24,531 **	0,9220	ns
21	21,27	- 0,3801	0,051	1,627 ns	0,2158	ns
22	48,68	- 2,0152	0,351	16,210 **	1,4697	ns
23	25,22	- 0,4685	0,049	1,537 ns	1,2882	ns
24	43,48	- 2,2139	0,433	22,878 **	0,1218	ns
25	58,42	- 2,5988	0,233	9,128 **	0,3634	ns

Tabela 10 - Valores médios em cm do comprimento máximo da raiz de 25 populações de *Stylosanthes guianensis* em quatro diferentes concentrações de Al (0, 4, 8 e 12 ppm) em solução nutritiva.

Tratamento (populações)	Experimentos (níveis de Al)							
	0 ppm		4 ppm		8 ppm		12 ppm	
1	13,45	abcd	12,35	bcd	9,54	abcdef	7,80	abcd
2	18,78	a	12,75	bc	10,45	abcd	7,79	abcd
3	13,38	abcd	11,00	bcde	8,08	cdef	6,16	bcde
4	16,05	abc	10,74	bcde	10,74	abc	7,98	abcd
5	17,58	ab	11,95	bcd	9,89	abcde	6,48	abcde
6	14,11	abcd	13,31	bc	8,61	bcdef	8,01	abc
7	11,61	bcd	10,74	bcde	8,98	bcdef	6,79	abcde
8	11,86	bcd	12,29	bcd	10,01	abc	7,24	abcde
9	9,38	d	8,59	de	6,89	ef	5,71	cde
10	15,60	abc	10,11	cde	6,54	f	5,34	de
11	16,38	abc	14,73	ab	12,61	a	8,89	a
12	16,34	abc	12,35	bcd	10,61	abcd	6,91	abcde
13	18,28	a	18,64	a	9,11	bcdef	6,81	abcde
14	15,58	abc	11,18	bcde	8,28	cdef	7,51	abcde
15	13,11	abcd	11,65	bcde	9,25	abcdef	6,93	abcde
16	13,94	abcd	12,84	bc	11,60	ab	7,15	abcde
17	15,06	abcd	11,30	bcde	10,15	abcd	8,80	ab
18	14,00	abcd	10,91	bcde	8,68	bcdef	7,25	abcde
19	16,54	abc	11,29	bcde	8,34	cdef	5,79	cde
20	9,38	d	11,03	bcde	7,71	def	5,01	e
21	10,60	cd	9,20	cde	9,78	abcde	7,98	abcd
22	13,61	abcd	12,19	bcd	11,56	ab	8,06	abc
23	11,83	bcd	7,53	e	8,08	cdef	5,13	e
24	14,58	abcd	11,59	bcde	11,01	abc	7,27	abcde
25	13,78	abcd	10,74	bcde	9,93	abcde	7,29	abcde

As médias dentro do mesmo experimento, seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 10% de probabilidade.

Tabela 11 - Valores médios (cm) do comprimento da parte aérea de 25 populações de *Stylosanthes guianenses* em quatro diferentes concentrações de Al (0, 4, 8 e 12 ppm) em solução nutritiva.

Tratamento (populações)	Experimentos (níveis de Al)							
	0 ppm		4 ppm*		8 ppm		12 ppm	
1	8,73	abc	6,48	ab	7,38	abcd	5,63	ab
2	9,14	ab	8,01	ab	6,81	abcde	5,31	ab
3	7,38	abc	5,66	ab	6,69	abcde	6,36	ab
4	8,69	abc	7,58	ab	7,25	abcde	5,74	ab
5	8,04	abc	7,35	ab	7,76	abc	5,29	ab
6	8,71	abc	6,21	ab	5,61	bcde	6,15	ab
7	6,21	bc	5,51	b	5,30	cde	5,43	ab
8	6,53	abc	6,16	ab	5,73	bcde	4,91	ab
9	7,61	abc	5,68	ab	6,61	abcde	5,30	ab
10	7,55	abc	6,71	ab	4,79	e	4,61	b
11	7,91	abc	7,41	ab	7,86	ab	6,48	ab
12	9,30	ab	7,80	ab	8,43	a	6,53	ab
13	7,38	abc	7,54	ab	4,96	de	4,96	ab
14	9,34	ab	5,91	ab	6,48	abcde	5,23	ab
15	8,15	abc	7,21	ab	7,65	abc	5,68	ab
16	7,55	abc	7,70	ab	8,45	a	6,25	ab
17	7,04	abc	7,26	ab	6,23	abcde	5,19	ab
18	6,43	abc	6,49	ab	5,70	bcde	5,70	ab
19	5,55	c	6,80	ab	6,23	abcde	5,74	ab
20	7,18	abc	6,88	ab	5,93	bcde	5,03	ab
21	6,13	bc	6,66	ab	5,93	bcde	6,19	ab
22	9,68	a	8,60	a	7,96	ab	6,66	a
23	6,19	bc	6,55	ab	6,53	abcde	5,56	ab
24	7,11	abc	6,45	ab	6,43	abcde	5,80	ab
25	9,25	ab	7,81	ab	7,96	ab	6,86	a

As médias dentro do mesmo experimento, seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 10% de probabilidade.

Tabela 12 - Valores médios (g) do peso da raiz de 25 populações de *Stylosanthes guianensis* em quatro diferentes concentrações de Al (0, 4, 8 e 12 ppm) em solução nutritiva.

Tratamento (populações)	Experimentos (níveis de Al)							
	0 ppm		4 ppm		8 ppm		12 ppm	
1	27,91	abc	31,97	ab	23,60	ab	11,57	bc
2	44,92	a	35,05	a	19,36	ab	11,20	bcd
3	14,46	bc	17,89	ab	14,98	ab	6,14	bcdefg
4	28,83	abc	25,31	ab	19,25	ab	7,93	bcdefg
5	21,52	abc	18,42	ab	15,25	ab	4,64	efg
6	28,10	abc	27,07	ab	14,93	ab	9,71	bcdefg
7	14,72	bc	15,06	b	13,66	ab	4,89	defg
8	23,38	abc	20,19	ab	17,22	ab	6,69	bcdefg
9	15,04	bc	19,36	ab	13,56	ab	4,97	defg
10	17,31	bc	28,61	ab	12,64	b	4,05	fg
11	31,10	abc	23,18	ab	26,09	ab	20,67	a
12	87,92	ab	25,35	ab	27,48	a	9,72	bcdef
13	19,32	bc	15,32	ab	14,05	ab	3,56	fg
14	19,55	bc	15,21	b	14,48	ab	7,09	bcdefg
15	25,64	abc	33,96	ab	19,31	ab	9,55	bcdefg
16	22,08	abc	23,39	ab	23,13	ab	10,05	bcdef
17	32,39	abc	21,88	ab	26,14	ab	9,38	bcdefg
18	29,52	abc	21,94	ab	14,27	ab	8,09	bcdefg
19	14,08	bc	16,44	ab	13,80	ab	4,04	fg
20	18,03	bc	14,27	b	12,79	b	3,22	g
21	13,71	c	14,89	b	15,67	ab	5,39	cdefg
22	34,51	abc	27,67	ab	24,80	ab	10,90	bcde
23	15,16	bc	15,21	b	20,86	ab	6,42	bcdefg
24	29,27	abc	21,08	ab	18,26	ab	8,86	bcdefg
25	36,58	abc	26,39	ab	25,40	ab	9,91	b

As médias dentro do mesmo experimento, seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 10% de probabilidade.

Tabela 13 - Valores médios (g) do peso da parte aérea de 25 populações de *Stylosanthes guianensis* em quatro diferentes concentrações de Al (0, 4, 8 e 12 ppm) em solução nutritiva.

Tratamento (populações)	Experimentos (níveis de Al)							
	0 ppm		4 ppm		8 ppm		12 ppm	
1	39,20	abcd	50,15	ab	36,63	abc	18,75	abcd
2	60,53	a	56,24	a	31,20	abcd	20,80	abc
3	29,05	abcd	29,75	abc	21,15	abcd	16,12	abcde
4	43,17	abcd	43,44	abc	32,49	abcd	20,88	abc
5	43,72	abcd	38,87	abc	30,08	abcd	13,39	bcd
6	36,29	abcd	41,78	abc	25,79	abcd	20,74	abc
7	19,37	d	18,75	c	14,50	cd	11,81	cd
8	31,37	abcd	28,59	bc	20,40	abcd	14,34	abcde
9	26,62	cd	25,25	bc	16,97	bcd	12,87	bcd
10	30,81	abcd	37,03	abc	19,78	abcd	11,64	cd
11	43,99	abcd	39,51	abc	36,69	abc	20,67	abc
12	54,47	abc	50,46	ab	40,17	a	21,19	abc
13	26,82	bcd	26,51	bc	12,99	d	9,52	d
14	39,20	abcd	32,21	abc	26,49	abcd	17,06	abcde
15	39,50	abcd	32,26	abc	33,30	abcd	21,30	abc
16	44,18	abcd	43,87	abc	38,51	ab	24,04	a
17	60,60	a	40,85	abc	30,21	abcd	17,01	abcde
18	41,76	abcd	29,47	abc	21,12	abcd	16,15	abcde
19	20,99	d	20,80	c	18,20	abcd	12,00	bcd
20	21,85	d	19,33	c	11,24	d	9,67	d
21	22,25	d	18,54	c	17,73	abcd	17,54	abcde
22	45,74	abcd	45,95	abc	36,76	abc	21,94	ab
23	24,49	bcd	22,19	c	25,96	abcd	16,98	abcde
24	43,19	abcd	34,84	abc	26,20	abcd	16,55	abcde
25	54,87	ab	52,11	ab	40,16	a	24,20	a

As médias dentro do mesmo experimento, seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 10% de probabilidade.

Tabela 14 - Comprimento relativo de raiz (Al/sem Al) de 25 populações de *Stylosanthes guianensis* em quatro diferentes níveis de Al em solução nutritiva.

Tratamento (populações)	Experimentos (níveis de Al)			
	0 ppm	4 ppm	8 ppm	12 ppm
1	100,0	94,3	70,9	58,0
2	100,0	67,9	55,7	41,5
3	100,0	82,2	60,4	46,1
4	100,0	66,9	66,9	49,5
5	100,0	68,0	56,3	36,8
6	100,0	94,3	61,0	56,8
7	100,0	92,5	77,3	58,4
8	100,0	103,6	92,8	61,0
9	100,0	91,6	73,5	60,9
10	100,0	64,8	41,9	34,2
11	100,0	89,9	77,0	54,3
12	100,0	75,6	65,0	42,3
13	100,0	102,0	49,9	37,3
14	100,0	71,7	53,2	48,2
15	100,0	88,8	73,6	52,8
16	100,0	92,1	83,2	51,3
17	100,0	75,0	67,4	58,4
18	100,0	77,9	62,0	51,8
19	100,0	68,3	50,4	35,0
20	100,0	117,6	82,3	53,5
21	100,0	86,8	92,2	75,2
22	100,0	89,5	84,9	59,2
23	100,0	63,6	68,3	43,3
24	100,0	79,5	75,6	49,9
25	100,0	77,9	72,1	52,9

Tabela 15 - Comprimento relativo da parte aérea (Al/sem Al) de 25 populações de *Stylosanthes guianensis* em quatro diferentes níveis de Al em solução nutritiva.

Tratamento (populações)	Experimentos (níveis de Al)			
	0 ppm	4 ppm	8 ppm	12 ppm
1	100,0	74,2	84,1	64,5
2	100,0	87,7	74,6	58,1
3	100,0	77,2	91,1	73,1
4	100,0	87,2	83,5	66,0
5	100,0	91,4	96,6	65,8
6	100,0	71,3	64,4	70,6
7	100,0	88,7	85,3	87,3
8	100,0	94,4	87,7	75,3
9	100,0	74,5	86,9	69,6
10	100,0	88,9	63,4	61,1
11	100,0	93,7	99,4	81,8
12	100,0	83,9	90,6	70,3
13	100,0	102,0	67,6	67,6
14	100,0	63,3	69,3	56,0
15	100,0	88,5	93,9	69,6
16	100,0	102,0	11,9	82,8
17	100,0	103,3	88,5	73,7
18	100,0	101,0	88,7	88,7
19	100,0	122,5	112,9	103,4
20	100,0	95,7	82,4	69,9
21	100,0	108,8	96,7	101,0
22	100,0	88,9	82,3	68,9
23	100,0	105,9	105,5	89,9
24	100,0	90,7	90,3	81,5
25	100,0	84,5	86,1	74,2

Tabela 16 - Peso relativo de raiz (Al/sem Al) de 25 populações de *Stylosanthes guianensis* em quatro diferentes níveis de Al em solução nutritiva.

Tratamento (populações)	Experimentos (níveis de Al)			
	0 ppm	4 ppm	8 ppm	12 ppm
1	100,0	114,6	84,6	41,5
2	100,0	78,0	43,1	24,9
3	100,0	123,7	103,6	42,5
4	100,0	89,3	67,9	28,0
5	100,0	85,6	70,8	21,6
6	100,0	96,3	58,1	34,5
7	100,0	102,3	92,8	33,3
8	100,0	86,3	73,7	28,6
9	100,0	128,7	90,2	33,0
10	100,0	165,3	73,0	23,4
11	100,0	74,5	63,9	66,5
12	100,0	66,9	72,5	25,6
13	100,0	79,3	72,5	18,5
14	100,0	77,8	74,1	36,3
15	100,0	132,5	75,3	37,3
16	100,0	105,9	104,8	45,5
17	100,0	67,6	80,7	29,0
18	100,0	74,3	48,3	27,4
19	100,0	114,7	98,0	28,7
20	100,0	79,1	70,9	17,9
21	100,0	108,6	114,3	39,3
22	100,0	80,2	71,9	31,6
23	100,0	100,3	137,6	42,3
24	100,0	72,0	62,4	30,3
25	100,0	72,0	69,4	32,5

Tabela 17 - Peso relativo da parte aérea (Al/sem Al) de 25 populações de *Stylosanthes guianensis* em quatro diferentes níveis de Al em solução nutritiva.

Tratamento (populações)	Experimentos (níveis de Al)			
	0 ppm	4 ppm	8 ppm	12 ppm
1	100,0	127,9	93,4	47,8
2	100,0	92,9	51,5	34,4
3	100,0	102,4	72,8	55,5
4	100,0	100,6	75,3	48,4
5	100,0	88,9	68,8	30,6
6	100,0	114,1	71,1	57,2
7	100,0	96,8	74,9	61,0
8	100,0	91,1	65,0	45,7
9	100,0	111,6	75,0	56,9
10	100,0	120,2	64,2	37,8
11	100,0	89,8	83,4	47,0
12	100,0	92,6	73,7	38,9
13	100,0	98,8	48,4	35,5
14	100,0	82,2	67,6	43,5
15	100,0	81,7	84,3	53,9
16	100,0	99,3	87,2	54,4
17	100,0	67,4	49,8	28,1
18	100,0	70,6	50,6	38,7
19	100,0	99,1	86,7	57,2
20	100,0	88,5	51,5	44,3
21	100,0	83,3	79,7	78,4
22	100,0	100,4	80,4	48,0
23	100,0	90,6	106,0	69,4
24	100,0	80,7	60,7	38,3
25	100,0	95,0	73,2	44,1

Tabela 18 - Relação entre o peso da parte aérea e o peso do sistema radicular de 25 populações de *Stylosanthes guianensis* em quatro diferentes níveis de alumínio em solução nutritiva.

Tratamento (populações)	Experimentos (níveis de Al)			
	0 ppm	4 ppm	8 ppm	12 ppm
1	1,4045	1,5686	1,5521	1,6205
2	1,3475	1,6045	1,6115	1,8571
3	2,0090	1,6629	1,4112	2,6254
4	1,4974	1,7163	1,6878	2,6330
5	2,0316	2,1102	1,9724	2,8858
6	1,3626	1,5434	1,7274	2,1359
7	1,3159	1,2450	1,0615	2,4151
8	1,3417	1,4160	1,1846	2,1435
9	1,7699	1,3042	1,2514	2,5895
10	1,7799	1,2943	1,5649	2,8741
11	1,4144	1,7045	1,4062	1,0000
12	1,4364	1,9905	1,4618	2,1800
13	1,3888	1,7304	0,9245	2,6742
14	1,5406	0,9499	1,7245	2,2303
15	2,0009	1,8756	1,6649	2,3920
16	1,2893	1,3469	0,8080	1,7217
17	1,8709	1,8670	1,1557	1,8134
18	1,4146	1,3432	1,4800	1,9963
19	1,4907	1,2652	1,3188	2,9703
20	1,2119	1,3896	0,8788	3,0031
21	1,6230	1,2451	1,1314	3,2542
22	1,3254	1,6606	1,4822	2,0128
23	1,6154	1,4589	1,2445	2,6448
24	1,4756	1,6527	1,4348	1,8679
25	1,5000	1,9746	1,5811	2,4419

Figura 1 - Regressões lineares referentes ao caráter comprimento da raiz de algumas populações de *Stylosanthes guianensis* em diferentes concentrações de alumínio em solução nutritiva.

Figura 2 - Regressões lineares referentes ao caráter comprimento da raiz de algumas populações de *Stylosanthes guianensis* em diferentes concentrações de alumínio em solução nutritiva.

Figura 3 - Regressões lineares referentes ao caráter comprimento da raiz de algumas populações de *Stylosanthes guianensis* em diferentes concentrações de alumínio em solução nutritiva.

Figura 4 - Regressões lineares referentes ao caráter comprimento da parte aérea de algumas populações de *Stylosanthes guianensis* em diferentes concentrações de alumínio em solução nutritiva.

Figura 5 - Regressões lineares referentes ao caráter comprimento da parte aérea de algumas populações de *Stylosanthes guianensis* em diferentes concentrações de alumínio em solução nutritiva.

Figura 6 - Regressões lineares referentes ao caráter comprimento da parte aérea de algumas populações de *Stylosanthes guianensis* em diferentes concentrações de alumínio em solução nutritiva.

Figura 7 - Regressões lineares referentes ao caráter peso da raiz de algumas populações de *Stylosanthes guianensis* em diferentes concentrações de alumínio em solução nutritiva.

Figura 8 - Regressões lineares referentes ao caráter peso da raiz de algumas populações de *Stylosanthes guianensis* em diferentes concentrações de alumínio em solução nutritiva.

Figura 9 - Regressões lineares referentes ao caráter peso da raiz de algumas populações de *Stylosanthes guianensis* em diferentes concentrações de alumínio em solução nutritiva.

Figura 10 - Regressões lineares referentes ao caráter peso da raiz da parte aérea de algumas populações de *Stylosanthes guianensis* em diferentes concentrações de alumínio em solução nutritiva.

Figura 11 - Regressões lineares referentes ao caráter peso da parte aérea de algumas populações de *Stylosanthes guianensis* em diferentes concentrações de alumínio em solução nutritiva.

Figura 12 - Regressões lineares referentes ao caráter peso da parte aérea de algumas populações de *Stylosanthes guianensis* em diferentes concentrações de alumínio em solução nutritiva.