

EFEITOS DE NUTRIENTES E CORRETIVOS NA TOXIDEZ  
DE ALUMÍNIO E MANGANÊS EM SORGO SACARINO  
[*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH]

ANA CÂNDIDA PACHECO DE AGUIRRE PRIMAVESI  
Engenheiro Agrônomo

Orientador : Prof. Dr. EURÍPEDES MALAVOLTA

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Agronomia - Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA  
Estado de São Paulo - Brasil  
Novembro - 1985

OFEREÇO

Ao meu pai Fausto,

À minha mãe Venina,

À minha tia Ceres.

Ao Odo,

e à nossa filha,

Camila,

DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

- Ao Professor Doutor Eurípedes Malavolta pela orientação, apoio e compreensão.
- À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela oportunidade oferecida.
- Ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), pela franquia de suas instalações.
- Ao laboratório de análises de solo da ESALQ, na pessoa do Sr. Vinício Ferraz.
- Ao Dr. José Carlos Alcarde pelo uso do laboratório de química analítica.
- Aos Professores Francisco José Krug, Maria Emília Mattiazo e Antonio Roque Dechen pelas análises químicas.
- Ao Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> MS Odo Primavesi pela colaboração na execução prática do trabalho, sugestões apresentadas, compreensão e companheirismo durante o transcorrer do mesmo.

Ao estagiário Carlos Alberto Veríssimo pela colaboração prestada.

A todos que, de uma maneira ou outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

## Í N D I C E

	Página
RESUMO.....	
SUMMARY.....	
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1. Cultivares utilizados.....	12
3.2. Ensaio em solução nutritiva.....	13
3.2.1. Obtenção das mudas.....	13
3.2.2. Condução do ensaio.....	13
3.2.3. Determinação do desenvolvimento e da composição mineral.....	14
3.2.4. Determinação química.....	14
3.2.5. Delineamento experimental e análises estatísticas.....	15
3.2.6. Determinação do grau de tolerância ao alumínio em função da variação dos níveis de fósforo e cálcio na solu- ção.....	15
3.2.6.1. Tratamentos.....	16
3.2.7. Determinação do grau de tolerância ao alumínio em função da variação dos ní- veis de fósforo e potássio na solução....	16

	Página
3.2.7.1. Tratamentos.....	17
3.2.8. Determinação do grau de tolerância ao alumínio em função da variação dos níveis de fósforo e magnésio na solução	
3.2.8.1. Tratamentos.....	18
3.3. Ensaio em solo.....	19
3.3.1. Solo.....	19
3.3.2. Caracterização química.....	19
3.3.3. Análise granulométrica.....	20
3.3.4. Tratamentos.....	21
3.3.4.1. Tratamentos de calagem.....	21
3.3.4.2. Tratamentos com silicato....	21
3.3.5. Delineamento experimental.....	22
3.3.6. Instalação e condução do experimento.	22
3.3.7. Determinação do desenvolvimento e da composição mineral.....	23
3.3.8. Determinação química.....	23
3.3.8.1. Análise da planta.....	23
3.3.8.2. Análise da terra.....	24
3.3.9. Análise estatística.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1. Ensaio em solução nutritiva.....	25
4.1.1. Matéria seca.....	26
4.1.1.1. Raízes.....	26

4.1.1.1.1. Interação alumínio x fósforo x cálcio.....	26
4.1.1.1.2. Interação alumínio x fósforo x magnésio.....	30
4.1.1.1.3. Interação alumínio x fósforo x potássio.....	33
4.1.1.1.4. Considerações parciais.....	36
4.1.1.2. Parte aérea.....	38
4.1.1.2.1. Interação alumínio x fósforo x cálcio.....	38
4.1.1.2.2. Interação alumínio x fósforo x magnésio.....	40
4.1.1.2.3. Interação alumínio x fósforo x potássio.....	43
4.1.1.2.4. Considerações parciais.....	45
4.1.1.3. Cultivar sensível x cultivar tolerante.....-.....	47
4.1.1.4. Considerações gerais.....	49
4.1.2. Elementos minerais.....	53
4.1.2.1. Interação alumínio x fósforo x cálcio.....	53
4.1.2.2. Interação alumínio x fósforo x magnésio.....	62

4.1.2.3. Interação alumínio x fósforo x potássio.....	67
4.1.2.4. Cultivar sensível x cultivar tolerante.....	71
4.2. Ensaio em vaso com solo.....	77
4.2.1. Matéria seca.....	78
4.2.1.1. Respostas dos cultivares aos corretivos.....	80
4.2.1.2. Potencial de produção dos cul tivares.....	83
4.2.1.3. Tolerância dos cultivares ao alumínio trocável.....	83
4.2.2. Elementos minerais.....	84
4.2.2.1. Fósforo.....	84
4.2.2.2. Potássio.....	87
4.2.2.3. Cálcio.....	89
4.2.2.4. Magnésio.....	92
4.2.2.5. Manganês.....	94
4.2.2.6. Ferro.....	98
4.2.2.7. Alumínio.....	101
4.2.3. Influência dos corretivos na composi ção mineral dos cultivares de sorgo sa carino.....	104
4.2.3.1. Calcário.....	104



	Página
4.2.3.2. Silicato.....	104
4.2.3.3. Calcário x silicato.....	105
4.2.3. Comportamento dos cultivares em relação a teores de elementos minerais...	106
4.2.5. Efeito dos corretivos na extração total de elementos minerais.....	107
4.2.6. Razões de elementos minerais.....	108
5. CONCLUSÕES.....	111
5.1. Experimentos em solução nutritiva.....	111
5.2. Experimento com solo.....	114
6. LÍTERATURA CITADA.....	118
7. APÊNDICE.....	138

EFEITOS DE NUTRIENTES E CORRETIVOS NA TOXIDEZ  
DE ALUMÍNIO E MANGANÊS EM SORGO SACARINO  
[*Sorghum bicolor* (L.) Moench]

ANA CÂNDIDA P. DE AGUIRRE PRIMAVESI

Prof. Dr. EURÍPIDES MALAVOLTA  
- Orientador -

**RESUMO**

O presente trabalho constou de ensaios com sorgo sacarino em solução nutritiva e em solo, e teve as seguintes finalidades:

- (1) verificar o efeito das combinações de níveis de fósforo, cálcio, magnésio, potássio e alumínio no grau de tolerância a este último elemento, sobre quatro cultivares.
- (2) estudar o efeito do alumínio e manganês sobre três cultivares, em presença e ausência de corretivos da acidez do solo (calcário e silicato).

Nos ensaios em solução nutritiva foram usados os cultivares: CMS x S603, Br500, Sart e Br602. Em cada experimento

to, à solução nutritiva padrão foram adicionados os tratamentos. No experimento de cálcio os tratamentos foram representados por três níveis de alumínio, de fósforo e de cálcio. No experimento de potássio por três níveis de alumínio, de fósforo e de potássio e no de magnésio por três níveis de alumínio, de fósforo e de magnésio. Após a colheita das plantas foram determinados os pesos da matéria seca e composição mineral da parte aérea e raízes.

No ensaio com solo foram usados os cultivares Br602, Br500 e Ample-H-OK. As doses que representaram os tratamentos foram 0 (testemunha), 1 e 2 toneladas de calcário e 0, 4 e 8 toneladas de silicato. Após a colheita foram determinados o peso da matéria seca e composição mineral das raízes, colmos e folhas, e características químicas do solo.

As seguintes conclusões puderam ser tiradas:

- o alumínio reduziu a produção de matéria seca dos cultivares, sendo a parte aérea mais afetada que a radicular; entretanto, a quantidade de matéria seca do sistema radicular refletiu melhor a tolerância relativa dos cultivares.
- a parte aérea e o sistema radicular não foram sempre afetados igualmente para uma dada combinação de níveis de alumínio e nutrientes no substrato.

- os cultivares mostraram mudanças no grau de tolerância ao alumínio quando se variaram os níveis de nutrientes no subs-trato.

o fornecimento de potássio em nível muito alto não permitiu diferenciar cultivares quanto ao grau de tolerância.

- os cultivares foram afetados pelo alumínio trocável do solo na seguinte ordem decrescente: Ample-H-OK > Br602 > Br500.

- o cultivar Br500 apresentou a maior resposta ao calcário e Br602 ao silicato.

- o calcário deu efeitos melhores que o silicato na promoção do crescimento dos cultivares.

- não se verificou efeitos nocivos do manganês trocável nos níveis presentes.

EFFECTS OF NUTRIENTS AND AMENDMENTS ON ALUMINUM  
AND MANGANESE INDUCED TOXICITIES IN SWEET SORGHUM

[*Sorghum bicolor* (L.) Moench]

ANA C.P. DE AGUIRRE PRIMAVESI

- Author -

Prof. Dr. E. MALAVOLTA

- Adviser -

**SUMMARY**

The present work carried out partly in nutrient solution and partly in soil filled pots, had the following goals:

- (1) to verify the influence of various levels of P, K, Ca and Mg on the degree of tolerance of four sweet sorghum cultivars to increasing concentrations of Al in the substrate;
- (2) to study the influence of both Al and Mn on growth and chemical composition of three sweet sorghum cultivars in the presence and absence of amendments of soil acidity (limestone and silicate).

In the nutrient solution experiments (cultivars CMS x S603, Br500, Sart and Br602) were used: three levels of Al and P were combined in a factorial design with three concentrations of either K, Ca, Mg. Both dry weight and mineral composition of roots and tops were determined.

The cultivars Br602, Br500 and Ample-H-OK were employed in the soil experiment. Limestone was applied at the rates of 0, 1 and 2 t/ha. Silicate was used as other amendment at the rates of 0, 4 and 8 t/ha. Dry weight and mineral composition of the plants were determined as well as the chemical characteristics of the soil.

The following main conclusions could be drawn:

- (1) although Al levels reduced more the dry weight of the tops, the effect was better related to root dry matter;
- (2) a given combination of Al with the other nutrients did not always affected equally the two parts of the plants;
- (3) when the level of nutrients in the medium was varied the cultivars showed changes in the degree of tolerance to Al toxicity;
- (4) high supply of K did not allow the identification of degrees of tolerance among cultivars;

- (5) soil Al affected the cultivars according to the following decreasing order: Ample-H-OK, Br602 and Br500;
- (6) Br500 showed higher response to limestone whereas Br602 was more affected by silicate treatment;
- (7) a better general effect of limestone on dry matter yield was observed;
- (8) existing levels of Mn did not decrease growth.

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização de biomassa na produção de etanol é uma das alternativas que vem sendo estudada como fonte renovável de energia.

Dentre as fontes renováveis para produção de etanol, o sorgo sacarino destaca-se como uma cultura que apresenta elevada produtividade, ciclo relativamente curto (100 a 130 dias), colmos com açúcares diretamente fermentáveis, condições para mecanização do plantio à colheita e possibilidade de aproveitamento do bagaço como fonte de energia para o processo de industrialização (SCHAFFERT e BORGONOVÍ, 1980).

O sorgo sacarino é uma planta que pertence à família das gramíneas, sendo nativo da África e introduzida nos EEUU em 1850 e posteriormente no México, segundo Fors, citado por SERRA (1977).

Embora o sorgo tenha sido introduzido há algum



tempo no Brasil, a sua cultura é pouco disseminada e seus aspectos agroeconômicos e tecnológicos praticamente desconhecidos. O sorgo representa uma cultura de pouca importância na economia agrária do País, requerendo dessa maneira uma fase de estudos nas nossas condições.

Com a finalidade de se coletar informações básicas referentes ao comportamento e ao potencial de utilização do sorgo sacarino em nossos solos, a presente pesquisa objetivou obter dados que possibilitem maiores conhecimentos sobre a nutrição mineral do sorgo em nosso meio, através de ensaios:

- (1) em solução nutritiva para estudar o efeito das combinações de níveis de fósforo, cálcio, magnésio, potássio e alumínio no grau de tolerância a este último elemento sobre quatro cultivares.
- (2) em solo para verificar o efeito do alumínio e manganês sobre três cultivares, em presença e ausência de corretivos da acidez do solo (calcário e silicato).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A toxicidade de alumínio é considerada uma das principais causas dos desequilíbrios nutricionais que afetam o crescimento, desenvolvimento e produção de plantas cultivadas em solos ácidos (MALAVOLTA *et alii*, 1977), geralmente de baixa fertilidade, como ocorre no Brasil (OLMOS e CAMARGO, 1976). Acontece com pH abaixo de 5,0, mas pode ocorrer em valores de pH como 5,5 (FOY, 1974). Admite-se que a concentração de 1 ppm (37 uM) de alumínio na solução do solo seja tóxico para a maioria das plantas cultivadas (LIGON e PIERRE, 1932; ADAMS e PEARSON, 1967; BLACK, 1968).

Existem resultados experimentais que permitem uma classificação de grupos de plantas de acordo com sua resposta a diversas concentrações de alumínio. O sorgo foi considerado uma planta intermediária ou relativamente tolerante, sendo, porém, danificado quando a concentração desse elemento no substrato atin-

ge 7 ppm (McLEAN e GILBERT, 1927). A cevada foi mais sensível e o milho mais tolerante (LIGON e PIERRE, 1932).

O alumínio catiônico afeta o desenvolvimento das plantas de dois modos: primeiramente através de uma inibição no crescimento das raízes e em segundo lugar pela redução do transporte de fósforo das raízes para a parte aérea. A solubilidade do alumínio e a severidade de sua toxicidade para as plantas são afetadas por muitos fatores do solo incluindo pH, tipo do mineral de argila predominante, concentrações de outros cátions, concentrações totais de sais e teor de matéria orgânica (FOY, 1974).

A toxicidade de alumínio não pode ser sempre diagnosticada visualmente nas condições normais de culturas conduzidas no campo ou pela determinação desse elemento na parte aérea das plantas. Quando porém as plantas são cultivadas em solução nutritiva, a aparência das raízes e o teor de alumínio nelas contido podem ser usados para uma diagnose mais rápida e exata (PRATT, 1966), pois a ação prejudicial do mesmo é inicialmente maior sobre as funções biológicas das raízes, que sofrem limitação drástica no crescimento, tornando-se mais evidente nas raízes e parte aérea com o aumento da idade das plantas (LIGON e PIERRE, 1932; ADAMS e PEARSON, 1967).

As raízes danificadas por alumínio são caracterizadas por um engrossamento e atrofiamento, as extremidades são inibidas em seu desenvolvimento e adquirem uma cor

marrom. O sistema radicular como um todo fica com aparência coralóide, tendo muitas raízes laterais curtas e grossas mas faltando as ramificações finas (FLEMING e FOY, 1968; REID *et alii*, 1969).

Os sintomas gerais da toxidez de alumínio na parte aérea caracterizam-se muitas vezes por sintomas semelhantes àqueles da deficiência de fósforo (atrofiamento, folhas anormais e pequenas, coloração púrpura nos colmos, folhas e nervuras) ou de deficiência de cálcio (enrolamento das folhas jovens) (FOY, 1974).

É conhecida a grande variabilidade genética para a tolerância ao alumínio, quando este se apresenta em elevadas concentrações, podendo seus efeitos tóxicos serem sentidos por um grande número de plantas. Desde que o efeito desse elemento é evidenciado primariamente por uma redução no comprimento radicular, esta característica tem sido usada para selecionar plantas tolerantes ao mesmo (KESER *et alii*, 1977; GARCIA *et alii*, 1979). O efeito do alumínio no peso da matéria seca da parte aérea tem sido usado como índice de tolerância ao mesmo, assumindo que o peso da matéria seca da parte aérea reflete a capacidade das raízes em absorver nutrientes e água do solo (ARMIGER *et alii*, 1968).

A toxidez do alumínio geralmente causa distúrbios na nutrição mineral das plantas, reduzindo a absorção de nutrientes para diferentes culturas, particularmente de cálcio e fósforo, induzindo à sua deficiência (FOY *et alii*

1969); CLARK, 1977; NOGUEIRA, 1979). Em milho a redução maior de cálcio ocorreu nas raízes (PATERSON, 1965), e para sorgo verificou-se que o cultivar sensível apresentou teores menores desse elemento tanto no sistema radicular como parte aérea, em relação ao tolerante (CALBO e CAMBRAIA, 1980), enquanto NOGUEIRA (1979) também verificou redução no teor de magnésio. FRANÇA *et alii* (1979) conduzindo sorgo em solo ácido, verificam que o alumínio trocável afetou a absorção de nutrientes, principalmente de magnésio. WALLACE *et alii* (1980) relatam que a concentração de 1mM (27 ppm) de alumínio resultou em redução drástica de cálcio nas raízes, além de ocorrer uma diminuição de seu transporte para o caule de soja. FERREYRA (1978) informa que as maiores diferenças de absorção de fósforo entre os cultivares mais e menos tolerantes ao alumínio foram verificadas quando a concentração do mesmo era igual à do fósforo (0,1 mM). Altas concentrações (1mM) inibiram a absorção de fósforo, enquanto baixas concentrações ( $5 \times 10^{-5}$  a  $1 \times 10^{-4}$  M) a estimularam.

Diferenças na absorção e utilização do cálcio, magnésio, potássio e fósforo tem sido associadas com sensibilidade ao alumínio para o trigo e o milho (CLARKSON, 1971), e podem estar relacionadas às variações na CTC das raízes (VOSE e RANDAL, 1962, FERNANDES *et alii*, 1984). FOY *et alii* (1967) e MUGWIRA e ELGAWHARY (1979), relatam que a CTC das raízes pode ser um fator de controle da absorção de alumínio. FERREYRA (1978) relatou que as maiores absorções de fósforo em quatro culti-

vares de milho corresponderam aos cultivares menos tolerantes ao alumínio, e as menores aos mais tolerantes. A relação da maior tolerância com maior eficiência também foi observada por BAHIA FILHO *et alii* (1979).

Mc LEAN e GILBERT (1927), trabalhando com várias culturas em solução nutritiva, usando  $Al_2(SO_4)_3$  e completando as soluções com sais orgânicos, verificaram que o alumínio precipita quando o pH baixo passa à neutralidade, ou devido à presença de fosfatos na solução. BLAMEY *et alii* (1983) e PAVAN (1983) informam que em pH da solução ao redor de 5,0 as espécies de alumínio que dominam não são absorvidas pelas raízes das plantas, sendo sua atividade controlada pelo íon  $OH^-$ . Já em pH da solução ao redor de 4,0 domina a espécie de alumínio absorvida pelas raízes, podendo tornar-se tóxica para as plantas. Porém pode ter sua atividade controlada por concentrações elevadas de fósforo na solução, através da associação do  $Al^{3+}$  com  $H_2PO_4^-$ . LUTZ *et alii* (1972) já indicavam que a concentração do alumínio em plantas de milho é reduzida significativamente quando o pH do solo é aumentado. O que concorda com outros trabalhos que estabeleceram solubilidade mínima do alumínio na faixa de pH compreendida entre 5,0 e 7,0 (PIERRE *et alii*, 1932).

FURLANI e CLARK (1978) estudaram genótipos de sorgo crescendo em soluções nutritivas, e verificaram que a severidade dos sintomas de toxidez de alumínio foi reduzida quando aumentava o cálcio na solução, e que aumentos de tem-

peratura aumentavam os sintomas de toxidez. WALLACE *et alii* (1980) relatam que o excesso de alumínio e manganês reduziram mais as produções de soja quando a quantidade de cálcio era baixa, em relação aos níveis mais altos. RHUE e GROGAN (1977) encontraram que aumentando as concentrações de cálcio nas soluções nutritivas decresciam as diferenças no grau de tolerância ao alumínio para o milho, e que o grau de tolerância ao mesmo, também podia ser alterado pela mudança nas concentrações de magnésio das soluções nutritivas. Ali citado por FOY *et alii* (1978) verificou que a toxidez de alumínio no trigo poderia ser completamente modificada pelo aumento das concentrações de cálcio, magnésio, potássio ou sódio no meio, individualmente ou em conjunto.

O efeito da calagem se mede não somente pelo rendimento do material vegetal, mas também através de sua influência na absorção de nutrientes pelas plantas que crescem nessas condições. Essa influência é variável e depende da quantidade de cal e fertilizantes aplicados e do vegetal que se conduz. É recomendável que depois da calagem se adube o solo com doses que estejam de acordo com o resultado das análises no laboratório (VILLACHICA, 1973).

MIRAMONTES e ORTEGA (1972) determinaram que adições de carbonato ou silicato, elevam o pH e a CTC dos solos, bem como a concentração de silício na planta. Por outro lado, diminuíram consideravelmente a concentração de alumínio solúvel nos solos a um pH de 4,8.

SCARSETH (1935), TOTH(1959) e HUNTER (1965)

encontraram um aumento no rendimento de alfafa, trigo, aveia e sorgo, quando os solos eram tratados com carbonato ou silicato de cálcio. Esses autores estabeleceram que o íon silicato deslocava o íon fosfato fixado, e que o processo de deslocamento ocorria com maior eficiência quando o pH do solo era mantido acima da neutralidade.

Segundo Pena, citado por MIRAMONTES e ORTEGA (1972), em solos derivados de cinzas vulcânicas no México, que contêm apreciáveis quantidades de alumínio solúvel, tem-se observado um ligeiro aumento no rendimento das colheitas quando se tem aplicado carbonato ou silicato ao solo.

SERPA e GONZALEZ (1979) verificaram que a calagem produziu um aumento na produção do sorgo e que a produção da matéria seca mostrou uma correlação negativa com a porcentagem de saturação em alumínio e com a acidez trocável.

HUTTON e FISHELL (1965) em um experimento de quatro anos com aplicações de 0 e 7,4 t/ha de calcário e coberturas anuais de NPK em solo barro-arenoso, obtiveram que as produções de milho foram inversamente relacionadas com a quantidade de alumínio extraível do solo e com a concentração do mesmo, nas folhas. Essas relações ocorreram para todas as doses de calcário.

FOY e BROWN (1963) relatam que aumentos de produção de algodão, e absorção de fósforo foram obtidos pela calagem. Os mesmos resultados foram obtidos em soluções nutritivas contendo alumínio, pelo aumento do pH da solução ou



pela adição de quantidades crescentes de fósforo. Em cada caso, o alumínio foi precipitado e o algodoeiro absorveu mais fósforo, cálcio e potássio, acompanhado por um aumento de produção .

BRADFORD *et alii* (1966) verificaram que a maior taxa de crescimento de plantas de milho cultivadas em solos corrigidos com calcário dolomítico foi atribuído ao aumento da disponibilidade do magnésio. O atraso no crescimento das plantas em solos não corrigidos resultou primariamente da presença de concentrações tóxicas de manganês.

Diferentemente do que se verifica com o alumínio, os efeitos tóxicos do manganês são cumulativos, e quanto mais a planta cresce, mais é afetada (GUTERRES e PONS, 1978).

O excesso de manganês geralmente afeta mais severamente a parte aérea do que as raízes. Este elemento produz sintomas mais definidos na parte aérea do que na raiz e se acumula nas folhas (FOY, 1973). Entretanto, os sintomas de toxidez são muito diversos entre espécies de plantas.

Foi necessário cerca de 20 vezes a quantidade de manganês normal em solução nutritiva, para produzir toxidez em milho (BENAC, 1976).

O excesso de manganês tem induzido deficiência de ferro em batata, crescendo em solução nutritiva, obtendo-se razões Mn/Fe de 18 ou mais na parte aérea (LEE, 1972). O alumínio neutraliza esses efeitos pelo aumento da

quantidade de ferro nas plantas e redução nas razões Mn/Fe , para menos de 18. A absorção e translocação de fósforo, cálcio e magnésio foram afetadas pela adição de alumínio e manganês nas soluções nutritivas.

Quantidades crescentes de cálcio no meio frequentemente reduzem a absorção e toxidez de manganês (HEENAN e CARTER, 1976).

Existe uma grande evidência de que uma fonte solúvel de silício no meio de crescimento pode proteger as plantas contra a intoxicação por manganês. LEWIN e REIMANN (1969) verificaram que as plantas deficientes em silício acumulam maiores quantidades de manganês que plantas normais. O silício reduz a absorção de manganês e ferro.

PEASLEE e FRINK (1969) verificaram que tratando um solo ácido com  $H_2SiO_3$ , as concentrações de manganês e alumínio em plantas crescendo em casa de vegetação foram significativamente reduzidas.

O silício é conhecido por reduzir a toxidez de manganês em folhas de cevadas (WILLIAMS e VLAMIS, 1957) e por ter um papel semelhante em desintoxicar o alumínio. O silício pode precipitar o alumínio na solução do solo e reduzir a toxidez nas plantas. MATTSON e HESTER (1933) mostraram que a adição de silicatos a solos fortemente ácidos elevava o pH do solo, no qual as plantas haviam sido injuriadas.

### 3. MATERIAL E METODOS

O presente trabalho abrangeu quatro ensaios: três em solução nutritiva e um em solo, todos conduzidos em casa-de-vegetação do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP, utilizando - se cultivares de sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench].

#### 3.1. CULTIVARES UTILIZADOS

Nos ensaios em solução nutritiva foram utilizados os cultivares CMS x S603, Br500-R, Sart e Br602. O cultivar Sart foi fornecido pela Contibrasil e os outros três pela EMBRAPA.

No experimento com solo foram usados os cultivares Br500-R, Br602 e Ample-H-OK (americano).

## 3.2. ENSAIOS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA

### 3.2.1. Obtenção das mudas

As sementes revestidas com fungicidas foram colocadas a germinar em vermiculita umedecida com uma solução de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   $10^{-4}\text{M}$  (MALAVOLTA, 1975).

Quando as plântulas atingiram 10 cm de altura (14 dias), foram transferidas para solução nutritiva de HOAGLAND e ARNON nº 1 (1950) modificada para as soluções - padrão de acordo com o ensaio realizado. Os micronutrientes foram fornecidos através da solução "a" e solução de Fe-EDTA (ferroetileno-diamino tetracetato de sódio) de acordo com MALAVOLTA (1975). Foi feito o balanço nutricional da solução segundo SARRUGE (1975).

### 3.2.2. Condução do ensaio

Os experimentos foram conduzidos em minitanques de material plástico, revestidos externamente com neutrol e tinta alumínio, com um volume útil de 40 litros.

As plantas foram cultivadas em solução nutritiva padrão acrescida dos tratamentos. A solução nutritiva foi substituída semanalmente até colheita do ensaio e arejadas con

tinuamente com ajuda de compressor de ar. O pH da solução foi ajustado diariamente para a faixa de 4,0 a 4,5 com a adição de solução de HCl 0,1N. Os volumes das soluções foram mantidos com água destilada.

### 3.2.3. Determinações do desenvolvimento e da composição mineral

Foram determinados peso da matéria seca e composição mineral da parte aérea e raízes.

### 3.2.4. Determinação química

O material colhido foi lavado, seco e moído de acordo com SARRUGE e HAAG (1974). O material foi digerido e obteve-se o extrato nitroperclórico no qual foram determinados os elementos fósforo, cálcio, magnésio, alumínio, por espectrometria de emissão com plasma induzido em argônio, em aparelho Jarrel Ash, modelo 975, Atom comp. (RUTLEDGE e McCLURG, 1980). O potássio foi determinado por fotometria de chama em fotômetro de chama B-262-Micronal, em fluxo contínuo.

### 3.2.5. Delineamento experimental e análises estatísticas

Para os três primeiros experimentos foram feitas análises de variância segundo um delineamento com o esquema de parcelas subdivididas onde os tratamentos (27) do fatorial (3x3x3) são as parcelas e os quatro cultivares as subparcelas, com quatro repetições inteiramente casualizadas.

As análises estatísticas foram baseadas em PI MENTEL GOMES (1973).

### 3.2.6. Determinação do grau de tolerância ao alumínio em função da variação dos níveis de fósforo e cálcio na solução

Neste experimento os cultivares de sorgo sacari no foram semeados no dia 23/1/81. Começaram a germinar no dia 25/1/81. As plântulas foram transferidas com 10 cm de altura (05/02/81) para a seguinte solução padrão:  $\text{KNO}_3$  M-5 ml/l,  $\text{MgSO}_4$  . 7  $\text{H}_2\text{O}$  M -2 ml/l, Fe-EDTA 1 ml/l e solução "a" (micronutrientes) - 1 ml/l. A colheita das plantas foi feita no dia 02/03/81.

### 3.2.6.1. Tratamentos

Os tratamentos foram representados por três níveis de alumínio, fósforo e cálcio. Foi usado alumínio na forma de cloreto de alumínio hexahidratado ( $\text{AlCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ). O nível 3 de cálcio corresponde ao da solução de Hoagland e Arnon (SARRUGE, 1975). O nível 3 de fósforo corresponde a 1/4 da concentração de fósforo da solução de Hoagland e Arnon. Esta concentração foi modificada para evitar a precipitação de alumínio (NOGUEIRA, 1979).

Os tratamentos foram:

Níveis	Concentração		
	Al (ppm)	P (mM)	Ca (mM)
1	0	0,0125	0,125
2	12	0,05	0,5
3	24	0,25	5,0

### 3.2.7. Determinação do grau de tolerância ao alumínio em função da variação dos níveis de fósforo e potássio na solução

Neste experimento os cultivares de sorgo sacarino foram semeados em 03/04/81 e transplantados dia 18/04/81 com

10 cm de altura para a seguinte solução nutritiva padrão:  $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$  M - 2 ml/l,  $Ca(NO_3)_2$  M - 5 ml/l, Fe-EDTA - 1ml/l e solução "a" (micronutrientes) - 1 ml/l. A colheita das plantas foi feita no dia 16/05/81.

### 3.2.7.1. Tratamentos

Os tratamentos foram representados por três níveis de alumínio, fósforo e potássio. Foi usado alumínio na forma de cloreto de alumínio hexahidratado ( $AlCl_3 \cdot 6 H_2O$ ). Os níveis 3 de potássio e de fósforo correspondem respectivamente a 5/6 e 1/4 da concentração desses elementos na solução de Hoagland e Arnon.

Os tratamentos foram:

Níveis	Concentração		
	Al (ppm)	P (mM)	K (mM)
1	0	0,0125	0,125
2	6	0,05	0,5
3	12	0,25	5,0

Como no ensaio anterior a concentração de 24 ppm de alumínio mostrou-se extremamente fitotóxica, as concentrações desse elemento foram modificadas.



### 3.2.8. Determinação do grau de tolerância ao alumínio em função da variação dos níveis de fósforo e magnésio na solução

Neste experimento os cultivares de sorgo sacarino foram semeados em 19/8/81. O transplante das plântulas foi feito no dia 5/9/81 para a seguinte solução nutritiva padrão: KNO<sub>3</sub> M - 5 ml/l, Fe-EDTA - 1 ml/l, e solução "a" (micronutrientes) - 1 ml/l. A colheita foi feita no dia 4/10/81.

#### 3.2.8.1. Tratamentos

Os tratamentos foram representados por três níveis de alumínio, fósforo e magnésio. Foi usado alumínio na forma de cloreto de alumínio hexahidratado (AlCl<sub>3</sub> . 6 H<sub>2</sub>O). O nível 3 de magnésio corresponde ao da solução de Hoagland e Arnon e o nível 3 de fósforo a 1/4 da concentração de fósforo desta solução (SARRUGE, 1975).

Os tratamentos foram:

Níveis	Concentração		
	(ppm)	P (mM)	Mg (mM)
1	0	0,0125	0,05
2	6	0,05	0,2
3	12	0,25	2,0

Como no ensaio com doses de cálcio, a concentração de 24 ppm de alumínio mostrou-se extremamente fitotóxica, as concentrações desse último elemento foram modificadas.

### 3.3. ENSAIO EM SOLO

#### 3.3.1. Solo

Foi usado um solo classificado como Podzólico Vermelho Amarelo var. Laras proveniente da Estação Experimental de Tietê. O solo foi coletado na camada de 0-30 cm de profundidade.

#### 3.3.2. Caracterização química

Foi analisada a amostra desse solo (CATANI e JA CINTHO, 1974), obtendo-se as seguintes características:

pH	C (%)	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Al <sup>+++</sup>	H <sup>+</sup>	Mn <sup>++</sup> (ppm)
----- emg/100 g -----								
4,3	0,30	1,55	0,29	0,88	0,64	0,64	4,80	93

O pH-água foi determinado pelo potenciômetro nu ma relação solo:água de 1:2,5. Fósforo por extração com  $H_2SO_4$  0,05N e leitura em fotocolorímetro. Cálcio, magnésio trocáveis pela extração com KCl 1N e titulação com EDTA. Potássio trocável por fotometria de chama após extração com  $HNO_3$  0,05N. Alumínio + hidrogênio, extração com acetato de cálcio 1N, pH 7,0, e titulação potenciométrica. Manganês trocável pela extração com  $H_2SO_4$  0,05 N e determinação por espectrofotometria em espectrofotômetro de absorção atômica.

### 3.3.3. Análise granulométrica

A análise granulométrica da terra mostrou o seguinte resultado:

Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Areia	Limo	Argila	
(2-1)	(1-0,5)	(0,5-0,25)	(0,25-0,10)	(0,10-0,005)	(2-0,005)	(0,005-0,002)	<0,002	dispersa em água
0,1	0,9	6,7	19,6	11,2	38,5	52,7	8,8	5,4

Análise mecânica (mm) (%), pipeta, Calgon.

Análises feitas no Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

Classificação textural: franco-siltoso.

### 3.3.4. Tratamentos

#### 3.3.4.1. Tratamento de calagem

Os tratamentos constaram de doses de carbonato de cálcio p.a.: baseadas no resultado da calibração do solo através da incubação de 0, 2, 4, 6 e 8 toneladas de calcário por quarenta dias.

Determinada a curva de calibração (Figura 37) obteve-se uma necessidade de 2 toneladas de calcário para atingir o pH 6,5 desejado.

As doses que representaram os tratamentos foram 0 (testemunha), 1/2 (1 tonelada) e 1 vez (2 toneladas) a dose recomendada para elevar o pH a 6,5.

#### 3.3.4.2. Tratamentos com silicato

Os tratamentos constaram de três doses de silicato de cálcio p.a.: 0, 1/2 e 1 vez a dose recomendada para atingir pH 6,5. Através de um ensaio prévio de incubação do silicato com doses crescentes (0, 2, 4, 6 e 8 toneladas), determinou-se qual a dose de silicato que eleva o pH até 6,5.

Através da curva de calibração obtida (Figura 37) determinou-se uma necessidade de 8 toneladas de silicato de cálcio para atingir pH 6,5 desejado.

### 3.3.5. Delineamento experimental

O experimento foi inteiramente casualizado com quatro repetições, segundo um delineamento fatorial  $3 \times 3 \times 2$ , com três cultivares, três doses e dois tipos de corretivos.

### 3.3.6. Instalação e condução do experimento

Foram usados vasos plásticos com 0,5 kg de terra previamente preparada, contendo os tratamentos aos quais se adicionou calcário e silicato para a correção da acidez fisiológica do adubo nos tratamentos com calcário e silicato, respectivamente.

Após a incorporação dos corretivos (dose + correção da acidez fisiológica do adubo) no dia 15/01/82, a terra foi umedecida e incubada à sombra por um período de 15 dias, mantendo-se o teor de umidade a 75% do poder de embebição. Terminado o período de incubação foi analisado o pH do solo. Foram então incorporados os nutrientes: 300 ppm de nitrogênio (1/3 no plantio e 2/3 em cobertura) na forma de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 200 ppm de fósforo [ $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ], 150 ppm de potássio ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ), 50 ppm de enxofre ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), 15 ppm de magnésio ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), 75 ppm de cálcio [ $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ], 0,5 ppm de ferro (Fe-EDTA), 0,1 ppm de molibdênio ( $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), 3 ppm de manganês ( $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), 5 ppm de zinco ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), segundo MALAVOLTA (1980).

Foram semeadas cinco sementes por vaso no dia 31/01/82. Três dias após a germinação foi feito o desbaste, deixando-se duas plantas. A umidade foi mantida pela adição de água destilada. As plantas foram mantidas até resposta diferencial. A colheita foi feita no dia 19/03/82.

### **3.3.7. Determinações do desenvolvimento e da composição mineral**

Foram avaliados peso da matéria seca e composição mineral das raízes, colmos e folhas.

### **3.3.8. Determinação química**

#### **3.3.8.1. Análise da planta**

O material colhido foi lavado, seco e moído de acordo com SARRUGE e HAAG (1974). O material foi digerido e obteve-se o extrato nitroperclórico no qual foram determinados os elementos fósforo, cálcio, magnésio, alumínio, manganês, ferro por espectrometria de emissão com plasma induzido em argônio em aparelho Jarrel Ash, modelo 975, Atom Comp. (RUTLEDGE e McCLURG, 1980). O potássio foi determinado por fotometria de chama em fotômetro de chama B-262-Micronal, em fluxo contínuo.

### 3.3.8.2. Análise da terra

Após a colheita das plantas foram feitas análises de rotina da terra de acordo com CATANI e JACINTHO (1974) e de manganês por extração com  $H_2SO_4$  0,05 N e determinação em espectrofotômetro de absorção atômica.

### 3.3.9. Análise estatística

As análises estatísticas foram feitas conforme PIMENTEL GOMES (1973).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. ENSAIOS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA

Nos resultados e discussão dar-se-á maior ênfase às combinações de elementos minerais na solução nutritiva que inferiram maiores e menores produções de matéria seca e tolerância ao alumínio.

Tem sido usado como índice de tolerância ao alumínio, o efeito do mesmo no peso da matéria seca da parte aérea assumindo que esta reflete a capacidade das raízes em absorver água e nutrientes do solo (ARMIGER *et alii*, 1968).

Medidas do crescimento das raízes tais como peso da matéria seca tem sido usadas como critério para avaliar a tolerância ao alumínio pelas plantas (REID *et alii*, 1971) já que o mesmo poderia inibir a divisão celular (CLARKSON, 1965).



Os hábitos de crescimento dos cultivares podem diferir geneticamente (FOY *et alii*, 1965). Então comparações de tolerância ao alumínio tem sido feitas usando-se valores relativos, isto é, dividindo-se as produções de matéria seca de tratamentos com e sem este elemento (TAYLOR e FOY, 1985).

Como o nível 12 ppm de alumínio provocou a redução mais intensa de matéria seca, o mesmo foi considerado para fins de comparação nos três experimentos.

#### 4.1.1. Matéria seca

##### 4.1.1.1. Raízes

##### 4.1.1.1.1. Interação alumínio x fósforo x cálcio

A análise de variância (Tabelas 1 a 4) mostrou diferenças significativas entre os níveis de alumínio, fósforo e cálcio, entre cultivares e entre as diversas interações.

Na Figura 4, verifica-se que houve diferença no comportamento dos cultivares nos níveis 1 de cálcio e 0 de alumínio, na presença de doses de fósforo. Nas doses 2 e 3 de cálcio os mesmos apresentaram uma maior semelhança de comportamento, exceto CMS x S603. Este cultivar apresentou produção de ma

téria crescente com as doses 2 e 3 de cálcio nos níveis de fósforo, enquanto os outros geralmente só com o nível 2 de fósforo.

A produção de matéria seca dos cultivares no nível 3 de fósforo, na presença de doses de cálcio foi semelhante. Ocorreram diferenças varietais principalmente no nível 1 de fósforo (Figura 1).

Os cultivares tiveram comportamento semelhante na presença de 12 ppm de alumínio, com os níveis de fósforo e de cálcio. Verificaram-se maiores produções de matéria seca no nível 3 de fósforo com níveis de cálcio, com a maior produção no nível 3 de cálcio. O alumínio apresentou um efeito de uniformização no comportamento dos mesmos em relação aos níveis de fósforo (Figura 2).

O nível 3 de cálcio não acarretou necessariamente a maior produção de matéria seca radicular nos níveis 1 e 2 de fósforo, mas o fez no nível 3 do mesmo para os quatro cultivares (Figura 5 e Tabela 10). O mesmo ocorreu com o fósforo em relação aos níveis de cálcio (Figura 2 e Tabela 10).

LUND (1970) encontrou em soja menor efeito tóxico do alumínio quando aumentou a concentração de cálcio na solução. MUNNS (1965) encontrou resultados semelhantes em forrageiras leguminosas.

O cálcio além de ser imprescindível para a manutenção da integridade das membranas, influencia a formação e estrutura da parede celular e o alongamento celular, especial-

mente das raízes (EPSTEIN, 1975).

FOY e BROWN (1963) relatam que o efeito tóxico do alumínio pode ser reduzido com adição de fósforo.

Verifica-se no presente experimento que o aumento dos níveis de cálcio e fósforo foi benéfico para as plantas de sorgo, concordando com os autores citados acima, desde que esses elementos se apresentem numa combinação adequada de níveis na solução.

O comportamento varietal quanto à produção de matéria seca com níveis de fósforo e cálcio, na ausência e principalmente na presença de alumínio, em linhas gerais se mostrou bastante semelhante (Figuras 1 a 12). Verificou-se porém, uma diferença varietal na produção de matéria seca radicular, com o cultivar Br500 apresentando o menor potencial de produção.

O comportamento dos cultivares na produção de matéria seca radicular na presença de alumínio foi semelhante ao da parte aérea. O mesmo não foi verificado na ausência de alumínio quando ocorreram tipos e intensidades de comportamento opostos, conforme o cultivar analisado.

No nível 0 de alumínio, o tratamento  $P_3Ca_3$  proporcionou a maior produção de matéria seca para os cultivares CMS x S603 e Sart e o tratamento  $P_2Ca_3$  para Br500 e Br602. No nível 12 ppm de alumínio, a maior produção de matéria seca para os quatro cultivares deveu-se ao tratamento  $P_3C_3$ . Nesse mesmo nível a menor produção foi obtida com a combinação  $P_1Ca_3$  para CMS x S603 e Br602,  $P_1Ca_2$  para Br500 e  $P_3Ca_1$  para Sart (Tabe

las 6, 16 a 19).

Verificou-se a seguinte ordem decrescente para a exploração do potencial de produção dos cultivares: Sart > Br602 > CMS x S603 > Br500.

Considerando a porcentagem de redução na produção de matéria seca devido ao nível 12 ppm de alumínio, como pa râmetro indicativo do grau de tolerância do cultivar ao alumínio, verificou-se: (a) os tratamentos que proporcionaram o maior grau de tolerância ao alumínio foram  $P_3Ca_2$  para o cultivar Br602 (redução para 50,6%) e  $P_3Ca_3$  para CMS x S603 (redução para 29,2%), Br500 (redução para 62,2%) e Sart (redução para 50,0%) (Tabelas 5 e 6); (b) o menor grau de tolerância foi devido aos tratamentos  $P_1Ca_3$  para o cultivar CMS x S603 (redução para 5,7%),  $P_2Ca_3$  para Br500 (redução para 9,4%) e  $P_2Ca_3$  para Sart (redução para 10,3%) e Br602 (13,6%) (Tabelas 5 e 6).

Portanto, quanto ao grau de tolerância à presença de alumínio verificou-se a seguinte ordem decrescente: Br500 > Br602 ≥ Sart > CMS x S603, para a melhor combinação de nutrientes fósforo e cálcio, específica ao cultivar.

Verificou-se que o elemento fósforo parece ser mais importante para conferir tolerância ao alumínio no tecido radicular. Isto porque os tratamentos que condicionaram menor porcentagem de redução na presença de 12 ppm de alumínio apresentaram o níveis mais elevados desse elemento. Os tratamentos que acarretaram o menor grau de tolerância foram aqueles com níveis mais baixos do mesmo (1 a 2). O nível 3 de cálcio apare

ceu com maior frequência nos tratamentos que condicionaram maior e menor grau de tolerância.

#### 4.1.1.1.2. Interação alumínio x fósforo x magnésio

A análise de variância acusou diferenças significativas entre os níveis de alumínio, fósforo e magnésio e entre cultivares. O mesmo ocorreu para as diversas interações, exceto para níveis de fósforo dentro do nível 1 de magnésio e dentro do cultivar CMS x S603 (Tabelas 8 a 11).

No nível 0 de alumínio verificou-se diferença no comportamento dos cultivares na produção de matéria seca entre os níveis de magnésio ou de fósforo (Figuras 13 e 16). O tratamento que proporcionou condições para a máxima produção de matéria seca radicular, geralmente apresentou o nível 2 de fósforo e 2 ou 3 de magnésio, exceto para o cultivar CMS x S603. O nível 3 de fósforo geralmente acarretou rendimentos menores (Figura 13).

No nível 6 ppm de alumínio, a dose 3 de magnésio possibilitou a máxima produção de matéria seca quando na presença do nível 3 de fósforo para os quatro cultivares (Figuras 14 e 17). As produções de matéria seca foram superiores às do tratamento sem alumínio nos mesmos níveis de fósforo e magnésio (Figuras 21 e 24 e Tabelas 20 a 23). Esta observação sugere

re certa exigência da presença de alumínio pelos cultivares de sorgo sacarino para a produção de matéria seca radicular, desde que exista uma combinação adequada dos nutrientes. FAGERIA e ZIMMERMANN (1979) obtiveram produções radiculares maiores em alguns cultivares de arroz, em soluções com 10 ppm de alumínio. Verificou-se diferenças maiores na produção de matéria seca entre os níveis de fósforo que entre os níveis de magnésio (Figuras 14 e 17).

Para níveis de alumínio, o nível 12 ppm geralmente apresentou a menor produção de matéria seca, independente dos níveis de fósforo e magnésio (Figuras 19 a 24).

No nível 12 ppm de alumínio ocorreu diferença no comportamento dos cultivares nos níveis 2 de magnésio (Figura 18) e 1 de fósforo (Figura 15). Com os níveis 3 de magnésio e 2 de fósforo ocorreu redução de produção e com o nível 3 de fósforo a máxima produção de matéria seca, exceto para CMS x S603. Este cultivar alcançou a máxima produção com os níveis 2 de fósforo e de magnésio (Figura 18).

O comportamento varietal foi se tornando semelhante com o aumento dos níveis de fósforo, magnésio e alumínio, embora tenham ocorrido diferenças quanto à quantidade de matéria seca produzida (Figuras 13 a 24).

Na Tabela 6 verifica-se que os tratamentos que permitiram a maior produção de matéria seca no nível 0 de alumínio foram:  $P_1Mg_3$  para o cultivar CMS x S603;  $P_2Mg_2$  para Br500 e Br602 e  $P_2Mg_3$  para Sart. No nível 12 ppm de alumínio a maior

produção de matéria seca foi obtida com as combinações  $P_2Mg_2$  para CMS x S603 e  $P_3Mg_3$  para Br500, Sart e Br602. As menores produções no nível 12 ppm de alumínio foram encontradas no tratamento  $P_2Mg_3$  para os quatro cultivares.

Verificou-se a seguinte ordem decrescente na exploração do potencial de produção de matéria seca: Br602 > Sart > CMS x S603 > Br500. No nível 12 ppm de alumínio o cultivar Sart apresentou maior produção que Br602.

Considerando-se a porcentagem de redução da produção de matéria seca obtida através da razão  $Al_2/Al_0$ , verificou-se que os tratamentos que ofereceram o maior grau de tolerância aos cultivares foram:  $P_1Mg_1$  para Br500 (redução para 52,2%),  $P_2Mg_2$  para CMS x S603 (57,3%) e  $P_3Mg_3$  para Sart (62,0%) e Br602 (45,5%). O menor grau de tolerância foi verificado nas combinações  $P_2Mg_3$  para CMS x S603 (redução para 25,4%), Br500 (14,8%), Sart (17,4%) e Br602 (19,1%) (Tabelas 5 e 6).

Não ocorreram diferenças grandes na porcentagem de redução da quantidade de matéria seca em presença do nível 12 ppm de alumínio para a melhor combinação fósforo x magnésio, característica para cada cultivar. Verificou-se a seguinte ordem decrescente quanto ao grau de tolerância ao alumínio pelos cultivares: Sart > CMS x S603 > Br500 > Br602.

Verificou-se neste experimento que os tratamentos que proporcionaram maior grau de tolerância ao alumínio geralmente apresentaram níveis mais elevados de fósforo (2 e 3) que aqueles que acarretaram menor grau. Esta observação indica

novamente que provavelmente o fósforo no nível 3 é dos nutrientes o mais importante para conferir tolerância ao alumínio no tecido radicular. O magnésio apareceu com maior frequência no nível 3 nos tratamentos que proporcionaram maior grau de tolerância e sempre nos que proporcionaram menor grau (Tabela 6).

#### 4.1.1.1.3. Interação alumínio x fósforo x potássio

A análise da variância indicou que ocorreram diferenças significativas entre os níveis de alumínio, fósforo e potássio, entre cultivares e para as interações, exceto para níveis de potássio dentro dos cultivares Br500 e Br602 e dentro do nível 3 de fósforo (Tabelas 12 a 15).

No nível 0 de alumínio verificou-se variações genotípicas na produção de matéria seca com o cultivar Br500 apresentando o menor potencial de produção (Figuras 25 e 28).

Considerando o nível 6 ppm de alumínio verificou-se que a dose 3 de potássio acarretou os valores mais baixos de matéria seca. Em geral o nível 2 de potássio proporcionou a melhor produção de matéria seca exceto para o cultivar CMS x S603 (Figura 29). O nível 1 de fósforo acarretou a menor produção de matéria seca e o nível 2 a melhor, exceto para Br602 (Figura 26). Ocorreu praticamente um comportamento semelhante entre cultivares, variando a intensidade de mudança para os di



ferentes níveis de potássio (Figura 29).

No nível 6 ppm de alumínio em relação ao nível 0, verificou-se, para os cultivares, produções superiores de matéria seca para as doses 1 e 2 de potássio e 2 de fósforo. O mesmo ocorreu para Br500 e Br602 no nível 3 de fósforo e Sart no nível 1 desse elemento (Figuras 31 a 36). Este fato sugere efeitos benéficos do alumínio quando em níveis baixos, com determinadas combinações fósforo x potássio. Efeitos benéficos de concentrações baixas de alumínio no crescimento das plantas têm sido relatadas (HACKETT, 1962; ANDREW *et alii*, 1973; CLARK, 1977).

Ainda no nível 6 ppm de alumínio, verificou-se para os cultivares produções crescentes de matéria seca no nível 3 de potássio com níveis de fósforo (Figura 29) e decrescentes no nível 1 de fósforo com níveis de potássio (Figura 26).

No nível 12 ppm de alumínio ocorreu uma redução na variação entre os níveis de potássio para os cultivares (Figura 30) e entre os de fósforo para CMS x S603 e Br500 (Figura 27). Destacou-se o nível 3 de fósforo e 2 de potássio na produção de matéria seca de Sart e Br602 (Figura 27).

Verifica-se pelas Figuras 28, 29 e 30 que no nível 3 de potássio ocorreu aumento de produção de matéria seca com níveis de fósforo para as doses 1 e 2 de alumínio, mas não para a dose 0 desse elemento.

O tratamento que permitiu a maior produção de matéria seca no nível 0 de alumínio foi  $P_2K_3$  para os quatro cultivares. No nível 12 ppm de alumínio as maiores produções fo-

ram obtidas com os tratamentos  $P_3K_2$  para Br500, Sart e Br602 e  $P_3K_3$  para CMS x S603. As menores produções ocorreram nas combinações:  $P_1K_3$  para CMS x S603 e Sart;  $P_1K_1$  para Br602 e  $P_1K_2$  para Br500 (Tabela 6).

Verificou-se a seguinte ordem decrescente para a exploração do potencial de produção: Br602>Sart>CMS x S603 > Br500. No nível 12 ppm de alumínio o cultivar Br500 apresentou maior produção que CMS x S603.

Considerando a porcentagem de redução na produção de matéria seca devido a razão  $Al_2/Al_0$ , verificou-se que os tratamentos que ofereceram maior grau de tolerância ao alumínio foram:  $P_2K_2$  para CMS x S603 (redução para 36,2%) e  $P_3K_2$  para Br500 (redução para 79,8%), Sart (aumento para 120,5%) e Br602 (aumento para 101,6%). A menor tolerância foi devida às combinações  $P_1K_3$  para Br500 (redução para 15,5%), Sart (21,2%) e Br602 (19,7%) e  $P_2K_3$  para CMS x S603 (19,4%) (Tabelas 5 e 6).

Verificou-se a seguinte ordem decrescente para o grau de tolerância ao alumínio: Sart>Br602>Br500>CMS x S603.

O maior grau de tolerância ao alumínio foi geralmente devido ao nível mais elevado de fósforo e intermediário de potássio. A menor tolerância foi proporcionada pela dose mais baixa de fósforo e mais elevada de potássio. Parece que o grau de tolerância ao alumínio mostrou-se manipulável através dos níveis de fósforo e de potássio.

#### 4.1.1.1.4. Considerações parciais

Comparando os três experimentos no nível 12 ppm de alumínio, verificou-se que para os cultivares Br500 e Sart, o ensaio em que houve variação das doses de cálcio possibilitou a maior produção de matéria seca. Para CMS x S603 e Br602, os experimentos em que se variaram as doses de magnésio e potássio, respectivamente. As menores produções de matéria seca deveram-se ao experimento com doses de cálcio para os quatro cultivares (Tabela 6). Deve ser considerado, porém, que a comparação entre produções de matéria seca provavelmente foi prejudicada devido ao intervalo de tempo entre os experimentos (época de plantio) que envolveu diferentes intensidades luminosas, duração e temperaturas.

Confrontando as porcentagens de variação de produção de matéria seca entre os tratamentos com 0 e 12 ppm de alumínio, nos três experimentos, verificou-se que as combinações com níveis médios de potássio acarretaram os melhores resultados de tolerância nos cultivares Br500, Sart e Br602. O cultivar CSM x S603 apresentou o maior grau de tolerância com o nível médio de magnésio (Tabela 6).

No experimento com potássio ocorreram aumentos na produção de matéria seca com a presença de 12 ppm de alumínio para Sart e Br602 (Tabela 6). Aumentos também foram observados no nível 6 ppm de alumínio para os cultivares em alguns tratamentos do experimento com magnésio e potássio (Tabelas 20

a 27). NOGUEIRA (1979), obteve tolerância relativa acima de 100,0 para 9 híbridos de sorgo granífero na concentração de 3 ppm de alumínio, 2 na de 6 ppm e 1 na de 12 ppm. BRAUNER e SAR RUGE (1980), relatam que alguns cultivares de trigo foram estimulados pelo alumínio quanto ao peso da matéria seca das raízes. Várias referências têm sido feitas aos efeitos benéficos do alumínio sobre certas espécies (JOHNSON e JACKSON, 1964; SANTANA *et alii*, 1977). Entretanto, o mecanismo do aparente efeito benéfico desse elemento não está ainda bem esclarecido. A presença de outros íons em concentrações elevadas, como é o caso da solução nutritiva de Hoagland e Arnon, provavelmente diminui a ação do alumínio, transformando-o parcialmente em forma inativa (SANTANA *et alii*, 1977). Interações do mesmo com outros elementos minerais têm sido sugeridas como afetando seus efeitos benéficos e inibitórios (CLARK, 1977). O uso do EDTA no preparo do quelato de ferro da solução nutritiva, provavelmente complexa parte do alumínio, que nesta forma não produz efeitos tóxicos (SANTANA *et alii*, 1977). Possivelmente esses fatores podem ter contribuído, em parte, para os resultados obtidos neste trabalho.

As menores reduções de matéria seca na presença de alumínio, não foram devidas necessariamente aos tratamentos que proporcionaram a maior produção de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio.

Verificou-se a importância da combinação das doses dos nutrientes, específica para cada cultivar, para confe-

rir a maior produção de matéria seca na presença de 12 ppm de alumínio, bem como o maior grau de tolerância ao alumínio. A maior produção de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio e maior grau de tolerância geralmente ocorreram com os níveis 3 de fósforo, de cálcio, de magnésio e 2 de potássio. A maior variação genotípica para as combinações que permitiram o maior grau de tolerância ao alumínio ocorreu no experimento com magnésio (Tabela 6). Ocorreu a seguinte ordem decrescente de importância para conferir maior tolerância e produção de matéria seca radicular: fósforo>cálcio>magnésio>potássio (Tabela 6).

#### 4.1.1.2. Parte aérea

##### 4.1.1.2.1. Interação alumínio x fósforo x cálcio

A análise de variância acusou diferenças entre os níveis de alumínio, fósforo e cálcio e entre cultivares. O mesmo aconteceu para as diversas interações exceto para níveis de cálcio dentro das doses 2 de alumínio e 1 de fósforo e níveis de fósforo dentro da dose 2 de alumínio (Tabelas 1 a 4).

No nível 0 de alumínio os cultivares Br500 e CMS x S603 apresentaram menor produção de matéria seca com a dose 1 de fósforo. Já Sart e Br602 mostraram a maior produção

nos níveis 2 e 3 de fósforo com níveis de cálcio, além de apresentarem maior potencial de produção a níveis baixos de fósforo (Figura 1).

No nível 12 ppm de alumínio ocorreu redução mais intensa de produção de matéria seca para a dose 1 de fósforo nos três níveis de cálcio. Esta redução foi amenizada com níveis de fósforo, sendo mais expressiva para os níveis 3 de fósforo e 2 e 3 de cálcio (Figura 2). Para essas combinações fósforo x cálcio verificou-se os menores prejuízos da presença do alumínio sobre a produção de matéria seca, considerando os quatro cultivares que tiveram comportamento semelhante. O alumínio nesta dose nivelou as diferenças entre os mesmos em relação ao fósforo, inclusive para Br500.

No nível 24 ppm de alumínio, a variação dos níveis de fósforo e de cálcio apresentou efeito inexpressivo (Figuras 3 e 6).

Os tratamentos que permitiram a produção mais elevada de matéria seca no nível 0 de alumínio foram  $P_2Ca_1$  para o cultivar Br500 e  $P_3Ca_3$  para CMS x S603, Sart e Br602. A maior produção com o nível 12 ppm de alumínio ocorreu no tratamento  $P_3Ca_3$  para os quatro cultivares. A menor produção ocorreu nos tratamentos  $P_1Ca_1$  para Br500 e Sart e  $P_1Ca_3$  para CMS x S603 e Br602 (Tabela 7).

Verificou-se a seguinte ordem decrescente para a exploração do potencial de produção de matéria seca: Sart>Br602>CMS x S603>Br500. No nível 12 ppm de alumínio o cultivar Br500

apresentou maior produção que CMS x S603.

Analisando os valores percentuais na variação da matéria seca entre os níveis  $Al_1/Al_0$ , verificou-se: (1) o maior grau de tolerância foi obtido com os tratamentos  $P_1Ca_2$  para o cultivar CMS x S603 (redução para 18,0%),  $P_3Ca_3$  para Br500 (redução para 28,2%) e para Sart (redução para 21,0%) e  $P_3Ca_2$  para Br602 (redução para 18,6%); (2) as maiores reduções de matéria seca foram alcançadas nos tratamentos  $P_2Ca_1$  para Br500 (redução para 6,3%),  $P_2Ca_3$  para Sart (8,7%), Br602 (9,7%) e CMS x S603 (7,01%) (Tabelas 5 e 7).

O grau de tolerância ao alumínio foi muito baixo para os quatro cultivares e obedeceu à seguinte ordem decrescente: Br500>Sart>Br602>CMS x S603.

O maior grau de tolerância foi proporcionado principalmente pelos tratamentos que apresentaram os níveis 3 de fósforo e 2 e 3 de cálcio e o menor grau de tolerância pelos tratamentos com níveis 2 de fósforo e sobretudo 3 de cálcio. A dose mais elevada de fósforo mostrou-se mais importante para conferir maior grau de tolerância ao alumínio (Tabela 7).

#### 4.1.1.2.2. Interação alumínio x fósforo x magnésio

A análise de variância acusou diferenças entre os níveis de alumínio, fósforo e magnésio e entre cultivares. O mesmo ocorreu para as diversas interações (Tabelas 8 a 11).

No nível 0 de alumínio verificou-se comportamento semelhante entre cultivares para as doses de magnésio e fósforo (Figuras 13 e 16). Os cultivares CMS x S603 e Br500 foram os mais prejudicados pelo nível 1 de fósforo (Figura 13).

No nível 6 ppm de alumínio e na dose 3 de fósforo ocorreu aumento na produção de matéria seca com os níveis de magnésio para os quatro cultivares. O cultivar CMS x S603 apresentou maior produção de matéria seca no nível 6 ppm de alumínio em relação ao nível 0, indicando novamente um provável efeito benéfico desse elemento.

Na presença de 12 ppm de alumínio verificou-se comportamento semelhante entre cultivares para os níveis de magnésio e de fósforo. Este nível de alumínio apresentou-se bastante prejudicial na produção de matéria seca mesmo com níveis elevados de fósforo e magnésio. Doses de fósforo aumentaram a produção de matéria seca (Figura 15). Geralmente ocorreu maior produção de matéria seca com os níveis 2 e 3 de magnésio e 3 de fósforo. O cultivar Sart apresentou a maior produção de matéria seca (Figuras 15 e 18). As diferenças entre os níveis de fósforo foram maiores que entre os de magnésio. Provavelmente o nível 3 de fósforo foi mais decisivo para evitar o efeito depressivo do alumínio na produção de matéria seca.

Nos níveis 6 e 12 ppm de alumínio a dose 3 de magnésio reduziu a produção de matéria seca principalmente nos níveis 1 e 2 de fósforo (Figuras 14, 15, 17 e 18).

O tratamento que permitiu a produção mais eleva



da de matéria seca no nível 0 de alumínio foi  $P_2Mg_2$  para o cultivar CMS x S603 e  $P_3Mg_1$  para Br500, Sart e Br602. No nível 12 ppm de alumínio as maiores produções foram obtidas com as combinações  $P_3Mg_2$  para CMS x S603 e  $P_3Mg_3$  para Br500, Sart e Br602. Os tratamentos que acarretaram produções mais baixas de matéria seca foram  $P_2Mg_3$  para os cultivares CMS x S603 e Br500,  $P_1Mg_1$  para Sart e  $P_1Mg_3$  para Br602 (Tabela 7).

Verificou-se a seguinte ordem decrescente para a exploração do potencial de produção de matéria seca: Sart > Br602 > CMS x S603 > Br500.

Os valores percentuais de variação na produção de matéria seca entre os níveis  $Al_2/Al_0$  acusaram as menores reduções na produção de matéria seca nos tratamentos  $P_3Mg_2$  para CMS x S603 (redução para 31,3%) e Sart (30,6%) e  $P_3Mg_3$  para Br500 (29,4%) e Br602 (30,5%). As maiores reduções foram devidas ao tratamento  $P_2Mg_3$  para os quatro cultivares (Tabelas 5 e 7).

Quanto ao grau de tolerância ao alumínio apresentado pelos cultivares, obteve-se valores baixos e semelhantes para todos os cultivares (Tabela 7).

Os tratamentos que conferiram o maior grau de tolerância ao alumínio geralmente apresentaram níveis 3 de fósforo e 2-3 de magnésio e os que acarretaram o menor grau níveis 2 de fósforo e 3 de magnésio. Verifica-se novamente que o fósforo na dose 3 apresentou maior importância no mecanismo de tolerância ao alumínio, pois o magnésio apareceu no nível 3 tan

to nos tratamentos que condicionaram maior e menor grau de tolerância (Tabela 7).

#### 4.1.1.2.3. Interação alumínio x fósforo x potássio

A análise de variância mostra que ocorreram diferenças significativas entre os níveis de alumínio, fósforo e potássio, entre cultivares e entre as diversas interações, exceto para os níveis de potássio dentro dos cultivares CMSxS603 e Br500 (Tabelas 14 a 17).

Houve comportamento diferencial entre cultivares para níveis de fósforo e potássio (Figuras 25 e 28). No nível 0 de alumínio, CMS x S603 e Br500 foram os mais prejudicados pela dose 1 de fósforo.

No nível 6 ppm de alumínio verificou-se com maior clareza o efeito depressivo da dose elevada de potássio, mais intenso no nível 1 de fósforo e menos no nível 3 (Figura 26). Verificaram-se também produções de matéria seca superiores às que ocorreram na ausência de alumínio para Br500, Sart e Br602 nos níveis 3 de fósforo e 2 de potássio, sugerindo novamente certo requerimento de alumínio (Figura 32). O acréscimo das doses de fósforo apresentou um efeito altamente favorável na produção de matéria seca, contrabalançando o efeito negativo dos níveis crescentes de potássio.

No nível 12 ppm de alumínio verificou-se diferenças entre os níveis de fósforo, ocorrendo variações genotípicas quanto aos níveis crescentes de potássio (Figura 27). Geralmente ocorreu redução de produção quando comparado os níveis 1 e 3 de potássio (Figura 30). Este nível de alumínio mostrou-se bastante prejudicial para os cultivares CMS x S603 e Br500, principalmente nos níveis 1 e 2 de fósforo (Figura 27).

Os níveis 6 e 12 ppm de alumínio foram prejudiciais para todos os cultivares no nível 1 de fósforo, havendo agravamento do efeito desse elemento com doses crescentes de potássio (Figuras 26 e 27).

Os tratamentos que possibilitaram as maiores produções de matéria seca no nível 0 de alumínio foram:  $P_3K_1$  para os cultivares CMS x S603 e Sart e  $P_3K_3$  para Br500 e Br602. Considerando o nível 12 ppm desse elemento, as maiores produções de matéria seca foram observadas nos tratamentos  $P_3K_1$  para CMSxS603 e Br500 e  $P_3K_2$  para Sart e Br602. As produções menores de matéria seca ocorreram nos tratamentos  $P_1K_2$  para Br500 e  $P_1K_3$  para CMS x S603, Sart e Br602 (Tabelas 24 a 27).

Verificou-se a seguinte ordem decrescente para a exploração do potencial de produção de matéria seca: Br602 > Sart > CMS x S603 > Br500, exceto para o nível 12 ppm de alumínio no qual o cultivar Br500 apresentou maior produção de matéria seca que CMS x S603.

A variação porcentual entre os níveis  $Al_2/Al_0$  indicou que os tratamentos que condicionaram as menores reduções

na produção de matéria seca foram  $P_1K_2$  para o cultivar CMS x S603 (redução para 20,5%),  $P_3K_1$  para Br500 (44,3%) e  $P_3K_2$  para Sart (62,0%) e Br602 (88,1%). As maiores reduções foram devidas aos tratamentos  $P_3K_2$  para CMS x S603 (11,5%),  $P_1K_3$  para Sart (12,5%) e Br602 (12,0%) e  $P_2K_3$  para Br500 (8,5%) (Tabelas 5 e 7).

Quanto ao grau de tolerância ao alumínio apresentado pelos cultivares, considerando-se a melhor combinação fósforo e potássio, específica para cada cultivar, observou-se a seguinte ordem decrescente: Br602>Sart>Br500>CMS x S603 (Tabela 7).

Os tratamentos que condicionaram o maior grau de tolerância ao alumínio apresentaram mais freqüentemente os níveis 3 de fósforo e 2 de potássio e os que acarretaram o menor grau os níveis 1 a 3 de fósforo e 3 de potássio. Possivelmente para a melhor atuação do mecanismo de tolerância ao alumínio torna-se necessário uma combinação apropriada dos níveis de fósforo e potássio (Tabela 7).

#### 4.1.1.2.4. Considerações parciais

Comparando os três experimentos no nível 12 ppm de alumínio, verificou-se que o ensaio em que houve variação nas doses de cálcio possibilitou a maior produção de matéria seca para o cultivar Br500. O experimento com doses de magnésio permitiu a maior produção para CMS x S603 e o de potássio para Sart e Br602.

As variações porcentuais de redução na produção de matéria seca devidas ao nível 12 ppm de alumínio, em relação ao nível 0, destacaram o experimento com potássio. Neste, os níveis mais baixos de potássio proporcionaram as menores reduções na produção de matéria seca para Br500, Sart e Br602. Já o cultivar CMS x S603 apresentou a menor redução com o tratamento  $P_3Mg_2$ , no experimento com magnésio. As maiores reduções ocorreram no ensaio com doses de cálcio.

Verificaram-se aumentos de produção de matéria seca no nível 6 ppm de alumínio para os cultivares CMS x S603, Br500 e Sart no experimento com magnésio e para Br500, Sart e Br602 no com potássio. Este fato sugere novamente o efeito benéfico do alumínio quando em combinação com níveis adequados dos outros nutrientes.

Os tratamentos que proporcionaram maior produção de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio não foram necessariamente os que condicionaram a maior tolerância ao alumínio.

Confirmou-se novamente a importância da combinação dos níveis de nutrientes, específica para o cultivar, para induzir a maior produção de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio e o maior grau de tolerância a esse elemento. A maior produção de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio geralmente foi devida aos níveis 3 de fósforo, de cálcio, de magnésio e 1-2 de potássio. O maior grau de tolerância geralmente foi proporcionado pelos níveis 3 de fósforo, 2-3 de cálcio, 2-3 de

magnésio e 2 de potássio.

Verificou-se a seguinte ordem decrescente de importância dos elementos para conferir maior tolerância ao alumínio: fósforo>magnésio>cálcio>potássio e para a maior produção de matéria seca da parte aérea, na presença de alumínio: fósforo>cálcio>magnésio>potássio (Tabela 7).

#### 4.1.1.3. Cultivar sensível x cultivar tolerante

No presente trabalho a classificação dos cultivares quanto ao grau relativo de tolerância foi baseada no experimento em que se variou as doses de potássio, devido a maior amplitude de variação de tolerância conseguida neste experimento tanto para a raiz como para a parte aérea. Os cultivares Sart e Br602 foram considerados tolerantes, pois o cultivar Sart apresentou maior grau de tolerância na raiz seguido de Br602 e este último apresentou o maior grau de tolerância na parte aérea seguido de Sart. Escolheu-se o cultivar Sart como tolerante nas comparações com o cultivar sensível, baseando-se no grau de tolerância da raiz onde a amplitude de variação foi maior entre cultivares.

Na Tabela 5 nota-se que no nível 12 ppm de alumínio, nos três experimentos, nos tratamentos  $P_3Ca_3$ ,  $P_3Mg_3$  e  $P_3K_3$ , os cultivares sensível e tolerante, praticamente não diferiram quanto à redução na produção de matéria seca na parte

aérea, mas o cultivar sensível apresentou maior redução de matéria seca no sistema radicular. Esses dados são concordantes com os obtidos em sorgo por CALBO e CAMBRAIA (1980).

Verifica-se nas Tabelas 16 e 18 no tratamento  $P_3Ca_3$  que a relação entre a produção da matéria seca radicular e matéria seca da parte aérea foi diferente nos dois cultivares. No cultivar sensível aumentou inicialmente passando por um máximo ao redor de 12 ppm de alumínio e depois mostrou tendência de decréscimo. No cultivar tolerante aumentou linearmente com os níveis de alumínio. Segundo CALBO e CAMBRAIA (1980) essa diferença de comportamento dos cultivares talvez seja um componente importante da resistência ao alumínio. Provavelmente, grande parte da tolerância do cultivar Sart possa ser atribuída ao maior desenvolvimento do seu sistema radicular em relação a parte aérea, sob "stress" de alumínio. Aparentemente esse maior desenvolvimento possibilitou maior absorção de água e de elementos minerais, o que resultou em maior produção de matéria seca. Nas Tabelas 20, 22, 24 e 26 verifica-se que nos tratamentos  $P_3Mg_3$  e  $P_3K_3$  a relação entre as produções de matéria seca radicular e da parte aérea não foi diferente nos dois cultivares. A mesma foi crescente com as doses de alumínio. Provavelmente essas diferenças entre tratamentos foram devidas a menor dose desse elemento nesses experimentos, já que o ponto de inflexão na curva do cultivar sensível

ocorreu com 12 ppm de alumínio no ensaio com cálcio.

#### 4.1.1.4. Considerações gerais

Comparando os dados de produção de matéria seca das raízes e de parte aérea nos três experimentos verificou-se que: (a) em geral o melhor tratamento (combinações de níveis de elementos minerais) para um cultivar pode não o ser para outro. Este fato indica a necessidade de uma combinação adequada de níveis de nutrientes, específica para cada cultivar e nível de alumínio; (b) a melhor combinação de nutrientes para a máxima produção de matéria seca radicular no nível 0 de alumínio, geralmente não propiciou a maior produção da parte aérea. Ocorreu uma maior coincidência no nível 12 ppm desse elemento (Tabelas 6 e 7). Parece que o mesmo exerceu um efeito de uniformização nos níveis adequados de nutrientes para a expressão da máxima produção de matéria seca em ambos os órgãos vegetais; (c) o tratamento que proporcionou o maior grau de tolerância ao alumínio na parte aérea nem sempre o fez para o sistema radicular. No experimento com cálcio, os tratamentos que acarretaram o maior grau de tolerância ao alumínio apresentaram em geral os níveis 3 de fósforo e de cálcio para a raiz e parte aérea. O menor grau de tolerância foi em geral devido aos tratamentos que apresentaram os níveis 2 de fósforo e 3 de cálcio para a raiz e parte aérea. No experimento com magnésio o



maior grau de tolerância foi proporcionado pelos tratamentos que continham em geral os níveis 3 de fósforo e de magnésio na raiz e parte aérea. O menor grau de tolerância foi devido ao nível 2 de fósforo e 3 de magnésio para todos os cultivares em ambos os órgãos vegetais. No experimento com potássio o maior grau de tolerância foi devido aos tratamentos que apresentaram em geral níveis 3 de fósforo e 2 de potássio na raiz e parte aérea. O menor grau de tolerância deveu-se em geral aos níveis 1 de fósforo e 3 de potássio. Nos três experimentos verificou-se que o maior grau de tolerância deveu-se à combinação dos níveis mais elevados (3) de fósforo, cálcio, magnésio e médios (2) de potássio tanto para a raiz como para a parte aérea. Nesta combinação de níveis ressalta-se a importância do nível 3 de fósforo para conferir tolerância ao alumínio, para os três experimentos. Verifica-se também que o nível 3 de potássio mostrou-se prejudicial ao mecanismo de tolerância ao alumínio. Deve ser lembrado que o nível 3 de fósforo usado foi 1/4 do nível usualmente usado na solução de Hoagland e Arnon e o nível 3 de potássio foi um pouco menor (1 mM a menos). Os tratamentos que ofereceram as melhores condições para a expressão da tolerância ao alumínio apresentaram níveis de nutrientes mais baixos que os encontrados na solução nutritiva padrão de Hoagland e Arnon, utilizada normalmente para estudos de tolerância ao alumínio; (d) verifica-se nas Tabelas 6 e 7 que a porcentagem de redução de matéria seca na presença de alumínio foi menor nas raízes que na parte aérea. Entretanto, nas raízes, as

diferenças no grau de tolerância a esse elemento entre cultivares foram bem mais distintas, mostrando que as mesmas também podem ser indicadas para estudos de tolerância ao alumínio; (e) quanto ao grau de tolerância ao alumínio, considerando-se os tratamentos que permitiram a menor queda na produção de matéria seca na presença desse elemento teríamos: os cultivares Sart e Br602 os mais tolerantes, Br500 medianamente tolerante e CMS x S603 pouco tolerante. Deve ser lembrado que o melhor tratamento para o sistema radicular não coincidiu necessariamente com o da parte aérea (Tabelas 6 e 7). Os tratamentos do experimento com potássio foram considerados para a classificação de tolerância ao alumínio, pois verificou-se que o maior grau de tolerância foi devido ao nível médio de potássio tanto para a raiz como para a parte aérea. Nos três experimentos o nível 3 de potássio apresentou 5 mM de potássio. Nas Tabelas 6 e principalmente a 7, nota-se que nos experimentos com cálcio e magnésio não se verificou uma diferença nítida do grau de tolerância entre cultivares, o que já foi possível no experimento com potássio. Este fato parece ser devido ao uso de níveis elevados de potássio nas soluções-padrão daqueles experimentos. Na Tabela 5, nota-se que os tratamentos  $P_3Ca_3$ ,  $P_3Mg_3$  e  $P_3K_3$  os quais apresentam a solução padrão de Hoagland e Arnon (SARRUGE, 1975), praticamente não proporcionaram diferenças entre cultivares quanto ao grau de tolerância ao alumínio na parte aérea. Entre os experimentos as diferenças nos níveis 3 dos cátions e 3 de fósforo talvez sejam explicadas pe-

las épocas de plantio e temperaturas (FURLANI e CLARK, 1978) que foram diferentes. Nestes tratamentos a parte aérea também sofreu redução maior que a raiz. Já no sistema radicular, esses tratamentos possibilitaram diferenças entre cultivares quanto ao grau de tolerância ao alumínio (Tabela 5), o mesmo ocorrendo para os tratamentos específicos que proporcionaram o maior grau de tolerância (Tabela 6). Esta observação de que diferentes épocas de plantio podem modificar o grau de tolerância ao alumínio dos cultivares sugere que estudos de tolerância ao mesmo sejam conduzidos na mesma época indicada para o plantio no campo ou tenham fatores como intensidade luminosa, sua duração, e temperatura, controlados em casa-de-vegetação; (f) considerando a produção de matéria seca nos níveis 0 e 12 ppm de alumínio verificou-se que os cultivares Sart e Br602 foram os mais produtivos, e CMS x S603 e Br500 menos produtivos, havendo alternância entre os mais e entre os menos produtivos, dependendo do órgão vegetal analisado. Não deve ser esquecida a combinação ideal de elementos específica para os cultivares, que foi praticamente idêntica para Sart e Br602. No experimento com potássio, a melhor combinação no nível 0 de alumínio que proporcionou a maior produção na raiz foi  $P_2K_3$  e no nível 12 ppm de alumínio  $P_3K_2$ . Este fato sugere que na presença de alumínio o nível médio de potássio em combinação com o nível mais elevado de fósforo são necessários para contrabalançar os efeitos negativos do alumínio; (g) de maneira geral, observou-se um decréscimo na produção de matéria seca dos cultivares, com as doses de alumínio (Tabe-

las 2, 3, 9, 10, 13, 14). Esta observação também foi relatada por diversos autores (LEE, 1972; HOWELER e CADAVID, 1976; WALLACE e ROMNEY, 1977; ALAM, 1981; FAHL *et alii*, 1982). Entretanto, alguns cultivares de sorgo sacarino se mostraram bastante tolerantes ao alumínio chegando a ser beneficiados na presença de 6 ppm desse elemento na solução em função do órgão e combinação de nutrientes; (h) considerando as combinações específicas verificou-se que os cultivares mais produtivos podem tolerar melhor o alumínio.

#### 4.1.2. Elementos minerais

As análises químicas efetuadas tanto para raízes como parte aérea com a finalidade de estudar o efeito das combinações de doses de nutrientes (tratamentos) no grau de tolerância ao alumínio, representam um grande volume de dados. Enfatizar-se-á os resultados de análises realizadas nos tratamentos que condicionaram maiores e menores produções de matéria seca e tolerância ao alumínio na parte aérea, considerando-se o nível 12 ppm de alumínio.

##### 4.1.2.1. Interação alumínio x fósforo x cálcio

A análise estatística indicou que houve diferen

ças entre doses de alumínio, fósforo, cálcio e cultivares nos teores desses elementos nas raízes e parte aérea, exceto para doses de fósforo no teor de cálcio da raiz. As diversas interações também apresentaram diferenças nos teores dos mesmos, excetuando-se algumas, como visto na Tabela 1.

Comparando-se para cada cultivar os respectivos tratamentos que acarretaram as maiores e menores produções de matéria seca e grau de tolerância ao alumínio (Tabela 7), verificou-se o seguinte comportamento dos elementos minerais quanto ao teor (Tabelas 16 a 19) e quantidade (Tabelas 31 a 34) e das razões entre os mesmos. (Tabela 28):

(a) no tratamento que proporcionou a maior produção de matéria seca quando comparado ao que proporcionou a menor produção:

- os cultivares CMS x S603 e Sart mostraram teores mais elevados de cálcio e potássio e menores de magnésio, fósforo e alumínio e quantidades maiores de todos os elementos. O cultivar CMS x S603 apresentou valores maiores para as razões Ca/K, Ca/Mg, P/Mg e menores nas razões Mg/K, Al/P, Al/Ca, Al/K, Al/Mg, P/Ca e P/K. No cultivar Sart ocorreram valores maiores nas razões Ca/K, Ca/Mg, Al/P e menores nas razões Mg/K, Al/Ca, P/Ca, P/Mg, P/K, Al/K e Al/Mg;

- os cultivares Br500 e Br602 apresentaram teores maiores dos elementos cálcio, potássio e fósforo e menores de alumínio e magnésio e quantidades maiores de todos os elementos. O cultivar Br500 apresentou valores mais elevados nas razões Ca/K, Ca/Mg, P/Mg, P/K e menores nas razões Mg/K, Al/P, Al/Ca, Al/Mg, Al/K e P/Ca. Já Br602 mostrou valores mais elevados nas razões Ca/K, Ca/Mg, P/Mg, P/Ca, P/K e menores nas razões Al/Ca, Al/Mg, Al/K.

(b) no tratamento que condicionou o maior grau de tolerância ao alumínio quando comparado ao que condicionou a menor tolerância:

- o cultivar CMS x S603 apresentou teores menores de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e alumínio e quantidades menores de cálcio e maiores de magnésio, potássio, fósforo e alumínio. O mesmo mostrou valores maiores nas razões Al/Ca, P/Ca, Mg/K e menores nas razões Ca/K, Ca/Mg, Al/P, Al/Mg, Al/K, P/Mg, P/K;

- o cultivar Br500 mostrou teores maiores de cálcio, potássio, fósforo e menores de alumínio e magnésio e quantidades maiores de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e alumínio. O mesmo apresentou valores maiores nas razões Ca/Mg, Ca/K, P/Mg e menores nas razões Mg/K, Al/P,

Al/Ca, Al/K, P/Ca, P/K e Al/Mg;

- o cultivar Sart apresentou teores mais elevados de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e menores de alumínio e quantidades maiores de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e alumínio. O mesmo apresentou valores mais elevados nas razões Ca/K, Ca/Mg, P/Mg, P/Ca, P/K e menores nas razões Mg/K, Al/P, Al/Ca, Al/Mg, Al/K;
- o cultivar Br602 apresentou teores maiores de potássio, fósforo e menores de cálcio, magnésio e alumínio e quantidades menores de cálcio e maiores de magnésio, potássio, fósforo e alumínio. O mesmo apresentou valores mais elevados nas razões Al/Ca, P/Mg, P/Ca, P/K e menores nas razões Ca/K, Mg/K, Ca/Mg, Al/P, Al/Mg, Al/K.

Verifica-se na Tabela 43 que para a maior produção de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio para o cultivar CMS x S603 foi importante teores maiores de cálcio e menores de alumínio e magnésio. As quantidades maiores de magnésio, fósforo e alumínio foram devidas ao maior acúmulo de matéria seca. Já para alcançar o maior grau de tolerância foi importante a redução no teor de cálcio. As quantidades dos nutrientes foram menores devido aos teores mais baixos, pois a produção de matéria seca nos tratamentos que condicionaram o maior e menor grau de tolerância foram iguais. As razões (Tabe

la 28) explicam bem o comportamento dos elementos entre si.

No cultivar Br500 para a maior produção de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio foi importante teores maiores de cálcio, fósforo e potássio e redução no teor de alumínio. As maiores quantidades de magnésio e alumínio foram devidas ao maior acúmulo de matéria seca. Para o maior grau de tolerância foi importante teores mais elevados de cálcio e potássio e redução no teor de alumínio. As maiores quantidades de magnésio e alumínio foram devidas à maior produção de matéria seca proporcionada pelo tratamento que condicionou o maior grau de tolerância. As razões explicam o comportamento dos elementos entre si.

No cultivar Sart para a maior produção de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio foi importante teores maiores de cálcio e menores de fósforo. As quantidades maiores de magnésio, alumínio e fósforo foram devidas à maior produção de matéria seca. Para o maior grau de tolerância foi importante teores maiores de fósforo, cálcio e potássio e menores de alumínio. A maior quantidade de alumínio foi devida à maior produção de matéria seca apresentada por esse cultivar no tratamento que condicionou a maior tolerância. As razões explicam o comportamento dos elementos entre si.

No cultivar Br602 para o maior acúmulo de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio foi importante teores maiores de fósforo, cálcio e potássio. As quantidades maiores de magnésio e alumínio foram devidas à maior produção de matéria



seca. Para o maior grau de tolerância foi importante teores maiores de fósforo e potássio e menores de cálcio. As quantidades maiores de magnésio e alumínio foram devidas à maior produção de matéria seca. A quantidade menor de cálcio deveu-se ao fato de que o aumento na produção de matéria seca não foi suficiente para compensar a queda no teor desse elemento. As razões explicam o comportamento dos elementos entre si.

Quanto comparados cultivares, verifica-se que ocorreram comportamentos diferentes dos elementos quanto ao teor, nos tratamentos que acarretaram a maior produção de matéria seca na dose 12 ppm de alumínio e nos que condicionaram o maior grau de tolerância.

Os tratamentos que acarretaram a maior produção de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio apresentaram as doses mais elevadas de fósforo e cálcio. Os que condicionaram o maior grau de tolerância mostraram em geral níveis mais elevados de fósforo e níveis 2-3 de cálcio (Tabela 7).

Nota-se no Tabela 43 que os cultivares Br500 e Br602 apresentaram teores maiores de fósforo nos tratamentos que acarretaram maior produção de matéria seca. Já para Sart houve redução no teor desse elemento, apesar dos tratamentos que acarretaram a maior e menor produção de matéria seca apresentarem o nível 3 de fósforo no substrato. Na raiz do mesmo também observou-se um teor menor de fósforo (Tabela 18). Provavelmente para o cultivar Sart, considerado tolerante ao alumínio, não ocorreu correlação entre teor de fósforo no substrato e teor

desse elemento na planta. Segundo FERREYRA (1978) e BAHIA FILHO *et alii* (1979) os cultivares tolerantes apresentam maior eficiência do fósforo o que pode explicar a verificação acima. O cultivar CMS x S603 apresentou uma redução pequena no teor de fósforo quando comparados os tratamentos que acarretaram maior e menor produção de matéria seca. Deve ser considerado que o tratamento que acarretou a menor produção tinha o nível 1 de fósforo no substrato. Nota-se na Tabela 16, que o cultivar CMS x S603 apresentou teores maiores de fósforo na raiz no mesmo tratamento que acarretou a maior produção de matéria seca na parte aérea no nível 12 ppm de alumínio. No nível 0 de alumínio o tratamento  $P_3Ca_3$  que proporcionou a maior produção de matéria seca, acarretou o maior teor de fósforo na raiz e parte aérea, quando comparado ao tratamento  $P_1Ca_2$  que acarretou a menor produção de matéria seca na parte aérea. Isto indica que o alumínio na solução resultou no acúmulo de fósforo nas raízes e um decréscimo na parte aérea (WRIGHT e DONAHUE, 1953). A habilidade das plantas em absorver e utilizar fósforo na presença de altas doses de alumínio sem mostrar deficiência, tem sido usada como indicação da tolerância ao alumínio (JONES, 1961; FOY e BROWN, 1964; MUGWIRA *et alii*, 1980). O cultivar CMS x S603 apresentou-se como mais suscetível neste experimento (Tabelas 6 e 7).

Todos os cultivares apresentaram teores mais elevados de cálcio, nos tratamentos que acarretaram a maior produção de matéria seca.

Nos tratamentos que condicionaram o maior grau de tolerância e que apresentaram o nível mais elevado de fósforo no substrato, apenas o cultivar Br500 não apresentou teor elevado desse elemento. Nos que apresentaram o nível mais elevado de cálcio no substrato, os cultivares apresentaram maior teor do mesmo.

Estas observações indicam que provavelmente não exista uma correlação entre nível de fósforo e teor desse elemento na parte aérea de alguns cultivares, nos tratamentos que propiciaram a maior produção de matéria seca e tolerância ao alumínio, neste experimento. Já para o cálcio ocorreu esta correlação.

É importante ressaltar que nos tratamentos que conferiram maior grau de tolerância ao alumínio nos cultivares CMS x S603 e Br602, embora o teor de cálcio tenha sido mais baixo quando comparados aos que condicionaram o menor grau de tolerância (Tabela 43) verifica-se que houve correlação entre nível de cálcio no substrato e teor desse elemento na planta para os dois cultivares, pois os tratamentos que conferiram o maior e menor grau de tolerância para os mesmos, apresentaram os níveis 2 e 3 de cálcio, respectivamente (Tabela 7).

Na Tabela 5, fixando-se o nível 3 de fósforo, nota-se que em todos os cultivares houve um aumento no grau de tolerância ao alumínio com as doses de cálcio, tanto na parte aérea como na raiz. Essa observação é coincidente com os dados obtidos por RHUE e GROGAN (1977) em que aumentando a concentra

ção de cálcio decrescia a toxidez do alumínio, em milho. Esses mesmos autores sugerem que essa técnica poderia ser usada para selecionar espécies onde o conhecimento da faixa de tolerância entre genótipos individuais é desejado. Isto quer dizer que um cultivar pode apresentar tolerância em todos os níveis de nutrientes, outro pode ser suscetível e um outro ser tolerante em um nível e suscetível quando este nível é modificado. No presente experimento os cultivares mostraram mudanças em seu grau de tolerância quando se variaram os níveis de nutrientes no substrato. Torna-se importante e de aplicação prática, o conhecimento da faixa de tolerância ao alumínio pela variação nos níveis de nutrientes pois amplia-se o número de cultivares que podem ser usados, pois além dos tolerantes podem ser utilizados os cultivares que apresentam grau de tolerância maior em determinados níveis de nutrientes. Constata-se também a importância da combinação dos níveis para atingir a máxima produção de matéria seca e/ou o maior grau de tolerância, visto que o aumento no grau de tolerância com as doses de cálcio só ocorreu na presença do nível 3 de fósforo. Fixando-se o nível 3 de cálcio, observa-se o mesmo comportamento quanto ao acúmulo de matéria seca e grau de tolerância, com os níveis de fósforo. FOY e BROWN (1963) relatam que o efeito tóxico do alumínio pode ser reduzido pela adição de fósforo.

#### 4.1.2.2. Interação alumínio x fósforo x magnésio

A análise estatística indicou diferenças entre doses de alumínio, fósforo, magnésio e cultivares nos teores desses elementos nas raízes e parte aérea. As diversas interações também apresentaram diferenças nos teores dos mesmos, excluindo algumas como vista na Tabela 8.

Comparando-se para cada cultivar os respectivos tratamentos que acarretaram as maiores e menores produções de matéria seca e tolerância ao alumínio, na parte aérea (Tabela 7), verificou-se o seguinte comportamento dos elementos minerais quanto ao teor (Tabelas 20 a 23) e quantidade (Tabelas 35 a 38) e suas razões (Tabela 29):

(a) no tratamento que proporcionou a maior produção de matéria seca quando comparado ao que proporcionou a menor produção:

- o cultivar CMS x S603 apresentou teores mais elevados de potássio, fósforo e menores de magnésio, alumínio e cálcio e quantidades maiores de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e alumínio. O mesmo apresentou valores maiores nas razões Ca/Mg, Al/Mg, P/Mg, P/Ca, P/K e menores nas razões Ca/K, Mg/K, Al/P, Al/Ca, Al/K..

- o cultivar Br500 mostrou teores maiores dos elementos cálcio, magnésio, potássio, fósforo e menores de alumínio e quantidades maiores de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e alumínio. O mesmo mostrou valores mais elevados nas razões Ca/Mg, P/Mg, P/Ca, P/K e menores nas razões Al/P, Al/Ca, Al/Mg, Al/K, Ca/K, Mg/K.
- o cultivar Sart apresentou teores e quantidades maiores de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e alumínio. O mesmo mostrou valores maiores nas razões P/Mg, P/Ca, P/K e menores nas razões Ca/K, Ca/Mg, Al/P, Al/Ca, Al/Mg, Al/K. A razão Mg/K permaneceu inalterada.
- o cultivar Br602 mostrou teores mais elevados de potássio, fósforo e menores de magnésio, alumínio e cálcio e quantidades maiores de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e alumínio. O mesmo mostrou valores maiores nas razões Ca/Mg, P/Mg, P/Ca, P/K e menores nas razões Ca/K, Mg/K, Al/Ca, Al/Mg, Al/K e Al/P.

(b) no tratamento que condicionou o maior grau de tolerância ao alumínio quando comparado ao que condicionou o menor grau:

- os cultivares CMS x S603 e Sart apresentaram teores maiores de potássio, fósforo e menores de magnésio, alumínio e cálcio e quantidades maiores de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e alumínio. Os mesmos apresenta-

ram valores maiores para as razões Ca/Mg, Al/Mg, P / Mg, P/Ca e P/K e menores nas razões Ca/K, Mg/K, Al/P, Al/Ca, Al/K.

- os cultivares Br500 e Br602 apresentaram teores mais elevados de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e menores de alumínio e quantidades maiores de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e alumínio. Br500 apresentou valores maiores nas razões Ca/Mg, P/Mg, P/Ca, P/K e menores nas razões Al/P, Al/Ca, Al/Mg, Al/K, Ca/K e Mg/K. Br602 apresentou valores maiores nas razões P/Mg, P/Ca, P/K e menores nas razões Ca/K, Mg/K, Ca/Mg, Al/P, Al/Ca, Al/Mg , Al/K.

Verifica-se na Tabela 44 que para a maior produção de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio e para o maior grau de tolerância, para o cultivar CMS x S603 foi importante teores maiores de fósforo e potássio e redução no teor de magnésio. As quantidades maiores de cálcio, magnésio e alumínio foram devidas à maior produção de matéria seca. As razões explicam o comportamento dos elementos entre si.

No cultivar Br500 para o maior acúmulo de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio e para o maior grau de tolerância ao alumínio foi importante teores maiores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio. A quantidade maior de alumínio deveu-se à maior produção de matéria seca. As razões expli

cam o comportamento dos elementos entre si.

No cultivar Sart para a maior produção de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio foi importante teores maiores de fósforo, magnésio, potássio, cálcio. Para o maior grau de tolerância foi importante teores maiores de fósforo e potássio e redução no teor de magnésio. As quantidades maiores de cálcio, alumínio e magnésio foram devidas à maior produção de matéria seca. As razões explicam o comportamento dos elementos entre si.

No cultivar Br602 para a maior produção de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio foi importante teores maiores de fósforo e potássio. Quantidades maiores de cálcio, magnésio e alumínio foram devidas ao maior acúmulo de matéria seca. Para conferir o maior grau de tolerância ao alumínio foi importante teores maiores de fósforo e potássio e menores de alumínio. Quantidades maiores de alumínio foram devidas ao maior acúmulo de matéria seca.

Os cultivares Br500 e Sart apresentaram comportamento diferente dos elementos quanto ao teor, nos tratamentos que acarretaram maior produção de matéria seca. Nos tratamentos que acarretaram maior grau de tolerância, CMS x S603 e Sart apresentaram comportamento semelhante dos elementos quanto ao teor, o mesmo acontecendo com Br500 e Br602.

Os tratamentos que acarretaram a maior produção de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio tinham os níveis 3 de fósforo e em geral 3 de magnésio. Os tratamentos que condi-



cionaram o maior grau de tolerância apresentaram os níveis 3 de fósforo e 2-3 de magnésio.

Na Tabela 44, verifica-se que ocorreu correlação entre nível de fósforo no substrato e teor na planta nos tratamentos que acarretaram a maior produção de matéria seca e tolerância ao alumínio. Não houve correlação para magnésio a penas no cultivar Br602 no tratamento que proporcionou a maior produção de matéria seca.

Deve ser ressaltado que nos tratamentos que conferiram o maior grau de tolerância ao alumínio nos cultivares CMS x S603 e Sart, embora o teor de magnésio tenha sido mais baixo que nos tratamentos que condicionaram o menor grau de tolerância (Tabela 44), verifica-se que houve correlação entre nível de magnésio no substrato e teor desse elemento na planta para os dois cultivares. Os tratamentos que conferiram o maior grau de tolerância para esses cultivares apresentaram o nível 2 de magnésio enquanto os que conferiram o menor grau, o nível 3 (Tabela 7). Na Tabela 5, fixando-se o nível 3 de fósforo, nota-se que nos cultivares houve um aumento no grau de tolerância ao alumínio com as doses de magnésio, tanto na parte aérea como na raiz. Esta observação coincide com os dados obtidos por RHUE e GROGAN (1977), em que aumentando-se as concentrações de magnésio decrescia a toxidez de alumínio em milho. Constata-se também, novamente, a importância da combinação dos níveis para atingir a máxima produção de matéria seca e/ou o maior grau de tolerância, visto que o aumento no grau de tolerância com as do

ses de magnésio só se verificou em presença do nível 3 de fósforo.

Neste experimento nos tratamentos que acarretaram maior produção de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio não foi verificado no cultivar CMS x S603, considerado sensível, a correlação entre maior acúmulo de fósforo na raiz e decréscimo na parte aérea, provavelmente devido às diferentes combinações de níveis dos elementos no substrato, que acarretaram as maiores produções de matéria seca em cada experimento.

#### 4.1.2.3. Interação alumínio x fósforo x potássio

A análise estatística indicou diferenças entre doses de alumínio, fósforo, potássio e cultivares nos teores desses elementos nas raízes e parte aérea, exceto para doses de potássio no teor de alumínio na parte aérea e no teor de fósforo na raiz. As diversas interações também apresentaram diferenças nos teores dos mesmos, excetuando-se algumas como visto na Tabela 12.

Considerando-se para cada cultivar os respectivos tratamentos que acarretaram as maiores e menores produções de matéria seca e tolerância ao alumínio na parte aérea (Tabela 7), verificou-se o seguinte comportamento dos elementos minerais (Tabelas 24 a 27 e 39 a 42) e suas razões (Tabela 30):

(a) no tratamento que proporcionou a maior produção de matéria seca quando comparado ao que proporcionou a menor produção:

o cultivar CMS x S603 apresentou teores maiores de cálcio, magnésio, fósforo e menores de potássio e alumínio e quantidades maiores de todos os elementos. O mesmo apresentou valores maiores nas razões Ca/K, Mg/K, Ca/Mg, P/Mg, P/Ca, P/K e menores nas razões Al/P, Al/Mg, Al/Ca, Al/K;

- os cultivares Br500, Sart e Br602 apresentaram teores mais elevados de potássio e fósforo e menores de cálcio, magnésio e alumínio. Apresentaram também quantidades maiores de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e alumínio. Os mesmos apresentaram valores maiores nas razões P/Mg, P/Ca, P/K e Ca/Mg e menores nas razões Ca/K, Mg/K, Al/P, Al/Ca, Al/Mg, Al/K.

(b) no tratamento que condicionou o maior grau de tolerância, quando comparado ao que acarretou o menor:

- cultivar CMS x S603 apresentou teores mais elevados de cálcio, magnésio, alumínio e menores de potássio e fósforo e quantidades menores de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e maiores de alumínio. O mesmo apresentou valores maiores nas razões Ca/K, Mg/K, Al/P, Al/Mg, Al/K, Al/Ca e menores nas razões P/Mg, P/Ca, P/K e Ca/Mg;

- o cultivar Br500 mostrou teores maiores de cálcio e fósforo e menores de magnésio, potássio e alumínio e quantidades maiores de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e alumínio. O mesmo apresentou valores maiores nas razões Ca/K, Mg/K, Ca/Mg, P/Mg, P/Ca, P/K e menores nas razões Al/P, Al/Ca, Al/Mg, Al/K;
- os cultivares Sart e Br602 apresentaram teores maiores de potássio e fósforo e menores de cálcio, magnésio e alumínio e quantidades maiores de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e alumínio. Os mesmos apresentaram valores mais elevados nas razões Ca/Mg, P/Mg, P/Ca, P/K e menores nas razões Ca/K, Mg/K, Al/P, Al/Ca, Al/Mg e Al/K.

Nota-se na Tabela 45, que para a maior produção de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio, para o cultivar CMS x S603 foi importante teores maiores de fósforo. As quantidades maiores de potássio e alumínio foram devidas à maior produção de matéria seca. Para o maior grau de tolerância foi importante teores maiores de alumínio e menores de fósforo. A quantidade de alumínio foi maior porque a porcentagem de aumento no teor desse elemento foi maior que a porcentagem de queda no acúmulo da matéria seca. As quantidades dos elementos cálcio e magnésio foram menores porque a porcentagem de aumento nos seus teores foi menor que a porcentagem de queda na produção de ma-

téria seca. As razões explicam o comportamento dos elementos entre si.

No cultivar Br500 para a maior produção de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio foi importante teores maiores de fósforo e menores de alumínio. As quantidades maiores de cálcio, magnésio e alumínio deveram-se à maior produção de matéria seca. Para o maior grau de tolerância foi importante teores maiores de fósforo. As quantidades maiores de magnésio, potássio e alumínio foram devidas à maior produção de matéria seca. As razões explicam o comportamento dos elementos entre si.

No cultivar Sart para a maior produção de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio e maior grau de tolerância ao alumínio foi importante teores maiores de fósforo. As quantidades maiores de cálcio, magnésio e alumínio foram devidas à maior produção de matéria seca. As razões explicam o comportamento dos elementos entre si.

No cultivar Br602 para a maior produção de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio e maior grau de tolerância ao alumínio foi importante teores maiores de fósforo e potássio e menores de alumínio. Quantidades maiores de cálcio, magnésio e alumínio foram devidas ao maior acúmulo de matéria seca.

Verifica-se que os cultivares Br500, Sart e Br602 apresentaram comportamento semelhante dos elementos quanto ao teor, nos tratamentos que acarretaram a maior produção de matéria seca na dose 12 ppm de alumínio e Sart e Br602 nos

que condicionaram o maior grau de tolerância ao alumínio.

Os tratamentos que acarretaram a maior produção de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio apresentaram os níveis 3 de fósforo e 1-2 de potássio. Os que condicionaram o maior grau de tolerância mostraram em geral níveis 3 de fósforo e 2 de potássio (Tabela 7).

Na Tabela 45, nota-se que ocorreu correlação entre nível de fósforo no substrato e teor do mesmo na planta. Já para o potássio verificou-se correlação apenas para alguns cultivares.

Ali, citado por FOY *et alii* (1978) encontrou que a toxidez de alumínio em trigo pode ser completamente modificada pelo aumento da concentração de potássio na solução. Na Tabela 5, fixando o nível 3 de fósforo, nota-se que apenas o cultivar CMS x S603 apresentou maior grau de tolerância com as doses de potássio, tanto para raiz como para a parte aérea. Os cultivares Br500, Sart e Br602 apresentaram um aumento no grau de tolerância tanto para a raiz como para a parte aérea, até o nível 2 de potássio, havendo um decréscimo com a dose 3 do mesmo.

#### 4.1.2.4. Cultivar sensível x cultivar tolerante

Considerando-se os tratamentos com nível 12 ppm de alumínio e doses 3 de fósforo, de cálcio, de magnésio e de

potássio dos três experimentos, os quais apresentam a composição completa da solução nutritiva de Hoagland e Arnon, observou-se os seguintes teores, quantidades e participações relativas dos elementos na raiz e parte aérea para o cultivar sensível (CMS x S603) e para um cultivar tolerante ao alumínio (Sart) (Tabela 46).

As diferenças nos teores, quantidades e participações relativas dos elementos na raiz e parte aérea de cada cultivar nos três experimentos provavelmente foi devida às diferentes épocas de condução dos experimentos. Parece que a época em que foi conduzido o experimento em que se variou as doses de magnésio, propiciou maior absorção dos elementos para os dois cultivares.

PRIMAVESI *et alii* (1984) sugerem que para a comparação do comportamento dos nutrientes entre si, para diferentes tratamentos, independente da variação de matéria seca, seja determinada a participação relativa do elemento extraído (porcentagem com que cada elemento participa na quantidade total dos elementos extraídos). Esse procedimento foi usado para comparação dos dados da Tabela 46.

A época de plantio afetou a absorção de nutrientes, com maior variação na participação relativa da parte aé-rea, dos elementos fósforo, potássio em ambos os cultivares e de cálcio na parte aérea do cultivar sensível ao alumínio e raiz do cultivar tolerante. No tratamento  $P_3K_3$  ocorreu uma queda na participação relativa de potássio da parte aérea em relação aos tratamentos  $P_3Ca_3$ ,  $P_3Mg_3$  para os dois cultivares sendo maior no cultivar sensível. Ocorreu uma queda na participação

Tabela 46 - Teores, quantidades e participações relativas de elementos minerais em cultivares sensível e tolerante na presença de 12 ppm de alumínio e níveis 3 de fósforo, de cálcio, de magnésio e de potássio.

Tratamentos	Elementos	CMS x S603												Sart																																																											
		R						PA						R						PA																																																					
		T	E	PR	T	E	PR	ET	PR	E	T	PR	ET	T	E	PR	T	E	PR	ET	PR	E	T	PR	ET																																																
P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub>	Ca	0,27	0,586	6,32	0,66	2,772	15,47	3,358	0,27	1,121	5,59	0,98	9,996	18,28	11,117	0,27	0,59	2,449	12,21	0,26	2,652	20,61	5,101	0,16	0,664	3,31	0,42	4,284	7,84	4,948	3,06	12,699	63,33	3,69	37,638	68,85	50,337	7518	3,120	15,56	95	0,097	0,18	3,217																													
	P	0,43	0,933	10,06	0,17	0,714	3,98	1,647	0,59	2,449	12,21	0,26	2,652	20,61	5,101	0,16	0,664	3,31	0,42	4,284	7,84	4,948	3,06	12,699	63,33	3,69	37,638	68,85	50,337	7518	3,120	15,56	95	0,097	0,18	3,217																																					
	Mg	0,20	0,434	4,68	0,27	1,134	6,33	1,568	0,16	0,664	3,31	0,42	4,284	7,84	4,948	3,06	12,699	63,33	3,69	37,638	68,85	50,337	7518	3,120	15,56	95	0,097	0,18	3,217																																												
	K	2,85	6,185	66,71	3,16	13,272	74,07	19,457	3,06	12,699	63,33	3,69	37,638	68,85	50,337	7518	3,120	15,56	95	0,097	0,18	3,217																																																			
	Al	5224	1,134	12,23	61	0,026	0,14	1,160	7518	3,120	15,56	95	0,097	0,18	3,217																																																										
	Total	9,272	17,918	20,053	54,667																																																																				
P <sub>3</sub> Mg <sub>3</sub>	Ca	0,40	0,652	5,77	1,42	6,248	17,94	6,900	0,76	2,212	11,02	1,94	14,356	20,80	16,568	0,76	2,212	11,02	1,94	14,356	20,80	16,568	0,97	2,823	14,07	0,97	7,178	10,40	10,001	0,24	0,698	3,48	0,70	5,180	7,51	5,878	3,95	11,495	57,28	5,65	41,810	60,59	53,305	9758	2,840	14,15	644	0,477	0,69	3,317																							
	P	0,94	1,532	13,56	0,90	3,960	11,37	5,492	0,97	2,823	14,07	0,97	7,178	10,40	10,001	0,97	2,823	14,07	0,97	7,178	10,40	10,001	0,24	0,698	3,48	0,70	5,180	7,51	5,878	3,95	11,495	57,28	5,65	41,810	60,59	53,305	9758	2,840	14,15	644	0,477	0,69	3,317																														
	Mg	0,17	0,277	2,45	0,39	1,716	4,93	1,993	0,24	0,698	3,48	0,70	5,180	7,51	5,878	3,95	11,495	57,28	5,65	41,810	60,59	53,305	9758	2,840	14,15	644	0,477	0,69	3,317																																												
	K	4,49	7,319	64,79	5,16	22,704	65,21	30,023	3,95	11,495	57,28	5,65	41,810	60,59	53,305	9758	2,840	14,15	644	0,477	0,69	3,317																																																			
	Al	9300	1,516	13,42	428	0,188	0,54	1,704	9758	2,840	14,15	644	0,477	0,69	3,317																																																										
	Total	11,296	34,816	20,068	69,001																																																																				
P <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	Ca	0,25	0,300	6,22	1,09	3,379	24,92	3,679	0,19	0,371	3,98	1,43	7,722	21,58	8,093	0,19	0,371	3,98	1,43	7,722	21,58	8,093	0,78	1,521	16,31	0,83	4,482	12,52	6,003	0,10	0,195	2,09	0,51	2,754	7,69	2,949	2,93	5,714	61,26	3,84	20,736	57,94	26,450	7824	1,526	16,36	174	0,094	0,26	1,620																							
	P	0,65	0,780	16,18	0,85	2,635	15,01	3,415	0,78	1,521	16,31	0,83	4,482	12,52	6,003	0,78	1,521	16,31	0,83	4,482	12,52	6,003	0,10	0,195	2,09	0,51	2,754	7,69	2,949	2,93	5,714	61,26	3,84	20,736	57,94	26,450	7824	1,526	16,36	174	0,094	0,26	1,620																														
	Mg	0,14	0,168	3,48	0,44	1,364	7,77	1,532	0,10	0,195	2,09	0,51	2,754	7,69	2,949	2,93	5,714	61,26	3,84	20,736	57,94	26,450	7824	1,526	16,36	174	0,094	0,26	1,620																																												
	K	2,43	2,916	60,48	3,27	10,137	57,74	13,053	2,93	5,714	61,26	3,84	20,736	57,94	26,450	7824	1,526	16,36	174	0,094	0,26	1,620																																																			
	Al	5479	0,657	13,63	137	0,042	0,24	0,699	7824	1,526	16,36	174	0,094	0,26	1,620																																																										
	Total	4,821	17,557	9,327	35,788																																																																				

onde T = teor nutriente (%) e alumínio (ppm); E = extração (mg/2 plantas); ET = extração total (mg/2 plantas); PR = participação relativa. R = raiz; P.A. = parte aérea.



relativa do fósforo da parte aérea do cultivar tolerante e uma participação maior desse elemento na parte aérea do cultivar sensível. A participação relativa de cálcio na raiz do cultivar tolerante sofreu uma redução.

A quantidade de alumínio na raiz foi maior que a da parte aérea dos dois cultivares, portanto apenas uma pequena quantidade de alumínio translocou-se para a parte aérea, confirmando a observação de que o alumínio é um elemento de baixa mobilidade na planta (ANDREW *et alii*, 1973). A acumulação de alumínio nas raízes tem sido relatada por vários autores (FOY *et alii*, 1965, 1967; McCORMICK e BORDEN, 1972; HOWELER e CADAVID, 1976; ALAM, 1981; FAGERIA e CARVALHO, 1982).

O cultivar tolerante apresentou um acúmulo relativo de alumínio na raiz e parte aérea pouco superior e de potássio inferior ao cultivar sensível ao alumínio. Apresentou também acúmulos relativos menores de cálcio, magnésio e maiores de fósforo nas raízes, e maiores de cálcio, magnésio e menores de fósforo na parte aérea.

Os acúmulos relativos de alumínio e fósforo nas raízes de cada cultivar foram praticamente semelhantes.

Nos presentes experimentos, o cultivar sensível apresentou teores menores de cálcio, fósforo, magnésio, potássio, alumínio na parte aérea e de fósforo, potássio, alumínio e maiores de magnésio nas raízes em relação ao cultivar tolerante.

FOY *et alii* (1967), MUGWIRA *et alii* (1976, 1980),

encontraram concentrações mais baixas de alumínio nas raízes nos cultivares de trigo tolerantes ao alumínio que em cultivares sensíveis, o que não foi verificado no presente trabalho. Já, HOWELER e CADAVID (1976), verificaram em arroz que o cultivar tolerante apresentou teores maiores de alumínio nas raízes e menores na parte aérea que o cultivar sensível. Isto poderia indicar uma melhor capacidade de exclusão do alumínio no cultivar tolerante resultando em precipitação do alumínio no lado de fora da raiz, com menos alumínio sendo translocado para a parte aérea. Neste trabalho verificou-se maior teor de alumínio na raiz e parte aérea do cultivar tolerante discordando portanto desses autores quanto ao teor de alumínio na parte aérea.

CLARK (1977) verificou que a tolerância ao alumínio de dois híbridos de milho não parece estar diretamente relacionada à concentração de alumínio nas raízes e parte aérea. SARTAIN e KAMPRATH (1978) verificaram que a concentração de alumínio da parte aérea e raízes não correlacionaram com a tolerância relativa ao mesmo em cultivares de soja, mas que os cultivares que cresceram bem em solos com altos teores desse elemento, tinham a mais baixa concentração do mesmo na raiz.

Na Tabela 47, encontram-se comparações de teores de nutrientes nas raízes e parte aérea em cultivares sensíveis e tolerantes de diversas espécies vegetais.

Tabela 47 - Comparação de teores de nutrientes entre cultivares sensível e tolerante de diversas espécies vegetais.

Raiz		Parte aérea		Referência
Cultivar sensível	Cultivar tolerante	Cultivar sensível	Cultivar tolerante	
>P, Ca		<K		trigo (MUGWIRA <i>et alii</i> , 1980)
>Mg, P		>Mg		triticale (MUGWIRA <i>et alii</i> , 1980)
>P		>Ca, K		centeio (MUGWIRA <i>et alii</i> , 1980)
<Ca, Mg		<Mg		
	>P		>P, Ca	arroz (HOWELER e CADAVID, 1976)
<Ca		<Ca, Mg, K		sorgo (CALBO e CAMBRAIA, 1980)
>P		>P		soja (FOY <i>et alii</i> , 1969)
<Ca		<Ca		

Comparando-se com os teores dos elementos encontrados no presente trabalho, verifica-se que concordam somente com os comportamentos de cálcio, magnésio, potássio e fósforo encontrados para sorgo (CALBO e CAMBRAIA, 1980) e para arroz (HOWELER e CADAVID, 1976), tanto na raiz como na parte aérea, além de cálcio na parte aérea de soja (FOY *et alii*, 1969), magnésio na parte aérea de centeio e potássio na parte aérea de trigo (MUGWIRA *et alii*, 1980).

## 4.2. ENSAIO EM VASO COM SOLO

A Figura 37 traz a curva de calibração para esse solo, para os corretivos calcário e silicato, onde se verifica que o efeito de 1 tonelada de calcário correspondeu ao efeito de 4 toneladas de silicato.

A Tabela 53 apresenta os resultados de análise química do solo, efetuada antes e após a colheita do experimento, e do pH do solo posterior à incubação.

O teor de fósforo mostrou-se muito elevado, antes e depois da condução do experimento (solo com teor maior que 31 ppm é considerado um solo rico em fósforo, segundo GARGANTINI *et alii*, 1970).

O teor de potássio apresentou-se médio antes da instalação do experimento, passando a baixo (menor que 47 ppm) após a colheita. Isto é uma indicação que o sorgo sacarino extrai muito potássio do solo, o que é confirmado por ROSOLEM (1979).

Verificou-se que com as doses dos corretivos, independente do tipo dos mesmos e cultivar, ocorreu: (1) aumento no pH do solo, teor de cálcio trocável e CTC efetiva; (2) redução no teor de magnésio trocável e na porcentagem de saturação em alumínio; (3) os teores de fósforo disponível, potássio, alumínio e manganês trocáveis permaneceram praticamente constantes.

Foi corrigida a acidez fisiológica do adubo e

possivelmente devido a isso, o pH dos solos testemunhas (dose 0) foi superior ao do solo antes da correção.

Provavelmente devido ao valor de pH atingido, o alumínio trocável tendeu a 0 (zero). CATANI e ALONSO (1969) obtiveram um valor mínimo de pH = 5,67 em que não há mais alumínio trocável. Já o manganês apresentou teores elevados, pois acima de 48 ppm é considerado tóxico (Foy, 1964, citado por KAMPRATH, 1967; VIDOR e FREIRE, 1972). Para a sua eliminação necessita de um pH mais elevado (VIDOR e FREIRE, 1972), não atingido neste experimento. Não se verificou efeitos nocivos do manganês trocável nos níveis presentes. PAVAN e MIYAZAWA (1984) alertam sobre fatores que podem causar sérios erros na interpretação dos resultados de análise desse elemento no solo, como pH, matéria orgânica, textura e principalmente o tempo de armazenamento. Portanto, se um solo for seco ao ar (TFSA), os resultados referentes ao manganês trocável são imprevisíveis.

#### 4.2.1. Matéria seca

Os pesos médios da matéria seca das raízes, folhas e colmos do sorgo sacarino crescendo em solo submetido à calagem e à aplicação de silicato se encontram nas Tabelas 54 e 55.

Na Tabela 49 se encontram os resultados da análise estatística, onde se verificou que para a matéria seca ra

dicular houve diferença entre doses e corretivos, mas não houve diferença entre cultivares. Já para colmos e folhas ocorreram diferenças entre cultivares.

De acordo com a parte da planta e o cultivar considerado, o comportamento quanto à acumulação de matéria seca em relação a doses e corretivos foi diferente. Isso concorda com DUNCAN *et alii* (1980) que relatam sobre a interação do genótipo do sorgo e o meio, na absorção de nutrientes, afetando o crescimento da planta e produção.

A interação doses dentro de corretivos (Tabela 50) mostra que, para o calcário a dose 2 acarretou maior produção de matéria seca nas folhas, colmos e raízes, embora para folhas e raízes não tenha diferido da dose 1. SINGH e DAHIYA (1976), SERPA e GONZALES (1979) e DAHIYA e SINGH (1982), relatam sobre aumento na produção de matéria seca com doses de  $\text{CaCO}_3$ , provavelmente devido à maior disponibilidade de cálcio do  $\text{CaCO}_3$ . Essa maior disponibilidade foi obtida através da ação da rizosfera, pela qual exudados da raiz solubilizaram o cálcio do  $\text{CaCO}_3$  para o solo, que apresentava baixo teor desse elemento (DAHIYA e SINGH, 1982).

Para o corretivo silicato, a dose 2 proporcionou maior peso de matéria seca apenas nas raízes. Para colmos e folhas não houve diferença entre doses, mas constatou-se tendência de maior produção de matéria seca com o aumento das mesmas (Tabelas 54, 55 e Figura 38).

Como para o sorgo sacarino interessa a produ-

ção de colmos, reflexo da especialização da planta (ROSOLEM, 1979), constata-se pela Tabela 50 que o cultivar Ample - H - OK, mostrou maior acúmulo de matéria seca para ambos os corretivos e para as três doses estudadas neste órgão vegetal.

Comparando os cultivares (Figura 38), verificou-se que com o calcário ocorreu acúmulo semelhante de matéria seca nas folhas e colmos, e variável nas raízes. Com silicato o acúmulo foi semelhante nas folhas de Br602 e Br500 e nas raízes de Br602 e Ample-H-OK. Os cultivares apresentaram variação comportamental maior para o silicato, provavelmente devido as suas cargas genéticas.

Comparando os tratamentos com calcário e silicato (Figura 38) verificou-se uma tendência semelhante no acúmulo de matéria seca nos colmos de Br602 e folhas e raízes de Ample-H-OK.

#### 4.2.1.1. Resposta dos cultivares aos corretivos

Comparando-se a variação porcentual no acúmulo de matéria seca entre as doses 2 e 0 dos corretivos, verificaram-se as seguintes respostas dos cultivares aos mesmos, conforme Tabela 48.

Tabela 48 - Respostas dos cultivares ao calcário e ao silicato.

Órgãos vegetais	Corretivos					
	Calcário			Silicato		
	cultivares					
	Br602	Ample-H-OH	Br500	Br602	Ample-H-OK	Br500
folhas	5,7%	7,9%	10,8%	13,2%	3,1%	5,1%
colmos	19,2%	29,3%	34,3%	13,9%	1,2%	-3,0%
raízes	47,5%	-6,9%	24,2%	19,1%	22,6%	46,5%

O silicato proporcionou acúmulos de matéria seca superiores ao do calcário, tanto nas folhas como nos colmos (em geral na dose 1) dos três cultivares e inferiores nas raízes (Figura 38).

Embora o silicato tenha proporcionado acúmulos de matéria seca superiores ao do calcário, a resposta ao último foi maior para as folhas de Br500 e Ample-H-OK, para os colmos dos três cultivares, e para as raízes de Br602.

Apesar do cultivar Ample-H-OK apresentar o maior acúmulo de matéria seca nos colmos e folhas com ambos os corretivos, observou-se maior resposta para o calcário de Br500 para colmos e folhas e Br602 para raízes. Para o silicato a maior resposta foi apresentada por Br602 nos colmos e folhas e Br500 nas raízes. O cultivar Ample-H-OK ocupou posição intermediária



no comportamento de resposta aos corretivos.

Considerando o comportamento diferencial no acúmulo de matéria seca, entre os níveis 0-1-2 dos tratamentos com silicato/calcário, obteve-se os seguintes valores percentuais:

- (a) folhas: 0,5%, 13,1% e 7,7% para Br602;  
14,0%, 10,7% e 8,8% para Ample-H-OK;  
8,9%, 13,8% e 3,3% para Br500.
- (b) colmos: 16,2%, 19,5% e 11,1% para Br602;  
25,8%, 5,3% e -1,6% para Ample-H-OK;  
15,7%, 8,2% e -16,5% para Br500.
- (c) raízes: -3,1%, -30,9% e -21,8% para Br602;  
-26,7%, -23,9% e -3,5% para Ample-H-OK;  
-21,0%, -34,4% e -7,0% para Br500.

Em geral as diferenças na produção de matéria seca entre silicato e calcário tendem a se reduzir da dose 1 para a 2.

As variações entre os níveis 0 do calcário e do silicato, provavelmente foram devidas às diferenças na porcentagem de saturação em alumínio (Tabelas 53 e 59), provocadas pela correção da acidez fisiológica dos adubos minerais, embora tenham sido aplicadas quantidades equivalentes dos corretivos.

#### 4.2.1.2. Potencial de produção dos cultivares

Para todas as doses de calcário e silicato verificou-se a seguinte ordem decrescente do potencial de produção de matéria seca nos colmos: Ample-H-OK>Br500>Br602, exceto na dose 2 de silicato. Nesta dose deste corretivo o cultivar Br602 apresentou maior potencial de produção que Br500 (Tabela 55 e Figura 38).

#### 4.2.1.3. Tolerância dos cultivares ao alumínio trocável

Para um aumento médio de 56% na porcentagem de saturação em alumínio, ocorreu uma redução na produção de matéria seca nos colmos dos cultivares Ample-H-OK, Br602 e Br500, respectivamente de 21,4%, 16,3% e 6,1% (Tabela 59).

Houve pequena redução na produção de matéria seca dos cultivares. Deve ser considerado que a porcentagem de saturação em alumínio determinada após a colheita foi baixa (6,0 a 12,9%) (Tabelas 53 e 59) pois para milho o valor limite considerado é de 45% e para soja de 20% (KAMPRATH, 1970).

Verificou-se a seguinte ordem decrescente quanto ao grau de tolerância ao alumínio: Br500>Br602>Ample-H-OK.

## 4.2.2. Elementos minerais

### 4.2.2.1. Fósforo

Nas Tabelas 54 e 55 se encontram as concentrações de fósforo nas raízes, colmos e folhas. A Tabela 49 traz a análise de variância para os teores desse elemento, verificando-se nas raízes diferenças apenas para doses. Nos colmos, doses e corretivos acarretaram diferenças e nas folhas, doses e cultivares.

Para a interação doses dentro de corretivos (Tabela 50), a dose 0 de calcário proporcionou o maior teor de fósforo nos colmos, as doses 0 e 1 nas folhas e para as raízes não houve diferenças entre as mesmas.

DUNCAN *et alii* (1980) relatam que a análise foliar revelou um aumento no teor de fósforo, com o decréscimo do pH do solo de 5,5 para 4,4.

SINGH e DAHIYA (1976) e DAHIYA e SINGH (1982) obtiveram um decréscimo na concentração e absorção de fósforo com o aumento das doses de  $\text{CaCO}_3$ , que poderia ser devido à transformação do fósforo disponível para fosfato dicálcico e tricálcico.

Para Mac LEAN *et alii* (1972) a calagem aumentou o fósforo disponível em alguns dos solos estudados para o pH mais alto, com tendência de aumento no teor deste elemento nas plantas. No presente experimento o fósforo disponível permaneceu

praticamente constante com doses de calcário (Tabela 53), mas na planta o teor do mesmo nas folhas e colmos decresceu (Tabelas 54 e 55).

Segundo RAGLAND e COLEMAN (1962), a presença do alumínio na solução pode ocasionar um aumento na absorção de fósforo. Também BRAUNER e SARRUGE (1980), trabalhando com trigo, relatam que para a maioria dos cultivares, os teores de fósforo da parte aérea aumentaram com o acréscimo da concentração de alumínio na solução nutritiva.

HOWELER e CADAVID (1976), FAHL *et alii* (1982), FAGERIA e CARVALHO (1982) relatam uma diminuição no teor de fósforo da parte aérea do arroz com o aumento dos níveis de alumínio.

Verificou-se também tendência de aumento no teor de fósforo na raiz com a dose 1 de calcário, e de decréscimo com a dose 2 nos cultivares Ample-H-OK e Br602. Decréscimo com a dose 1 e aumento com a dose 2 para Br500 (Tabela 54).

A baixos níveis de calagem a concentração de fósforo nas raízes apresentou-se maior do que com aplicações mais elevadas de cal (GARCIA e LEON, 1978). Isto devido a uma possível precipitação do fósforo pelo alumínio, interferindo em seu transporte e utilização pela parte aérea (CLARKSON, 1966).

Com doses de silicato, o teor de fósforo disponível permaneceu praticamente constante (Tabela 53) e na planta a dose 1 proporcionou o maior teor foliar (Tabela 50). Raízes e colmos apresentaram tendência de maior teor desse elemento com a dose 1 (Tabelas 54 e 55).

Segundo HUNTER (1965), DEB e DATTA (1967), ânions como silicato reduzem a fixação do fósforo. Entretanto, RAUPACH e PIPER (1959), constataram que embora o silicato tenha promovido marcante redução na fixação deste elemento em testes de laboratório, experimentos em vasos não confirmaram essa observação.

Tanto para o calcário como para o silicato os cultivares diferiram no teor de fósforo apenas no colmo, com Ample-H-OK e Br500 apresentando as menores concentrações para calcário e Br602 e Br500 para silicato (Tabela 50).

Os tratamentos com silicato acarretaram teores mais baixos de fósforo nos colmos dos três cultivares em relação aos tratamentos com calcário (Tabelas 49 e 55). Apresentaram também, tendência de concentrações mais altas do mesmo nas folhas de Br602 e Br500 e raízes de Br602 e Ample-H-OK (Tabela 54).

Ocorreu redução no acúmulo de fósforo nas folhas e colmos do cultivar Br602 e folhas de Br500, nos tratamentos com calcário. Redução com dose 1 e aumento com dose 2 no colmo de Ample-H-OK e no colmo e raízes de Br500. Aumento com dose 1 e redução com dose 2 nas raízes de Br602 e nas folhas de Ample-H-OK. Aumento de acúmulo nas raízes de Ample-H-OK (Figura 39).

Nos tratamentos com silicato ocorreu redução no acúmulo de fósforo no colmo do cultivar Br500. Redução com dose 1 e aumento com dose 2 nas raízes de Ample-H-OK. Aumento com

dose 1 e redução com dose 2 nas folhas, colmo e raízes de Br602, colmo de Ample-H-OK e folhas de Br500. Aumento contínuo nas folhas de Ample-H-OK e raízes de Br500 (Figura 39).

Entre cultivares verificou-se comportamento semelhante no acúmulo de fósforo nas folhas de Br602 e Br500 e colmo de Br602 e Ample-H-OK para os tratamentos com silicato. Nos tratamentos com calcário, nas folhas de Br602 e Br500 (Figura 39).

Os cultivares apresentaram tendência de valores de acúmulo de fósforo superiores nas folhas e inferiores nos colmos e raízes nos tratamentos com silicato em relação aos com calcário.

#### 4.2.2.2. Potássio

Os teores médios de potássio nas raízes, folhas e colmos, encontram-se nas Tabelas 54 e 55. Pela análise de variância (Tabela 49) nota-se que houve efeito de doses e corretivos na concentração desse elemento apenas para raízes e colmos e que não houve diferença entre cultivares para colmos.

Na Tabela 50, verifica-se que para a interação doses dentro de corretivos, e para o calcário, a dose 0 proporcionou o maior teor de potássio nas raízes, colmos e folhas. Para o silicato a dose 0 acarretou maior concentração desse elemento nas raízes e a menor nas folhas.

DUNCAN *et alii* (1980) encontraram um aumento no teor de potássio das folhas quando o pH do solo decresceu de 5,5 para 4,4.

Para FOY e BROWN (1963), o alumínio trocável reduz a absorção de potássio. Já FAHL *et alii* (1982) relatam que níveis de alumínio aumentaram os teores deste elemento na parte aérea de arroz.

Considerando o tratamento com calcário, verificou-se diferença no comportamento dos cultivares apenas para folhas, com Br500 apresentando o maior teor de potássio. Com silicato houve diferença apenas para raízes e folhas, com Br602 e Br500 apresentando a maior concentração desse elemento nas raízes e Br500 e Ample-H-OK nas folhas (Tabela 50).

Ocorreu tendência de concentrações menores de potássio nos colmos dos três cultivares nos tratamentos com silicato, quando comparados aos com calcário (Tabela 55). O cultivar Br602 apresentou teores maiores desse elemento nas raízes e menores nas folhas (ao nível de 5%) nos tratamentos com silicato (Tabelas 49 e 54). O cultivar Ample-H-OK apresentou tendência de teores mais elevados de potássio nas folhas e Br500 de teores menores nos tratamentos com silicato (Tabela 54).

O silicato acarretou valores de acúmulo de potássio mais elevados nas folhas para as doses 1 e 2 e geralmente mais baixos nos colmos e raízes (Figura 40).

Entre cultivares tratados com silicato, verificou-se semelhança de comportamento no acúmulo de potássio nas

folhas de Br602 e Br500 e nas raízes de Br602 e Ample-H-OK (Figura 40).

Comparando-se cultivares tratados com calcário, verificou-se semelhança de comportamento nos colmos dos mesmos e folhas de Br602 e Br500.

Comparando fontes de corretivos verificou-se comportamento semelhante nas raízes de Br602 e Ample-H-OK, e colmos de Br500.

Para calcário verificou-se redução no acúmulo de potássio nas folhas de Br602 e Ample-H-OK. Redução na dose 1 e aumento na dose 2 nos colmos e raízes de Br602 e Ample-H-OK, e folhas e colmos de Br500. Aumento de acúmulo na dose 1 e redução na dose 2 nas raízes de Br500 (Figura 40).

Para o silicato verificou-se redução no acúmulo de potássio nos colmos de Ample-H-OK. Redução na dose 1 e aumento na dose 2 nas raízes de Br602 e Ample-H-OK e colmos de Br500. Aumento na dose 1 e redução na dose 2 nas folhas e colmos de Br602 e folhas de Br500. Aumento do acúmulo nas folhas de Ample-H-OK e raízes de Br500.

#### 4.2.2.3. Cálcio

Os teores de cálcio nas raízes, colmos e folhas se encontram nas Tabelas 54 e 55. Pela análise de variância (Tabela 49), verificou-se diferença entre doses no teor desse ele-



mento nas raízes e folhas, e entre cultivares nas raízes, colmos e folhas. Os corretivos afetaram a concentração do mesmo apenas nos colmos.

Para o calcário, as doses 1 e 2 proporcionaram o maior teor de cálcio nas raízes, as doses 0 e 2 nos colmos e as doses 0 e 1 nas folhas. Já para o silicato, a dose 1 possibilitou o maior teor desse elemento nas raízes e as doses 1 e 2 nos colmos e nas folhas (Tabela 51).

Para o calcário, embora o teor de cálcio nas folhas tenha diminuído com as doses desse corretivo, a quantidade total absorvida aumentou, mostrando correlação com o teor de cálcio trocável no solo.

DUNCAN *et alii* (1980) relatam um decréscimo no teor de cálcio do tecido foliar com a redução do pH do solo de 5,5 para 4,4.

Um dos primeiros sintomas de dano causado pelo alumínio trocável é a redução da absorção de cálcio (Pearson *et alii*, 1970, citados por OWEN *et alii*, 1978; NOGUEIRA, 1979), pois existe um efeito antagônico do alumínio sobre o mesmo (JOHNSON e JACKSON, 1964).

SINGH e DAHIYA (1976) e DAHIYA e SINGH (1982) relatam um aumento na concentração de cálcio na parte aérea com as doses de  $\text{CaCO}_3$ . Esses autores atribuíram o aumento nos teores do mesmo a um aumento da solubilidade do  $\text{CaCO}_3$ , através de exudados das raízes. Os teores de cálcio obtidos com calcário para colmos e folhas discordam desses autores, mas para raízes

esse aumento na concentração do mesmo foi observado.

Verificou-se para os cultivares na dose 0 dos corretivos, teores de cálcio nas raízes inferiores aos das folhas e colmos (Tabelas 54 e 55). Provavelmente a presença de alumínio no solo não influenciou na translocação do mesmo para a parte aérea (GARCIA e LEON, 1978).

Os cultivares apresentaram teores menores de cálcio nos colmos nos tratamentos com silicato quando comparados aos com calcário (Tabelas 49 e 55).

Verificou-se um comportamento diferencial entre os cultivares e para algumas partes da planta no que tange à acumulação de cálcio (Figura 41), possivelmente devido à carga genética dos mesmos (EPSTEIN e JEFFRIES, 1964).

Considerando os tratamentos com calcário, verificou-se uma semelhança de comportamento dos cultivares quanto ao acúmulo de cálcio nas folhas de Ample-H-OK e Br500. Com silicato, nas folhas de Br602 e Br500, colmo de Br602 e Ample-H-OK e raízes de Ample-H-OK e Br500.

Comparando os tratamentos com calcário e silicato verificou-se que somente o cultivar Br500 apresentou semelhança no acúmulo de cálcio nas folhas, colmos e raízes, e Br602 nas raízes.

Nos tratamentos com calcário ocorreu redução no acúmulo de cálcio nas folhas de Br602. Redução na dose 1 e aumento na dose 2 para colmos de Ample-H-OK e Br500. Aumento na dose 1 e redução na dose 2 para raízes de Br602, folhas de Ample-H-OK e

Br500 (Figura 41).

Nos tratamentos com silicato ocorreu aumento no acúmulo de cálcio na dose 1 e redução na dose 2, nas folhas, colmos e raízes de Br602, colmos de Ample-H-OK e folhas de Br500. Aumento de acúmulo nas folhas e raízes de Ample-H-OK e raízes de Br500. Redução na dose 1 e aumento na dose 2 no colmo de Br500.

De maneira geral, os valores de acúmulo de cálcio obtidos com silicato foram inferiores aos com calcário para colmos e raízes e superiores para folhas.

#### 4.2.2.4. Magnésio

Os teores de magnésio nos colmos, raízes e folhas e encontram nas Tabelas 54 e 55. Pela análise de variância (Tabela 49) verifica-se que houve efeito de doses no teor desse elemento para raízes, colmos e folhas. Houve diferença entre corretivos na concentração do mesmo para colmos e folhas e entre cultivares para raízes e folhas.

Para doses dentro de corretivos (Tabela 51) nos tratamentos com calcário a dose 0 proporcionou maior teor de magnésio nos colmos e as doses 0 e 1 nas folhas. Com silicato a dose 1 proporcionou a maior concentração desse elemento nas raízes e as doses 1 e 2 nas folhas.

DUNCAN *et alii* (1980) encontraram teores folia-

res de magnésio, mais baixos (0,10%) para pH do solo 4,4 quando comparados aos teores (0,30%) para pH do solo 5,0.

DAHIYA e SINGH (1982) observaram um decréscimo na concentração de magnésio com doses de calcário. Esses autores atribuíram esse decréscimo ao antagonismo entre cálcio e magnésio, porque a concentração de cálcio registrou um aumento com o acréscimo da quantidade de carbonato de cálcio.

Verificou-se tendência de concentrações de magnésio nas raízes inferiores às apresentadas pelos colmos e folhas, para todas as doses de calcário (Tabelas 54 e 55).

O cultivar Ample-H-OK (mais sensível ao alumínio) que apresentou maior produção de matéria seca nas raízes, colmos e folhas com baixo nível de calagem (Tabela 50), não mostrou diferença no teor de magnésio nas raízes em relação aos outros cultivares que produziram menor quantidade (Tabela 51). É possível que os cultivares sensíveis ao alumínio tenham requerimento maior deste nutriente ou também que o alumínio dentro da planta interfira em maior grau no metabolismo (GARCIA e LEON, 1978).

Para a interação cultivares dentro de corretivos (Tabela 51) o tratamento com calcário não acarretou diferenças no teor de magnésio nas raízes, colmos e folhas dos mesmos. O silicato promoveu teores maiores desse elemento nos colmos de Br602 e Br500.

Considerando as folhas, com silicato houve tendência de concentrações maiores de magnésio nos cultivares Br500

e Br602 e menores para Ample-H-OK (Tabela 54). O tratamento com calcário proporcionou teores maiores desse elemento nos colmos (Tabelas 49 e 55).

Comparando cultivares no tratamento com calcário, verificou-se semelhança de comportamento no acúmulo de magnésio nas folhas de Br602 e Br500 e colmos de Ample-H-OK e Br500. Para o silicato nos colmos de Br602 e Ample-H-OK e nas raízes dos três cultivares (Figura 42).

Comparando fontes de corretivos, verificou-se a acúmulo maior de magnésio nas folhas nos tratamentos com silicato e nos colmos nos com calcário. Houve igualdade de condições para raízes, exceto para o cultivar Br602 (Figura 42).

#### 4.2.2.5. Manganês

Os teores de manganês nas raízes, colmos e folhas se encontram nas Tabelas 54 e 55. A análise de variância (Tabela 49) indicou diferença nos teores desse elemento para doses e cultivares, nas raízes, colmos e folhas. Para corretivos nos colmos e folhas. A dose 0 dos corretivos acarretou a maior concentração do mesmo nas folhas e colmos (Tabela 51).

PATIL e PATIL (1981) relatam sobre um decréscimo na concentração de manganês, com doses de  $\text{CaCO}_3$ . Esse decréscimo foi causado por uma diminuição na disponibilidade desse elemento, devido a um possível precipitação e oxidação em

pH mais elevado e/ou devido à sua adsorção nas superfícies do carbonato.

A concentração e absorção de manganês decresceu com o aumento das quantidades de  $\text{CaCO}_3$  aplicadas (DAHIYA e SINGH, 1982), o que concorda com os dados obtidos. O mesmo é confirmado por SHUMAN e ANDERSON (1976) que relatam sobre frequentes reduções na absorção e toxidez desse elemento devido a aumentos nas doses de cálcio no meio de crescimento. O cálcio pode produzir esse efeito benéfico pela redução na absorção do manganês pelas raízes das plantas (WILLIAMS e VLAMIS, 1957) ou pela redução do seu transporte para a parte aérea (OUELLETTE e DESSUREAUX, 1958).

Segundo DUNCAN *et alii* (1980), a análise foliar revelou um aumento no teor de manganês com o decréscimo do pH do solo de 5,5 para 4,4. Concorda, portanto, com os dados obtidos, pois para o menor pH do solo (dose 0) (Tabela 53), o teor foliar desse elemento foi maior. Esses mesmos autores encontraram uma interação competitiva entre alumínio e manganês, com absorção de alumínio dominante ao pH do solo 4,4 e a de manganês ao pH do solo 4,8. Nos tratamentos com calagem não foi observada essa interação, pois os teores foliares dos mesmos decresceram com o aumento das doses de  $\text{CaCO}_3$ .

O decréscimo nos teores foliares no tratamento com silicato provavelmente foi devido a ação benéfica do silício. Existe evidência bastante clara que uma fonte de silício solúvel no meio de crescimento pode proteger a planta da

toxidez de manganês. A sílica reduz a absorção excessiva de manganês (FOY *et alii*, 1978; HORST e MARSCHNER, 1978). KLUTCOUSKI e LYLE (1980) relatam que diversos autores atribuem o efeito benéfico da sílica a uma redução na concentração de manganês nos tecidos de arroz e cana, e a uma redistribuição do mesmo, sem redução da concentração total para cana-de-açúcar.

FOY *et alii* (1978) citam Bortner (1935) e Heintze (1968) que sugerem uma redução da toxidez de manganês através da inativação pelo fósforo dentro das raízes de plantas.

Os teores de manganês no solo permaneceram praticamente inalterados com as doses dos corretivos (Tabela 53). Uma explicação para o decréscimo no teor foliar desse elemento seria que provavelmente não exista correlação entre os teores do mesmo no tecido vegetal e no solo. Dados obtidos por FOY *et alii* (1969) reforçam essa hipótese, pois para teores de 72,9 ppm e 7,8 ppm de manganês trocável no solo, esses autores encontraram concentrações de 2920 ppm e 2590 ppm do mesmo, respectivamente, na parte aérea de plantas de algodão. Segundo GODO e REISENAUER (1978), exudados da raiz modificam a solubilidade e imobilidade do manganês do solo pela redução e complexação. Esses processos dominam a absorção de manganês pela planta e são responsáveis pelas discrepâncias nas relações entre pH do solo, manganês solúvel e teor desse elemento na planta.

Ocorreu uma relação inversa entre teor de manganês nas folhas e produção de matéria seca total para os dois corretivos (Figura 46).

Os teores foliares de manganês decresceram com as doses dos corretivos, contudo se apresentaram maiores que os encontrados nas raízes (Tabelas 51 e 54). FAGERIA e CARVALHO (1982) encontraram em arroz concentrações e conteúdos desse elemento decrescentes com o aumento da concentração de alumínio, tanto na parte aérea como radicular. Esses valores foram maiores na parte aérea que na radicular.

O cultivar Ample-H-OK apresentou o maior teor de manganês nos colmos com calcário (Tabela 51). Os teores foliares desse elemento obtidos com esse corretivo mostraram tendência de inferioridade aos obtidos com silicato. O mesmo aconteceu com os das raízes nos cultivares Br602 e Ample-H-OK (Tabela 54). O calcário acarretou teores maiores desse elemento nos colmos dos três cultivares (Tabelas 49 e 55).

Para o calcário verificou-se comportamento de acúmulo de manganês semelhante nas folhas e colmos nos três cultivares e raízes de Ample-H-OK e Br500. Com silicato nas folhas de Br602 e Br500, colmos de Ample-H-OK e Br500 e raízes de Br602 e Ample-H-OK (Figura 43).

Comparando-se tipos de corretivos verificou-se comportamento de acúmulo de manganês similar nas folhas, colmos e raízes do cultivar Ample-H-OK e colmos de Br500. Os valores de acúmulo desse elemento obtidos com silicato foram superiores ao do calcário para folhas e inferiores para colmos e raízes (Figura 43).

Para o calcário verificou-se redução no acúmulo



de manganês nas folhas e colmos dos três cultivares. Nas raízes de Ample-H-OK e Br500 ocorreu redução na dose 1 e aumento na dose 2, e de Br602 aumento na dose 1 e redução na dose 2. Para o silicato ocorreu redução no acúmulo desse elemento nas folhas e colmos de Ample-H-OK e colmos de Br500. Redução na dose 1 e aumento na dose 2 nas raízes de Br602 e Ample-H-OK. Aumento na dose 1 e redução na dose 2 nas folhas e colmos de Br602 e folhas e raízes de Br500.

#### 4.2.2.6. Ferro

Os resultados de análise química para ferro se encontram nas Tabelas 54 e 55. A análise de variância (Tabela 49) indicou diferença para doses no teor desse elemento nas raízes, colmos e folhas. Entre corretivos houve diferença nos colmos e entre cultivares nos colmos e folhas.

O calcário nas doses 1 e 2 proporcionou o maior teor de ferro nas raízes, e na dose 0 nos colmos e folhas. O silicato, na dose 2, acarretou maior teor desse elemento nas raízes, e nas doses 0 e 1 nas folhas. Não houve diferença para doses no teor do mesmo, nos colmos (Tabela 51).

DUNCAN *et alii* (1980) relatam um aumento na concentração de ferro nas folhas, acompanhando o teor de alumínio, quando o pH do solo decresceu de 5,5 para 4,4. Concorde, portanto, com os dados obtidos neste experimento, pois para a

dose 0, correspondeu o menor pH do solo (Tabela 53).

O decréscimo na concentração de ferro com o aumento das doses de  $\text{CaCO}_3$ , também foi verificado por SINGH e DAHIYA (1976). Esses autores sugeriram a ocorrência de uma possível conversão do ferro solúvel em hidróxido férrico insolúvel ou óxido férrico.

Os altos teores foliares de ferro e fósforo obtidos (Tabela 54), discordam de AJAKAIYE (1979) que encontrou inibição da absorção e translocação de ferro em sorgo, por altas concentrações de fósforo, em pH do solo igual a 5,0. Concordam, entretanto, com DUNCAN *et alii* (1980) que argumentam: o limiar de fósforo no tecido foliar provavelmente não foi suficientemente alto para afetar as concentrações de ferro.

MEHLICH (1957) encontrou mais ferro na parte aérea de plantas a um pH do solo mais elevado, embora o teor do mesmo nessa faixa de pH geralmente seja baixo. Essa observação concorda com os dados obtidos para as raízes.

Nas raízes o teor de ferro aumentou com a elevação do pH do solo, possivelmente devido à redução da inibição competitiva pelo manganês. Na Tabela 52, verifica-se tendência de teores menores de manganês nas raízes, com o aumento do pH do solo.

Os teores de ferro nas raízes quando comparados aos das folhas se apresentaram maiores. Esses resultados indicam que, embora esse elemento seja absorvido pelas raízes, aí se acumula sem aumento de translocação para a parte aérea (FA

GERIA e CARVALHO, 1982). Possivelmente, os altos níveis de fósforo no substrato (Tabela 53), além de insolubilizar o ferro no solo, podem precipitá-lo na superfície das raízes (MALAVOLTA, 1980).

O cultivar Ample-H-OK apresentou o maior teor de ferro nos colmos, com calcário (Tabela 51). Os teores desse elemento nos colmos de Ample-H-OK e Br500 nos tratamentos com esse corretivo foram superiores aos com silicato (Tabelas 49 e 55).

Nos tratamentos com calcário verificou-se comportamento semelhante nas folhas dos três cultivares, colmos de Br602 e Ample-H-OK e raízes de Ample-H-OK e Br500. Com silicato nas folhas de Br602 e Br500 e raízes de Br602 e Ample-H-OK (Figura 44).

Comparando fontes de corretivos verificou-se comportamento semelhante nos colmos de Ample-H-OK e raízes de Br500.

O silicato apresentou valores de acúmulo de ferro superiores nas folhas dos três cultivares e colmos de Br602, e inferiores aos do calcário nas raízes e colmos de Ample-H-OK e Br500.

Com doses de calcário verificou-se redução no acúmulo de ferro nas folhas dos três cultivares, concordando com dados de SINGH e DAHIYA (1976). Redução na dose 1 e aumento na dose 2 no colmo de Ample-H-OK. Aumento na dose 1 e redução na dose 2 nas raízes de Br602. Aumento de acúmulo nas raízes de Ample-H-OK e colmos e raízes de Br500. Nos tratamentos com si-

licato, redução na dose 1 e aumento na dose 2 nas raízes de Br602 e colmos e raízes de Ample-H-OK. Aumento na dose 1 e redução na dose 2 nas folhas e colmos de Br602 e folhas de Br500. Aumento nas folhas de Ample-H-OK e raízes de Br500 e redução nos colmos de Br500.

#### 4.2.2.7. Alumínio

Os teores de alumínio nas raízes, colmos e folhas se encontram nas Tabelas 54 e 55. Através da Tabela 49 que apresenta a análise de variância para teores desse elemento, verificou-se diferença entre doses, corretivos e cultivares no teor do mesmo nas raízes e colmos.

A dose 0 no tratamento com calcário, acarretou os maiores teores de alumínio nos colmos e folhas. Considerando o silicato, a dose 0 possibilitou o maior teor desse elemento no colmo e a dose 2 nas folhas. Não houve diferença de doses no teor do mesmo nas raízes, considerando os dois corretivos (Tabela 51).

DUNCAN *et alii* (1980) relatam um aumento no teor de alumínio nas folhas quando o pH do solo decresceu de 5,5 para 4,4, o que concorda com os dados obtidos quando foi empregado o corretivo calcário (Tabela 51).

Já, as doses de silicato provocaram aumento no teor foliar de alumínio. Dados sobre os teores minerais na par

te aérea de soja e milho, em campo e sob várias condições de solo, mostraram invariavelmente mais alumínio e ferro nos solos com pH elevado. Esses elementos geralmente apresentam teores baixos nessa faixa de pH. Esses dados não são casos isolados, sendo representativos de numerosas observações dessa espécie. Um grande número de análises minerais não publicadas, de trigo, centeio e cevada também mostraram esse fato (MEHLICH, 1957).

Na Figura 46, verifica-se uma relação inversa entre teores de alumínio e produção de matéria seca total para o calcário. Com silicato essa relação apresentou-se direta.

Nas raízes o teor de alumínio foi maior quando comparado ao da parte aérea (Tabela 54). A concentração relativamente baixa desse elemento na parte aérea, quando comparada à da raiz, indica que o mesmo acumula em maior quantidade nas raízes das plantas (FOY e BROWN, 1963; RANDAL e VOSE, 1963):

Nos tratamentos com calcário, os cultivares Ample-H-OK e Br500 apresentaram o maior teor de alumínio nos colmos. Com silicato, Br500 apresentou maior teor desse elemento nas folhas (Tabela 51).

O calcário em relação ao silicato proporcionou teores menores de alumínio nas folhas de Br500 (Tabelas 49 e 54) e tendência de concentrações menores em Br602 e Ample-H-OK. Os cultivares apresentaram tendência de concentrações maiores desse elemento nas raízes nos tratamentos com calcário (Tabela 54). Já Ample-H-OK e Br500 mostraram teores maiores do mes-

mo nos colmos (Tabelas 49 e 55).

Nos tratamentos com calcário, verificou-se comportamento semelhante no acúmulo de alumínio nas folhas de Br602 e Ample-H-OK, e nos colmos dos três cultivares, embora com intensidades diferentes. Com silicato, nas folhas e colmos dos três cultivares e nas raízes de Br602 e Ample-H-OK (Fig. 45).

Comparando fontes de corretivos, verificou-se comportamento semelhante nas raízes de Ample-H-OK e Br500. Os valores de acúmulo obtidos com silicato foram superiores aos do calcário, nas doses 1 e 2, considerando as folhas, e inferiores considerando colmos e raízes.

Com calcário verificou-se redução no acúmulo de alumínio na dose 1 e aumento na dose 2, considerando folhas e colmos do cultivar Br602, folhas, colmos e raízes de Ample-H-OK e colmos de Br500. Aumento na dose 1 e redução na dose 2 nas raízes de Br602 e folhas de Br500. Aumento de acúmulo nas raízes de Br500. Com silicato, redução no acúmulo de alumínio nos colmos dos três cultivares. Redução na dose 1 e aumento na dose 2 nas raízes de Br602 e Ample-H-OK. Aumento nas folhas de Br602 e Ample-H-OK, e folhas e raízes de Br500.

### 4.2.3. Influência dos corretivos na composição mineral dos cultivares de sorgo sacarino

#### 4.2.3.1. Calcário

Em geral, verificou-se nas folhas dos três cultivares, entre os tratamentos de menor e os de maior produção de matéria seca, redução nos teores de magnésio, potássio, fósforo, ferro e manganês. Especificamente ocorreu aumento no teor de cálcio e redução no teor de alumínio para Ample-H-OK, redução de cálcio e alumínio para Br602, aumento de alumínio e redução de cálcio para Br500 (Tabela 54).

Considerando os mesmos tratamentos anteriores, nas raízes ocorreu aumento nos teores de cálcio, magnésio, fósforo, alumínio, ferro e redução de potássio e manganês nos cultivares Ample-H-OK e Br500. No cultivar Br602 houve aumento no teor de ferro e redução dos demais elementos (Tabela 54).

Nos colmos observou-se redução nos teores de todos os elementos, exceto nos de alumínio e ferro no cultivar Br500 (Tabela 55).

#### 4.2.3.2. Silicato

Em geral, considerando-se os tratamentos de menor e os de maior produção de matéria seca, ocorreu aumento nos teo

res de cálcio, magnésio, fósforo e alumínio nas folhas dos três cultivares. Especificamente houve redução dos teores de manganês para Ample-H-OK e aumento nos teores de ferro, manganês e potássio para Br602 e Br500 (Tabela 54).

Nas raízes, em geral ocorreu aumento nos teores de alumínio e ferro para os três cultivares. Especificamente, ocorreu aumento de cálcio, magnésio, fósforo e redução de manganês para Br602. Aumento de cálcio, magnésio, fósforo e manganês para Br500. Redução de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e manganês para Ample-H-OK (Tabela 54).

Verificou-se redução no teor de alumínio nos colmos dos três cultivares. Especificamente, aumento nos teores de ferro e redução de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e manganês para Ample-H-OK. Aumento de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e ferro para Br602 e redução de cálcio, magnésio, potássio, fósforo, ferro e manganês para Br500 (Tabela 55).



e magnésio nas raízes e de todos os elementos no colmo.

Comparando diversas razões de elementos minerais nas folhas dos três cultivares (Tabela 56), verificou-se maior frequência de razões mais elevadas, para:

(a) calcário: Ca/Mg, Ca/Mn, Ca/Fe, P/Fe, Fe/Mn, K/Mn.

(b) silicato: Mg/P, Mg/K, Al/P, Al/Ca, Al/K, Al/Mn.

#### 4.2.4. Comportamento dos cultivares em relação a teores de elementos minerais

Verificou-se a ocorrência de diferenças no comportamento dos cultivares no acúmulo de matéria seca e também nos teores de elementos.

Para cada cultivar, a comparação do tratamento que acarretou a menor produção de matéria seca foliar (dose 0 de calcário) com o que propiciou a maior produção (dose 1-2 de silicato) quanto à variação nos teores de elementos (Tabela 54), revelou uma diferença genotípica entre cultivares importante, principalmente em relação a alumínio e manganês. Para todos os cultivares ocorreram aumentos nos teores de cálcio e magnésio. Especificamente, para Ample-H-OK houve aumento de fósforo e redução de ferro, manganês e alumínio. Para Br602, ocorreu aumento nos teores de ferro e manganês e redução de potássio e alumínio. Para Br500 houve aumento dos teores de fósforo, manga-

nês, alumínio, e redução de potássio e ferro.

Considerando os mesmos tratamentos anteriores, nas raízes ocorreu aumento nos teores de cálcio e ferro. Especificamente ocorreu aumento no teor de fósforo e redução de magnésio, potássio, alumínio e manganês para Ample-H-OK. Aumento de magnésio, potássio, fósforo, alumínio e redução de manganês para Br602. Aumento de alumínio e manganês para Br500 (Tabela 54). Nos colmos ocorreu redução nos teores de todos os elementos nos três cultivares (Tabela 55).

#### 4.2.5. Efeito dos corretivos na extração total de elementos minerais

Na Tabela 60, verifica-se que doses de calcário aumentaram a extração total de alumínio, cálcio (exceto para Br602), ferro e reduziram a de manganês, fósforo, magnésio (exceto para Br602) e potássio. Doses de silicato aumentaram a extração de alumínio e ferro para todos os cultivares e de fósforo, magnésio, potássio, cálcio, exceto para Br602 e Br500, e reduziram a de manganês.

Comparando-se os corretivos, verificou-se nos tratamentos com silicato produções mais elevadas de matéria seca total (Tabela 55) e extrações maiores de manganês e potássio com maior frequência. Nos tratamentos com calcário observou-se mais frequentemente extrações maiores de alumínio, cálcio, magnésio,

fósforo e ferro.

#### 4.2.6. Razões de elementos minerais

Procurando encontrar diferenças fundamentais na nutrição mineral do sorgo sacarino, em função da acidez do solo, comparou-se razões de elementos no solo após a colheita (Tabela 53). Este procedimento provavelmente acarretou algumas variações devido a extração dos nutrientes pelas plantas.

Com as doses dos corretivos houve aumento nas razões Ca/K, Ca/Mg, Ca/Al, Ca/Mn e Ca+Mg/K. As razões Al/P e Mg/Al mostraram comportamento variável (Tabela 53).

Na Tabela 59 verifica-se que algumas razões correlacionaram com a produção de matéria seca foliar. Destacou-se a porcentagem de saturação em alumínio e a razão Al/P para Br602. Também devem ser consideradas as razões Ca/Al e Mg/Al, que no cultivar Ample-H-OK complementaram desvios ocorridos nas duas razões anteriormente citadas. Para Br500, a porcentagem de saturação em alumínio, as razões Ca/Al e Ca+Mg/K correlacionaram melhor com a produção de matéria seca.

Nas Tabelas 56, 57 e 58, verifica-se que ocorreram diferenças entre cultivares e para os diferentes órgãos de um mesmo cultivar, nas razões de teores de elementos que correlacionaram com a produção de matéria seca das folhas, raízes e colmos (Tabela 55).

Considerando as razões de elementos e a porcentagem Ca+Mg+K nas folhas (Tabelas 54, 56 e 59) não se encontrou uma razão geral para cultivar ou tipo de corretivo. Assim o aumento na produção de matéria seca foliar foi correlacionado:

(a) para Ample-H-OK: . calcário: P/Fe, K/Mn, Ca/Fe, Ca/Mn,  
Fe/Mn, Ca/K, Ca/Mg

. silicato: Mg/P

(b) para Br602: . calcário: K/Mn, K/Fe, Ca/Fe, Ca+Mg+K, Ca/Mn,  
Fe/Mn, Mg/K.

. silicato: Ca+Mg+K, Al/Mg, Ca/K.

(c) para Br500: . calcário: P/Fe, K/Mn, K/Fe, Ca+Mg+K, Al/P,  
Al/Ca, Mg/P.

. silicato: P/Fe, Ca+Mg+K

Verificou-se que a produção de matéria seca do colmo correlacionou com poucas razões de elementos tanto no solo como nas folhas. O calcário apresentou melhores correlações que o silicato.

No solo (Tabelas 53 e 55), as razões comuns aos três cultivares foram Ca/K, Ca/Mg, Ca+Mg/K, nos tratamentos com calcário. Especificamente verificou-se para calcário: Ample-H-OK = Ca/Al, Mg/Al; Br602 = m, Ca/Al, Ca/Mn, Al/P; Br500 = Ca/Mn,

Mg/Al. Para o silicato: Ample-H-OK = nenhuma; Br602 = Ca/K, Ca/Mg, Ca/Al, Ca/Mn, Ca+Mg/K; Br-500 = Mg/Al.

Nas folhas (Tabelas 55 e 56) a razão comum aos três cultivares foi K/Mn nos tratamentos com calcário. Especificamente verificou-se para esse corretivo: Ample-H-OK = Fe/Mn, P/Fe, Ca/Mn, Ca/Fe, Ca/K, Ca/Mg; Br602 = Fe/Mn, K/Fe, Ca / Mn, Ca/Fe, Mg/K; Br500 = P/Fe, K/Fe, Mg/P, Al/P, Al/Ca. Para o silicato: Ample-H-OK = Mg/P; Br602 = Mg/K, Mg/P, P/Fe; Ca / Fe; Br500 = Ca/K, Mg/K, Al/P, Al/Ca, Al/Mg.

Verificou-se com as doses de calcário, tendência de aumento de matéria seca de colmos em relação a de folhas (Tabela 55).

## 5. CONCLUSÕES

### 5.1. EXPERIMENTOS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA

5.1.1. O alumínio reduziu a produção de matéria seca dos cultivares, sendo a parte aérea mais afetada que a radicular. Entretanto, a quantidade de matéria seca do sistema radicular refletiu melhor a tolerância relativa dos cultivares.

5.1.2. A parte aérea e o sistema radicular não foram sempre afetados igualmente para uma dada combinação de níveis de alumínio e nutrientes no subtrato.

5.1.3. Dependendo do cultivar houve estímulo na produ-

ção de matéria seca por determinadas combinações de nível de alumínio e de nutrientes.

- 5.1.4. Os cultivares mostraram mudanças no grau de tolerância ao alumínio quando se variaram os níveis de nutrientes no substrato.
- 5.1.5. A elevação dos níveis de potássio, cálcio e magnésio no substrato promoveu um aumento na tolerância ao alumínio desde que o fósforo estivesse em alta concentração. O mesmo aconteceu com o fósforo desde que os cátions estivessem presentes no nível mais alto.
- 5.1.6. A tolerância não dependeu somente das características genéticas, sendo também influenciada pelo meio ambiente.
- 5.1.7. A toxidez de alumínio está relacionada com a deficiência múltipla de nutrientes minerais.
- 5.1.8. Quanto ao grau de tolerância ao alumínio verificou-se que os cultivares Sart e Br602 foram os mais tolerantes, Br 500 medianamente tolerante e CMS x S603 suscetível.
- 5.1.9. Para um determinado cultivar o grau de tolerância e a composição mineral foram afetados pela época de plantio.

- 5.1.10. O fornecimento de potássio em nível muito alto não permitiu diferenciar cultivares quanto ao grau de tolerância.
- 5.1.11. Os teores na parte aérea dos elementos cálcio, magnésio, alumínio apresentaram correlação com os níveis desses mesmos elementos no substrato, comparando-se os tratamentos que proporcionaram a maior e menor produção de matéria seca e os que condicionaram o maior e menor grau de tolerância ao alumínio. Com o elemento fósforo não ocorreu correlação para alguns cultivares apenas no experimento com doses de cálcio. Para o potássio, a correlação se verificou apenas para alguns cultivares.
- 5.1.12. Ocorreu a seguinte ordem decrescente de importância dos elementos para conferir a maior tolerância ao alumínio:
- raiz: fósforo > cálcio > magnésio > potássio
  - parte aérea: fósforo > magnésio > cálcio > potássio
- 5.1.13. Comparando-se os tratamentos que acarretaram as maiores e menores produções de matéria seca na presença de alumínio e tolerância ao mesmo, verificou-se diferentes comportamentos dos teores e razões dos elementos na parte aérea dos cultivares.
- 5.1.14. O cultivar sensível ao alumínio, em relação ao tolerante, apresentou teores menores de cálcio, fósforo, magnésio, potássio e alumínio na parte aérea e de fósforo, potás-



sio, alumínio e maiores de magnésio nas raízes.

- 5.1.15. No cultivar sensível a participação relativa dos elementos na composição mineral mostrou as seguintes tendências quando comparado com o tolerante: parte aérea - maior de potássio e fósforo e menor de cálcio, magnésio e alumínio; raiz - maior de potássio, cálcio e magnésio e menor de fósforo e alumínio.
- 5.1.16. Os acúmulos de fósforo e alumínio não foram características de sensibilidade ao alumínio neste experimento.

## 5.2. EXPERIMENTO COM SOLO

- 5.2.1. Ocorreram diferenças genotípicas no acúmulo de matéria seca e nos teores e quantidades de elementos minerais considerando o órgão vegetal e o tipo de corretivo utilizado.
- 5.2.2. De maneira geral, os cultivares mantiveram o mesmo potencial de produção de matéria seca nos colmos para os diferentes tipos de corretivos e doses, na seguinte ordem decrescente: Ample-H-OK > Br500 > Br602, exceto para a dose 2 de silicato na qual o cultivar Br602 apresentou maior produ

ção que Br500.

- 5.2.3. O corretivo silicato proporcionou maior produção de matéria seca nos colmos dos três cultivares exceto na dose 2 para Br602 e Br500.
- 5.2.4. O melhor tratamento para a produção de matéria seca das folhas não foi necessariamente o melhor para a produção de matéria seca de colmos ou raízes.
- 5.2.5. O calcário deu efeitos melhores que o silicato na promoção do crescimento dos cultivares.
- 5.2.6. O cultivar Br500 apresentou a maior resposta ao calcário e Br602 ao silicato.
- 5.2.7. A resposta dos cultivares de sorgo sacarino, à aplicação de calcário e silicato, em aumento de produção de matéria seca de colmos, deveu - se principalmente à redução da saturação em alumínio e ao aumento da CTC efetiva.
- 5.2.8. Nas condições do experimento, os cultivares foram afetados pelo alumínio trocável do solo na

seguinte ordem decrescente: Ample-H-OK > Br602 > Br500.

- 5.2.9. Com as doses dos corretivos, independente do tipo, ocorreram aumentos no pH do solo, teor de cálcio trocável e CTC efetiva. Redução de magnésio e da porcentagem de saturação em alumínio. Os teores de fósforo disponível, potássio, manganês e alumínio trocáveis permaneceram praticamente inalterados.
- 5.2.10. Não se verificou efeitos nocivos do manganês trocável nos níveis presentes.
- 5.2.11. Em termos gerais, considerando os três cultivos e as doses dos corretivos, o calcário promoveu redução dos teores foliares de cálcio, magnésio, potássio, fósforo, ferro, alumínio e manganês. O silicato acarretou aumento nos teores de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e alumínio.
- 5.2.12. O calcário promoveu valores maiores nas razões foliares Fe/Mn, K/Mn, Ca/Mn, Ca/Fe, P/Fe, Ca/Mg e o silicato nas razões Mg/P, Mg/K, Al/K, Al/P, Al/Ca, Al/Mn.

5.2.13. Doses de calcário aumentaram a extração total de alumínio, cálcio, ferro e reduziram a de manganês, fósforo, magnésio e potássio. Doses de silicato aumentaram a extração total de alumínio, cálcio, ferro, fósforo, magnésio, potássio e reduziram a de manganês. Com silicato ocorreram extrações maiores de manganês e potássio e com calcário de alumínio, cálcio, magnésio, fósforo e ferro.

## 6. LITERATURA CITADA

ADAMS, F., 1965. Manganese. In: BLACK, C.A. ed. Methods of soil analysis. part 2. Madison, American Society of Agronomy. p.1011-1018. [Agronomy 9].

ADAMS, F. e R.W. PEARSON, 1967. Crop response to lime in the southern United States and Puerto Rico. In: R.W. PEARSON e F. ADAMS (eds.). Soil acidity and liming. Agronomy Monograph 12. Amer. Soc. Agr., Madison, Wisconsin, 274p.

AJAKAIYE, O.C., 1979. Effect of phosphorus on growth and iron nutrition of millet and sorghum. Plant and Soil. The Hague, 51(4): 551-556.

ALAM, S.M., 1981. Influence of aluminum on plant growth and mineral nutrition of barley. Comm. Soil Sci. Plant Analysis. New York, 12(2): 121-138.

ANDREW, C.S.; A.D. JOHNSON e R.L. SANDLAND, 1973. Effects of aluminum on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes. Aust. J. Agric. Res. Melbourne, 24: 325-339.

ARMIGER, W.H.; C.D. FOY; A.L. FLEMING e B.E. CALDWELL, 1968. Differential tolerance of soybean varieties to an acid soil high in exchangeable Al. Agron. J. Madison, 60: 67-70.

BAHIA, F.A.; F.C.R. MAGNAVACA; C.A. VASCONCELLOS; F.G.F.T.C. BAHIA; G.V.E. PITTA e F.C. NASPOLINI, 1979. Caracterização da curva de resposta de híbridos de milho à calagem e fósforo em um solo de elevada acidez. In: Anais da XII Reunião de Milho e Sorgo. Goiânia, GO, p.86.

BENAC, R., 1976. Effect of manganese concentration in the nutrient solution on groundnuts [*Arachis hypogaea* (L.)]. Oleagineaux. Paris, 31: 539-43.

BLACK, C.A., 1968. Soil Plant Relationships. 2.ed. John Wiley & Sons Inc., New York, p.128-158.

BLAMEY, F.P.C.; D.G. EDWARDS e C.J. ASHER, 1983. Effects of aluminum, OH:Al and P:Al molar ratios, and ionic strength on soybean root elongation in solution culture. Soil Sci. Baltimore, 136(4): 197-207.

BRADFORD, R.R.; D.E. BAKER e W.I. THOMAS, 1966. Effect of soil treatments on chemical element accumulation of four corn hybrids. Agron. J. Madison, 58(6): 614-617.

BRAUNER, J.L. e J.R. SARRUGE, 1980. Tolerância de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) ao alumínio e ao manganês. III. Influência do alumínio e do grau de tolerância ao alumínio sobre as concentrações de P, Ca e Mg das partes aéreas. Anais da ESALQ. Piracicaba, 37(2): 837-848.

CALBO, A.G. e J. CAMBRAIA, 1980. Efeito do alumínio sobre a composição mineral de dois cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Revista Ceres. Viçosa, 27(152): 369-378.

CATANI, R.A. e O. ALONSO, 1969. Extração do Al trocável e pH do solo. Anais da ESALQ. Piracicaba, 26: 141-156.

CATANI, R.A. e A.O. JACINTHO, 1974. Análise química para avaliar a fertilidade do solo. Piracicaba, ESALQ/USP. 57p. [Bol. Téc. Cient. n° 37].

CLARK, R.B., 1977. Effect of aluminum on growth and mineral elements of Al tolerant and Al intolerant corn. Plant and Soil. The Hague, 47(3): 653-662.

CLARKSON, D.T., 1966. Effect of aluminum on the uptake and metabolism of phosphorus by barley seedlings. Plant Physiol. New York, 41: 165-172.

CLARKSON, D.T., 1971. Inhibition of the uptake and long-distance transport of calcium by aluminum and other polyvalent cations. J. Exp. Botany. Oxford, 22(73): 837-851.

DAHIYA, S.S. e R. SINGH, 1982. Effect of soil application of CaCO<sub>3</sub> and Fe on dry matter yield and nutrient uptake in oats (*Avena sativa*). Plant and Soil. The Hague, 65(1): 79-86.

DEB, D.L. e N.P. DATTA, 1967. Effect of associating anions on phosphate retention in soil. II. Under variable anion concentration. Plant and Soil. The Hague, 26(3): 432-44.

DUNCAN, R.R.; J.W. DOBSON, Jr. e C.D. FISHER, 1980. Leaf elemental concentration and grain yield of sorghum grow on acid soil. Comm. Soil Sci. Plant Analysis. New York, 11 (7): 699-707.



- EPSTEIN, E. e R.L. JEFFERIES, 1964. The genetics basis of selective ion transport in plants. Ann. Rev. Plant Physiol. New York, 15: 169-184.
- EPSTEIN, E., 1975. Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas; tradução e notas-E. Malavolta. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos; São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 341p.
- FAGERIA, N.K. e F.J.P. ZIMMERMANN, 1979. Seleção de cultivares de arroz para a tolerância a toxidez de alumínio em solução nutritiva. Pesq. agropec. bras. Brasília, 14: 141-147.
- FAGERIA, N.K. e R.P. CARVALHO, 1982. Influence of aluminum in nutrient solutions of chemical composition in upland rice cultivars. Plant and Soil. The Hague, 69: 31-44.
- FAHL, J.I.; M.L.C. CARELLI; R. DEUBER; S.S.S. NOGUEIRA e R. HIROCE, 1982. Influência do alumínio no crescimento e na nutrição mineral de cultivares de arroz. R. bras. Ci. Solo. Campinas, 6(3): 203-208.
- FERNANDES, M.S.; R.O.P. ROSSIELO e M.L.R. ARRUDA, 1984. Relações entre capacidade de troca de cátions de raízes e toxidez de alumínio em duas gramíneas forrageiras. Pesq. agropec. bras. Brasília, 19(5): 631-634.

FERREYRA, H.F.F., 1978. Absorção de fósforo em raízes destacadas de milho (*Zea mays* L.); diferenças entre híbridos e linhagens. Piracicaba, ESALQ/USP, 98p. [Tese de Doutorado].

FLEMING, A.L. e C.D. FOY, 1968. Root structure reflects differential aluminum tolerance in wheat varieties. Agron. J. Madison, 60: 172-176.

FOY, C.D. e J.C. BROWN, 1963. Toxicity factors in acid soils. I. Characterization of aluminum toxicity in cotton. Soil Sci. Soc. Am. Proc. Madison, 27(4): 403-407.

FOY, C.D. e J.C. BROWN, 1964. Toxic factor in acid soils. II. Differential aluminum tolerance of plant species. Soil Sci. Soc. Am. Proc. Madison, 28: 27-34.

FOY, C.D.; G.R. BURNS; J.C. BROWN e A.L. FLEMING, 1965. Differential aluminum tolerance of two wheat varieties associated with plant induced pH changes around their roots. Soil Sci. Soc. Am. Proc. Madison, 29(1): 64-67.

FOY, C.D.; W.G. ARMIGER; A.L. FLEMING e J. ZAUMEYER, 1967. Differential tolerance of dry bean, snapbean and limabean varieties to an acid soil high in exchangeable aluminum. Agron. J. Madison, 59(6): 561-563.

FOY, C.D.; A.L. FLEMING e W.H. ARMIGER, 1969. Aluminum tolerance of soybean varieties in relation to calcium nutrition. Agron. J. Madison, 61(4): 505-511.

FOY, C.D., 1973. Manganese and Plants. In: Manganese: Washington, D.C. Natl. Acad. Sci., Nat. Res. Counc., p.51-76.

FOY, C.D., 1974. Effects of aluminum on plant growth. In: Plant Root and Its Environment. Charlottesville, Virginia, U.S.A. Ed. by E.W. CARSON, Virginia Polytechnic Institute and State University. 691p.

FOY, C.D.; R.L. CHANEY e M.C. WHITE, 1978. The physiology of metal toxicity in plants. Ann. Rev. Plant Physiol. New York, 29: 511-566.

FRANÇA, G.E.; C.A. VASCONCELLOS; F.A.F.C. BAHIA; G.V.E. PITTA; J.F. MENDES e E.B. PACHECO, 1979. Efeito da adubação verde sobre o aproveitamento de fosfatos. I. Efeito da acidez do solo na produção de sorgo. In: Anais da XII Reunião Brasileira de Milho e Sorgo. Goiânia, GO. p.130.

FURLANI, P.R. e R.B. CLARK, 1978. Screening sorghum for aluminum tolerance in nutrient solution. In: Agronomy Abstracts. Madison, p.153.

- GARCIA, O.A. e A.S. LEON, 1978. Respuesta de cinco híbridos de cacao (*Theobroma cacao* L.) a toxicidad causada por aluminio en solución nutritiva y en un Oxisol de llanos orientales. Revista ICA. Bogotá, 13(2): 219-227.
- GARCIA, Jr. O.; W.J. SILVA e M.A.S. MASSEI, 1979. An efficient method for screening maize inbreds for aluminum tolerance. Maydica. Italia, 24(2): 75-82.
- GARGANTINI, H.; F.A.S. COELHO; F. VERLENGIA e E. SOARES, 1970. Levantamento de fertilidade dos solos do Estado de São Paulo. Bol. do Inst. Agrônômico. Campinas, 32p.
- GODO, G.D. e H.M. REISENAUER, 1978. Plant effects on soil manganese availability. In: Agronomy Abstracts. Madison, p.153.
- GUTERRES, S.F. e A.L. PONS, 1978. Efeitos da acidez do solo na cultura do milho. IPAGRO Informa. Porto Alegre, 20: 39-43.
- HACKETT, C., 1962. Stimulative effects of aluminum on plant growth. Nature. London, 195: 471-472.
- HEENAN, D.P. e O.G. CARTER, 1976. Tolerance of soybean cultivars to manganese toxicity. Crop. Sci. Madison, 16: 389-91..

HOAGLAND, D.R. e D.I. ARNON, 1950. The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agr. Expt. Sta. Circ. 34p.

HORST, W.H. e H. MARSCHNER, 1978. Effect of silicon on manganese tolerance of bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.). Plant and Soil. The Hague, 50(2): 287-303.

HOWELER, R.H. e L.F. CADAVID, 1976. Screening of rice cultivars for tolerance to Al toxicity in nutrient solutions as compared with a field screening method. Agron. J. Madison, 68(4): 551-555.

HUNTER, A.S., 1965. Effects of silicate on uptake of phosphorus from soils by four crops. Soil Sci. Baltimore, 100: 391-396.

HUTTON, C.E. e J.G.A. FISKELL, 1965. Soil acidity factors affecting corn production in West Florida. Proc. Soil Crop. Sci. Soc. Fla. Belle Glade, 25: 36-46.

JOHNSON, R.R. e W.A. JACKSON, 1964. Calcium uptake and transport by wheat seedlings as affected by aluminum. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Madison, 28: 381-386.

JONES, L.H., 1961. Aluminum uptake and toxicity in plants. Plant and Soil. The Hague, 13: 297-310.

- KAMPRATH, E.J., 1967. A acidez do solo e a calagem. International Soil Testing. Boletim Técnico nº 4, 24p.
- KAMPRATH, E.J., 1970. Exchangeable aluminum as a criterion for liming leached mineral soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. Madison, 34(2): 252-254.
- KESER, M.; B.F. NEUBAUER; F.E. HUTCHINSON e D.B. VERRIL, 1977. Differential aluminum tolerance of sugarbeet cultivars, as evidenced by anatomical structure. Agron. J. Madison, 69 (3): 347-350.
- KLUTHCOUSKI, J. e N.E. LYLE, 1980. The effect of silicon on the manganese nutrition of soybeans [*Glycine max* (L.) Merrill]. Plant and Soil. The Hague, 13: 297-310.
- LEE, C.R., 1972. Interrelationships of aluminum and manganese on the potato plant. Agron. J. Madison, 64: 546-549.
- LEWIN, J. e B.E.F. REIMANN, 1969. Silicon and plant growth. Ann. Rev. Plant Physiol. New York, 20: 289-304.
- LIGON, W.S. e W.H. PIERRE, 1932. Soluble aluminum studies. II. Minimum concentrations of aluminum found to be toxic to corn, sorghum and barley in culture solutions. Soil Sci. Baltimore, 34: 307-321.

- LUND, Z.F., 1970. The effect of calcium and its relations to several cations in soybean root growth. Proc. Soil Sci. Soc. Am. Madison, 34: 454-459.
- LUTZ, Jr., J.A.; C.F. GENTER e G.W. HAWKINS, 1972. Effects of soil pH on element concentration and uptake by maize. II. Cu, B, Zn, Mn, Mo, Al and Fe. Agron. J. Madison, 64: 583-585.
- Mac LEAN, A.J.; R.L. HALSTEAD e B.J. FINN, 1972. Effect of lime on extractable aluminum and other soil properties and on barley and alfalfa grown in pot tests. Can. J. Soil Sci. Ottawa, 52: 427-438.
- MALAVOLTA, E., 1975. Práticas de nutrição mineral de plantas. Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. Postila mimeografada, 65p.
- MALAVOLTA, E.; J.R. SARRUGE e V.C. BITTENCOURT, 1977. Toxidez de alumínio e de manganês. In: FERRI, M.G., coord. IV Simpósio sobre o Cerrado: Bases para a Utilização Agropecuária. p.275-301.
- MALAVOLTA, E., 1980. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 251p.

MALAVOLTA, E., 1980. Práticas de Nutrição Mineral de Plantas. Curso de Pós-Graduação de Solos e Nutrição. Postila mimeografada, 15p.

MATTSON, S. e J.B. HESTER, 1933. The laws of soil colloidal behavior. XII. The amphoteric nature of soils in relation to aluminium toxicity. Soil Sci. Baltimore, 36: 229-244.

McCORMICK, L.H. e F. BORDEN, 1972. Phosphate fixation by aluminum in plant roots. Soil Sci. Soc. Am. Proc. Madison, 36: 799-802.

McLEAN, F.T. e B.E. GILBERT, 1927. The relative aluminum tolerance of crop plants. Soil Sci. Baltimore, 24: 163-175.

MELICH, A., 1957. Aluminum, iron and pH in relation to lime induced manganese deficiencies. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Madison, 21(6): 625-628.

MIRAMONTES, B. e E. ORTEGA, 1972. Efectos del carbonato y silicato de calcio sobre el rendimiento de sorgo y algunas propiedades químicas en tres suelos de México. Agrociencia. Chapingo, 7: 81-94.

MUGWIRA, L.M.; S.M. ELGAWHARY e K.I. PATEL, 1976. Differential tolerances of triticale, wheat, rye and barley to aluminum in nutrient solution. Agron. J. Madison, 68(4): 782-787.



MUGWIRA, L.M. e S.M. ELGAWHARY, 1979. Aluminum accumulation and tolerance of triticale and wheat in relation to root cation exchange capacity. Soil Sci. Soc. Am. J. Madison, 43(4): 736-740.

MUGWIRA, L.M.; S.U. PATEL e A.L. FLEMING, 1980. Aluminium effects on growth and Al, Ca, Mg, K and P levels in triticale, wheat and rye. Plant and Soil. The Hague, 57(2/3): 467-470.

MUNNS, D.N., 1965. Soil acidity and growth of a legume. II. Reactions of aluminum and phosphate, calcium, and pH on *Medicago sativa* L. and *Trifolium subterraneum* in solution culture. Austr. J. Agric. Res. Melbourne, 16: 743-755.

NOGUEIRA, F.D., 1979. Efeitos do alumínio no sorgo granífero [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], Piracicaba, ESALQ/USP, 120p. [Tese de Doutorado].

OLMOS, J.I.L. e M.C. CAMARGO, 1976. Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, sua caracterização e distribuição. Ciência e Cultura. São Paulo, 28: 171-180.

OWEN, B.E.J.; J.H. SUAREZ e L.F.S. SANCHES, 1978. Efecto del aluminio en el desarrollo del algodónero (*Gossypium hirsutum* L.) en el departamento del Meta. Revista ICA. Bogotá, 13(2): 229-237.

- OUELLETTE, G.J. e L. DESSUREAUX, 1958. Chemical composition of alfalfa as related to degree of tolerance to manganese and aluminum. Can. J. Plant Sci. Ottawa, 38: 206-214.
- PATERSON, J.W., 1965. The effect of aluminum on the absorption and translocation of calcium and other elements in young corn. In: Diss. Abstr., Ann. Arbor, Michigan, 25(11): 6142-43.
- PATIL, J.D. e N.D. PATIL, 1981. Effect of calcium carbonate and organic matter on the growth and concentration of iron and manganese in sorghum (*Sorghum bicolor*). Plant and Soil. The Hague, 60(2): 295-300.
- PAVAN, M.A., 1983. Aplicação de alguns conceitos básicos da química na disponibilidade dos íons  $Al^{3+}$  para as plantas. Aula ministrada no Curso de Solos Tropicais, ESALQ/USP, Piracicaba, 34p. [mimeografado].
- PAVAN, M.A. e M. MIYAZAWA, 1984. Disponibilidade do manganês no solo; dificuldades e problemas na interpretação da análise para fins de fertilidade. R. bras. Ci. Solo. Campinas, 8(3): 285-289.

PEASLEE, D.E. e G.R. FRINK, 1969. Influence of silicic acid on uptake on Mn, Al, Zn and Cu by tomato (*Lycopersicon esculentum*) grown on an acid soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. Madison, 33: 569-571.

PIERRE, W.H.; G. GORDON POHLMAN e T.C. McILVAINE, 1932. Soluble aluminum studies. I. The concentration of aluminum in the displaced soil solution of naturally acid soils. Soil Sci. Baltimore, 34: 145-160.

PIMENTEL GOMES, F., 1973. Curso de Estatística Experimental. 5.ed., São Paulo, Nobel. 468p.

PRATT, P., 1966. Aluminum. In: CHAPMAN, H.D. Diagnose Criteria for Plant and Soils. University of California, U.S.A. 761p.

PRIMAVESI, O.; F.A.F. MELLO e T. MURAOKA, 1984. Variação na participação relativa dos nutrientes acumulados por feijoeiro em Oxisol e Alfisol, em função da compactação. Anais da ESALQ. Piracicaba, 41 (no prelo).

RAGLAND, J.L. e N.T. COLEMAN, 1962. Influence of aluminum on phosphorus uptake by snapbean roots. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Madison, 26: 88-90.

- RANDALL, P.J. e P.B. VOSE, 1963. Effect of aluminum on uptake and translocation of phosphorus<sup>32</sup> by perennial ryegrass. Plant Physiol. New York, 38: 403-409.
- RAUPACH, M. e C.S. PIPER, 1959. Interactions of silicate and phosphate in lateritic soil. Aust. J. Agr. Res. Melbourne, 10: 818-831.
- REID, D.A.; G.D. JONES; W.H. ARMIGER; 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. Agron. J. Madison, 61(2): 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. Agron. J. Madison, 63: 600-603.
- RHUE, R.D. e C.O. GROGAN, 1977. Screening corn for Al tolerance using different Ca and Mg concentrations. Agron. J. Madison, 69: 755-760.
- ROSOLEM, C.A., 1979. Contribuição ao estudo da nutrição mineral e adubação do sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. Piracicaba, ESALQ/USP, 137p. [Tese de Doutorado].

- RUTLEDGE, B.E. e J.E. McCLURG, 1980. Plant tissue analysis by inductively coupled Argon Plasma Spectrometry. Jarrel Ash Plasma Newsletter. Waltham, U.S.A., 3(3): 4-5.
- SANTANA, M.M.B.; F.P. CABALA-ROSAND e A.P. VASCONCELOS FILHO, 1977. Fertilidade dos solos ocupados com seringueira no sul da Bahia e grau de tolerância dessa cultura ao alumínio. Rev. Theobroma. Itabuna, 7: 125-132.
- SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG, 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ/USP. 56p.
- SARRUGE, J.R., 1975. Soluções nutritivas. Nota técnica. Summa Phytopathologica. Piracicaba, 1: 231-233.
- SARTAIN, J.B. e E.J. KAMPRATH, 1978. Aluminum tolerance of soybean cultivars based on root elongation in solution culture compared with growth in acid soil. Agron. J. Madison, 70(1): 17-20.
- SCARSETH, G.D., 1935. The mechanism of phosphate retention by natural alumino-silicate colloids. J. Amer. Soc. Agron. Washington, 27(8): 596-616.
- SCHAFFERT, R.E. e R.A. BORGONOVÍ, 1980. Uma opção para a produção de alimento e energia. A Granja. Porto Alegre, p.60-64.

- SERRA, G.E., 1977. O sorgo como matéria-prima para a produção de álcool etílico. Anais do I Simpósio Brasileiro de Sorgo. EMBRAPA. Brasília, p.105-106.
- SERPA, R. e M.A. GONZÁLEZ, 1979. Necesidad de cal en tres suelos acidos de Costa Rica. Agron. Costarr. San José, 3(2): 101-108.
- SHUMAN, L.M. e O.E. ANDERSON, 1976. Interactions of manganese with other ions in wheat and soybeans. Comm. Soil Sci. Plant Analysis. New York, 7: 547-557.
- SINGH, M. e S.S. DAHIYA, 1976. Effect of calcium carbonate and iron on the availability and uptake of iron, manganese, phosphorus and calcium in pea (*Pisum sativum* L.). Plant and Soil. The Hague, 44: 511-520.
- TAYLOR, J.G. e C.D. FOY, 1985. Mechanisms of aluminum tolerance in *Triticum aestivum* L. (wheat). I. Differential pH induced by winter cultivars in nutrient solutions. Amer. J. Bot. Columbus, 72(5): 695-701.
- TOTH, S.J., 1959. The stimulating effects of silicates on plant yields in relation to anion displacement. Soil Sci. Baltimore, 87: 123-142.

- VIDOR, C. e J.R.J. FREIRE, 1972. Controle da toxidez de alumínio e manganês em *Glycine max* (L.) Merrill pela calagem e adubação fosfatada. Agronomia Sulriograndense. Porto Alegre, 8(1): 73-87.
- VILLACHICA, H., 1973. Respuesta del sorgo al encalado y fertilización. I. Rendimiento de materia seca y concentración foliar de N, P, K. Fitotecnia Latinoamericana. Caracas, 9(1): 67-73.
- VOSE, P.B. e P.J. RANDALL, 1962. Resistance to aluminum and manganese toxicities in plant related to variety and cation exchange capacity. Nature. London, 196: 85-86.
- WALLACE, A. e E.M. ROMNEY, 1977. Aluminium toxicity in plants grown in solution culture. Comm. Soil Sci. Plant Analysis. New York, 8(9): 791-794.
- WALLACE, A.; E.M. ROMNEY; R.T. MUELLER e G.V. ALEXANDER, 1980. Calcium-trace metal interactions in soybean plants. J. Plant Nutr. New York, 2(1-2): 79-86.
- WILLIAMS, D.E. e J. WLAMIS, 1957. The effect of silicon on yield and  $Mn^{5+}$  uptake and distribution in the leaves of barley plants grown in culture solution. Plant Physiol, New York, 32: 404-409.

WRIGHT, K.E. e B.A. DONAHUE, 1953. Aluminum toxicity studies with radioactive phosphorus. Plant Physiol. New York, 28: 674-680.



## 7. APÊNDICE

Tabela 1 - Comparação dos resultados da análise estatística para teor de elementos minerais e produção de matéria seca de raiz e parte aérea do experimento alumínio x fósforo x cálcio.

Causas de Variação	ms		Al		P		Ca	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
Al	**	**	**	**	**	**	*	**
P	**	**	**	**	**	**	ns	**
Ca	**	**	**	**	**	**	**	**
Al x P	**	**	**	**	**	**	**	**
PdAl <sub>0</sub>	**	**	ns	**	**	**	**	**
PdAl <sub>1</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
PdAl <sub>2</sub>	**	ns	**	**	**	**	**	**
AldP <sub>1</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
AldP <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
AldP <sub>3</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
Al x Ca	**	**	**	**	ns	**	ns	**
CadAl <sub>0</sub>	**	**	ns	**	**	**	**	**
CadAl <sub>1</sub>	**	**	**	*	*	**	**	**
CadAl <sub>2</sub>	**	ns	**	**	**	**	**	**
AldCa <sub>1</sub>	**	**	**	**	**	**	**	ns
AldCa <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	**	ns	**
AldCa <sub>3</sub>	**	**	**	**	**	**	*	**
P x Ca	**	**	**	**	**	**	ns	**
CadP <sub>1</sub>	*	ns	**	**	ns	*	**	**
CadP <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
CadP <sub>3</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
PdCa <sub>1</sub>	**	**	**	*	**	**	ns	ns
PdCa <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	**	ns	**
PdCa <sub>3</sub>	**	**	**	**	**	**	ns	**
Al x P x Ca	**	**	**	**	ns	**	**	**
Cu	**	**	**	**	**	*	**	**
Al x Cu	**	**	**	**	**	**	**	**
CudAl <sub>0</sub>	**	**	ns	ns	ns	**	**	ns
CadAl <sub>1</sub>	**	**	**	ns	**	**	**	*
CadAl <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	ns	**	**
AldCu <sub>1</sub>	**	**	**	**	**	**	ns	**
AldCu <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	**	**	*
AldCu <sub>3</sub>	**	**	**	**	**	**	**	ns
AldCu <sub>4</sub>	**	**	**	**	**	**	ns	**
P x Cu	**	**	**	**	**	**	**	**
CudP <sub>1</sub>	**	**	**	**	ns	**	**	*
CudP <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
CudP <sub>3</sub>	**	**	**	ns	**	**	ns	**
PdCu <sub>1</sub>	**	**	ns	ns	**	**	ns	ns
PdCu <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
PdCu <sub>3</sub>	**	**	**	*	**	**	ns	**
PdCu <sub>4</sub>	**	**	**	*	**	**	*	**
Ca x Cu	**	**	ns	ns	*	**	**	**
CudCa <sub>1</sub>	**	**	**	**	**	**	ns	ns
CudCa <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	**	*	*
CudCa <sub>3</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
CadCu <sub>1</sub>	**	**	**	ns	ns	**	**	**
CadCu <sub>2</sub>	**	*	*	**	**	**	**	**
CadCu <sub>3</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
CadCu <sub>4</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
Al x P x Cu	**	**	**	**	**	**	**	**
Al x Ca x Cu	**	**	*	**	**	**	**	**
P x Ca x Cu	**	**	**	**	ns	**	**	**
Resíduo A	9,61	16,81	15,79	15,47	16,89	12,44	17,28	15,60
Resíduo R	17,90	20,81	17,28	22,12	12,14	16,93	29,91	21,36

Obs.: ms = matéria seca; R = raiz; PA = parte aérea; d = dentro de; A<sub>0</sub> = 0; Al<sub>1</sub> = 12 ppm; Al<sub>2</sub> = 24 ppm; P<sub>1</sub> = 0,0125 mM; P<sub>2</sub> = 0,05 mM; P<sub>3</sub> = 0,25 mM; Ca<sub>1</sub> = 0,125 mM; Ca<sub>2</sub> = 0,5 mM; Ca<sub>3</sub> = 5mM; Cu = cultivo var (Cu<sub>1</sub> = GIS x S603; Cu<sub>2</sub> = Br500; Cu<sub>3</sub> = Sart; Cu<sub>4</sub> = Br602) d.l.s = diferença mínima significativa.

Tabela 2 - Resumo comparativo dos testes de Tukey para matéria seca e teores de alumínio, fósforo e cálcio.

	ms		Al		P		Ca	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
Al								
dms	0,0056	0,0353	236,1010	16,8385	0,0217	0,0154	0,0135	0,0156
Al <sub>1</sub>	a	a	c	c	c	b	a	a
Al <sub>2</sub>	b	b	b	b	b	b	b	b
Al <sub>3</sub>	c	c	a	a	a	a	ab	a
P								
dms	0,0056	0,0353	236,1010	16,8385	0,0217	0,0154	0,0135	0,0156
P <sub>1</sub>	c	c	c	b	c	c	a	c
P <sub>2</sub>	b	b	b	a	b	b	a	b
P <sub>3</sub>	a	a	a	c	a	a	a	a
Ca								
dms	0,0056	0,0353	236,1010	16,8385	0,0217	0,0154	0,0135	0,0156
Ca <sub>1</sub>	c	c	b	a	a	a	b	c
Ca <sub>2</sub>	b	b	c	a	b	b	b	b
Ca <sub>3</sub>	a	a	a	b	b	c	a	a
Cu								
dms	0,0131	0,0547	315,6301	29,4058	0,0190	0,0256	0,0287	0,0261
Cu <sub>1</sub>	b	b	c	c	c	ab	b	b
Cu <sub>2</sub>	c	c	a	a	a	a	a	a
Cu <sub>3</sub>	a	a	b	bc	b	ab	c	a
Cu <sub>4</sub>	a	a	b	b	ab	b	c	a

Obs.: ms = matéria seca; dms = diferença mínima significativa; R = raiz; PA = parte aérea; Al<sub>0</sub> = 0; Al<sub>1</sub> = 12 ppm; Al<sub>2</sub> = 24 ppm; P<sub>1</sub> = 0,0125 mM, P<sub>2</sub> = 0,05 mM; P<sub>3</sub> = 0,25mM; Ca<sub>1</sub> = 0,125 mM; Ca<sub>2</sub> = 0,5 mM; Ca<sub>3</sub> = 5 mM; Cu = cultivar (Cu<sub>1</sub> = CMS x S603; Cu<sub>2</sub> = Br500; Cu<sub>3</sub> = Sart; Cu<sub>4</sub> = Br602).

Tabela 3 - Resumo comparativo dos testes de Tukey para matéria seca e teor de alumínio.

PxAl	ms						Al					
	Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>		Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
dms	0,0098	0,0612	0,0098	0,0612	0,0098	0,0612	408,9390	29,1652	408,9390	29,1652	408,9390	29,1652
P <sub>1</sub>	c	c	c	c	b	a	a	b	b	b	c	a
P <sub>2</sub>	a	b	b	b	b	a	a	a	b	a	b	b
P <sub>3</sub>	b	a	a	a	a	a	a	b	a	c	a	c

AlxP	P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>		P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dms	0,0098	0,0612	0,0098	0,0612	0,0098	0,0612	408,9390	29,1652	408,9390	29,1652	408,9390
Al <sub>0</sub>	a	a	a	a	a	a	c	c	c	c	c	c
Al <sub>1</sub>	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
Al <sub>2</sub>	c	b	c	c	c	c	a	a	a	a	a	a

CaxAl	Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>		Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dms	0,0098	0,0612	0,0098	0,0612	0,0098	0,0612	408,9390	29,1652	408,9390	29,1652	408,9390
Ca <sub>1</sub>	c	c	c	c	b	a	a	a	b	ab	a	a
Ca <sub>2</sub>	b	b	b	b	a	a	a	ab	b	a	b	a
Ca <sub>3</sub>	a	a	a	a	a	a	a	b	a	b	a	b

AlxCa	Ca <sub>1</sub>		Ca <sub>2</sub>		Ca <sub>3</sub>		Ca <sub>1</sub>		Ca <sub>2</sub>		Ca <sub>3</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dms	0,0098	0,0612	0,0098	0,0612	0,0098	0,0612	408,9390	29,1652	408,9390	29,1652	408,9390
Al <sub>0</sub>	a	a	a	a	a	a	c	c	c	c	c	c
Al <sub>1</sub>	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
Al <sub>2</sub>	c	b	c	c	c	c	a	a	a	a	a	a

CaxP	P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>		P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dms	0,0098	0,0612	0,0098	0,0612	0,0098	0,0612	408,9390	29,1652	408,9390	29,1652	408,9390
Ca <sub>1</sub>	b	a	c	b	c	c	ab	a	b	b	a	a
Ca <sub>2</sub>	b	a	b	a	b	b	b	a	b	a	c	b
Ca <sub>3</sub>	a	a	a	a	a	a	a	b	a	c	b	c

PxCa	Ca <sub>1</sub>		Ca <sub>2</sub>		Ca <sub>3</sub>		Ca <sub>1</sub>		Ca <sub>2</sub>		Ca <sub>3</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dms	0,0098	0,0612	0,0098	0,0612	0,0098	0,0612	408,9390	29,1652	408,9390	29,1652	408,9390
P <sub>1</sub>	a	c	c	c	c	c	b	a	b	b	b	a
P <sub>2</sub>	a	b	b	b	b	b	b	ab	b	a	a	a
P <sub>3</sub>	b	a	a	a	a	a	a	b	a	c	a	b

CuxAl	Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>		Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dms	0,0228	0,0948	0,0228	0,0948	0,0228	0,0948	546,6875	50,9323	546,6875	50,9323	546,6875
Cl <sub>1</sub>	b	b	b	b	b	bc	a	a	b	a	c	d
Cl <sub>2</sub>	c	c	b	b	b	c	a	a	a	a	a	a
Cl <sub>3</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	c
Cl <sub>4</sub>	a	a	a	a	a	ab	a	a	a	a	b	b

tabela 3 (cont.)

	Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>		Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
AlxCu																
dms	0,0208	0,0864	0,0208	0,0864	0,0208	0,0864	0,0208	0,0864	0,0208	0,0864	0,0208	0,0864	0,0208	0,0864	0,0208	0,0864
Al <sub>0</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Al <sub>1</sub>	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
Al <sub>2</sub>	c	b	c	b	c	c	c	c	c	a	c	a	a	a	a	a
	P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>		P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>		P <sub>1</sub>		P <sub>3</sub>	
OxP																
dms	0,0228	0,0948	0,0228	0,0948	0,0228	0,0948	0,0228	0,0948	0,0228	0,0948	0,0228	0,0948	0,0228	0,0948	0,0228	0,0948
Cu <sub>1</sub>	b	b	b	b	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	a
Cu <sub>2</sub>	c	c	c	c	d	d	d	d	a	a	a	a	a	a	a	a
Cu <sub>3</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	ab	b	b	bc	a	a	a	a
Cu <sub>4</sub>	a	a	a	a	b	b	b	b	ab	b	b	b	b	b	b	a
PxCu																
dms	0,0208	0,0864	0,0208	0,0864	0,0208	0,0864	0,0208	0,0864	0,0208	0,0864	0,0208	0,0864	0,0208	0,0864	0,0208	0,0864
P <sub>1</sub>	c	c	b	b	c	c	c	c	c	a	a	c	b	b	a	b
P <sub>2</sub>	b	b	a	a	b	b	b	b	a	a	a	b	a	b	a	a
P <sub>3</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	c	a	a	b
	Ca <sub>1</sub>		Ca <sub>2</sub>		Ca <sub>3</sub>		Ca <sub>1</sub>		Ca <sub>2</sub>		Ca <sub>3</sub>		Ca <sub>1</sub>		Ca <sub>3</sub>	
CuxCa																
dms	0,0228	0,0948	0,0228	0,0948	0,0228	0,0948	0,0228	0,0948	0,0228	0,0948	0,0228	0,0948	0,0228	0,0948	0,0228	0,0948
Cu <sub>1</sub>	b	bc	c	b	b	b	c	c	c	c	c	c	b	b	b	b
Cu <sub>2</sub>	c	c	d	c	c	d	d	d	a	a	a	a	a	a	a	a
Cu <sub>3</sub>	a	b	a	a	a	a	a	a	ab	b	b	b	a	a	b	b
Cu <sub>4</sub>	a	a	b	a	a	a	a	b	b	ab	b	ab	a	a	a	b
CaxOx																
dms	0,0208	0,0864	0,0208	0,0864	0,0208	0,0864	0,0208	0,0864	0,0208	0,0864	0,0208	0,0864	0,0208	0,0864	0,0208	0,0864
Ca <sub>1</sub>	c	b	b	ab	b	c	c	c	b	a	a	ab	a	a	b	a
Ca <sub>2</sub>	b	a	b	b	a	b	b	b	b	a	b	a	b	a	c	a
Ca <sub>3</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	b

Obs.: R = raiz; PA = parto aérea; P<sub>1</sub> = 0,0125 mM; P<sub>2</sub> = 0,05 mM; P<sub>3</sub> = 0,25 mM; Ca<sub>1</sub> = 0,125 mM; Ca<sub>2</sub> = 0,5 mM; Ca<sub>3</sub> = 5 mM; Al<sub>0</sub> = 0; Al<sub>1</sub> = 12 ppm; Al<sub>2</sub> = 24 ppm; Cu = cultivar (Cu<sub>1</sub> = CMS x S603; Cu<sub>2</sub> = Br500; Cu<sub>3</sub> = Br602); dms = diferença mínima significativa.

Tabola 4 - Resumo comparativo dos testes de Tukey para teores de fósforo e cálcio.

P x Al	P						Ca					
	Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>		Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
dens	0,0376	0,0267	0,0376	0,0267	0,0376	0,0267	0,0235	0,0270	0,0235	0,0270	0,0235	0,0270
P <sub>1</sub>	c	c	c	c	c	c	b	a	a	c	b	b
P <sub>2</sub>	b	b	b	b	b	b	b	a	b	b	a	a
P <sub>3</sub>	a	a	a	a	a	a	a	b	c	a	b	a

Al x P	P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>		P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dens	0,0376	0,0267	0,0376	0,0267	0,0376	0,0276	0,0235	0,0270	0,0235	0,0270	0,0235
Al <sub>0</sub>	c	b	c	b	c	b	b	a	b	b	a	c
Al <sub>1</sub>	b	b	b	c	b	b	a	b	b	c	c	a
Al <sub>2</sub>	a	a	a	a	a	a	b	b	a	a	b	b

Ca x Al	Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>		Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dens	0,0376	0,0267	0,0376	0,0267	0,0376	0,0267	0,0235	0,0270	0,0235	0,0270	0,0235
Ca <sub>1</sub>	a	a	a	a	a	a	b	c	c	c	b	c
Ca <sub>2</sub>	a	b	a	b	b	b	b	b	b	b	b	b
Ca <sub>3</sub>	b	c	a	c	b	c	a	a	a	a	a	a

Al x Ca	Ca <sub>1</sub>		Ca <sub>2</sub>		Ca <sub>3</sub>		Ca <sub>1</sub>		Ca <sub>2</sub>		Ca <sub>3</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dens	0,0376	0,0267	0,0376	0,0267	0,0376	0,0267	0,0235	0,0270	0,0235	0,0270	0,0235
Al <sub>0</sub>	c	b	c	c	c	b	a	a	a	a	a	b
Al <sub>1</sub>	b	b	b	b	b	c	b	a	a	b	b	ab
Al <sub>2</sub>	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a	ab	a

Ca x P	P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>		P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dens	0,0376	0,0267	0,0376	0,0267	0,0376	0,0267	0,0235	0,0270	0,0235	0,0270	0,0235
Ca <sub>1</sub>	a	a	ab	a	a	a	c	b	b	c	b	c
Ca <sub>2</sub>	a	ab	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
Ca <sub>3</sub>	a	b	a	c	c	c	a	a	a	a	a	a

P x Ca	Ca <sub>1</sub>		Ca <sub>2</sub>		Ca <sub>3</sub>		Ca <sub>1</sub>		Ca <sub>2</sub>		Ca <sub>3</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dens	0,0376	0,0267	0,0376	0,0267	0,0376	0,0267	0,0235	0,0270	0,0235	0,0270	0,0235
P <sub>1</sub>	c	c	c	c	c	c	a	a	a	b	a	c
P <sub>2</sub>	b	b	b	b	b	b	a	a	a	a	a	b
P <sub>3</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

Cl x Al	Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>		Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dens	0,0330	0,0444	0,0330	0,0444	0,0330	0,0444	0,0497	0,0452	0,0497	0,0452	0,0497
Cl <sub>1</sub>	ab	a	c	b	b	a	b	a	a	b	b	b
Cl <sub>2</sub>	ab	a	a	a	a	a	a	a	a	ab	a	a
Cl <sub>3</sub>	b	b	a	a	a	a	ab	a	b	a	c	a
Cl <sub>4</sub>	a	a	b	b	a	a	b	a	b	a	bc	a

Tabela 4 - cont.

Al x Cu	Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>		Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
dms	0,0300	0,0404	0,0300	0,0404	0,0300	0,0404	0,0300	0,0404	0,0453	0,0411	0,0453	0,0411	0,0453	0,0411	0,0453	0,0411
Al <sub>0</sub>	c	b	c	b	c	c	c	b	a	a	b	ab	a	a	a	b
Al <sub>1</sub>	b	b	b	ab	b	b	b	c	a	b	b	b	b	a	a	b
Al <sub>2</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a	b	a	a	a

Cu x P	P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>		P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
dms	0,0330	0,0444	0,0330	0,0444	0,0330	0,0444	0,0497	0,0452	0,0497	0,0452	0,0497	0,0452
Cu <sub>1</sub>	a	a	c	ab	b	b	b	b	b	b	a	b
Cu <sub>2</sub>	a	b	a	a	a	a	a	a	a	ab	a	a
Cu <sub>3</sub>	a	b	bc	b	a	a	c	ab	b	a	a	a
Cu <sub>4</sub>	a	b	ab	b	a	a	c	ab	b	a	a	a

P x Cu	Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>		Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
dms	0,0300	0,0404	0,0300	0,0404	0,0300	0,0404	0,0300	0,0404	0,0453	0,0411	0,0453	0,0411	0,0453	0,0411	0,0453	0,0411
P <sub>1</sub>	c	b	c	c	c	c	c	c	a	b	b	b	a	c	b	b
P <sub>2</sub>	b	b	b	b	b	b	b	b	a	ab	a	ab	a	b	b	a
P <sub>3</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	c	a	a	a	a	a

Cu x Ca	Ca <sub>1</sub>		Ca <sub>2</sub>		Ca <sub>3</sub>		Ca <sub>1</sub>		Ca <sub>2</sub>		Ca <sub>3</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
dms	0,0330	0,0444	0,0330	0,0444	0,0330	0,0444	0,0497	0,0452	0,0497	0,0452	0,0497	0,0452
Cu <sub>1</sub>	b	b	c	b	b	a	a	a	ab	b	b	c
Cu <sub>2</sub>	a	b	a	a	a	a	a	a	a	ab	a	b
Cu <sub>3</sub>	a	a	b	b	ab	b	a	a	b	a	c	b
Cu <sub>4</sub>	a	ab	ab	b	a	b	a	a	b	ab	c	a

Ca x Cu	Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>		Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
dms	0,0300	0,0404	0,0300	0,0404	0,0300	0,0404	0,0300	0,0404	0,0453	0,0411	0,0453	0,0411	0,0453	0,0411	0,0453	0,0411
Ca <sub>1</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	b	b	b	c	b	c	b	b
Ca <sub>2</sub>	a	b	a	a	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
Ca <sub>3</sub>	a	c	b	b	b	c	b	c	a	a	a	a	a	a	a	a

OBS: - R = raiz; P.A. = parte aérea; P<sub>1</sub> = 0,0125m<sup>3</sup>; P<sub>2</sub> = 0,05m<sup>3</sup>; P<sub>3</sub> = 0,25m<sup>3</sup>; Ca<sub>1</sub> = 0,125mM; Ca<sub>2</sub> = 0,5mM; Ca<sub>3</sub> = 5 mM; Al<sub>0</sub> = 0; Al<sub>1</sub> = 12ppm; Al<sub>2</sub> = 24 ppm; Cu = cultivar (Cu<sub>1</sub> = OS x S603; Cu<sub>2</sub> = Br500; Cu<sub>3</sub> = Sart; Cu<sub>4</sub> = Br602); dms = diferença mínima significativa.

Tabela 5 - Variação porcentual da produção de matéria seca nos experimentos de cálcio, magnésio e potássio com aumento do nível de Al de 0 para 12 ppm, na solução nutritiva.

Nível cátion	Ca				Mg				K				
	OMS x S603	Br500	Sart	Br602	OMS x S603	Br500	Sart	Br602	OMS x S603	Br500	Sart	Br602	
Parte aérea													
1	P <sub>1</sub>	15,2	13,5	13,2	16,8	20,9	17,7	11,9	15,3	19,0	15,9	13,4	14,8
	P <sub>2</sub>	10,4	6,3	16,5	14,3	11,6	8,9	8,5	12,5	17,6	20,2	35,7	34,3
	P <sub>3</sub>	7,8	8,3	8,8	14,0	17,6	14,5	13,4	15,3	17,4	44,3	35,3	67,4
2	P <sub>1</sub>	18,0	24,2	16,4	15,2	19,5	28,6	16,7	16,1	20,5	12,7	21,0	15,1
	P <sub>2</sub>	14,7	8,8	12,8	11,6	13,1	11,3	11,9	16,7	17,6	9,7	16,8	20,8
	P <sub>3</sub>	7,5	12,6	13,5	18,6	31,3	24,3	30,6	26,6	11,5	41,8	62,0	88,1
3	P <sub>1</sub>	9,1	18,6	17,6	15,9	23,5	25,0	15,2	18,9	16,7	13,1	12,5	12,0
	P <sub>2</sub>	7,0	7,0	8,7	9,7	10,7	7,0	7,5	10,7	12,7	8,5	13,8	21,5
	P <sub>3</sub>	15,2	28,2	21,0	18,2	29,5	29,4	29,6	30,5	18,3	24,0	21,0	37,0
Raízes													
1	P <sub>1</sub>	12,8	22,0	21,0	33,1	53,0	52,2	36,7	36,1	30,7	27,8	30,5	35,8
	P <sub>2</sub>	22,2	8,4	33,9	48,0	29,7	19,2	27,7	27,8	29,6	45,7	85,8	59,8
	P <sub>3</sub>	24,2	18,2	22,0	32,8	53,6	20,0	30,9	30,0	25,7	60,9	44,9	78,9
2	P <sub>1</sub>	11,0	19,4	24,9	25,7	45,3	46,7	45,8	19,8	33,3	17,8	52,8	34,6
	P <sub>2</sub>	24,9	13,9	30,8	22,6	57,3	19,6	30,2	28,3	36,2	21,1	40,1	46,5
	P <sub>3</sub>	14,8	25,5	35,6	50,6	39,8	36,0	52,9	38,9	21,0	79,8	120,5	101,6
3	P <sub>1</sub>	5,7	18,1	28,0	16,9	42,7	23,7	22,4	19,9	21,4	15,5	21,2	19,7
	P <sub>2</sub>	7,5	9,4	10,3	13,6	25,4	14,8	17,4	19,1	19,5	17,7	31,8	31,5
	P <sub>3</sub>	29,2	62,2	50,0	46,1	43,7	48,4	62,0	45,5	34,8	54,5	40,4	66,7

Obs.: A porcentagem indicada corresponde à fração da produção de matéria seca no nível 0 de Al.



Tabela 6 - Tratamentos que permitiram a maior e menor exploração do potencial de produção de matéria seca radicular e a tolerância ao alumínio na raiz.

		QMS x S603	Br500	Sart	Br602	
Matéria seca (g)						
Ca	maior explor.	Al <sub>0</sub>	P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> = 0,743	P <sub>2</sub> Ca <sub>3</sub> = 0,436	P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> = 0,832	P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> = 0,778
		Al <sub>1</sub>	P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> = 0,217	P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> = 0,196	P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> = 0,415	P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> = 0,339
	menor	Al <sub>0</sub>	P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub> = 0,248	P <sub>1</sub> Ca <sub>2</sub> = 0,129	P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub> = 0,241	P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub> = 0,304
		Al <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> Ca <sub>3</sub> = 0,025	P <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> = 0,040	P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub> = 0,053	P <sub>1</sub> Ca <sub>3</sub> = 0,103
Mg	maior	Al <sub>0</sub>	P <sub>1</sub> Mg <sub>3</sub> = 0,457	P <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub> = 0,445	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> = 0,563	P <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub> = 0,614
		Al <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub> = 0,236	P <sub>3</sub> Mg <sub>3</sub> = 0,171	P <sub>3</sub> Mg <sub>3</sub> = 0,291	P <sub>3</sub> Mg <sub>3</sub> = 0,246
	menor	Al <sub>0</sub>	P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub> = 0,295	P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub> = 0,299	P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub> = 0,437	P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub> = 0,454
		Al <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> = 0,089	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> = 0,054	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> = 0,098	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> = 0,111
K	maior	Al <sub>0</sub>	P <sub>2</sub> K <sub>3</sub> = 0,478	P <sub>2</sub> K <sub>3</sub> = 0,316	P <sub>2</sub> K <sub>3</sub> = 0,550	P <sub>2</sub> K <sub>3</sub> = 0,705
		Al <sub>2</sub>	P <sub>3</sub> K <sub>3</sub> = 0,120	P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> = 0,142	P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> = 0,335	P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> = 0,393
	menor	Al <sub>0</sub>	P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> = 0,267	P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> = 0,178	P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> = 0,265	P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> = 0,330
		Al <sub>2</sub>	P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> = 0,075	P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> = 0,040	P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> = 0,078	P <sub>1</sub> K <sub>1-3</sub> = 0,118
tolerância (% , redução para)						
Ca	maior	P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> = 29,2	P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> = 62,2	P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> = 50,0	P <sub>3</sub> Ca <sub>2</sub> = 50,6	
	menor	P <sub>1</sub> Ca <sub>3</sub> = 5,7	P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub> = 8,4	P <sub>2</sub> Ca <sub>3</sub> = 10,3	P <sub>2</sub> Ca <sub>3</sub> = 13,6	
Mg	maior	P <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub> = 57,3	P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub> = 52,2	P <sub>3</sub> Mg <sub>3</sub> = 62,0	P <sub>3</sub> Mg <sub>3</sub> = 45,5	
	menor	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> = 25,4	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> = 14,8	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> = 17,4	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> = 19,1	
K	maior	P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> = 36,2	P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> = 79,8	P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> = 120,5	P <sub>3</sub> K <sub>3</sub> = 101,6	
	menor	P <sub>2</sub> K <sub>3</sub> = 19,5	P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> = 15,5	P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> = 21,2	P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> = 19,7	

Tabela 7 - Tratamentos que permitiram a maior e menor exploração do potencial de produção de matéria seca e a tolerância ao alumínio na parte aérea.

		OMS x S603	Br500	Sart	Br602	
matéria seca (g)						
Ca	maior	Al <sub>0</sub>	P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> = 2,77	P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub> = 1,59	P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> = 4,85	P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> = 4,02
		Al <sub>1</sub>	P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> = 0,42	P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> = 0,44	P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> = 1,02	P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> = 0,73
	menor	Al <sub>0</sub>	P <sub>1</sub> Ca <sub>2</sub> = 0,61	P <sub>1</sub> Ca <sub>2</sub> = 0,33	P <sub>1</sub> Ca <sub>3</sub> = 1,19	P <sub>1</sub> Ca <sub>3</sub> = 1,32
		Al <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> Ca <sub>3</sub> = 0,08	P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub> = 0,07	P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub> = 0,17	P <sub>1</sub> Ca <sub>3</sub> = 0,21
Mg	maior	Al <sub>0</sub>	P <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub> = 1,68	P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub> = 1,45	P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub> = 2,76	P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub> = 2,36
		Al <sub>2</sub>	P <sub>3</sub> Mg <sub>2</sub> = 0,46	P <sub>3</sub> Mg <sub>3</sub> = 0,37	P <sub>3</sub> Mg <sub>3</sub> = 0,74	P <sub>3</sub> Mg <sub>3</sub> = 0,57
	menor	Al <sub>0</sub>	P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub> = 0,67	P <sub>1</sub> Mg <sub>3</sub> = 0,44	P <sub>1</sub> Mg <sub>3</sub> = 1,05	P <sub>1</sub> Mg <sub>3</sub> = 0,90
		Al <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> = 0,13	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> = 0,08	P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub> = 0,15	P <sub>1</sub> Mg <sub>3</sub> = 0,16
K	maior	Al <sub>0</sub>	P <sub>3</sub> K <sub>1</sub> = 1,78	P <sub>3</sub> K <sub>3</sub> = 1,21	P <sub>3</sub> K <sub>1</sub> = 2,69	P <sub>3</sub> K <sub>3</sub> = 2,81
		Al <sub>2</sub>	P <sub>3</sub> K <sub>1</sub> = 0,31	P <sub>3</sub> K <sub>1</sub> = 0,43	P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> = 1,11	P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> = 1,33
	menor	Al <sub>0</sub>	P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> = 0,78	P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> = 0,55	P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> = 1,05	P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> = 1,28
		Al <sub>2</sub>	P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> = 0,15	P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> = 0,07	P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> = 0,14	P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> = 0,18
tolerância (% , redução para)						
Ca	maior	P <sub>1</sub> Ca <sub>2</sub> = 18,0	P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> = 28,2	P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> = 21,0	P <sub>3</sub> Ca <sub>2</sub> = 18,6	
	menor	P <sub>2</sub> Ca <sub>3</sub> = 7,0	P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub> = 6,3	P <sub>2</sub> Ca <sub>3</sub> = 8,7	P <sub>2</sub> Ca <sub>3</sub> = 9,7	
Mg	maior	P <sub>3</sub> Mg <sub>2</sub> = 31,3	P <sub>3</sub> Mg <sub>3</sub> = 29,4	P <sub>3</sub> Mg <sub>2</sub> = 30,6	P <sub>3</sub> Mg <sub>3</sub> = 30,5	
	menor	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> = 10,7	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> = 7,0	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> = 7,5	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> = 10,7	
K	maior	P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> = 20,5	P <sub>3</sub> K <sub>1</sub> = 44,3	P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> = 62,0	P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> = 88,1	
	menor	P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> = 11,5	P <sub>2</sub> K <sub>3</sub> = 8,5	P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> = 12,5	P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> = 12,0	

Tabela 8 - Comparação dos resultados da análise estatística para teores de nutrientes e produção de matéria seca da raiz e da parte aérea do experimento alumínio x fósforo x magnésio.

Causa de variação	ms		Al		P		Mg	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
Al	**	**	**	**	**	**	**	**
P	**	**	**	**	**	**	**	**
Mg	**	**	**	**	**	**	**	**
Al x P	**	**	**	**	**	**	**	**
P d. Al <sub>0</sub>	**	**	n.s.	n.s.	**	**	**	**
P d. Al <sub>1</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
P d. Al <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
Al d. P <sub>1</sub>	**	**	**	*	*	n.s.	**	**
Al d. P <sub>2</sub>	**	**	**	**	*	**	**	**
Al d. P <sub>3</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
Al x Mg	**	**	**	**	**	**	**	**
Mg d. Al <sub>0</sub>	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
Mg d. Al <sub>1</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
Mg d. Al <sub>2</sub>	**	**	**	**	n.s.	n.s.	**	**
Al d. Mg <sub>1</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
Al d. Mg <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
Al d. Mg <sub>3</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
P x Mg	**	**	**	**	**	**	**	**
Mg d. P <sub>1</sub>	*	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	**
Mg d. P <sub>2</sub>	**	**	**	**	n.s.	n.s.	**	**
Mg d. P <sub>3</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
P d. Mg <sub>1</sub>	n.s.	**	**	**	**	**	n.s.	**
P d. Mg <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	**	*	**
P d. Mg <sub>3</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
Al x P x Mg	**	**	**	**	**	**	**	**
Cu	**	**	**	**	**	**	**	*
Al x Cu	**	**	**	**	**	**	**	**
Cu d. Al <sub>0</sub>	**	**	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	**
Cu d. Al <sub>1</sub>	**	**	**	n.s.	**	**	**	n.s.
Cu d. Al <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	n.s.	**	*
Al d. Cu <sub>1</sub>	**	**	**	**	**	n.s.	**	**
Al d. Cu <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	*	**	**
Al d. Cu <sub>3</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
Al d. Cu <sub>4</sub>	**	**	**	**	**	**	n.s.	**
P x Cu	**	**	**	**	**	**	**	**
Cu d. P <sub>1</sub>	**	**	**	*	n.s.	n.s.	**	n.s.
Cu d. P <sub>2</sub>	**	**	**	**	*	*	**	n.s.
Cu d. P <sub>3</sub>	**	**	**	n.s.	**	**	**	**
P d. Cu <sub>1</sub>	n.s.	**	**	**	**	**	*	**
P d. Cu <sub>2</sub>	**	**	**	*	**	**	*	**
P d. Cu <sub>3</sub>	**	**	**	n.s.	**	**	n.s.	**
P d. Cu <sub>4</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
Mg x Cu	*	**	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	**
Cu d. Mg <sub>1</sub>	**	**	**	n.s.	**	**	**	n.s.
Cu d. Mg <sub>2</sub>	**	**	**	n.s.	**	**	*	*
Cu d. Mg <sub>3</sub>	**	**	*	**	n.s.	*	**	**
Mg d. Cu <sub>1</sub>	**	**	**	*	**	n.s.	**	**
Mg d. Cu <sub>2</sub>	**	n.s.	**	*	**	n.s.	**	**
Mg d. Cu <sub>3</sub>	**	**	**	n.s.	**	**	**	**
Mg d. Cu <sub>4</sub>	**	**	**	*	**	n.s.	**	**
Al x P x Cu	**	**	**	**	**	**	**	**
Al x Mg x Cu	**	**	**	*	**	**	**	**
P x Mg x Cu	**	**	**	**	**	n.s.	**	**
CV Resíduo A	11,75	7,14	14,03	13,91	17,07	20,95	12,33	11,07
CV Resíduo B	11,00	11,76	22,94	24,80	17,30	26,78	18,08	22,67

ORS: ms = matéria seca; R = raiz; PA = parte aérea; d. = dentro de; Al<sub>0</sub> = 0; Al<sub>1</sub> = 6 ppm; Al<sub>2</sub> = 12 ppm; P<sub>1</sub> = 0,0125 mM; P<sub>2</sub> = 0,05 mM; P<sub>3</sub> = 0,25 mM; Mg<sub>1</sub> = 0,05 mM; Mg<sub>2</sub> = 0,2 mM; Mg<sub>3</sub> = 2 mM; Cu = cultivar (Cu<sub>1</sub> = CMS x S603; Cu<sub>2</sub> = Br500; Cu<sub>3</sub> = Surt; Cu<sub>4</sub> = Br602); C.V. = coeficiente de variação; n.s. = não significativo; \* = significativo no nível de 5%; \*\* = significativo no nível de 1%.

Tabela 9 - Resumo comparativo dos testes de Tukey para matéria seca, e teores de alumínio, fósforo e magnésio.

	ms		Al		P		Mg	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
Al								
dms	0,0099	0,0268	217,9335	14,3673	0,0275	0,0337	0,0096	0,0130
Al <sub>0</sub>	a	a	c	c	b	b	c	b
Al <sub>1</sub>	b	b	b	b	a	a	a	a
Al <sub>2</sub>	c	c	a	a	a	c	b	b
P								
dms	0,0099	0,0268	217,9335	14,3673	0,0275	0,0337	0,0096	0,0130
P <sub>1</sub>	c	c	b	b	c	c	b	a
P <sub>2</sub>	b	b	c	a	b	b	b	b
P <sub>3</sub>	a	a	a	b	a	a	a	a
Mg								
dms	0,0099	0,0268	217,9335	14,3673	0,0275	0,0337	0,0096	0,0130
Mg <sub>1</sub>	b	c	a	a	a	a	b	c
Mg <sub>2</sub>	a	a	b	b	b	b	b	b
Mg <sub>3</sub>	a	b	a	b	c	c	a	a
Cu								
dms	0,0116	0,0469	435,1478	31,2988	0,0341	0,0527	0,0173	0,0525
Cu <sub>1</sub>	b	c	c	b	c	b	a	b
Cu <sub>2</sub>	c	d	a	b	a	b	a	b
Cu <sub>3</sub>	a	a	b	a	b	b	b	ab
Cu <sub>4</sub>	a	b	ab	a	a	a	b	a

Obs.: ms = matéria seca; dms = diferença mínima significativa; R = raiz; PA = parte aérea;  
 Al<sub>0</sub> = 0; Al<sub>1</sub> = 6 ppm; Al<sub>2</sub> = 12 ppm; P<sub>1</sub> = 0,0125 mM; P<sub>2</sub> = 0,05 mM; P<sub>3</sub> = 0,25 mM;  
 Mg<sub>1</sub> = 0,05 mM; Mg<sub>2</sub> = 0,2 mM; Mg<sub>3</sub> = 2 mM; Cu = cultivar (Cu<sub>1</sub> = CMS x S603; Cu<sub>2</sub> = Br500;  
 Cu<sub>3</sub> = Sart; Cu<sub>4</sub> = Br602).



Tabela 10 - cont.

	Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>		Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
Al x Cu	0,0184	0,0741	0,0184	0,0741	0,0184	0,0741	0,0184	0,0741	686,0129	49,3428	686,0129	49,3428	686,0129	49,3428	686,0129	49,3428
dms	a	a	a	a	a	a	a	a	c	c	c	c	c	c	c	b
Al <sub>0</sub>	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
Al <sub>1</sub>	c	c	c	c	c	c	c	c	a	a	a	a	a	a	a	a
Al <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>				P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>			
Cu x P	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
dms	0,0202	0,0813	0,0202	0,0813	0,0202	0,0813	0,0202	0,0813	753,6981	54,2112	753,6981	54,2112	753,6981	54,2112	753,6981	54,2112
Cu <sub>1</sub>	b	b	b	c	b	c	b	c	b	b	b	b	b	a	b	a
Cu <sub>2</sub>	c	c	c	d	b	d	c	d	a	ab	a	b	a	a	a	a
Cu <sub>3</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	b	a	a	a
Cu <sub>4</sub>	a	a	a	b	a	b	a	b	a	ab	a	a	a	a	a	a
P x Cu	Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>		Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>	
dms	0,0184	0,0741	0,0184	0,0741	0,0184	0,0741	0,0184	0,0741	686,0129	49,3428	686,0129	49,3428	686,0129	49,3428	686,0129	49,3428
P <sub>1</sub>	a	c	c	c	b	c	b	c	b	b	b	ab	b	a	b	b
P <sub>2</sub>	a	b	b	b	b	b	b	b	b	a	b	a	b	a	b	a
P <sub>3</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	b	a	a	a	b
Cu x Mg	Mg <sub>1</sub>		Mg <sub>2</sub>		Mg <sub>3</sub>				Mg <sub>1</sub>		Mg <sub>2</sub>		Mg <sub>3</sub>			
dms	0,0202	0,0813	0,0202	0,0813	0,0202	0,0813	0,0202	0,0813	753,6981	54,2112	753,6981	54,2112	753,6981	54,2112	753,6981	54,2112
Cu <sub>1</sub>	b	c	b	c	b	c	b	c	c	a	b	a	b	b	b	b
Cu <sub>2</sub>	c	d	c	d	c	d	c	d	a	a	a	a	a	a	b	b
Cu <sub>3</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a	ab	a	a	a
Cu <sub>4</sub>	a	b	a	b	a	b	a	b	ab	a	a	a	a	a	a	a
Mg x Cu	Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>		Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>	
dms	0,0184	0,0741	0,0184	0,0741	0,0184	0,0741	0,0184	0,0741	686,0129	49,3428	686,0129	49,3428	686,0129	49,3428	686,0129	49,3428
Mg <sub>1</sub>	b	a	b	a	b	b	b	b	a	a	a	a	a	a	a	a
Mg <sub>2</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	b	b	b	ab	b	a	b	b
Mg <sub>3</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	ab	b	a	a	ab	ab

GES: R = raiz; P.A. = parte aérea; P<sub>1</sub> = 0,0125mM; P<sub>2</sub> = 0,05mM; P<sub>3</sub> = 0,25mM; Mg<sub>1</sub> = 0,05mM; Mg<sub>2</sub> = 0,2mM; Mg<sub>3</sub> = 2mM; Al<sub>0</sub> = 0; Al<sub>1</sub> = 6 ppm; Al<sub>2</sub> = 12 ppm; Cu = cultivar (Cu<sub>1</sub> = OS x S603; Cu<sub>2</sub> = Br500; Cu<sub>3</sub> = Sart; Cu<sub>4</sub> = Br602); dms = diferença mínima significativa.

Tabela 11 - Resumo comparativo dos testes de Tukey para teores de fósforo e magnésio.

P x Al	P						Mg					
	Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>		Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
dm	0,0477	0,0585	0,0477	0,0585	0,0477	0,0585	0,0167	0,0225	0,0167	0,0225	0,0167	0,0225
P <sub>1</sub>	c	c	c	c	c	b	b	b	a	b	a	a
P <sub>2</sub>	b	b	b	b	b	b	b	b	c	b	a	b
P <sub>3</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	c	b

Al x P	P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>		P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dm	0,0477	0,0585	0,0477	0,0585	0,0477	0,0585	0,0167	0,0225	0,0167	0,0225	0,0167
Al <sub>0</sub>	b	a	b	a	b	b	c	c	b	b	b	b
Al <sub>1</sub>	ab	a	ab	a	a	a	a	a	b	a	a	a
Al <sub>2</sub>	a	a	a	b	a	c	b	b	a	b	c	c

Mg x Al	Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>		Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dm	0,0477	0,0585	0,0477	0,0585	0,0477	0,0585	0,0167	0,0225	0,0167	0,0225	0,0167
Mg <sub>1</sub>	a	a	a	a	a	a	b	c	b	b	c	b
Mg <sub>2</sub>	a	a	b	b	a	a	b	b	b	b	b	b
Mg <sub>3</sub>	a	a	c	c	a	a	a	a	a	a	a	a

Al x Mg	Mg <sub>1</sub>		Mg <sub>2</sub>		Mg <sub>3</sub>		Mg <sub>1</sub>		Mg <sub>2</sub>		Mg <sub>3</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dm	0,0477	0,0585	0,0477	0,0585	0,0477	0,0585	0,0167	0,0225	0,0167	0,0225	0,0167
Al <sub>0</sub>	c	b	b	ab	b	a	b	b	b	a	b	b
Al <sub>1</sub>	a	a	a	a	b	a	a	a	a	b	a	a
Al <sub>2</sub>	b	c	a	b	a	b	a	a	a	b	b	b

Mg x P	P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>		P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dm	0,0477	0,0585	0,0477	0,0585	0,0477	0,0585	0,0167	0,0225	0,0167	0,0225	0,0167
Mg <sub>1</sub>	a	a	a	a	a	a	c	b	b	c	b	c
Mg <sub>2</sub>	a	a	a	a	b	b	b	b	b	b	b	b
Mg <sub>3</sub>	a	a	a	a	c	c	a	a	a	a	a	a

P x Mg	Mg <sub>1</sub>		Mg <sub>2</sub>		Mg <sub>3</sub>		Mg <sub>1</sub>		Mg <sub>2</sub>		Mg <sub>3</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dm	0,0477	0,0585	0,0477	0,0585	0,0477	0,0585	0,0167	0,0225	0,0167	0,0225	0,0167
P <sub>1</sub>	c	c	c	c	c	c	a	a	a	a	b	b
P <sub>2</sub>	b	b	b	b	b	b	a	b	ab	b	b	b
P <sub>3</sub>	a	a	a	a	a	a	a	b	b	b	a	a

Cl x Al	Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>		Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dm	0,0590	0,0913	0,0590	0,0913	0,0590	0,0913	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	0,0300
Cl <sub>1</sub>	b	b	b	b	c	a	a	b	ab	b	a	a
Cl <sub>2</sub>	b	b	a	b	a	a	a	ab	a	ab	a	b
Cl <sub>3</sub>	b	b	b	b	ab	a	a	b	b	ab	b	a
Cl <sub>4</sub>	a	a	a	a	bc	a	a	a	b	a	b	ab

Tabela 11 - cont.

Al x Cu	Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>		Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>		
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	
dm <sup>s</sup>	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0573	0,0831	0,0537	0,0831	0,0273	0,0513	0,0273	0,0513	0,0273	0,0513	0,0273	0,0513	
Al <sub>0</sub>	b	a	b	a	c	b	c	b	b	b	b	a	b	b	a	b	
Al <sub>1</sub>	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	
Al <sub>2</sub>	a	a	a	b	a	b	b	c	a	ab	a	b	b	b	a	b	
P <sub>1</sub>																	
		R		PA		R		PA		R		PA		R		PA	
Cu x P	0,0590	0,0913	0,0590	0,0913	0,0590	0,0913	0,0590	0,0913	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	
Cu <sub>1</sub>	a	a	b	ab	c	c	c	c	a	a	a	a	b	b	b	b	
Cu <sub>2</sub>	a	a	ab	b	a	bc	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	
Cu <sub>3</sub>	a	a	ab	ab	b	b	b	b	b	a	b	a	b	a	b	a	
Cu <sub>4</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	ab	a	ab	a	ab	a	
P <sub>2</sub>																	
		R		PA		R		PA		R		PA		R		PA	
P x Cu	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0273	0,0513	0,0273	0,0513	0,0273	0,0513	0,0273	0,0513	
P <sub>1</sub>	c	c	c	c	c	c	c	c	a	a	ab	a	a	a	b	a	
P <sub>2</sub>	b	b	b	b	b	b	b	b	ab	b	b	b	a	b	b	b	
P <sub>3</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	b	b	a	a	a	a	a	a	
P <sub>3</sub>																	
		R		PA		R		PA		R		PA		R		PA	
P x Mg	0,0590	0,0913	0,0590	0,0913	0,0590	0,0913	0,0590	0,0913	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	
Cu <sub>1</sub>	b	bc	c	ab	a	a	a	a	a	a	ab	a	a	a	b	b	
Cu <sub>2</sub>	a	c	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a	ab	ab	a	a	
Cu <sub>3</sub>	b	a	b	b	a	a	a	a	ab	a	ab	a	c	a	a	a	
Cu <sub>4</sub>	a	ab	a	a	a	a	a	a	b	a	b	a	b	b	a	a	
Mg <sub>1</sub>																	
		R		PA		R		PA		R		PA		R		PA	
Mg x Cu	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	
dm <sup>s</sup>	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	
Mg <sub>1</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	b	b	b	b	c	
Mg <sub>2</sub>	b	a	a	a	a	a	a	a	b	b	b	b	b	b	b	b	
Mg <sub>3</sub>	b	a	b	a	b	b	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	
Mg <sub>2</sub>																	
		R		PA		R		PA		R		PA		R		PA	
Mg x Cu	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	
dm <sup>s</sup>	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	
Mg <sub>1</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	ab	a	a	a	a	a	
Mg <sub>2</sub>	b	a	a	a	a	a	a	a	b	b	b	b	b	b	b	b	
Mg <sub>3</sub>	b	a	b	a	b	b	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	
Mg <sub>3</sub>																	
		R		PA		R		PA		R		PA		R		PA	
Mg x Cu	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	
dm <sup>s</sup>	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0537	0,0831	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	0,0300	0,0563	
Mg <sub>1</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	b	b	b	b	c	
Mg <sub>2</sub>	b	a	a	a	a	a	a	a	b	b	b	b	b	b	b	b	
Mg <sub>3</sub>	b	a	b	a	b	b	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	

OBS: R = raiz; P.A. = parte aérea; P<sub>1</sub> = 0,0125mN; P<sub>2</sub> = 0,05mN; P<sub>3</sub> = 0,25mN; Mg<sub>1</sub> = 0,05mN; Mg<sub>2</sub> = 0,2mN; Mg<sub>3</sub> = 2mN; Al<sub>0</sub> = 0; Al<sub>1</sub> = 6 ppm; Al<sub>2</sub> = 12ppm; Cu = cultivar (Cu<sub>1</sub> = OMS x 5603; Cu<sub>2</sub> = Br500; Cu<sub>3</sub> = Sart; Cu<sub>4</sub> = Br502), dm<sup>s</sup> = diferença mínima significativa.



Tabela 12 - Comparação dos resultados da análise estatística para teor de nutrientes e produção de matéria seca da raiz e parte aérea do experimento alumínio x fósforo x potássio.

Causa de variação	ms		Al		P		K	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
Al	**	**	**	**	**	**	**	**
P	**	**	**	**	**	**	**	**
K	**	**	**	n.s.	n.s.	**	**	**
Al x P	**	**	**	**	**	*	**	**
P d.Al <sub>0</sub>	**	**	n.s.	n.s.	**	**	**	**
P d.Al <sub>1</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
P d.Al <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
Al d.P <sub>1</sub>	**	**	**	**	**	n.s.	**	**
Al d.P <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
Al d.P <sub>3</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
Al x K	**	**	**	*	**	**	**	**
K d.Al <sub>0</sub>	**	**	n.s.	n.s.	**	**	*	**
K d.Al <sub>1</sub>	**	**	**	n.s.	**	**	**	**
K d.Al <sub>2</sub>	**	**	**	*	**	**	**	**
Al d.K <sub>1</sub>	**	**	**	**	**	**	n.s.	**
Al d.K <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
Al d.K <sub>3</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
P x K	**	**	*	n.s.	*	**	**	**
K d.P <sub>1</sub>	*	**	**	n.s.	*	**	**	**
K d.P <sub>2</sub>	**	**	**	n.s.	n.s.	**	**	**
K d.P <sub>3</sub>	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	**	**	**
P d.K <sub>1</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
P d.K <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
P d.K <sub>3</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
Al x P x K	**	**	**	**	**	**	**	**
Cu	**	**	**	**	**	**	**	**
Al x Cu	**	**	**	**	*	*	n.s.	**
Cu d.Al <sub>0</sub>	**	**	n.s.	n.s.	**	**	**	**
Cu d.Al <sub>1</sub>	**	**	**	n.s.	**	**	*	n.s.
Cu d.Al <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	n.s.	*	**
Al d.Cu <sub>1</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
Al d.Cu <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	*	n.s.	**
Al d.Cu <sub>3</sub>	**	**	**	**	**	**	n.s.	**
Al d.Cu <sub>4</sub>	**	**	**	**	**	**	n.s.	**
P x Cu	**	**	n.s.	**	**	**	n.s.	n.s.
Cu d.P <sub>1</sub>	**	**	**	**	n.s.	n.s.	*	n.s.
Cu d.P <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	n.s.	n.s.	**
Cu d.P <sub>3</sub>	**	**	**	n.s.	**	**	**	**
P d.Cu <sub>1</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
P d.Cu <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	**	n.s.	**
P d.Cu <sub>3</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
P d.Cu <sub>4</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**
K x Cu	**	**	**	*	n.s.	*	n.s.	n.s.
Cu d.K <sub>1</sub>	**	**	**	**	**	**	n.s.	n.s.
Cu d.K <sub>2</sub>	**	**	**	**	**	**	*	**
Cu d.K <sub>3</sub>	**	**	**	**	**	*	**	n.s.
K d.Cu <sub>1</sub>	**	n.s.	*	n.s.	n.s.	**	**	**
K d.Cu <sub>2</sub>	n.s.	n.s.	**	*	n.s.	**	**	**
K d.Cu <sub>3</sub>	**	**	**	n.s.	n.s.	**	**	**
K d.Cu <sub>4</sub>	n.s.	*	**	n.s.	n.s.	**	**	**
Al x P x Cu	**	**	**	*	**	**	**	**
Al x K x Cu	**	**	**	*	n.s.	**	**	n.s.
P x K x Cu	**	**	**	**	n.s.	n.s.	*	**
Resíduo A	12,05	11,27	15,01	18,30	9,64	11,07	9,73	7,81
CV Resíduo B	14,13	15,49	21,98	23,10	17,39	18,08	22,30	16,52

ORS: ms = matéria seca; R = raiz; PA = parte aérea; d. = dentro de; Al<sub>0</sub> = 0; Al<sub>1</sub> = 6 ppm; Al<sub>2</sub> = 12 ppm; P<sub>1</sub> = 0,0125 eq; P<sub>2</sub> = 0,05mM; P<sub>3</sub> = 0,25 mM; K<sub>1</sub> = 0,125mM; K<sub>2</sub> = 0,5 mM; Cu = cultivar (Cu<sub>1</sub> = OMS x S603; Cu<sub>2</sub> = Br500; Cu<sub>3</sub> = Surti; Cu<sub>4</sub> = Br602); C.V. = coeficiente de variação; n.s. = não significativo; \* = significativo ao nível de 5%; \*\* = significativo no nível de 1%; K<sub>3</sub> = 5 mM,

Tabela 13 - Resumo comparativo dos testes de Tukey para matéria seca e teores de alumínio, fósforo e potássio.

	ms		Al		P		K	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
Al								
dns	0,0096	0,0294	160,6978	11,3297	0,0122	0,0168	0,0556	0,0650
Al <sub>0</sub>	a	a	c	c	c	a	a	a
Al <sub>1</sub>	b	b	b	b	b	c	a	b
Al <sub>2</sub>	c	c	a	a	a	b	b	b
P								
dns	0,0096	0,0294	160,6978	11,3297	0,0122	0,0168	0,0556	0,0650
P <sub>1</sub>	b	c	b	a	c	c	b	c
P <sub>2</sub>	a	b	b	b	b	b	c	b
P <sub>3</sub>	a	a	a	c	a	a	a	a
K								
dns	0,0096	0,0294	160,6978	11,3297	0,0122	0,0168	0,0556	0,0650
K <sub>1</sub>	a	a	b	a	a	a	c	c
K <sub>2</sub>	a	a	b	a	a	b	b	b
K <sub>3</sub>	b	b	a	a	a	c	a	a
Cu								
dns	0,0142	0,0506	287,3596	17,4689	0,0286	0,0336	0,1557	0,1682
Cu <sub>1</sub>	c	c	c	b	b	ab	bc	b
Cu <sub>2</sub>	d	d	a	b	a	b	c	ab
Cu <sub>3</sub>	b	b	ab	a	b	c	a	ab
Cu <sub>4</sub>	a	a	b	b	a	a	ab	a

Obs.: ms = matéria seca; R = raiz; PA = parte aérea; dns = diferença mínima significativa; Al<sub>0</sub> = 0; Al<sub>1</sub> = 6 ppm; Al<sub>2</sub> = 12 ppm; P<sub>1</sub> = 0,0125 mM; P<sub>2</sub> = 0,05 mM; P<sub>3</sub> = 0,25 mM; K<sub>1</sub> = 0,125 mM; K<sub>2</sub> = 0,5 mM; K<sub>3</sub> = 5 mM; Cu = cultivar (Cu<sub>1</sub> = CMS x S603; Cu<sub>2</sub> = Br500; Cu<sub>3</sub> = Sart; Cu<sub>4</sub> = Br602).



Tabela 14 - cont.

Al x Cu	Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>		Cu <sub>1</sub>	Cu <sub>2</sub>	Cu <sub>3</sub>	Cu <sub>4</sub>				
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA								
dm <sub>s</sub>	0,0224	0,0799	0,0224	0,0799	0,0224	0,0799	0,0224	0,0799	453,0240	27,5398	453,0240	27,5398	453,0240	27,5398	453,0240	27,5398
Al <sub>0</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	c	c	c	c	c	c	c	c
Al <sub>1</sub>	b	b	b	b	a	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
Al <sub>2</sub>	c	c	c	c	b	c	c	c	a	a	a	a	a	a	a	a

Cu x P	P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>		P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>			
	R	PA	R	PA	R	PA						
dm <sub>s</sub>	0,0246	0,0877	0,0246	0,0877	0,0246	0,0877	497,7215	30,2570	497,7215	30,2570	497,7215	30,2570
Cu <sub>1</sub>	c	c	c	c	c	c	b	b	c	b	b	a
Cu <sub>2</sub>	d	d	d	d	d	d	a	b	a	ab	a	a
Cu <sub>3</sub>	b	b	b	b	b	b	a	a	ab	a	a	a
Cu <sub>4</sub>	a	a	a	a	a	a	a	b	b	b	a	a

P x Cu	Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>		Cu <sub>1</sub>	Cu <sub>2</sub>	Cu <sub>3</sub>	Cu <sub>4</sub>				
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA								
dm <sub>s</sub>	0,0224	0,0799	0,0224	0,0799	0,0224	0,0799	0,0224	0,0799	453,0240	27,5398	453,0240	27,5398	453,0240	27,5398	453,0240	27,5398
P <sub>1</sub>	b	c	b	c	b	c	b	c	b	a	b	a				
P <sub>2</sub>	a	b	a	b	a	b	a	b	b	b	b	b				
P <sub>3</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	c	a	c				

C <sub>1</sub> x K	K <sub>1</sub>		K <sub>2</sub>		K <sub>3</sub>		K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>			
	R	PA	R	PA	R	PA						
dm <sub>s</sub>	0,0246	0,0877	0,0246	0,0877	0,0246	0,0877	497,7215	30,2570	497,7215	30,2570	497,7215	30,2570
Cu <sub>1</sub>	c	b	c	c	c	c	b	b	c	ab	b	b
Cu <sub>2</sub>	d	c	d	d	d	d	a	b	a	a	a	b
Cu <sub>3</sub>	b	a	b	b	b	b	a	a	ab	a	a	a
Cu <sub>4</sub>	a	a	a	a	a	a	a	b	bc	b	a	b

K x Cu	Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>		Cu <sub>1</sub>	Cu <sub>2</sub>	Cu <sub>3</sub>	Cu <sub>4</sub>				
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA								
dm <sub>s</sub>	0,0224	0,0799	0,0224	0,0799	0,0224	0,0799	0,0224	0,0799	453,0240	27,5398	453,0240	27,5398	453,0240	27,5398	453,0240	27,5398
K <sub>1</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	ab	a	b	b	b	a	b	a
K <sub>2</sub>	a	a	a	a	ab	b	a	a	b	a	b	a	b	a	b	a
K <sub>3</sub>	b	a	a	a	b	c	a	a	a	a	a	ab	a	a	a	a

OBS: R = raiz; P.A. = parte aérea; P<sub>1</sub> = 0,0125 ml; P<sub>2</sub> = 0,05 ml; P<sub>3</sub> = 0,25 ml; K<sub>1</sub> = 0,125 ml; K<sub>2</sub> = 0,5 ml; K<sub>3</sub> = 5 ml; Al<sub>0</sub> = 0; Al<sub>1</sub> = 6 ppm; Al<sub>2</sub> = 12 ppm  
 Cu = cultivar (Cu<sub>1</sub> = CS x S603; Cu<sub>2</sub> = Br500; Cu<sub>3</sub> = Sart; Cu<sub>4</sub> = Br602), dm<sub>s</sub> = diferença mínima significativa.

Tabela 15 - Resumo comparativo dos testes de Tukey para teores de fósforo e potássio

P x Al	P						K					
	Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>		Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
dms	0,0211	0,0292	0,0211	0,0292	0,0211	0,0292	0,0963	0,1127	0,0963	0,1127	0,0963	0,1127
P <sub>1</sub>	c	c	c	b	c	c	b	a	a	c	b	c
P <sub>2</sub>	b	b	b	b	b	b	b	c	c	b	b	b
P <sub>3</sub>	a	a	a	a	a	a	a	b	b	a	a	a
Al x P	P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>		P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dms	0,0211	0,0292	0,0211	0,0292	0,0211	0,0292	0,0963	0,1127	0,0963	0,1127	0,0963
Al <sub>0</sub>	c	a	c	a	c	a	b	a	a	a	a	a
Al <sub>1</sub>	b	a	b	b	b	b	a	c	a	b	c	b
Al <sub>2</sub>	a	a	a	b	a	a	b	b	b	c	b	a
K x Al	Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>		Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dms	0,0211	0,0292	0,0211	0,0292	0,0211	0,0292	0,0963	0,1127	0,0963	0,1127	0,0963
K <sub>1</sub>	b	a	b	a	a	a	b	c	c	c	c	c
K <sub>2</sub>	a	a	c	a	a	b	b	b	b	b	b	b
K <sub>3</sub>	c	b	a	b	b	b	a	a	a	a	a	a
Al x K	K <sub>1</sub>		K <sub>2</sub>		K <sub>3</sub>		K <sub>1</sub>		K <sub>2</sub>		K <sub>3</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dms	0,0211	0,0292	0,0211	0,0292	0,0211	0,0292	0,0963	0,1127	0,0963	0,1127	0,0963
Al <sub>0</sub>	c	a	b	a	c	b	a	a	c	a	a	a
Al <sub>1</sub>	b	b	b	b	b	c	a	c	a	c	b	b
Al <sub>2</sub>	a	b	a	c	a	a	a	b	b	b	c	c
K x P	P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>		P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dms	0,0211	0,0292	0,0211	0,0292	0,0211	0,0292	0,0963	0,1127	0,0963	0,1127	0,0963
K <sub>1</sub>	a	a	a	a	a	a	c	c	c	c	c	c
K <sub>2</sub>	ab	ab	a	a	ab	b	b	b	b	b	b	b
K <sub>3</sub>	b	b	a	b	b	c	a	a	a	a	a	a
P x K	K <sub>1</sub>		K <sub>2</sub>		K <sub>3</sub>		K <sub>1</sub>		K <sub>2</sub>		K <sub>3</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dms	0,0211	0,0292	0,0211	0,0292	0,0211	0,0292	0,0963	0,1127	0,0963	0,1127	0,0963
P <sub>1</sub>	c	c	c	c	c	c	b	b	a	b	c	c
P <sub>2</sub>	b	b	b	b	b	b	b	c	b	b	b	b
P <sub>3</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	c	a	a	a
Cu x Al	Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>		Al <sub>0</sub>		Al <sub>1</sub>		Al <sub>2</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA
	dms	0,0496	0,0582	0,0496	0,0582	0,0496	0,0582	0,2698	0,2913	0,2698	0,2913	0,2698
Cu <sub>1</sub>	b	a	c	a	b	a	b	ab	a	a	b	c
Cu <sub>2</sub>	ab	a	ab	a	a	a	b	a	a	a	ab	bc
Cu <sub>3</sub>	b	b	bc	b	b	a	a	b	a	a	a	ab
Cu <sub>4</sub>	a	a	a	a	b	a	a	ab	a	a	ab	a

Tabela 15 - cont.

Al x Cu	Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>		Cu <sub>1</sub>	Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>		
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA		R	PA	R	PA	R	PA	
dms	0,0451	0,0530	0,0451	0,0530	0,0451	0,0530	0,0451	0,0530	0,2455	0,2652	0,2455	0,2652	0,2455	0,2652	0,2455	0,2652
Al <sub>0</sub>	b	a	c	a	c	a	b	a	b	a	a	a	a	a	a	a
Al <sub>1</sub>	b	b	b	b	b	b	b	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Al <sub>2</sub>	a	ab	a	b	a	a	a	a	b	b	a	b	a	b	a	b

Cu x P	P <sub>1</sub>		P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>		Cu <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>		P <sub>3</sub>		
	R	PA	R	PA	R	PA		R	PA	R	PA	
dms	0,0496	0,0582	0,0496	0,0582	0,0496	0,0582	0,2698	0,2913	0,2698	0,2913	0,2698	0,2913
Cu <sub>1</sub>	a	a	b	a	b	b	b	a	a	b	bc	b
Cu <sub>2</sub>	a	a	a	a	b	b	ab	a	a	ab	c	ab
Cu <sub>3</sub>	a	a	ab	a	b	c	ab	a	a	b	a	ab
Cu <sub>4</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	ab	a

P x Cu	Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>		Cu <sub>1</sub>	Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>		
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA		R	PA	R	PA	R	PA	
dms	0,0451	0,0530	0,0451	0,0530	0,0451	0,0530	0,0451	0,0530	0,2455	0,2652	0,2455	0,2652	0,2455	0,2652		
P <sub>1</sub>	c	c	c	c	c	c	c	c	b	b	a	b	b	b	ab	c
P <sub>2</sub>	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	a	b	b	b	b	b
P <sub>3</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

Cu x K	K <sub>1</sub>		K <sub>2</sub>		K <sub>3</sub>		Cu <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>		K <sub>3</sub>		
	R	PA	R	PA	R	PA		R	PA	R	PA	
dms	0,0496	0,0582	0,0496	0,0582	0,0496	0,0582	0,2698	0,2913	0,2698	0,2913	0,2698	0,2913
Cu <sub>1</sub>	c	ab	b	a	b	ab	a	a	ab	b	bc	b
Cu <sub>2</sub>	ab	bc	a	a	a	ab	a	a	b	b	c	ab
Cu <sub>3</sub>	bc	c	ab	b	b	b	a	a	a	b	a	ab
Cu <sub>4</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	ab	a	ab	a

K x Cu	Cu <sub>1</sub>		Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>		Cu <sub>1</sub>	Cu <sub>2</sub>		Cu <sub>3</sub>		Cu <sub>4</sub>	
	R	PA	R	PA	R	PA	R	PA		R	PA	R	PA	R	PA
dms	0,0451	0,0530	0,0451	0,0530	0,0451	0,0530	0,0451	0,0530	0,2455	0,2652	0,2455	0,2652	0,2455	0,2652	
K <sub>1</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	c	b	c	c	c	c	c
K <sub>2</sub>	a	a	a	a	a	a	a	b	b	b	b	b	b	b	b
K <sub>3</sub>	a	b	a	b	a	b	a	c	a	a	a	a	a	a	a

QES: R = Raiz; P.A. = parte aérea; P<sub>1</sub> = 0,0125 mM; P<sub>2</sub> = 0,05 mM; P<sub>3</sub> = 0,25 mM; K<sub>1</sub> = 0,125 mM; K<sub>2</sub> = 0,5 mM; K<sub>3</sub> = 5 mM; Al<sub>0</sub> = 0; Al = 6 ppm; Al<sub>2</sub> = 12 ppm;  
 Cu = cultivar (Cu<sub>1</sub> = QES x S603; Cu<sub>2</sub> = Br500; Cu<sub>3</sub> = Sart; Cu<sub>4</sub> = Br602); dms = diferença mínima significativa.

Tabela 16 - Matéria seca e teores de nutrientes e alumínio na raiz e parte aérea do cultivar CMS x S603 no experimento AlxPxCa.

Tratamento	Ca	Mg	K	P	Al	Raiz	R/PA	R+PA	PA	Ca	Mg	K	P	Al
			‰		ppm	(g)		(g)	(g)			‰		ppm
A <sub>0</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,07	0,18	2,10	0,09	316	0,368	0,47	1,158	0,79	0,09	0,47	3,00	0,08	65
Ca <sub>2</sub>	0,07	0,15	2,49	0,10	323	0,391	0,64	1,001	0,61P-T+	0,12	0,36	2,76	0,07	41
Ca <sub>3</sub>	0,18	0,19	1,68	0,05	356	0,438	0,48	1,306	0,88	0,59	0,30	3,00	0,08	56
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,07	0,08	1,74	0,12	187	0,406	0,25	2,036	1,63	0,07	0,38	4,56	0,22	213
Ca <sub>2</sub>	0,08	0,09	2,21	0,14	215	0,506	0,28	2,346	1,84	0,13	0,35	4,40	0,18	92
Ca <sub>3</sub>	0,27	0,21	3,30	0,12	264	0,518	0,33	2,088	1,57	0,51	0,27	3,11	0,13	89
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,11	0,20	4,56	0,56	448	0,248	0,15	1,918	1,67	0,08	0,42	4,80	0,89	96
Ca <sub>2</sub>	0,12	0,18	4,70	0,44	219	0,610	0,24	3,130	2,52	0,12	0,36	4,81	0,60	104
Ca <sub>3</sub>	0,62	0,29	4,22	0,29	263	0,743	0,27	3,513	2,77P+	0,49	0,32	4,40	0,39	46
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,07	0,35	1,53	0,12	2314	0,047	0,39	0,167	0,12	0,04	0,44	1,95	0,13	102
Ca <sub>2</sub>	0,14	0,54	1,86	0,17	2919	0,043	0,39	0,153	0,11T+	0,06	0,51	2,07	0,17	177
Ca <sub>3</sub>	0,77	0,51	1,46	0,17	3562	0,025	0,31	0,105	0,08P-	0,26	0,56	2,56	0,19	168
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,06	0,25	1,37	0,14	1467	0,090	0,53	0,260	0,17	0,04	0,41	2,26	0,18	146
Ca <sub>2</sub>	0,07	0,17	1,56	0,15	1401	0,126	0,47	0,396	0,27	0,07	0,33	1,83	0,12	140
Ca <sub>3</sub>	0,46	0,41	1,66	0,29	6078	0,039	0,35	0,149	0,11T-	0,52	0,57	2,47	0,21	280
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,05	0,33	2,31	0,44	2956	0,060	0,46	0,190	0,13	0,04	0,47	2,80	0,60	103
Ca <sub>2</sub>	0,07	0,32	1,94	0,39	2432	0,090	0,47	0,280	0,19	0,08	0,38	2,48	0,58	143
Ca <sub>3</sub>	0,27	0,20	2,85	0,43	5224	0,217	0,52	0,637	0,42P+	0,66	0,27	3,16	0,17	61
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,07	0,56	1,29	0,30	6065	0,026	0,37	0,096	0,07	0,09	0,82	3,73	0,36	423
Ca <sub>2</sub>	0,09	0,26	1,42	0,22	4195	0,038	0,38	0,138	0,10	0,08	0,56	2,37	0,19	567
Ca <sub>3</sub>	0,38	0,46	1,55	0,25	4738	0,027	0,39	0,097	0,07	0,28	0,70	2,43	0,23	544
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,07	0,47	2,35	0,26	5951	0,034	0,38	0,124	0,09	0,05	0,54	2,05	0,29	301
Ca <sub>2</sub>	0,06	0,33	1,24	0,28	5883	0,032	0,32	0,132	0,10	0,10	0,59	2,32	0,23	684
Ca <sub>3</sub>	0,42	0,38	2,64	0,27	4858	0,043	0,43	0,143	0,10	0,30	0,44	3,05	0,26	230
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,06	0,29	1,97	0,55	5319	0,036	0,40	0,126	0,09	0,09	0,47	2,55	0,53	511
Ca <sub>2</sub>	0,06	0,18	1,89	0,47	3619	0,066	0,44	0,216	0,15	0,13	0,34	2,32	0,55	318
Ca <sub>3</sub>	0,43	0,34	2,15	0,51	5617	0,058	0,41	0,198	0,14	0,32	0,32	3,11	0,46	425

Obs.: P = potencial de produção; T = tolerância; +/- = maior ou menor; R = raízes; PA = parte aérea.

Tabela 17 - Matéria seca e teores de nutrientes e alumínio na raiz e parte aérea do cultivar BR-500 no experimento Al<sub>x</sub>P<sub>x</sub>Ca.

Tratamento	Ca	Mg	K %	P	Al ppm	raiz (g)	R/PA	R+PA (g)	PA (g)	Ca	Mg	K %	P	Al ppm	
Al <sub>0</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,07	0,23	1,70	0,09	341	0,191	0,37	0,711	0,52	0,08	0,51	3,00	0,09	59	
	Ca <sub>2</sub>	0,07	0,21	1,71	0,10	335	0,129	0,39	0,459	0,33P-	0,11	0,30	2,03	0,08	59
	Ca <sub>3</sub>	0,59	0,20	1,43	0,05	519	0,248	0,58	0,678	0,43	0,60	0,38	3,00	0,07	74
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,08	0,16	2,88	0,14	301	0,338	0,21	1,928	1,59P+T-	0,07	0,48	3,44	0,22	177	
	Ca <sub>2</sub>	0,10	0,16	1,83	0,12	393	0,288	0,25	1,418	1,13	0,12	0,45	3,10	0,17	100
	Ca <sub>3</sub>	0,35	0,29	4,04	0,16	347	0,436	0,30	1,856	1,42	0,57	0,39	2,86	0,15	89
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,13	0,17	4,10	0,47	334	0,247	0,16	1,807	1,56	0,08	0,50	3,87	0,80	105	
	Ca <sub>2</sub>	0,12	0,24	4,18	0,50	363	0,282	0,21	1,632	1,35	0,12	0,50	4,00	0,63	107
	Ca <sub>3</sub>	0,62	0,29	3,81	0,34	281	0,315	0,20	1,875	1,56T+	0,50	0,44	4,28	0,42	22
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,12	0,39	2,44	0,15	3542	0,042	0,60	0,112	0,07P-	0,06	0,51	2,74	0,09	227	
	Ca <sub>2</sub>	0,21	0,70	1,47	0,15	4571	0,025	0,31	0,105	0,08	0,07	0,57	3,16	0,15	215
	Ca <sub>3</sub>	0,55	0,30	1,86	0,10	3347	0,046	0,58	0,126	0,08	0,39	0,48	2,14	0,10	163
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,09	0,31	1,72	0,25	3749	0,045	0,45	0,145	0,10T-	0,05	0,44	2,40	0,21	245	
	Ca <sub>2</sub>	0,18	0,38	1,71	0,32	4254	0,040	0,40	0,140	0,10	0,11	0,63	2,62	0,21	358
	Ca <sub>3</sub>	0,58	0,55	1,63	0,24	5407	0,041	0,41	0,141	0,10	0,38	0,42	2,44	0,14	119
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,09	0,51	2,21	0,77	6163	0,045	0,35	0,175	0,13	0,05	0,54	3,52	0,88	103	
	Ca <sub>2</sub>	0,09	0,40	1,77	0,65	4490	0,072	0,42	0,242	0,17	0,09	0,49	3,59	0,81	118
	Ca <sub>3</sub>	0,23	0,22	3,70	0,60	7122	0,196	0,45	0,636	0,44P+T+	0,86	0,40	4,57	0,29	108
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,07	0,49	1,25	0,26	7724	0,021	0,42	0,071	0,05	0,08	0,94	3,03	0,20	895	
	Ca <sub>2</sub>	0,11	0,42	1,29	0,19	4786	0,028	0,40	0,098	0,07	0,10	0,55	4,25	0,17	576
	Ca <sub>3</sub>	0,53	0,40	1,39	0,22	6768	0,026	0,37	0,096	0,07	0,58	0,76	3,54	0,14	698
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,23	0,48	2,75	0,36	6609	0,028	0,56	0,078	0,05	0,08	0,85	3,19	0,41	771	
	Ca <sub>2</sub>	0,17	0,37	1,19	0,34	7110	0,020	0,33	0,080	0,06	0,16	0,82	2,83	0,33	921
	Ca <sub>3</sub>	1,20	0,47	1,54	0,46	9298	0,022	0,31	0,092	0,07	0,64	0,57	3,95	0,29	714
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,10	0,71	1,74	0,75	10265	0,023	0,46	0,073	0,05	0,08	0,31	1,60	0,42	495	
	Ca <sub>2</sub>	0,12	0,56	1,61	0,73	8707	0,043	0,54	0,123	0,08	0,19	0,52	2,31	0,66	491
	Ca <sub>3</sub>	0,39	0,39	2,54	0,63	6793	0,024	0,40	0,084	0,06	0,58	0,34	4,01	0,58	403



Tabela 18 - Matéria seca e teores de nutrientes e alumínio na raiz e parte aérea do cultivar Sart no experimento AlxPxCa.

Tratamento	Ca	Mg	K %	P	Al ppm	raiz (g)	R/PA	R+PA (g)	PA (g)	Ca	Mg	K %	P	Al ppm	
Al <sub>0</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,07	0,16	1,67	0,10	314	0,480	0,37	1,770	1,29	0,07	0,37	2,44	0,08	58	
	Ca <sub>2</sub>	0,09	0,13	1,49	0,08	275	0,494	0,35	1,894	1,40	0,12	0,34	2,79	0,08	60
	Ca <sub>3</sub>	0,35	0,17	1,17	0,06	530	0,336	0,28	1,526	1,19P-	0,60	0,32	3,00	0,07	77
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,10	0,20	2,36	0,15	315	0,327	0,25	1,657	1,33	0,07	0,40	4,33	0,24	105	
	Ca <sub>2</sub>	0,07	0,10	2,07	0,12	219	0,689	0,23	3,739	3,05	0,38	0,38	4,52	0,15	119
	Ca <sub>3</sub>	0,35	0,29	4,04	0,16	347	0,779	0,26	3,779	3,00T-	0,52	0,31	4,74	0,13	96
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,18	0,22	3,17	0,43	544	0,241	0,12	2,171	1,93	0,08	0,44	4,49	0,76	104	
	Ca <sub>2</sub>	0,10	0,17	3,80	0,40	357	0,657	0,20	3,907	3,25	0,11	0,32	4,91	0,39	83
	Ca <sub>3</sub>	0,60	0,25	4,60	0,29	318	0,832	0,17	5,682	4,86P+T+	0,46	0,37	4,10	0,28	38
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,05	0,24	1,31	0,12	2752	0,101	0,59	0,271	0,17	0,06	0,48	1,91	0,09	179	
	Ca <sub>2</sub>	0,11	0,30	1,51	0,12	3911	0,123	0,53	0,553	0,23	0,09	0,46	1,49	0,07	207
	Ca <sub>3</sub>	0,42	0,22	1,56	0,10	4192	0,094	0,45	0,304	0,21	0,30	0,40	1,74	0,06	99
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,05	0,26	1,86	0,24	3937	0,111	0,50	0,331	0,22	0,05	0,44	1,96	0,21	245	
	Ca <sub>2</sub>	0,07	0,20	1,52	0,18	2623	0,212	0,54	0,602	0,39	0,09	0,35	1,92	0,10	192
	Ca <sub>3</sub>	0,19	0,24	1,89	0,28	6906	0,080	0,31	0,340	0,26T-	0,44	0,34	2,20	0,07	238
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,08	0,32	2,02	0,90	8002	0,053	0,31	0,223	0,17P-	0,10	0,64	3,30	1,07	153	
	Ca <sub>2</sub>	0,05	0,22	2,19	0,65	4719	0,234	0,53	0,674	0,44	0,10	0,40	3,89	0,83	113
	Ca <sub>3</sub>	0,27	0,16	3,06	0,59	7518	0,415	0,41	1,435	1,02P+T+	0,98	0,42	3,69	0,26	95
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,04	0,30	1,66	0,23	5243	0,062	0,41	0,212	0,15	0,04	0,53	2,97	0,17	703	
	Ca <sub>2</sub>	0,05	0,16	1,35	0,20	3780	0,088	0,37	0,328	0,24	0,08	0,41	2,69	0,12	624
	Ca <sub>3</sub>	0,16	0,27	1,46	0,18	6266	0,082	0,36	0,312	0,23	0,35	0,40	3,18	0,08	379
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,04	0,34	1,85	0,29	4443	0,092	0,54	0,262	0,17	0,04	0,53	2,94	0,31	434	
	Ca <sub>2</sub>	0,08	0,44	2,03	0,25	5760	0,061	0,47	0,191	0,13	0,15	0,70	2,94	0,30	562
	Ca <sub>3</sub>	0,34	0,33	1,76	0,35	7031	0,094	0,45	0,304	0,21	0,76	0,42	3,86	0,16	395
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,05	0,45	1,60	0,78	9562	0,076	0,51	0,226	0,15	0,10	0,44	2,41	0,90	573	
	Ca <sub>2</sub>	0,05	0,28	1,68	0,70	6271	0,152	0,56	0,422	0,27	0,17	0,37	2,39	0,75	397
	Ca <sub>3</sub>	0,21	0,28	3,18	0,66	6710	0,127	0,53	0,367	0,24	0,75	0,29	3,73	0,45	378

Tabela 19 - Matéria seca e teores de nutrientes e de alumínio na raiz e parte aérea do cultivar BR-602 no experimento Al<sub>0</sub>xPxCa.

Tratamento	Ca	Mg	K	P	Al	raiz	R/PA	R+PA	PA	Ca	Mg	K	P	Al
			g		ppm	(g)		(g)	(g)			g		ppm
Al <sub>0</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,08	0,16	1,66	0,08	351	0,411	0,30	1,781	1,37	0,08	0,41	3,75	0,09	57
	0,08	0,12	1,20	0,07	310	0,432	0,29	1,942	1,51	0,12	0,38	3,63	0,08	74
	0,26	0,16	1,35	0,06	391	0,611	0,46	1,931	1,32P-	0,57	0,32	3,73	0,08	70
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,09	0,19	1,66	0,17	425	0,304	0,17	2,124	1,82	0,08	0,41	4,05	0,26	122
	0,08	0,12	2,03	0,12	250	0,641	0,21	3,671	3,03	0,10	0,34	4,50	0,16	99
	0,29	0,23	2,94	0,14	239	0,778	0,27	3,668	2,89T-	0,49	0,33	4,45	0,13	82
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,12	0,22	4,46	0,59	427	0,345	0,16	2,555	2,21	0,08	0,42	4,66	0,85	123
	0,11	0,20	4,49	0,52	350	0,534	0,18	3,494	2,96T+	0,11	0,41	4,82	0,61	98
	0,53	0,28	4,61	0,36	344	0,735	0,18	4,755	4,02P+	0,46	0,40	4,54	0,40	42
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,05	0,17	1,48	0,12	3541	0,136	0,59	0,366	0,23	0,05	0,35	1,88	0,06	183
	0,10	0,25	1,44	0,15	5099	0,111	0,48	0,341	0,23	0,09	0,39	1,57	0,06	233
	0,39	0,27	1,41	0,14	5381	0,103	0,49	0,313	0,21P-	0,46	0,38	2,54	0,06	150
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,05	0,17	1,26	0,19	2687	0,146	0,56	0,406	0,26	0,04	0,34	2,12	0,13	176
	0,07	0,15	1,22	0,24	3399	0,145	0,41	0,495	0,35	0,08	0,32	2,03	0,10	239
	0,21	0,29	1,65	0,27	5759	0,106	0,38	0,386	0,28T-	0,50	0,33	1,78	0,08	218
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,05	0,23	2,48	0,71	5087	0,113	0,36	0,423	0,31	0,04	0,37	3,30	0,74	175
	0,05	0,17	1,54	0,53	3473	0,270	0,49	0,820	0,55T+	0,08	0,29	3,05	0,54	131
	0,35	0,23	2,39	0,51	5909	0,339	0,46	1,069	0,73P+	0,87	0,34	4,31	0,23	125
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,04	0,24	1,60	0,24	4553	0,072	0,38	0,262	0,19	0,04	0,46	2,63	0,17	680
	0,05	0,22	1,14	0,22	4146	0,069	0,38	0,249	0,18	0,07	0,35	2,08	0,10	650
	0,22	0,21	1,93	0,24	5666	0,067	0,39	0,237	0,17	0,38	0,38	2,30	0,09	373
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,04	0,30	2,07	0,41	6370	0,053	0,38	0,193	0,14	0,05	0,53	2,35	0,28	545
	0,10	0,28	1,56	0,26	5507	0,056	0,43	0,186	0,13	0,13	0,55	3,06	0,24	648
	0,33	0,26	1,98	0,39	6839	0,089	0,49	0,269	0,18	1,02	0,40	3,47	0,19	549
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,05	0,28	2,09	0,82	8022	0,063	0,45	0,203	0,14	0,13	0,56	3,65	0,94	710
	0,08	0,27	1,89	0,75	7113	0,076	0,38	0,276	0,20	0,16	0,34	3,16	0,75	459
	0,34	0,24	2,11	0,61	6022	0,092	0,48	0,282	0,19	0,86	0,26	3,74	0,42	296

Tabela 20 - Matéria seca e teores de nutrientes e alumínio na raiz e parte aérea do cultivar QMS-S603 no experimento AlxPxMg.

Tratamento	Ca	Mg	K	P	Al	raiz	R/PA	R+PA	PA	Ca	Mg	K	P	Al
			%		ppm	(g)		(g)	(g)			%		ppm
Al <sub>0</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	0,40	0,12	1,49	0,10	316	0,372	0,56	1,042	0,67P-	0,99	0,21	3,01	0,09	101
	0,29	0,09	1,29	0,07	254	0,446	0,58	1,216	0,77	0,72	0,19	3,12	0,07	93
	0,57	0,26	2,77	0,10	415	0,457	0,67	1,137	0,68	1,31	0,40	9,71	0,11	169
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	0,69	0,10	3,58	0,24	321	0,323	0,27	1,533	1,21	0,72	0,11	6,35	0,30	101
	0,35	0,09	2,86	0,14	186	0,412	0,25	2,092	1,68P+	0,39	0,12	4,89	0,13	37
	0,65	0,28	3,06	0,17	313	0,351	0,29	1,571	1,22T-	0,78	0,39	4,82	0,26	91
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub>	0,48	0,11	3,93	0,44	345	0,295	0,19	1,825	1,53	0,60	0,11	7,38	0,71	92
	0,67	0,14	3,57	0,54	290	0,353	0,24	1,823	1,47T+	0,62	0,18	5,90	0,93	100
	0,77	0,37	4,16	0,49	169	0,373	0,25	1,863	1,49	0,73	0,43	7,20	0,78	75
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	0,91	0,16	1,51	0,16	3204	0,195	0,78	0,445	0,25	2,02	0,26	3,91	0,08	267
	1,46	0,22	1,52	0,14	2121	0,186	1,16	0,346	0,16	2,22	0,29	3,06	0,09	244
	1,18	0,39	1,66	0,11	3462	0,203	1,35	0,353	0,15	1,81	0,49	2,80	0,08	152
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	0,40	0,07	2,55	0,18	1339	0,309	0,59	0,829	0,52	1,64	0,16	2,87	0,27	280
	0,44	0,09	3,91	0,20	1045	0,316	0,60	0,846	0,53	1,50	0,16	3,53	0,43	171
	0,78	0,25	2,11	0,18	3953	0,266	1,16	0,496	0,23	2,60	0,67	3,00	0,13	164
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub>	0,79	0,19	2,02	1,12	7605	0,202	0,26	0,992	0,79	1,01	0,13	6,00	1,24	231
	0,58	0,13	2,36	0,65	1695	0,275	0,26	1,325	1,05	0,52	0,10	5,66	0,84	142
	0,66	0,42	4,32	0,43	2684	0,557	0,28	2,537	1,98	1,21	0,49	5,40	0,50	60
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	0,84	0,15	1,18	0,13	3567	0,197	1,41	0,337	0,14	2,31	0,34	2,33	0,11	220
	0,55	0,12	0,99	0,10	2879	0,202	1,35	0,352	0,15	1,47	0,37	2,09	0,12	247
	1,54	0,48	1,23	0,18	5330	0,195	1,22	0,355	0,16	1,01	0,43	2,89	0,08	261
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	1,37	0,18	1,21	0,22	4125	0,096	0,69	0,236	0,14	1,12	0,24	2,30	0,11	664
	0,87	0,15	0,98	0,23	3632	0,236	1,07	0,456	0,22	0,90	0,13	1,51	0,11	563
	0,20	0,61	1,30	0,22	5505	0,089	0,68	0,219	0,13P-T-	0,90	0,35	1,73	0,09	509
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub>	0,44	0,10	1,09	0,81	7843	0,158	0,59	0,428	0,27	0,97	0,13	2,51	0,60	416
	0,25	0,10	3,43	0,78	5380	0,141	0,31	0,601	0,46P+T+	0,88	0,12	2,83	0,86	336
	0,40	0,17	4,49	0,94	9300	0,163	0,37	0,603	0,44	1,42	0,39	5,16	0,90	428

**Tabela 21 - Matéria seca e teores de nutrientes e alumínio na raiz e parte aérea do cultivar BR-500 no experimento ALUMg.**

Treatamento	Ca	Mg	K	P	Al ppm	raiz (g)	R/PA	R+PA (g)	PA (g)	Ca	Mg	K	P	Al ppm
Al <sub>0</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	0,57	0,11	1,17	0,11	388	0,299	0,48	0,919	0,62	0,96	0,20	4,27	0,09	168
Mg <sub>2</sub>	0,33	0,09	1,62	0,10	348	0,347	0,55	0,977	0,63	0,82	0,24	5,05	0,08	108
Mg <sub>3</sub>	0,76	0,33	2,64	0,11	314	0,300	0,68	0,740	0,44P-	0,90	0,35	7,06	0,07	164
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	0,47	0,08	2,39	0,15	367	0,360	0,29	1,600	1,24	0,70	0,11	7,08	0,23	112
Mg <sub>2</sub>	0,47	0,16	3,53	0,23	334	0,445	0,32	1,855	1,41	0,51	0,20	4,29	0,16	64
Mg <sub>3</sub>	0,52	0,26	3,26	0,18	369	0,364	0,32	1,514	1,15T-	0,76	0,45	5,36	0,22	91
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub>	0,54	0,12	4,42	0,49	337	0,365	0,25	1,815	1,45P+	0,68	0,13	6,30	0,82	85
Mg <sub>2</sub>	0,86	0,18	2,50	0,72	335	0,375	0,27	1,775	1,40	0,69	0,27	6,30	0,94	129
Mg <sub>3</sub>	0,43	0,29	3,54	0,37	158	0,353	0,28	1,613	1,26T+	0,95	0,62	7,08	0,89	104
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	1,41	0,19	1,61	0,10	2558	0,165	1,38	0,285	0,12	2,13	0,24	2,29	0,07	289
Mg <sub>2</sub>	1,60	0,23	1,88	0,18	5189	0,152	1,01	0,302	0,15	2,29	0,24	4,14	0,06	232
Mg <sub>3</sub>	0,76	0,35	1,74	0,09	3883	0,181	1,81	0,282	0,10	1,60	0,48	2,96	0,05	186
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	0,60	0,12	2,22	0,27	2833	0,220	1,00	0,440	0,22	1,35	0,09	3,31	0,18	254
Mg <sub>2</sub>	0,65	0,10	3,43	0,25	1368	0,242	0,69	0,592	0,35	1,68	0,15	3,33	0,25	200
Mg <sub>3</sub>	0,41	0,27	2,12	0,19	5258	0,215	1,65	0,345	0,13	2,08	0,50	2,76	0,15	106
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub>	0,48	0,20	3,00	1,97	17058	0,220	0,32	0,900	0,68	0,99	0,09	5,08	1,02	140
Mg <sub>2</sub>	0,55	0,12	3,79	0,93	4023	0,308	0,34	1,218	0,91	0,71	0,12	5,19	0,82	110
Mg <sub>3</sub>	0,69	0,56	4,17	0,56	3995	0,482	0,36	1,832	1,35	2,98	1,07	6,91	0,91	185
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	0,21	0,13	1,35	0,16	6428	0,156	1,42	0,266	0,11	2,03	0,23	2,66	0,06	329
Mg <sub>2</sub>	0,36	0,14	1,16	0,17	7041	0,162	0,90	0,342	0,18	0,91	0,19	2,58	0,06	320
Mg <sub>3</sub>	0,61	0,37	1,42	0,13	6010	0,071	0,65	0,181	0,11	1,00	0,38	2,90	0,07	299
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	0,87	0,14	1,58	0,22	3127	0,069	0,63	0,179	0,11	0,95	0,13	2,26	0,06	547
Mg <sub>2</sub>	0,69	0,25	1,73	0,35	6548	0,087	0,54	0,247	0,16	0,91	0,15	2,26	0,12	539
Mg <sub>3</sub>	0,85	0,39	1,51	0,28	8731	0,054	0,68	0,381	0,08P-T-	0,71	0,26	2,42	0,05	376
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub>	0,84	0,13	1,75	1,07	10313	0,073	0,35	0,283	0,21	1,18	0,11	3,20	0,89	418
Mg <sub>2</sub>	0,37	0,13	3,23	1,18	9655	0,135	0,40	0,475	0,34	0,83	0,10	3,80	0,81	321
Mg <sub>3</sub>	0,75	0,31	4,61	0,99	9484	0,171	0,43	0,541	0,37P-T+	1,21	0,41	4,64	0,62	323

Tabela 22 - Matéria seca e teores do nutrientes e alumínio na raiz e parte aérea do cultivar SART no experimento AlxPxMg.

Tratamento	Ca		K t	P	Al ppm	raiz (g)	R/PA	R+PA (g)	PA (g)	Ca	Mg	K t	P	Al ppm
Al <sub>0</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	0,47	0,09	1,52	0,09	347	0,533	0,42	1,793	1,26	1,34	0,17	3,75	0,08	116
	0,35	0,08	1,62	0,08	296	0,491	0,41	1,691	1,20	0,76	0,19	6,61	0,08	143
	0,71	0,23	2,25	0,09	87	0,522	0,50	1,572	1,05P-	0,95	0,32	3,65	0,06	155
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	0,64	0,10	2,25	0,18	380	0,437	0,22	2,447	2,01	0,64	0,09	9,04	0,25	154
	0,44	0,09	3,16	0,18	308	0,547	0,22	3,077	2,53	0,50	0,15	4,60	0,17	102
	0,67	0,24	3,59	0,19	324	0,563	0,25	2,823	2,26T-	0,82	0,44	5,70	0,23	108
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub>	0,63	0,10	4,48	0,49	318	0,486	0,18	3,246	2,76P+	0,74	0,12	7,70	0,76	87
	0,75	0,13	4,29	0,53	314	0,473	0,20	2,823	2,35T+	0,77	0,21	6,40	0,80	135
	0,57	0,33	3,66	0,43	270	0,469	0,19	2,969	2,50	0,87	0,48	6,68	0,64	130
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	1,38	0,21	2,02	0,12	3800	0,205	1,14	0,385	0,18	2,09	0,25	2,87	0,07	198
	0,92	0,21	2,12	0,13	4189	0,250	1,14	0,470	0,22	2,05	0,29	2,80	0,06	218
	0,74	0,28	1,97	0,09	4267	0,236	0,98	0,476	0,24	1,92	0,67	3,60	0,06	164
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	0,61	0,12	3,75	0,26	2984	0,307	0,63	0,797	0,49	1,60	0,12	3,20	0,28	291
	0,60	0,11	2,83	0,24	1585	0,419	0,51	1,239	0,82	1,39	0,14	2,76	0,25	132
	0,41	0,25	1,94	0,18	5524	0,249	1,19	0,459	0,21	2,05	0,57	3,07	0,16	131
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub>	0,59	0,14	2,26	1,21	5290	0,282	0,21	1,622	1,34	2,31	0,15	6,22	1,97	294
	0,61	0,11	3,80	0,79	3058	0,523	0,23	2,783	2,26	0,75	0,10	6,04	0,83	145
	0,78	0,37	4,58	0,53	3726	0,642	0,23	3,382	2,74	2,64	0,75	6,39	0,62	116
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	0,20	0,11	1,43	0,15	7040	0,203	1,35	0,353	0,15P-	1,07	0,26	2,20	0,06	435
	0,19	0,12	1,25	0,13	5841	0,225	1,13	0,425	0,20	1,18	0,24	2,27	0,06	426
	0,44	0,26	1,58	0,15	7209	0,117	0,73	0,277	0,16	1,04	0,39	2,38	0,09	453
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	1,07	0,13	1,44	0,29	6700	0,121	0,71	0,291	0,17	0,62	0,11	2,15	0,08	481
	0,78	0,17	1,25	0,24	4691	0,165	0,55	0,465	0,30	1,20	0,15	2,69	0,14	619
	1,70	0,26	1,66	0,26	6543	0,098	0,58	0,268	0,17T-	1,10	0,42	2,45	0,08	648
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub>	0,39	0,13	1,21	0,95	8591	0,150	0,41	0,520	0,37	1,19	0,12	3,84	0,84	389
	0,41	0,12	2,97	1,10	8989	0,250	0,35	0,970	0,72T+	1,05	0,12	4,11	0,82	350
	0,76	0,24	3,95	0,97	9758	0,291	0,39	1,031	0,74P+	1,94	0,70	5,65	0,97	644

Tabela 23 - Matéria seca e teores de nutrientes e alumínio na raiz e parte aérea do cultivar Br-602 no experimento AlaxMg.

Tratamento	Ca	Mg	K	P	Al	raiz	R/PA	R+PA	PA	Ca	Mg	K	P	Al
			§		ppm	(g)		(g)	(g)			§		ppm
Al <sub>0</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	0,33	0,08	1,31	0,09	333	0,557	0,50	1,667	1,11	0,98	0,19	5,35	0,11	124
Mg <sub>2</sub>	0,38	0,10	1,81	0,10	353	0,586	0,52	1,706	1,12	0,77	0,19	5,25	0,08	139
Mg <sub>3</sub>	0,62	0,27	2,27	0,11	354	0,569	0,63	1,469	0,90P-	1,14	0,40	4,68	0,09	115
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	0,53	0,09	2,57	0,27	345	0,454	0,28	2,054	1,60	0,56	0,09	7,62	0,29	165
Mg <sub>2</sub>	0,33	0,10	3,87	0,19	197	0,614	0,33	2,474	1,86	0,53	0,28	7,48	0,27	122
Mg <sub>3</sub>	0,52	0,31	4,56	0,22	291	0,582	0,31	2,452	1,87T-	0,70	0,42	7,73	0,26	168
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub>	0,70	0,11	4,05	0,76	319	0,550	0,23	2,910	2,36P+	1,13	0,18	8,75	1,23	185
Mg <sub>2</sub>	0,71	0,14	3,60	0,70	254	0,511	0,27	2,391	1,88	0,71	0,54	6,58	1,09	117
Mg <sub>3</sub>	0,61	0,43	3,41	0,58	267	0,541	0,29	2,411	1,87T+	1,50	0,45	4,03	0,94	164
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	0,46	0,07	1,93	0,11	2861	0,253	1,33	0,443	0,19	2,06	0,26	2,00	0,06	238
Mg <sub>2</sub>	0,45	0,09	1,78	0,12	3153	0,274	1,30	0,484	0,21	2,29	0,29	2,34	0,06	213
Mg <sub>3</sub>	0,62	0,26	2,25	0,11	4066	0,244	0,94	0,504	0,26	2,15	0,57	2,60	0,05	105
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	0,41	0,10	4,00	0,36	4092	0,313	0,82	0,693	0,38	2,68	0,19	3,13	0,38	247
Mg <sub>2</sub>	0,43	0,08	3,49	0,32	1402	0,367	0,56	1,027	0,66	1,71	0,16	4,01	0,47	125
Mg <sub>3</sub>	0,32	0,28	2,71	0,22	5971	0,333	1,28	0,593	0,26	1,21	0,52	3,00	0,45	141
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub>	0,42	0,09	2,93	1,61	11905	0,265	0,29	1,175	0,91	1,13	0,10	5,38	1,30	125
Mg <sub>2</sub>	0,48	0,12	4,46	1,27	4249	0,486	0,31	2,046	1,56	0,96	0,13	6,12	1,21	100
Mg <sub>3</sub>	0,67	0,61	2,81	0,75	5670	0,562	0,31	2,392	1,83	3,60	1,06	6,96	1,33	199
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	0,30	0,08	1,38	0,19	7285	0,201	1,18	0,371	0,17	1,97	0,22	2,89	0,08	212
Mg <sub>2</sub>	0,32	0,23	1,42	0,18	6774	0,116	0,64	0,296	0,18	1,46	0,23	2,08	0,07	532
Mg <sub>3</sub>	0,37	0,18	1,19	0,12	6049	0,113	0,71	0,273	0,16P-	1,30	0,54	2,05	0,07	439
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	0,74	0,19	1,38	0,25	5937	0,126	0,63	0,326	0,20	1,24	0,18	1,64	0,09	1011
Mg <sub>2</sub>	0,70	0,16	1,22	0,28	5028	0,174	0,56	0,484	0,31	0,92	0,14	2,35	0,10	464
Mg <sub>3</sub>	0,62	0,25	1,00	0,26	6676	0,111	0,56	0,311	0,20T-	1,25	0,41	1,84	0,08	834
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub>	0,22	0,08	1,49	0,81	7037	0,165	0,46	0,525	0,36	1,17	0,21	1,36	0,76	403
Mg <sub>2</sub>	0,34	0,08	3,55	1,00	10839	0,199	0,40	0,699	0,50	0,93	0,12	4,06	0,84	365
Mg <sub>3</sub>	0,71	0,26	4,47	0,87	8741	0,246	0,43	0,816	0,57P+T+	1,26	0,45	4,35	0,45	319

Tabela 24 - Matéria seca e teores de nutrientes e alumínio na raiz e na parte aérea do cultivar CMS5603 no experimento AlPpK.

Tratamento	Ca	Mg	K	P	Al ppm	raiz (g)	R/PA	R+PA (g)	PA (g)	Ca	Mg	K	P	Al ppm
Al <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	K <sub>1</sub>	0,45	0,13	0,50	0,11	306	0,32	1,107	0,84	0,92	0,46	1,61	0,09	76
	K <sub>2</sub>	0,47	0,30	1,45	0,10	142	0,35	1,050	0,78P-T+	0,61	0,33	2,00	0,08	36
	K <sub>3</sub>	0,79	0,38	1,88	0,10	133	0,350	1,250	0,90	0,64	0,28	3,76	0,07	55
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	K <sub>1</sub>	0,27	0,49	0,45	0,14	132	0,355	1,665	1,31	1,18	0,66	1,16	0,26	63
	K <sub>2</sub>	0,30	0,16	0,55	0,13	140	0,318	1,568	1,25	1,07	0,59	1,95	0,24	64
	K <sub>3</sub>	0,39	0,21	2,73	0,13	170	0,478	1,898	1,42	0,89	0,35	3,95	0,21	83
P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	K <sub>1</sub>	0,39	0,18	1,69	0,44	187	0,455	2,235	1,78P+	1,04	0,47	2,67	1,18	78
	K <sub>2</sub>	0,60	0,22	0,71	0,54	315	0,443	2,093	1,65T-	1,38	0,52	1,34	1,00	62
	K <sub>3</sub>	0,63	0,17	1,48	0,37	234	0,345	2,035	1,69	0,96	0,38	3,70	0,65	75
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	K <sub>1</sub>	0,31	0,11	0,97	0,17	572	0,235	0,595	0,36	1,42	0,30	1,20	0,17	142
	K <sub>2</sub>	0,51	0,09	2,13	0,15	587	0,218	0,488	0,27	1,66	0,36	1,37	0,20	202
	K <sub>3</sub>	0,73	0,15	1,68	0,20	767	0,100	0,240	0,14	1,49	0,50	1,78	0,09	214
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	K <sub>1</sub>	0,32	0,14	0,78	0,14	497	0,465	1,505	1,04	0,76	0,37	0,93	0,20	89
	K <sub>2</sub>	0,26	0,16	1,25	0,17	743	0,390	1,190	0,80	0,81	0,30	1,31	0,16	83
	K <sub>3</sub>	0,15	0,05	1,54	0,07	627	0,152	0,420	0,27	0,73	0,29	1,96	0,07	82
P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	K <sub>1</sub>	0,42	0,20	0,54	0,46	1830	0,220	1,150	0,93	1,27	0,56	0,94	0,85	90
	K <sub>2</sub>	0,36	0,23	0,74	0,43	1555	0,315	1,555	1,24	1,41	0,50	1,44	0,86	93
	K <sub>3</sub>	0,59	0,32	4,31	0,64	1654	0,292	1,572	1,28	1,31	0,39	4,15	0,54	95
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	K <sub>1</sub>	0,23	0,20	0,18	0,18	3878	0,082	0,242	0,16	1,34	0,52	0,89	0,15	391
	K <sub>2</sub>	0,25	0,16	0,89	0,16	2844	0,090	0,250	0,16T+	1,35	0,56	1,15	0,14	356
	K <sub>3</sub>	0,40	0,24	1,39	0,15	5251	0,075	0,225	0,15P-	1,06	0,53	1,59	0,12	254
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	K <sub>1</sub>	0,28	0,16	0,80	0,25	3020	0,105	0,335	0,23	0,84	0,37	0,81	0,15	247
	K <sub>2</sub>	0,24	0,14	1,42	0,33	3589	0,115	0,335	0,22	0,91	0,40	1,44	0,18	234
	K <sub>3</sub>	0,35	0,14	1,50	0,38	4947	0,093	0,273	0,18	0,95	0,38	1,66	0,14	255
P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	K <sub>1</sub>	0,28	0,19	0,65	0,72	5546	0,117	0,427	0,31P+	1,41	0,57	1,22	0,99	165
	K <sub>2</sub>	0,32	0,17	1,13	0,60	4964	0,093	0,283	0,19T-	1,24	0,50	1,52	0,83	201
	K <sub>3</sub>	0,25	0,14	2,43	0,65	5479	0,120	0,430	0,31	1,09	0,44	3,27	0,85	137

Tabela 25 - Matéria seca e teores de nutrientes e de alumínio na raiz e na parte aérea do cultivar BR-500 no experimento ALPAK.

Tratamento	Ca	Mg	K	P	Al	raiz (g)	R/PA	R+PA (g)	PA (g)	Ca	Mg	K	P	Al
			§		ppm			(g)	(g)			§		ppm
Al <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,45	0,15	0,52	0,16	488	0,205	0,33	0,835	0,63	1,04	0,73	1,18	0,12	47
	0,36	0,34	1,34	0,14	593	0,225	0,41	0,775	0,55P-	0,72	0,57	3,02	0,10	67
	0,51	0,25	1,75	0,13	707	0,290	0,48	0,900	0,61	0,77	0,35	3,69	0,09	115
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	0,52	0,29	0,41	0,25	563	0,208	0,26	1,008	0,80	1,21	0,70	1,02	0,20	50
	0,43	0,34	0,63	0,21	362	0,270	0,26	1,300	1,03	1,23	0,91	2,39	0,33	85
	0,49	0,22	1,88	0,17	275	0,310	0,26	1,480	1,17T-	0,92	0,43	4,35	0,23	58
P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	0,42	0,22	1,33	0,37	270	0,230	0,24	1,200	0,97T+	1,15	0,60	3,52	1,02	65
	0,70	0,28	0,56	0,54	577	0,178	0,27	0,848	0,67	1,54	0,64	1,51	0,93	86
	0,70	0,22	2,80	0,36	212	0,235	0,19	1,445	1,21P+	1,03	0,50	3,55	0,70	72
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,60	0,16	0,69	0,21	972	0,135	0,64	0,345	0,21	1,43	0,27	1,05	0,13	153
	0,59	0,15	1,37	0,17	912	0,087	0,62	0,227	0,14	1,81	0,33	1,05	0,11	193
	0,27	0,13	2,12	0,22	3137	0,063	0,63	0,163	0,10	1,19	0,35	1,37	0,05	182
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	0,32	0,30	1,01	0,25	1024	0,260	0,36	0,980	0,72	0,76	0,41	0,74	0,16	84
	0,28	0,33	1,57	0,25	1024	0,445	0,45	1,425	0,98	0,95	0,40	0,95	0,22	88
	0,29	0,28	1,44	0,31	4583	0,198	0,62	0,518	0,32	1,29	0,49	3,04	0,08	153
P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	0,41	0,25	0,40	0,52	2570	0,200	0,25	1,000	0,80	1,31	0,58	1,07	0,84	73
	0,34	0,28	0,78	0,40	1902	0,263	0,27	1,253	0,99	1,53	0,73	2,16	1,13	113
	0,51	0,21	2,01	0,56	5389	0,233	0,28	1,063	0,83	1,27	0,50	3,76	0,52	73
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,27	0,21	0,82	0,21	5600	0,057	0,57	0,157	0,10	1,53	0,65	0,95	0,09	317
	0,26	0,28	0,96	0,31	6583	0,040	0,57	0,110	0,07P-	1,71	0,81	0,96	0,13	398
	0,72	0,41	1,82	0,18	6093	0,045	0,56	0,125	0,08	1,25	0,74	2,68	0,11	267
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	0,31	0,27	0,86	0,32	4848	0,095	0,59	0,255	0,16	1,07	0,48	0,93	0,14	265
	0,24	0,20	0,87	0,32	5928	0,057	0,57	0,157	0,10	1,29	0,73	1,24	0,17	293
	0,45	0,35	1,66	0,46	6949	0,055	0,55	0,155	0,10T-	1,04	0,54	1,93	0,13	205
P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	0,39	0,40	0,55	0,92	6404	0,140	0,33	0,570	0,43P+T+	1,06	0,50	1,42	0,90	117
	0,40	0,22	1,26	0,76	5996	0,142	0,51	0,422	0,28	1,13	0,47	1,78	0,80	142
	0,24	0,15	2,05	0,82	7373	0,128	0,44	0,418	0,29	1,14	0,44	3,27	0,72	122



Tabela 26 - Matéria seca e teores de nutrientes e alumínio na raiz e na parte aérea do cultivar Sart no experimento AlxPxK.

Tratamento	Ca	Mg	K	P	Al	raiz	R/PA	R+PA	PA	Ca	Mg	K	P	Al
			§		ppm	(g)		(g)	(g)			§		ppm
Al <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,52	0,11	0,59	0,12	326	0,328	0,28	1,518	1,19	0,94	0,51	1,38	0,08	48
K <sub>2</sub>	0,48	0,22	1,31	0,10	139	0,265	0,25	1,315	1,05P-	0,72	0,40	3,21	0,09	77
K <sub>3</sub>	0,61	0,23	1,98	0,10	135	0,368	0,33	1,488	1,12T-	0,76	0,34	4,34	0,08	95
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	0,45	0,20	0,47	0,13	414	0,268	0,21	1,558	1,29	1,29	0,63	0,90	0,20	80
K <sub>2</sub>	0,50	0,23	0,74	0,17	253	0,287	0,20	1,717	1,43	1,17	0,62	1,58	0,24	77
K <sub>3</sub>	0,51	0,16	3,04	0,15	258	0,550	0,25	2,790	2,24	0,85	0,36	2,27	0,19	54
P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	0,49	0,18	1,64	0,39	206	0,512	0,19	3,202	2,69P+	0,97	0,50	2,52	0,80	52
K <sub>2</sub>	0,82	0,30	0,57	0,51	558	0,278	0,16	2,068	1,79T+	1,49	0,60	1,33	0,86	28
K <sub>3</sub>	0,77	0,18	4,26	0,36	220	0,483	0,19	3,053	2,57	0,98	0,44	3,18	0,52	61
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,47	0,09	0,68	0,18	790	0,420	0,59	1,130,4	0,71	1,47	0,33	1,04	0,18	211
K <sub>2</sub>	0,42	0,09	2,20	0,11	675	0,298	0,81	0,568	0,37	1,43	0,30	0,89	0,13	157
K <sub>3</sub>	0,22	0,07	2,01	0,18	2668	0,130	0,72	0,310	0,18	0,86	0,45	1,69	0,04	163
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	0,37	0,18	0,83	0,19	1311	0,513	0,35	1,963	1,45	0,75	0,37	0,93	0,16	96
K <sub>2</sub>	0,25	0,13	1,56	0,23	1192	0,700	0,32	2,890	2,19	0,73	0,28	1,18	0,15	108
K <sub>3</sub>	0,32	0,19	1,73	0,36	5938	0,273	0,50	0,823	0,55	1,09	0,46	3,57	0,09	120
P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	0,45	0,18	0,48	0,46	2499	0,370	0,17	2,550	2,18	1,37	0,49	0,89	0,62	108
K <sub>2</sub>	0,51	0,26	1,08	0,45	2353	0,375	0,20	2,285	1,91	1,08	0,43	1,74	0,55	94
K <sub>3</sub>	0,63	0,29	2,96	0,45	6938	0,395	0,21	2,295	1,90	1,11	0,40	4,28	0,35	89
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,18	0,17	0,93	0,23	6851	0,100	0,63	0,260	0,16	2,26	0,79	0,68	0,09	641
K <sub>2</sub>	0,16	0,13	1,51	0,20	4850	0,140	0,64	0,360	0,22	1,03	0,55	1,13	0,06	364
K <sub>3</sub>	0,23	0,17	1,86	0,14	7001	0,078	0,56	0,218	0,14P-T-	1,52	0,81	2,31	0,09	570
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	0,25	0,17	0,63	0,38	4940	0,230	0,50	0,690	0,46	1,12	0,49	1,49	0,24	288
K <sub>2</sub>	0,20	0,19	1,25	0,38	5847	0,115	0,48	0,355	0,24	1,19	0,62	1,51	0,17	432
K <sub>3</sub>	0,10	0,04	1,37	0,11	4073	0,175	0,56	0,485	0,31	1,21	0,51	2,42	0,14	282
P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	0,30	0,20	0,87	0,75	5803	0,230	0,24	1,180	0,95	1,01	0,48	1,44	0,81	181
K <sub>2</sub>	0,37	0,16	1,77	0,79	5702	0,335	0,30	1,445	1,11P-T+	0,88	0,36	2,86	0,69	106
K <sub>3</sub>	0,19	0,10	2,93	0,78	7824	0,195	0,36	0,735	0,54	1,43	0,51	3,84	0,83	174

Tabela 27 -- Matéria seca e teores de nutrientes e alumínio na raiz e na parte aérea do cultivar BR-602 no experimento AlxPxK.

Tratamento	Ca	Mg	K %	P	Al ppm	raiz (g)	R/PA	R+PA (g)	PA (g)	Ca	Mg	K %	P	Al ppm
Al <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,65	0,49	0,54	0,20	470	0,330	0,26	1,610	1,28P-	0,81	0,66	1,69	0,11	47
	0,33	0,33	1,46	0,12	345	0,433	0,28	1,953	1,52	0,65	0,48	2,52	0,09	70
	0,49	0,27	1,94	0,11	570	0,600	0,40	2,100	1,50T-	0,76	0,37	3,95	0,10	105
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	0,50	0,24	0,61	0,22	262	0,535	0,27	2,545	2,01	1,56	0,93	1,16	0,33	61
	0,41	0,48	0,95	0,23	282	0,490	0,24	2,510	2,02	1,25	0,97	2,62	0,34	58
	0,42	0,16	3,15	0,19	260	0,705	0,29	3,125	2,42	0,82	0,40	3,65	0,22	62
P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	0,42	0,28	1,06	0,53	263	0,460	0,25	2,330	1,87	1,12	0,58	2,11	1,04	59
	0,75	0,31	0,71	0,65	355	0,387	0,26	1,897	1,51T+	1,70	0,69	1,65	1,22	62
	0,74	0,26	3,50	0,52	324	0,555	0,20	3,365	2,81P+	0,88	0,50	3,71	0,71	56
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,36	0,10	1,80	0,18	663	0,325	0,65	0,825	0,50	1,32	0,30	1,21	0,17	160
	0,38	0,09	2,28	0,14	753	0,293	0,77	0,673	0,38	1,26	0,29	0,99	0,11	173
	0,28	0,10	1,58	0,18	2441	0,145	0,66	0,365	0,22	0,98	0,43	1,24	0,04	195
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	0,33	0,29	0,83	0,20	1257	0,617	0,41	2,137	1,52	0,88	0,46	0,92	0,21	106
	0,22	0,14	1,43	0,18	834	0,638	0,40	2,218	1,58	0,91	0,36	2,03	0,16	79
	0,29	0,21	1,37	0,36	5157	0,433	0,59	1,163	0,73	1,00	0,38	2,97	0,07	91
P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	0,44	0,31	0,49	0,70	3248	0,505	0,26	2,475	1,97	1,98	0,80	0,88	1,26	88
	0,42	0,52	0,51	0,49	2100	0,685	0,23	3,615	2,93	1,14	0,61	2,15	0,90	86
	0,48	0,32	3,06	0,71	6258	0,602	0,24	3,112	2,51	1,01	0,43	4,77	0,54	77
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,20	0,12	0,76	0,21	6184	0,118	0,62	0,308	0,19	2,87	0,68	1,06	0,08	365
	0,22	0,16	1,32	0,24	4923	0,150	0,65	0,380	0,23	1,11	0,54	1,30	0,06	351
	0,50	0,32	1,70	0,13	5710	0,118	0,66	0,298	0,18P-T-	1,07	0,54	1,82	0,07	246
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	0,17	0,13	0,90	0,31	3759	0,320	0,46	1,010	0,69	0,71	0,31	1,28	0,15	181
	0,23	0,13	0,86	0,26	3431	0,228	0,54	0,648	0,42	0,87	0,37	1,47	0,11	176
	0,27	0,14	1,58	0,31	4085	0,222	0,43	0,742	0,52	1,13	0,47	2,44	0,14	303
P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	0,30	0,25	0,83	0,86	6085	0,363	0,29	1,623	1,26	1,02	0,50	1,48	1,01	115
	0,29	0,18	2,01	0,87	5871	0,393	0,30	1,723	1,33P+T+	0,93	0,40	3,58	0,84	99
	0,18	0,11	3,38	0,90	7648	0,370	0,36	1,410	1,04	1,38	0,48	3,90	1,03	173

Obs.: P = potencial de produção; T = tolerância; +/- = maior ou menor; R = raízes; PA = parte aérea.

Tabela 28 - Razões entre a concentração de elementos na parte aérea, no experimento Al x P x Ca.

Cultivar	Tratamento	Ca/K	Mg/K	Ca/Mg	Al/P	Al/Ca	Al/Mg	Al/K	P/Mg	P/Ca	P/K
OMS x S603	Al <sub>0</sub> P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> P+	0,11	0,07	1,53	0,012	0,009	0,014	0,001	1,22	0,80	0,09
	P <sub>1</sub> Ca <sub>2</sub> P-T+	0,04	0,13	0,33	0,059	0,034	0,011	0,001	0,19	0,58	0,03
	P <sub>2</sub> Ca <sub>3</sub> T-	0,16	0,09	1,89	0,068	0,017	0,033	0,003	0,48	0,25	0,04
	Al <sub>1</sub> P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> P+	0,21	0,09	2,44	0,036	0,009	0,023	0,002	0,63	0,26	0,05
	P <sub>1</sub> Ca <sub>3</sub> P-	0,10	0,22	0,46	0,088	0,065	0,030	0,007	0,34	0,73	0,07
	P <sub>1</sub> Ca <sub>2</sub> P+	0,03	0,25	0,12	0,104	0,295	0,035	0,009	0,33	2,83	0,08
Br500	P <sub>2</sub> Ca <sub>3</sub> T-	0,21	0,23	0,91	0,133	0,054	0,049	0,011	0,37	0,40	0,09
	Al <sub>0</sub> P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub> P+T+	0,02	0,14	0,15	0,080	0,253	0,037	0,005	0,46	3,14	0,06
	P <sub>1</sub> Ca <sub>2</sub> P-	0,05	0,15	0,37	0,074	0,054	0,020	0,003	0,27	0,73	0,04
	P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> T+	0,12	0,10	1,14	0,005	0,004	0,005	0,001	0,95	0,84	0,10
	Al <sub>1</sub> P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> P+T+	0,19	0,09	2,15	0,037	0,013	0,027	0,002	0,73	0,34	0,06
	P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub> P-	0,02	0,19	0,12	0,252	0,378	0,045	0,008	0,18	1,50	0,03
Sart	P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub> T-	0,02	0,18	0,11	0,117	0,490	0,056	0,010	0,48	4,20	0,09
	Al <sub>0</sub> P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> P+T+	0,11	0,09	1,24	0,014	0,008	0,010	0,009	0,76	0,61	0,07
	P <sub>1</sub> Ca <sub>3</sub> P-	0,20	0,11	1,88	0,110	0,013	0,024	0,003	0,22	0,12	0,02
	P <sub>2</sub> Ca <sub>3</sub> T-	0,11	0,07	1,68	0,074	0,018	0,031	0,002	0,42	0,25	0,03
	Al <sub>1</sub> P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> P+T+	0,27	0,11	2,33	0,037	0,010	0,023	0,003	0,62	0,27	0,07
	P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub> P-	0,03	0,19	0,16	0,014	0,153	0,024	0,005	1,67	10,70	0,32
Br602	P <sub>2</sub> Ca <sub>3</sub> T-	0,20	0,15	1,29	0,340	0,054	0,070	0,011	0,21	0,16	0,03
	Al <sub>0</sub> P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> P+	0,10	0,09	1,15	0,011	0,009	0,011	0,009	1,00	0,87	0,09
	P <sub>1</sub> Ca <sub>3</sub> P-	0,15	0,09	1,78	0,088	0,012	0,022	0,002	0,25	0,14	0,02
	P <sub>3</sub> Ca <sub>2</sub> T+	0,02	0,09	0,27	0,016	0,089	0,024	0,002	1,49	5,55	0,13
	P <sub>2</sub> Ca <sub>3</sub> T-	0,11	0,07	1,48	0,063	0,017	0,025	0,002	0,59	0,27	0,03
	Al <sub>1</sub> P <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> P+	0,20	0,08	2,56	0,054	0,014	0,037	0,003	0,68	0,26	0,05
	P <sub>1</sub> Ca <sub>3</sub> P-	0,18	0,15	1,21	0,250	0,033	0,039	0,006	0,16	0,13	0,02
	P <sub>3</sub> Ca <sub>2</sub> T+	0,03	0,10	0,28	0,024	0,164	0,045	0,004	1,86	6,75	0,18
	P <sub>2</sub> Ca <sub>3</sub> T-	0,28	0,18	1,52	0,273	0,044	0,066	0,012	0,24	0,16	0,04

Ob.: P ou T +/- = produção de matéria seca ou tolerância ao Al maior/menor.

Tabela 29 - Razões entre a concentração de elementos na parte aérea, no experimento Al x P x Mg.

Cultivar	Tratamento	Ca/K	Mg/K	Ca/Mg	Al/P	Al/Ca	Al/Mg	Al/K	P/Mg	P/Ca	P/K
OAS x S603	Al <sub>0</sub> P <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub> P+	0,08	0,02	3,25	0,028	0,009	0,031	0,001	1,08	0,33	0,05
	P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub> P-	0,33	0,07	4,71	0,112	0,010	0,048	0,003	0,43	0,09	0,03
	P <sub>3</sub> Mg <sub>2</sub> T+	0,11	0,03	3,44	0,011	0,016	0,056	0,002	5,17	1,50	0,16
	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> T-	0,16	0,08	2,00	0,035	0,012	0,023	0,002	0,67	0,33	0,05
Br500	Al <sub>2</sub> P <sub>3</sub> Mg <sub>2</sub> P+T+	0,31	0,04	7,33	0,039	0,038	0,280	0,012	7,17	0,98	0,30
	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> P-T-	0,52	0,20	2,57	0,566	0,057	0,145	0,029	0,26	0,10	0,05
	Al <sub>0</sub> P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub> P+	0,11	0,02	5,23	0,010	0,013	0,065	0,001	6,31	1,21	0,13
	P <sub>1</sub> Mg <sub>3</sub> P-	0,13	0,05	2,57	0,234	0,018	0,047	0,002	0,20	0,08	0,01
Sart	P <sub>3</sub> Mg <sub>3</sub> T+	0,13	0,09	1,53	0,012	0,011	0,017	0,001	1,44	0,94	0,01
	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> T-	0,14	0,08	1,69	0,041	0,012	0,020	0,002	0,49	0,29	0,04
	Al <sub>2</sub> P <sub>3</sub> Mg <sub>3</sub> P+T+	0,26	0,09	2,95	0,052	0,027	0,079	0,007	1,51	0,51	0,13
	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> P-T-	0,29	0,11	2,73	0,752	0,053	0,145	0,016	0,19	0,07	0,02
Br602	Al <sub>0</sub> P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub> P+	0,10	0,02	6,17	0,011	0,012	0,073	0,001	0,33	1,03	0,10
	P <sub>1</sub> Mg <sub>3</sub> P-	0,26	0,09	2,97	0,258	0,016	0,048	0,004	0,19	0,06	0,02
	P <sub>3</sub> Mg <sub>2</sub> T+	0,12	0,03	3,67	0,017	0,018	0,064	0,002	3,81	1,04	0,13
	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> T-	0,14	0,08	1,86	0,047	0,013	0,025	0,002	0,52	0,28	0,04
Br602	Al <sub>2</sub> P <sub>3</sub> Mg <sub>3</sub> P+	0,34	0,12	2,77	0,066	0,033	0,092	0,011	1,39	0,50	0,17
	P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub> P-	0,49	0,12	4,12	0,725	0,041	0,167	0,020	0,23	0,06	0,03
	P <sub>3</sub> Mg <sub>2</sub> T+	0,26	0,03	8,75	0,043	0,033	0,292	0,009	6,83	0,78	0,20
	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> T-	0,45	0,17	2,62	0,810	0,059	0,154	0,026	0,19	0,07	0,03
Br602	Al <sub>0</sub> P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub> P+	0,13	0,02	6,28	0,015	0,016	0,103	0,002	6,83	1,09	0,14
	P <sub>1</sub> Mg <sub>3</sub> P-	0,24	0,09	2,85	0,128	0,010	0,029	0,002	0,23	0,08	0,02
	P <sub>3</sub> Mg <sub>3</sub> T+	0,37	0,11	3,33	0,017	0,011	0,036	0,004	2,09	0,63	0,23
	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> T-	0,09	0,05	1,67	0,065	0,024	0,040	0,002	0,62	0,37	0,03
Br602	Al <sub>2</sub> P <sub>3</sub> Mg <sub>3</sub> P+T+	0,29	0,10	2,80	0,071	0,025	0,071	0,007	1,00	0,36	0,10
	P <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> T-	0,68	0,22	3,05	1,043	0,067	0,203	0,045	0,20	0,06	0,04
	P <sub>1</sub> Mg <sub>3</sub> P-	0,63	0,26	2,41	0,630	0,034	0,081	0,021	0,13	0,05	0,03

Obs.: P ou T +/- = produção de matéria seca ou tolerância ao Al maior/menor.

Tabela 30 - Razões entre as concentrações de elementos na parte aérea, no experimento Al x P x K.

Cultivar	Tratamento	Ca/K	Mg/K	Ca/Mg	Al/P	Al/Ca	Al/Mg	Al/K	P/Mg	P/Ca	P/K
CMS x S603	Al <sub>0</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub> P+	0,39	0,18	2,21	0,007	0,008	0,017	0,003	2,51	1,13	0,44
	P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> P-T+	0,31	0,17	1,85	0,045	0,006	0,011	0,002	0,24	0,13	0,04
	P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> T-	1,03	0,39	2,65	0,006	0,004	0,012	0,005	1,92	0,72	0,75
	Al <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub> P+	1,16	0,47	2,47	0,017	0,012	0,029	0,014	1,74	0,70	0,81
	P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> P-	0,67	0,33	2,00	0,212	0,024	0,048	0,016	0,23	0,11	0,08
	P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> T+	1,17	0,49	2,41	0,254	0,026	0,064	0,031	0,25	0,10	0,12
	P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> T-	0,82	0,33	2,48	0,024	0,016	0,040	0,013	1,66	0,67	0,55
	Al <sub>0</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub> P+	0,29	0,14	2,06	0,010	0,007	0,014	0,002	1,40	0,68	0,20
	P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> P-	0,24	0,19	1,26	0,067	0,009	0,012	0,002	0,18	0,14	0,03
	P <sub>3</sub> K <sub>1</sub> T+	0,33	0,17	1,92	0,006	0,006	0,011	0,002	1,70	0,89	0,29
	P <sub>2</sub> K <sub>3</sub> T-	0,21	0,10	2,14	0,025	0,006	0,013	0,001	0,53	0,25	0,05
	Br500	Al <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub> P+T+	0,75	0,35	2,12	0,013	0,011	0,023	0,008	1,80	0,85
P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> P-		1,78	0,84	2,11	0,306	0,023	0,049	0,041	0,16	0,08	0,14
P <sub>2</sub> K <sub>3</sub> T-		0,54	0,28	1,93	0,158	0,020	0,038	0,011	0,24	0,13	0,07
Al <sub>0</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub> P+		0,38	0,20	1,94	0,007	0,005	0,010	0,002	1,60	0,82	0,32
P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> P-		0,22	0,12	1,80	0,086	0,011	0,019	0,002	0,23	0,13	0,03
P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> T+		1,12	0,45	2,48	0,003	0,002	0,005	0,002	0,43	0,58	0,65
Sart	P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> T-	0,18	0,08	2,24	0,119	0,013	0,028	0,002	0,24	0,11	0,02
	Al <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> P+T+	0,31	0,13	2,44	0,015	0,012	0,029	0,004	1,92	0,78	0,24
	P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> P-T-	0,66	0,35	1,88	0,633	0,038	0,070	0,025	0,11	0,06	0,04
	Al <sub>0</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub> P+	0,24	0,13	1,76	0,008	0,006	0,011	0,002	1,42	0,81	0,19
	P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> P-	0,48	0,39	1,23	0,045	0,006	0,007	0,003	0,17	0,14	0,07
	P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> T+	1,03	0,42	2,46	0,005	0,004	0,009	0,004	1,77	0,72	0,74
Br602	P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> T-	0,19	0,09	2,05	0,105	0,014	0,028	0,003	0,27	0,13	0,03
	Al <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> P+T+	0,26	0,11	2,33	0,012	0,011	0,025	0,003	2,10	0,90	0,23
	P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> P-T-	0,59	0,30	1,98	0,351	0,023	0,046	0,014	0,13	0,07	0,04

Obs.: P ou T +/- = produção de matéria seca ou tolerância ao Al maior/menor.

Tabela 31 - Extração (mg/2 plantas) de nutrientes e alumínio pelo cultivar C65xS603 no experimento Al x P x Ca.

tratamento	Ca		Mg		K		P		Al	
	raiz	total	raiz	total	raiz	total	raiz	total	raiz	total
Al <sub>0</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,258	0,711	0,662	3,713	7,728	23,700	0,531	0,632	0,116	0,051
Ca <sub>2</sub> P <sub>2</sub> T <sub>+</sub>	0,274	0,732	0,587	2,196	9,736	16,836	0,391	0,427	0,126	0,025
Ca <sub>3</sub>	0,788	5,980	0,832	2,640	7,358	26,400	0,219	0,704	0,156	0,049
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,284	1,141	0,325	6,194	7,064	74,328	0,487	3,586	0,076	0,347
Ca <sub>2</sub>	0,405	2,392	0,455	6,440	11,183	80,960	0,708	3,312	0,109	0,169
Ca <sub>3</sub> T <sub>-</sub>	1,399	8,007	1,088	4,239	5,327	48,827	0,622	2,041	0,137	0,140
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,273	1,336	0,496	7,014	11,309	80,160	1,389	14,863	0,111	0,160
Ca <sub>2</sub>	0,732	3,024	1,098	9,072	10,170	121,212	2,684	15,120	0,134	0,262
Ca <sub>3</sub> P <sub>+</sub>	4,607	13,573	2,155	8,864	11,019	121,880	2,155	10,803	0,195	0,127
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,033	0,048	0,165	0,528	0,693	2,340	0,056	0,156	0,109	0,012
Ca <sub>2</sub> T <sub>+</sub>	0,060	0,066	0,232	0,561	0,793	2,277	0,073	0,187	0,126	0,019
Ca <sub>3</sub> P <sub>-</sub>	0,193	0,208	0,401	0,128	0,576	2,048	0,043	0,152	0,089	0,013
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,054	0,068	0,225	0,697	0,922	3,842	0,126	0,306	0,132	0,025
Ca <sub>2</sub>	0,088	0,189	0,277	0,891	1,105	4,941	0,189	0,324	0,177	0,038
Ca <sub>3</sub> T <sub>-</sub>	0,179	0,572	0,751	0,627	0,787	2,717	0,113	0,231	0,237	0,031
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,030	0,052	0,198	0,611	0,809	3,640	0,264	0,780	0,177	0,013
Ca <sub>2</sub>	0,063	0,152	0,288	0,722	1,010	4,712	0,351	1,102	0,219	0,027
Ca <sub>3</sub> P <sub>+</sub>	0,586	2,772	3,358	1,134	1,568	13,272	0,933	0,714	1,134	0,026
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,018	0,063	0,081	0,146	0,220	2,611	0,078	0,252	0,158	0,030
Ca <sub>2</sub>	0,034	0,080	0,114	0,099	0,540	2,370	0,084	0,190	0,159	0,057
Ca <sub>3</sub>	0,103	0,196	0,299	0,124	0,419	1,701	0,068	0,161	0,128	0,038
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,024	0,045	0,069	0,160	0,486	0,799	0,088	0,261	0,202	0,027
Ca <sub>2</sub>	0,019	0,100	0,119	0,106	0,590	2,320	0,090	0,230	0,188	0,068
Ca <sub>3</sub>	0,181	0,300	0,481	0,163	0,440	3,050	0,116	0,260	0,209	0,023
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,022	0,081	0,103	0,104	0,527	2,295	0,198	0,477	0,191	0,046
Ca <sub>2</sub>	0,040	0,195	0,235	0,119	0,510	3,480	0,310	0,825	0,239	0,318
Ca <sub>3</sub>	0,249	0,448	0,697	0,197	0,448	4,354	0,296	0,644	0,326	0,060

Tabela 32 - Extração (em mg/2 plantas) de nutrientes e alumínio pelo cultivar BR-500, no experimento Al x P x Ca.

tratamento	Ca			Mg			K			P			Al		
	raiz	PA	total	raiz	PA	total	raiz	PA	total	raiz	PA	total	raiz	PA	total
Al <sub>0</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,134	0,416	0,550	0,439	2,652	3,091	3,247	15,600	18,847	0,172	0,468	0,640	0,065	0,031	0,096
Ca <sub>2</sub> P-	0,090	0,363	0,453	0,271	0,990	1,261	2,206	6,699	8,905	0,129	0,264	0,393	0,043	0,019	0,062
Ca <sub>3</sub>	1,463	2,580	4,043	0,496	1,634	2,130	3,546	12,900	16,446	0,124	0,301	0,425	0,129	0,032	0,161
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub> P+T-	0,270	1,113	1,383	0,541	7,632	8,173	9,734	54,692	64,430	0,473	3,498	3,971	0,102	0,281	0,383
Ca <sub>2</sub>	0,288	1,356	1,644	0,461	5,085	5,546	5,270	35,030	40,300	0,346	1,921	2,267	0,113	0,101	0,214
Ca <sub>3</sub>	1,526	8,094	9,620	1,264	5,538	6,802	17,614	40,612	58,266	0,698	2,130	2,828	0,151	0,126	0,277
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,321	1,248	1,569	0,420	7,800	8,220	10,127	60,372	70,499	1,161	12,480	13,641	0,082	0,164	0,246
Ca <sub>2</sub>	0,338	1,620	1,958	0,677	6,750	7,427	11,788	54,000	65,788	1,410	8,505	9,915	0,102	0,144	0,246
Ca <sub>3</sub> T+	1,953	7,800	9,753	0,914	6,864	7,778	12,002	66,768	78,770	1,071	6,552	7,623	0,089	0,034	0,123
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub> P-	0,050	0,042	0,092	0,164	0,357	0,521	1,025	1,918	2,943	0,063	0,063	0,126	0,149	0,016	0,165
Ca <sub>2</sub>	0,053	0,056	0,109	0,175	0,456	0,631	0,368	2,528	2,896	0,038	0,120	0,158	0,114	0,017	0,131
Ca <sub>3</sub>	0,253	0,312	0,565	0,138	1,280	1,418	0,856	1,712	2,568	0,046	0,080	0,126	0,154	0,013	0,167
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub> T-	0,041	0,050	0,091	0,140	0,440	0,580	0,774	2,400	3,174	0,113	0,210	0,323	0,169	0,025	0,194
Ca <sub>2</sub>	0,072	0,110	0,182	0,152	0,630	0,782	0,684	2,620	3,304	0,128	0,210	0,338	0,170	0,036	0,206
Ca <sub>3</sub>	0,238	0,380	0,618	0,226	0,420	0,646	0,668	2,440	3,108	0,098	0,140	0,238	0,222	0,012	0,234
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,041	0,065	0,106	0,230	0,702	0,932	0,995	4,576	5,571	0,347	1,144	1,491	0,277	0,013	0,290
Ca <sub>2</sub>	0,065	0,153	0,218	0,288	0,833	1,121	1,274	6,103	7,377	0,468	1,377	1,845	0,323	0,020	0,343
Ca <sub>3</sub> P+T+	0,451	3,784	4,235	0,431	1,760	2,191	7,252	20,108	27,360	1,176	1,276	2,452	1,396	0,048	1,443
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,015	0,040	0,055	0,103	0,470	0,573	0,263	3,580	3,843	0,055	0,100	0,155	0,162	0,045	0,207
Ca <sub>2</sub>	0,031	0,070	0,101	0,118	0,385	0,503	0,361	2,975	3,336	0,053	0,119	0,174	0,134	0,040	0,174
Ca <sub>3</sub>	0,138	0,406	0,544	0,104	0,532	0,636	0,361	2,478	2,839	0,057	0,098	0,155	0,176	0,049	0,225
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,064	0,040	0,104	0,134	0,425	0,559	0,770	1,595	2,365	0,101	0,205	0,306	0,185	0,039	0,224
Ca <sub>2</sub>	0,034	0,096	0,130	0,074	0,492	0,566	0,238	1,698	1,936	0,068	0,198	0,266	0,142	0,055	0,197
Ca <sub>3</sub>	0,264	0,448	0,712	0,103	0,399	0,502	0,339	2,765	3,104	0,101	0,203	0,304	0,205	0,050	0,255
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,023	0,040	0,063	0,163	0,155	0,318	0,400	0,800	1,200	0,173	0,210	0,383	0,236	0,025	0,261
Ca <sub>2</sub>	0,052	0,152	0,204	0,241	0,416	0,657	0,692	1,848	2,540	0,314	0,528	0,842	0,374	0,039	0,413
Ca <sub>3</sub>	0,094	0,348	0,442	0,094	0,204	0,298	0,610	2,406	3,016	0,151	0,348	0,499	0,163	0,024	0,187

Tabela 33 - Extração (em mg/2 plantas) de nutrientes e alumínio pelo cultivar Sart, no experimento Al x P x Ca.

tratamento	Ca		Mg		K		P		Al						
	raiz	PA	raiz	PA	raiz	PA	raiz	PA	raiz	PA					
	total	total	total	total	total	total	total	total	total	total					
Al <sub>0</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,336	0,903	1,239	0,768	4,773	5,541	8,016	31,476	39,536	0,480	1,032	1,512	0,151	0,075	0,226
	0,445	1,680	2,125	0,642	4,760	5,402	7,361	39,060	46,421	0,395	1,120	1,515	0,136	0,084	0,220
	1,176	7,140	8,316	0,571	3,808	4,379	3,931	35,700	39,651	0,202	0,833	1,035	0,178	0,092	0,270
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,327	0,931	1,258	0,654	5,320	5,974	7,717	57,589	65,306	0,491	3,192	3,683	0,103	0,140	0,243
	0,482	11,590	12,072	0,689	11,590	12,279	14,262	137,860	152,122	0,827	4,575	5,402	0,151	0,365	0,514
	2,727	15,600	18,327	2,259	9,300	11,559	31,472	142,200	173,672	1,246	3,900	5,146	0,348	0,288	0,636
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,434	1,544	1,978	0,530	8,492	9,022	7,640	86,657	94,297	1,036	14,568	15,704	0,131	0,201	0,332
	0,657	3,575	4,232	1,117	10,400	11,517	24,966	159,575	184,541	2,628	12,675	15,303	0,235	0,270	0,505
	4,992	22,310	27,302	2,080	17,945	20,025	38,272	198,850	237,122	2,413	13,580	15,993	0,265	0,184	0,449
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,051	0,102	0,153	0,242	0,816	1,058	1,323	3,247	4,570	0,121	0,153	0,274	0,278	0,030	0,308
	0,135	0,207	0,342	0,369	1,058	1,427	1,857	3,427	5,284	0,148	0,161	0,309	0,481	0,048	0,529
	0,395	0,630	1,025	0,207	0,840	1,047	1,466	3,654	5,120	0,094	0,126	0,220	0,594	0,021	0,415
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,056	0,110	0,166	0,289	0,968	1,257	2,065	4,312	6,377	0,266	0,462	0,728	0,437	0,054	0,491
	0,148	0,351	0,499	0,424	1,365	1,789	2,222	7,488	10,710	0,382	0,390	0,772	0,556	0,075	0,631
	0,152	1,144	1,296	0,192	0,884	1,076	1,512	5,720	7,232	0,224	0,182	0,406	0,552	0,027	0,579
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub> P-	0,042	0,170	0,212	0,170	1,088	1,258	1,071	5,610	6,681	0,477	1,619	2,296	0,424	0,026	0,450
	0,117	0,440	0,557	0,515	1,760	2,275	5,125	17,116	22,241	1,521	3,652	5,175	1,104	0,050	1,154
	1,121	9,996	11,117	0,664	4,284	4,948	12,699	37,638	50,337	2,449	2,652	5,101	3,120	0,097	3,217
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,025	0,060	0,085	0,186	0,795	0,981	1,029	4,455	5,484	0,143	0,255	0,398	0,325	0,105	0,430
	0,044	0,192	0,236	0,141	0,984	1,125	1,188	6,456	7,644	0,176	0,288	0,464	0,333	0,150	0,485
	0,131	0,805	0,936	0,221	0,920	1,141	1,197	7,314	8,511	0,148	0,184	0,332	0,514	0,087	0,601
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,037	0,068	0,105	0,313	0,901	1,214	1,702	4,998	6,700	0,267	0,527	0,794	0,409	0,074	0,485
	0,049	0,195	0,244	0,268	0,910	1,178	1,238	3,822	5,060	0,153	0,390	0,543	0,351	0,073	0,424
	0,320	1,596	1,916	0,310	0,882	1,192	1,654	8,106	8,435	0,329	0,336	0,665	0,661	0,083	0,744
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,038	0,150	0,188	0,342	0,660	1,002	1,216	3,615	4,831	0,593	1,350	1,943	0,727	0,086	0,815
	0,076	0,459	0,535	0,426	0,999	1,425	2,554	6,453	9,007	1,064	2,025	3,089	0,953	0,107	1,060
	0,286	1,800	2,067	0,556	0,696	1,052	4,039	8,952	12,991	0,838	1,080	1,918	0,852	0,091	0,945



Tabela 34 - Extração (em mg/2 plantas) de nutrientes e alumínio pelo cultivar ER-602, no experimento Al x P x Ca

tratamento	Ca			Mg			K			P			Al		
	raiz		total	raiz		total	raiz		total	raiz		total	raiz		total
	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA
Al <sub>0</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,329	1,096	1,425	0,658	5,617	6,275	6,823	51,375	59,198	0,329	1,255	1,562	0,144	0,078	0,222
	0,346	1,812	2,158	0,518	5,738	6,256	5,184	54,813	59,997	0,302	1,208	1,510	0,134	0,112	0,246
	1,589	7,524	9,113	0,978	4,224	5,202	8,249	49,236	57,485	0,367	1,056	1,423	0,239	0,092	0,331
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,274	1,456	1,730	0,578	7,462	8,040	5,046	73,710	78,756	0,517	4,732	5,249	0,129	0,222	0,351
	0,513	3,030	3,543	0,769	10,302	11,071	13,012	136,350	149,362	0,769	4,848	5,617	0,160	0,300	0,460
	2,256	14,161	16,417	1,789	9,537	11,326	22,873	128,605	151,478	1,089	3,757	4,846	0,186	0,237	0,423
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,414	1,768	2,182	0,759	9,282	10,041	15,387	102,986	118,373	2,036	18,785	20,821	0,147	0,272	0,419
	0,587	3,256	3,843	1,068	12,136	13,204	23,977	142,672	166,649	2,777	18,056	20,833	0,187	0,290	0,477
	3,896	18,492	22,388	2,058	16,080	18,138	33,884	182,508	216,392	2,646	16,080	18,726	0,253	0,169	0,422
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,068	0,115	0,183	0,231	0,805	1,036	2,013	4,324	6,337	0,163	0,138	0,301	0,482	0,042	0,524
	0,111	0,207	0,318	0,278	0,897	1,175	1,598	3,611	5,209	0,167	0,138	0,305	0,566	0,054	0,620
	0,402	0,966	1,368	0,278	0,798	1,076	1,452	5,334	6,786	0,144	0,126	0,270	0,554	0,032	0,586
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,073	0,104	0,177	0,321	0,884	1,205	1,840	5,512	7,352	0,277	0,333	0,615	0,392	0,046	0,438
	0,102	0,280	0,382	0,189	1,120	1,309	1,769	7,105	8,874	0,348	0,350	0,698	0,493	0,084	0,577
	0,223	1,400	1,623	0,307	0,924	1,231	1,749	4,984	6,733	0,286	0,224	0,510	0,610	0,061	0,671
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,057	0,124	0,181	0,260	1,147	1,407	2,802	10,250	13,032	0,802	2,294	3,096	0,575	0,054	0,629
	0,135	0,440	0,575	0,459	1,595	2,054	4,158	16,775	20,933	1,431	2,940	4,401	0,938	0,072	1,010
	1,187	6,351	7,538	0,780	2,482	3,262	8,102	31,463	39,565	1,729	1,679	3,408	2,003	0,091	2,094
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub>	0,029	0,076	0,105	0,173	0,874	1,047	0,152	4,997	6,149	0,173	0,323	0,496	0,328	0,129	0,457
	0,035	0,126	0,161	0,152	0,630	0,782	0,787	3,744	4,531	0,152	0,180	0,332	0,286	0,117	0,403
	0,147	0,646	0,793	0,141	0,646	0,787	1,293	3,910	5,203	0,161	0,153	0,314	0,380	0,063	0,443
P <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>	0,021	0,070	0,091	0,159	0,742	0,901	1,097	3,290	4,387	0,217	0,392	0,609	0,338	0,076	0,414
	0,056	0,169	0,225	0,157	0,715	0,872	0,874	3,978	4,852	0,146	0,512	0,458	0,308	0,084	0,392
	0,294	1,836	2,130	0,231	0,720	0,951	1,762	6,246	8,008	0,347	0,342	0,689	0,609	0,099	0,708
P <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub>	0,032	0,182	0,214	0,176	0,784	0,960	1,317	5,110	6,427	0,517	1,316	1,833	0,505	0,099	0,604
	0,061	0,320	0,381	0,205	0,680	0,885	1,436	6,320	7,756	0,570	1,500	2,070	0,541	0,092	0,633
	0,313	1,634	1,947	0,221	0,494	0,715	1,941	7,106	9,047	0,561	0,798	1,359	0,554	0,056	0,610

Tabela 35 - Extração (em mg/2 plantas) de nutrientes e alumínio pelo cultivar OX5603, no experimento Al x P x Mg

tratamento	Ca			Mg			K			P			Al		
	raiz	PA		raiz	PA		raiz	PA		raiz	PA		raiz	PA	
		total	total		total	total		total	total		total	total			
Al <sub>0</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub> P <sub>-</sub> Mg <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub>	1,488	4,444	5,932	0,446	1,407	1,853	5,543	20,167	25,710	0,372	0,603	0,975	0,118	0,068	0,186
	1,293	5,544	6,837	0,400	1,463	1,864	5,753	25,024	29,777	0,312	0,539	0,851	0,113	0,072	0,185
	2,605	8,908	11,513	1,188	2,720	3,908	12,659	66,028	78,687	0,457	0,748	1,205	0,190	0,115	0,305
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub> Mg <sub>2</sub> P <sub>+</sub> Mg <sub>3</sub> T <sub>-</sub>	2,229	8,712	10,941	0,323	1,331	1,654	11,563	76,835	88,398	0,775	3,630	4,405	0,104	0,122	0,226
	1,442	6,552	7,994	0,371	2,016	2,387	11,783	82,152	93,935	0,577	2,184	2,761	0,077	0,062	0,139
	2,282	9,516	11,798	0,983	4,758	5,741	10,741	58,804	69,545	0,597	3,172	3,769	0,110	0,111	0,221
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub> Mg <sub>2</sub> T <sub>+</sub> Mg <sub>3</sub>	1,416	9,180	10,596	0,325	1,683	2,008	11,594	112,914	124,508	1,298	10,863	121,161	0,102	0,141	0,243
	2,365	9,114	11,479	0,494	2,646	3,140	12,602	86,730	99,332	1,906	13,671	15,577	0,102	0,147	0,249
	2,872	10,877	13,749	1,380	6,407	7,787	15,517	107,280	122,797	1,828	11,622	13,450	0,063	0,125	0,188
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub> Mg <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub>	1,775	5,050	6,825	0,312	0,650	0,962	2,945	9,775	12,720	0,312	0,200	0,512	0,625	0,067	0,692
	2,716	3,552	6,268	0,409	0,464	0,873	2,827	4,896	7,723	0,260	0,144	0,404	0,395	0,039	0,434
	2,395	2,715	5,110	0,792	0,735	1,527	3,370	4,200	7,570	0,223	0,120	0,343	0,703	0,023	0,726
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub> Mg <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub>	1,236	8,528	9,764	0,216	0,832	1,048	7,880	14,924	22,804	0,556	1,404	1,960	0,414	0,146	0,560
	1,390	7,950	9,340	0,284	0,848	1,132	12,356	18,709	31,065	0,632	2,279	2,911	0,330	0,091	0,421
	2,075	5,980	8,055	0,665	1,541	2,206	5,613	6,900	12,513	0,479	0,299	0,778	1,051	0,038	1,089
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub> Mg <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub>	1,596	7,979	9,575	0,384	1,027	1,411	4,080	47,400	51,480	2,262	9,796	12,058	1,536	0,182	1,718
	1,595	5,460	7,055	0,358	1,050	1,408	6,490	59,430	65,920	2,788	8,820	10,608	0,466	0,149	0,615
	3,676	23,958	27,634	2,339	9,702	12,041	24,062	106,920	130,982	2,395	9,900	12,295	1,495	0,119	1,614
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub> Mg <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub>	1,655	3,234	4,889	0,296	0,476	0,772	2,325	3,262	5,587	0,256	0,154	0,410	0,703	0,031	0,734
	1,111	2,205	3,316	0,242	0,555	0,797	2,000	3,932	5,932	0,202	0,180	0,382	0,582	0,037	0,619
	3,003	1,616	4,619	0,936	0,688	1,624	2,399	4,624	7,023	0,351	0,128	0,479	1,039	0,042	1,081
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub> Mg <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> P <sub>+</sub> T <sub>-</sub>	1,315	1,568	2,883	0,173	0,336	0,509	1,162	3,220	4,582	0,211	0,154	0,365	0,396	0,093	0,489
	2,053	1,980	4,033	0,354	0,286	0,640	2,313	3,322	5,635	0,543	0,242	0,785	0,857	0,124	0,981
	0,178	1,170	1,348	0,543	0,455	0,998	1,157	2,249	3,406	0,196	0,117	0,313	0,490	0,066	0,556
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub> Mg <sub>2</sub> P <sub>+</sub> T <sub>+</sub> Mg <sub>3</sub>	0,695	2,619	3,314	0,158	0,351	0,509	1,722	6,777	9,499	1,280	1,620	2,900	1,239	0,120	1,359
	0,353	4,048	4,401	0,141	0,552	0,693	4,836	13,018	17,854	1,100	3,956	5,056	0,759	0,155	0,914
	0,652	6,248	6,900	0,277	1,716	1,993	7,319	22,704	30,023	1,532	3,960	5,492	1,516	0,188	1,704

Tabela 36 - Extração (em mg/2 plantas) de nutrientes e alumínio pelo cultivar BR-500, no experimento Al x P x Mg.

tratamento	Ca			Mg			K			P			Al		
	raiz	PA		raiz	PA		raiz	PA		raiz	PA		raiz	PA	
		total	total		total	total		total	total		total				
Al <sub>0</sub> P <sub>0</sub> Mg <sub>1</sub>	1,704	5,952	7,656	0,329	1,240	1,569	3,498	26,474	29,972	0,329	0,558	0,887	0,116	0,104	0,220
Mg <sub>2</sub>	1,145	5,166	6,311	0,312	1,512	1,824	5,621	31,815	37,436	0,347	0,504	0,851	0,121	0,068	0,189
Mg <sub>3</sub> P-	2,280	3,960	6,240	0,990	1,540	2,530	7,920	31,064	38,984	0,350	0,308	0,638	0,094	0,072	0,166
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	1,692	8,680	10,372	0,288	1,364	1,652	8,604	87,792	96,396	0,540	2,852	3,392	0,132	0,139	0,271
Mg <sub>2</sub>	2,092	7,191	9,283	0,712	2,820	3,532	15,709	64,021	79,730	1,024	2,256	3,280	0,149	0,090	0,239
Mg <sub>3</sub> T-	1,893	8,740	10,633	0,946	5,175	6,121	11,866	61,640	73,506	0,655	2,530	3,185	0,134	0,104	0,239
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub> P+	1,971	9,860	11,831	0,438	1,885	2,323	16,133	91,350	107,483	1,789	11,890	13,679	0,123	0,123	0,246
Mg <sub>2</sub>	3,225	9,660	12,885	0,675	3,780	4,455	9,375	88,200	97,575	2,700	13,160	15,860	0,126	0,181	0,307
Mg <sub>3</sub> T+	1,518	11,970	13,488	1,024	7,812	8,836	12,496	89,208	101,704	1,306	11,214	12,520	0,056	0,131	0,187
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	2,327	2,556	4,883	0,314	0,288	0,602	2,657	2,748	5,405	0,165	0,084	0,249	0,422	0,035	0,457
Mg <sub>2</sub>	2,432	3,435	5,867	0,350	0,360	0,710	2,858	6,210	9,068	0,274	0,090	0,364	0,789	0,035	0,824
Mg <sub>3</sub>	1,376	1,600	2,976	0,634	0,480	1,114	3,149	2,960	6,109	0,163	0,050	0,213	0,703	0,019	0,722
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	1,320	2,970	4,290	0,264	0,198	0,462	4,884	7,282	12,166	0,594	0,396	0,990	0,634	0,056	0,690
Mg <sub>2</sub>	1,573	5,880	7,453	0,242	0,525	0,767	8,301	11,655	19,956	0,605	0,875	1,480	0,331	0,070	0,401
Mg <sub>3</sub>	0,882	2,704	3,586	0,581	0,650	1,231	4,558	3,588	8,146	0,409	0,195	0,604	1,130	0,014	1,144
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub>	1,056	6,732	7,788	0,440	0,612	1,052	6,600	34,544	41,144	4,334	6,936	11,270	3,723	0,095	3,818
Mg <sub>2</sub>	1,694	6,461	8,155	0,370	1,082	1,462	11,673	47,229	58,902	2,864	7,452	10,326	1,239	0,100	1,339
Mg <sub>3</sub>	3,326	40,230	43,556	2,699	14,445	17,144	20,099	93,285	113,384	2,699	12,285	14,984	1,926	0,250	2,176
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	0,328	2,233	2,561	0,203	0,253	0,456	2,106	2,926	5,032	0,250	0,066	0,316	1,003	0,036	1,039
Mg <sub>2</sub>	0,583	1,638	2,221	0,227	0,342	0,569	1,879	4,644	6,523	0,275	0,108	0,383	1,141	0,104	1,245
Mg <sub>3</sub>	0,433	1,100	1,533	0,263	0,418	0,681	1,008	3,190	4,198	0,092	0,077	0,169	0,427	0,033	0,460
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	0,600	1,045	1,645	0,097	0,143	0,240	1,090	2,486	3,576	0,152	0,066	0,218	0,216	0,060	0,276
Mg <sub>2</sub>	0,600	1,456	2,056	0,218	0,240	0,458	1,505	3,616	5,121	0,305	0,192	0,497	0,570	0,086	0,656
Mg <sub>3</sub> P-T-	0,459	0,568	1,027	0,211	0,208	0,419	0,815	1,936	2,751	0,151	0,040	0,191	0,471	0,050	0,501
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub>	0,613	2,478	3,091	0,005	0,231	0,326	1,278	6,720	7,998	0,781	1,869	2,650	0,753	0,088	0,841
Mg <sub>2</sub>	0,500	2,822	3,322	0,176	0,340	0,516	4,361	12,910	17,281	1,593	2,754	4,347	1,303	0,109	1,412
Mg <sub>3</sub> T+T+	1,283	4,477	5,760	0,530	1,517	2,047	7,883	17,168	25,051	1,633	2,294	3,987	1,622	0,120	1,742

Tabela 37 - Extração (em mg/2 plantas) de nutrientes e alumínio pelo cultivar Sart, no experimento Al x P x Mg

tratamento	Ca			Mg			K			P			Al		
	raiz	PA	total	raiz	PA	total	raiz	PA	total	raiz	PA	total	raiz	PA	total
	Al <sub>0</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	2,505	16,884	19,389	0,480	2,142	2,622	8,102	47,250	55,352	0,480	1,008	1,488	0,185	0,146
Mg <sub>2</sub>	1,719	9,120	10,839	0,393	2,280	2,673	7,954	79,320	87,274	0,393	0,960	1,353	0,145	0,172	0,317
Mg <sub>3</sub> P-	3,706	9,975	13,681	1,201	3,360	4,561	11,745	38,325	50,070	0,470	0,630	1,100	0,045	0,163	0,208
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	2,797	12,864	15,661	0,437	1,809	2,246	9,833	181,704	191,357	0,787	5,025	5,812	0,166	0,310	0,476
Mg <sub>2</sub>	2,407	12,650	15,057	0,492	3,795	4,287	17,285	116,380	133,665	0,985	4,301	5,286	0,168	0,258	0,426
Mg <sub>3</sub> T-	3,772	18,532	22,304	1,351	9,944	11,295	20,212	128,820	149,032	1,070	5,198	6,268	0,182	0,244	0,426
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub> P+	3,062	20,424	23,486	0,486	3,312	3,798	21,773	212,520	234,293	2,381	20,976	23,357	0,155	0,240	0,395
Mg <sub>2</sub> T+	3,548	18,095	21,643	0,615	4,935	5,550	20,292	150,400	170,692	2,507	18,800	21,307	0,149	0,317	0,466
Mg <sub>3</sub>	2,673	21,750	24,423	1,548	12,000	13,548	17,165	167,000	184,165	2,017	16,000	18,017	0,127	0,325	0,452
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	2,829	3,762	6,591	0,431	0,450	0,881	4,141	5,166	9,307	0,246	0,126	0,372	0,779	0,036	0,815
Mg <sub>2</sub>	2,300	4,510	6,810	0,525	0,638	1,163	5,400	6,160	11,460	0,325	0,132	0,457	1,047	0,048	1,095
Mg <sub>3</sub>	1,746	4,608	6,354	0,661	1,608	2,269	4,649	8,640	13,289	0,212	0,144	0,356	1,007	0,039	1,046
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	1,873	7,840	9,713	0,368	0,588	0,956	11,513	15,680	27,193	0,798	1,372	2,170	0,916	0,143	1,059
Mg <sub>2</sub>	2,514	11,398	13,912	0,461	1,148	1,609	11,850	22,632	34,490	1,006	2,050	3,056	0,664	0,108	0,772
Mg <sub>3</sub>	1,021	4,305	5,326	0,623	1,197	1,820	4,831	6,447	11,278	0,448	0,336	0,784	1,375	0,028	1,403
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub>	1,664	30,954	32,618	0,395	2,010	2,405	6,373	83,348	89,721	3,412	26,398	29,810	1,492	0,394	1,886
Mg <sub>2</sub>	3,190	16,950	20,140	0,575	2,260	2,835	19,874	136,504	156,378	4,132	18,758	22,890	1,599	0,328	1,927
Mg <sub>3</sub>	5,008	72,336	77,344	2,375	20,550	22,925	29,404	175,086	204,490	3,403	16,988	20,391	2,592	0,318	2,710
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub> P-	0,406	1,605	2,011	0,223	0,390	0,613	2,903	3,300	6,203	0,305	0,090	0,395	1,429	0,065	1,494
Mg <sub>2</sub>	0,428	2,360	2,788	0,270	0,480	0,750	2,813	4,540	7,353	0,293	0,120	0,413	1,314	0,085	1,399
Mg <sub>3</sub>	0,515	1,664	2,179	0,304	0,624	0,928	1,849	3,808	5,657	0,176	0,144	0,320	0,843	0,072	0,915
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	1,295	1,054	2,349	0,157	0,187	0,344	1,742	3,655	5,597	0,351	0,156	0,487	0,811	0,082	0,893
Mg <sub>2</sub>	1,287	3,600	4,887	0,281	0,450	0,731	2,063	8,070	10,133	0,396	0,420	0,816	0,774	0,186	0,960
Mg <sub>3</sub> T-	1,666	1,870	3,536	0,255	0,714	0,969	1,627	4,165	5,792	0,255	0,136	0,391	0,641	0,110	0,751
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub>	0,585	4,403	4,988	0,195	0,444	0,639	1,815	14,208	16,023	1,425	3,108	4,533	1,289	0,144	1,433
Mg <sub>2</sub> T+	1,025	7,560	8,585	0,300	0,864	1,164	7,425	29,592	37,017	2,750	5,904	8,654	2,247	0,252	2,499
Mg <sub>3</sub> P+	2,212	14,356	16,568	0,698	5,180	5,878	11,495	41,810	53,305	2,823	7,176	10,001	2,840	0,477	3,317

Tabela 38 - Extração (em mg/2 plantas) de nutrientes e alumínio pelo cultivar Br602, no experimento ALxP3Mg.

Tratamento	Ca			Mg			K			P			Al		
	raiz	PA	total	raiz	PA	total	raiz	PA	total	raiz	PA	total	raiz	PA	total
Al <sub>0</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	1,838	10,878	12,716	0,446	2,109	2,555	7,297	59,355	66,682	0,501	1,221	1,722	0,185	0,138	0,323
Mg <sub>2</sub>	2,227	8,624	10,851	0,536	2,128	2,714	10,607	58,800	69,407	0,580	0,896	1,476	0,207	0,156	0,363
Mg <sub>3</sub> P-	3,528	10,260	13,788	1,536	3,600	5,136	12,916	42,120	55,036	0,626	0,810	1,436	0,201	0,104	0,305
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	2,406	8,960	11,366	0,409	1,440	1,849	11,668	121,920	133,588	1,226	4,640	5,866	0,157	0,264	0,421
Mg <sub>2</sub>	2,026	9,858	11,884	0,614	5,208	5,822	23,762	139,128	162,890	1,167	5,022	6,189	0,121	0,227	0,348
Mg <sub>3</sub> T-	3,026	13,090	16,116	1,804	7,854	9,658	26,539	144,551	171,090	1,280	4,862	6,142	0,169	0,314	0,483
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub> P+	3,850	26,668	30,518	0,605	4,248	4,853	22,275	206,500	228,775	4,180	29,028	33,208	0,175	0,437	0,612
Mg <sub>2</sub>	3,628	13,348	16,976	0,715	10,152	10,867	18,396	123,704	142,100	3,577	20,492	24,069	0,130	0,220	0,350
Mg <sub>3</sub> T+	3,300	28,050	31,350	2,326	8,415	10,741	18,448	75,361	93,809	3,138	17,578	20,716	0,144	0,307	0,451
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	1,164	3,914	5,078	0,177	0,494	0,671	4,883	3,800	8,683	0,278	0,114	0,392	0,724	0,045	0,769
Mg <sub>2</sub>	1,233	4,809	6,042	0,247	0,609	0,856	4,877	4,914	9,791	0,329	0,126	0,455	0,864	0,045	0,909
Mg <sub>3</sub>	1,513	5,590	7,103	0,634	1,482	2,116	5,490	6,760	12,250	0,268	0,130	0,398	0,992	0,027	1,019
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	1,283	10,184	11,467	0,313	0,722	1,035	12,520	11,894	24,414	1,127	1,444	2,571	1,281	0,094	1,375
Mg <sub>2</sub>	1,578	11,286	12,864	0,294	1,056	1,350	12,808	26,466	39,274	1,174	3,102	4,276	0,515	0,083	0,598
Mg <sub>3</sub>	1,066	3,146	4,212	0,932	1,352	2,284	9,024	7,800	16,824	0,733	1,170	1,903	1,988	0,037	2,025
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub>	1,113	10,283	11,396	0,239	0,910	1,149	7,765	48,958	56,723	4,267	11,830	16,097	3,155	0,114	3,269
Mg <sub>2</sub>	2,333	14,976	17,309	0,583	2,028	2,611	21,676	95,472	117,148	6,172	18,876	25,048	2,114	0,156	2,270
Mg <sub>3</sub>	3,765	65,880	69,645	3,428	19,398	22,826	15,792	127,368	143,160	3,187	24,368	28,554	3,187	0,364	3,551
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	0,603	3,349	3,952	0,161	0,374	0,535	2,774	4,913	7,687	0,382	0,136	0,518	1,464	0,036	1,500
Mg <sub>2</sub>	0,371	2,628	2,999	0,267	0,414	0,681	1,647	3,744	5,391	0,209	0,126	0,335	0,786	0,096	0,882
Mg <sub>3</sub> P-	0,418	2,080	2,498	0,203	0,864	1,067	1,345	3,230	4,625	0,136	0,112	0,248	0,684	0,070	0,754
P <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	0,932	2,480	3,412	0,239	0,360	0,599	1,739	3,280	5,019	0,315	0,180	0,495	0,748	0,202	0,950
Mg <sub>2</sub>	1,218	2,852	4,070	0,278	0,434	0,712	2,123	7,285	9,408	0,487	0,310	0,797	0,875	0,144	1,019
Mg <sub>3</sub> T-	0,688	2,500	3,188	0,278	0,820	1,098	1,110	3,680	4,790	0,289	0,160	0,449	0,741	0,167	0,908
P <sub>3</sub> Mg <sub>1</sub>	0,363	4,212	4,575	0,132	0,756	0,888	2,459	4,896	7,355	1,337	2,736	4,073	1,161	0,145	1,306
Mg <sub>2</sub>	0,677	4,650	5,327	0,159	0,600	0,759	7,065	20,300	27,365	1,990	4,200	6,190	2,157	0,183	2,340
Mg <sub>3</sub> P+T+	1,747	7,182	8,929	0,640	2,565	3,205	10,996	24,795	35,791	2,140	2,565	4,705	2,150	0,182	2,332

Tabela 39 - Extração (em mg/2 plantas) de nutrientes e alumínio pelo cultivar CMS x S603, no experimento AlxPxC.

Tratamento	Ca			Mg			K			P			Al		
	raiz	PA	total	raiz	PA	total	raiz	PA	total	raiz	PA	total	raiz	PA	total
	Al <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,202	7,728	8,930	0,347	3,864	4,211	1,335	13,524	14,859	0,294	0,756	1,050	0,082	0,064
K <sub>2</sub> P-T+	1,269	4,758	6,027	0,810	2,574	3,384	3,915	15,600	19,515	0,270	0,624	0,894	0,038	0,028	0,066
K <sub>3</sub>	2,765	5,760	8,525	1,330	2,520	3,850	6,580	33,840	40,420	0,350	0,630	0,980	0,047	0,050	0,097
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	0,959	15,458	16,417	1,740	8,646	10,386	1,598	15,196	16,794	0,497	3,406	3,903	0,047	0,083	0,130
K <sub>2</sub>	0,954	13,375	14,329	0,509	7,375	7,884	1,749	24,375	26,124	0,413	3,000	3,413	0,045	0,080	0,125
K <sub>3</sub>	1,864	12,638	14,502	1,004	4,970	5,974	13,049	56,090	69,139	0,621	2,982	3,603	0,081	0,118	0,199
P <sub>3</sub> K <sub>1</sub> P+	1,775	18,512	20,287	0,819	8,366	9,185	7,690	47,526	55,216	2,002	21,004	23,006	0,085	0,139	0,224
K <sub>2</sub> T-	2,658	22,770	25,428	0,975	8,580	9,555	3,145	22,110	25,255	2,392	16,500	18,892	0,140	0,102	0,242
K <sub>3</sub>	2,174	16,224	18,398	0,587	6,422	7,009	5,106	62,530	67,636	1,277	10,985	12,262	0,081	0,127	0,208
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,729	5,112	5,841	0,259	1,080	1,339	2,280	4,320	6,600	0,400	0,612	1,012	0,134	0,051	0,185
K <sub>2</sub>	1,112	4,482	5,594	0,195	3,060	3,256	4,643	3,699	8,342	0,327	0,540	0,867	0,128	0,055	0,183
K <sub>3</sub>	0,730	2,086	2,816	0,150	0,700	0,850	1,680	2,492	4,172	0,200	0,126	0,326	0,077	0,030	0,107
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	1,488	7,904	9,392	0,651	3,848	4,499	3,627	9,672	13,299	0,651	2,080	2,731	0,251	0,093	0,324
K <sub>2</sub>	1,014	6,480	7,494	0,624	2,400	3,024	4,875	10,480	15,355	0,663	1,290	1,943	0,290	0,066	0,356
K <sub>3</sub>	0,228	1,971	2,199	0,076	0,783	0,859	2,341	5,292	7,633	0,106	0,189	0,295	0,095	0,022	0,117
P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	0,924	11,811	12,735	0,440	5,208	5,648	1,188	8,742	9,930	1,012	7,905	8,917	0,403	0,084	0,487
K <sub>2</sub>	1,134	17,484	18,618	0,725	6,200	6,925	2,331	17,856	20,187	1,355	10,664	12,019	0,490	0,115	0,605
K <sub>3</sub>	1,723	16,768	18,491	0,934	4,992	5,926	12,585	53,120	65,705	1,869	6,912	8,781	0,483	0,122	0,605
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,189	2,144	2,333	0,164	0,832	0,996	0,148	1,424	1,572	0,148	0,240	0,388	0,318	0,063	0,381
K <sub>2</sub> T+	0,225	2,160	2,385	0,144	0,896	1,040	0,801	1,840	2,640	0,144	0,224	0,368	0,256	0,057	0,313
K <sub>3</sub> P-	0,300	1,590	1,890	0,180	0,795	0,975	1,043	2,385	3,428	0,113	0,180	0,293	0,394	0,038	0,432
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	0,294	1,932	2,226	0,168	0,851	1,019	0,840	1,863	2,703	0,263	0,345	0,608	0,317	0,057	0,374
K <sub>2</sub>	0,276	2,002	2,278	0,161	0,860	1,041	1,633	3,168	4,801	0,380	0,398	0,778	0,413	0,051	0,464
K <sub>3</sub>	0,326	1,710	2,036	0,130	0,684	0,814	1,395	2,988	4,383	0,353	0,252	0,605	0,460	0,046	0,506
P <sub>3</sub> K <sub>1</sub> P+	0,328	4,371	4,699	0,222	1,767	1,989	0,761	3,782	4,543	0,842	3,069	3,911	0,649	0,051	0,700
K <sub>2</sub> T-	0,298	2,356	2,654	0,158	0,950	1,108	1,051	2,688	3,939	0,558	1,577	2,135	0,462	0,038	0,500
K <sub>3</sub>	0,300	3,379	3,679	0,168	1,364	1,532	2,916	10,137	13,053	0,760	2,655	3,415	0,657	0,042	0,699

Tabela 40 - Extração (em mg/2 plantas) de nutrientes e alumínio pelo cultivar BR-500, no experimento AlxPxK.

Tratamento	Ca			Mg			K			P			Al		
	raiz	PA	total	raiz	PA	total	raiz	PA	total	raiz	PA	total	raiz	PA	total
	Al <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,923	6,552	7,475	0,308	4,599	4,907	1,066	7,434	8,500	0,328	0,756	1,084	0,100	0,030
K <sub>2</sub> P-	0,810	3,960	4,770	0,765	3,135	3,900	3,015	16,610	19,625	0,315	0,550	0,865	0,133	0,037	0,170
K <sub>3</sub>	1,479	4,697	6,176	0,725	2,135	2,860	5,075	22,509	27,584	0,377	0,549	0,926	0,205	0,070	0,275
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	1,082	9,680	10,762	0,603	5,600	6,203	0,853	8,160	9,013	0,520	1,600	2,120	0,117	0,040	0,157
K <sub>2</sub>	1,161	12,669	13,830	0,918	9,373	10,291	1,701	24,617	26,318	0,567	10,630	11,197	0,098	0,088	0,186
K <sub>3</sub> T-	1,519	10,764	12,283	0,682	5,031	5,713	5,828	50,895	56,723	0,527	2,691	3,218	0,082	0,068	0,150
P <sub>3</sub> K <sub>1</sub> T+	0,966	11,155	12,121	0,506	5,820	6,326	3,059	34,144	37,203	0,851	9,894	10,745	0,062	0,063	0,125
K <sub>2</sub>	1,246	10,318	11,564	0,498	4,288	4,786	0,997	10,117	11,114	0,961	6,231	7,192	0,103	0,058	0,161
K <sub>3</sub> P+	1,645	12,464	14,108	0,517	6,050	6,567	6,580	42,955	49,535	0,846	8,470	9,316	0,050	0,087	0,137
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,810	3,003	3,813	0,216	0,567	0,783	0,932	2,205	3,137	0,284	0,273	0,557	0,131	0,032	0,163
K <sub>2</sub>	0,513	2,534	3,047	0,131	0,462	0,593	1,192	1,470	2,662	0,148	0,154	0,302	0,079	0,027	0,106
K <sub>3</sub>	0,170	1,190	1,360	0,082	0,350	0,432	1,336	1,370	2,706	0,139	0,050	0,189	0,198	0,018	0,216
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	0,832	5,472	6,304	0,780	2,952	3,732	2,626	5,328	7,954	0,650	1,152	1,802	0,266	0,060	0,326
K <sub>2</sub>	1,246	9,310	10,556	1,469	3,920	5,389	6,987	9,310	16,297	1,113	2,156	3,269	0,456	0,086	0,542
K <sub>3</sub>	0,574	4,128	4,702	0,554	1,568	4,419	2,851	9,728	12,579	0,614	0,256	0,870	0,096	0,049	0,145
P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	0,820	10,480	11,300	0,500	4,640	5,140	0,800	8,560	9,360	1,040	6,720	7,760	0,514	0,058	0,572
K <sub>2</sub>	0,894	15,147	16,041	0,736	7,227	7,963	2,051	21,384	23,435	1,052	11,187	12,239	0,500	0,112	0,612
K <sub>3</sub>	1,188	10,541	11,729	0,489	4,150	4,639	4,683	31,208	35,891	1,305	4,316	5,621	1,256	0,061	1,317
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,154	1,530	1,684	0,120	0,650	0,770	0,467	0,950	1,117	0,120	0,090	0,210	0,319	0,032	0,351
K <sub>2</sub> P-	0,104	1,197	1,301	0,112	0,567	0,679	0,384	0,672	1,056	0,124	0,091	0,215	0,263	0,028	0,291
K <sub>3</sub>	0,288	1,000	1,288	0,185	0,592	0,777	0,819	2,144	2,963	0,081	0,083	0,169	0,274	0,021	0,295
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	0,295	1,712	2,007	0,257	0,768	1,025	0,912	2,513	3,425	0,304	0,244	0,528	0,461	0,042	0,503
K <sub>2</sub>	0,137	1,290	1,427	0,114	0,730	0,844	0,496	1,240	1,736	0,182	0,170	0,352	0,338	0,029	0,367
K <sub>3</sub> T-	0,248	1,040	1,288	0,193	0,540	0,733	0,913	1,930	2,843	0,253	0,130	0,383	0,382	0,021	0,403
P <sub>3</sub> K <sub>1</sub> P+T+	0,546	4,558	5,104	0,560	2,150	2,710	0,770	6,106	6,876	1,288	3,870	5,158	0,897	0,050	0,947
K <sub>2</sub>	0,568	3,164	3,732	0,312	1,316	1,628	1,789	4,984	6,773	1,079	2,240	3,319	0,851	0,030	0,891
K <sub>3</sub>	0,307	3,306	3,613	0,192	1,276	1,468	2,624	9,483	12,107	1,050	2,088	3,138	0,944	0,035	0,979

Tabela 41 - Extração (em mg/2 plantas) de nutrientes e alumínio pelo cultivar Sart, no experimento AlxPxK.

Tratamento	Ca			Mg			K			P			Al		
	raiz	PA	total	raiz	PA	total	raiz	PA	total	raiz	PA	total	raiz	PA	total
	Al <sub>0</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,706	11,486	12,892	0,361	6,069	6,430	1,935	16,422	18,357	0,594	0,952	1,546	0,107	0,057
K <sub>2</sub> P-	1,272	7,560	8,832	0,583	4,200	4,783	3,472	33,705	37,177	0,265	0,945	1,210	0,037	0,081	0,118
K <sub>3</sub> T-	2,245	8,512	10,757	0,846	3,808	4,654	7,286	48,608	55,894	0,368	0,896	1,264	0,050	0,106	0,156
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	1,206	16,641	20,069	0,536	8,127	8,663	1,260	11,610	12,870	0,348	2,580	2,928	0,111	0,103	0,214
K <sub>2</sub>	1,435	16,731	18,166	0,660	8,866	9,526	2,124	22,594	24,718	0,488	3,432	3,920	0,073	0,110	0,183
K <sub>3</sub>	2,805	19,040	21,845	0,880	8,064	8,944	16,720	50,848	67,568	0,825	4,256	5,081	0,142	0,121	0,263
P <sub>3</sub> K <sub>1</sub> P+	2,509	26,093	28,602	0,922	13,450	14,372	8,397	67,788	76,185	1,997	21,520	23,517	0,105	0,140	0,245
K <sub>2</sub> T+	2,280	26,671	28,951	0,834	10,740	11,574	1,585	23,807	25,392	1,418	15,394	16,812	0,155	0,050	0,205
K <sub>3</sub>	3,719	25,186	28,905	0,869	11,308	12,177	20,576	81,726	102,302	1,739	13,364	15,103	0,106	0,157	0,263
Al <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,974	10,437	12,411	0,378	2,343	2,721	2,856	7,384	10,240	0,756	1,278	2,034	0,332	0,150	0,482
K <sub>2</sub>	1,252	5,291	6,543	0,268	1,110	1,378	6,556	3,293	9,849	0,328	0,481	0,809	0,201	0,058	0,259
K <sub>3</sub>	0,286	1,548	1,834	0,091	0,810	0,901	2,613	3,042	5,655	0,234	0,072	0,306	0,347	0,029	0,376
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	1,898	10,875	12,773	0,923	5,365	6,288	4,258	13,485	17,743	0,975	2,320	3,295	0,673	0,139	0,812
K <sub>2</sub>	1,750	15,987	17,737	0,910	6,132	7,042	10,920	25,842	36,762	1,610	3,285	4,895	0,834	0,237	1,071
K <sub>3</sub>	0,874	5,995	6,869	0,519	2,530	3,049	4,723	19,635	24,358	0,983	0,495	1,478	1,621	0,066	1,687
P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	1,665	29,866	31,531	0,666	10,682	11,348	1,776	19,402	21,178	1,702	13,516	15,218	0,925	0,235	1,160
K <sub>2</sub>	1,013	20,628	22,541	0,975	8,213	9,188	4,050	33,234	37,284	1,688	10,505	12,193	0,882	0,180	1,062
K <sub>3</sub>	2,489	21,090	23,579	1,146	7,600	8,746	11,692	81,320	93,012	1,778	6,650	8,428	2,741	0,169	2,910
Al <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,180	3,616	3,796	0,170	1,264	1,434	0,930	1,088	2,018	0,230	0,144	0,374	0,685	0,103	0,783
K <sub>2</sub>	0,224	2,266	2,490	0,182	1,210	1,392	2,114	2,486	4,600	0,280	0,132	0,412	0,679	0,080	0,759
K <sub>3</sub> P-T-	0,179	2,128	2,307	0,133	1,134	1,267	1,451	3,234	1,267	0,109	0,126	0,235	0,546	0,080	0,626
P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	0,575	5,152	5,727	0,391	2,254	2,645	1,449	6,854	8,303	0,874	1,104	1,978	1,156	0,132	1,268
K <sub>2</sub>	0,230	2,856	3,086	0,219	1,488	1,707	1,438	3,624	5,052	0,437	0,408	0,845	0,672	0,104	0,776
K <sub>3</sub>	0,175	3,751	3,926	0,070	1,581	1,651	2,398	7,502	9,900	0,193	0,434	0,627	0,715	0,087	0,800
P <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	0,690	9,595	10,285	0,460	4,580	5,020	2,001	13,680	15,681	1,725	7,695	9,420	1,355	0,172	1,507
K <sub>2</sub> P+T+	1,240	9,768	11,008	0,536	3,996	4,532	5,930	31,746	37,676	2,647	7,659	10,306	1,910	0,118	2,028
K <sub>3</sub>	0,371	7,722	8,093	0,195	2,754	2,909	5,714	20,736	26,450	1,521	4,482	6,003	1,526	0,094	1,620





Tabela 43 - Comparação de teores, quantidades e razões de elementos entre os tratamentos que acarretaram maiores e menores produções de matéria seca no nível 12 ppm de alumínio e tolerância ao alumínio no experimento AlxPxCa.

	ONS x S603	Br500	Sart	Br602
Tratamento maior - matéria seca	>K (23%), Ca(154%) <P (11%), Mg(52%), Al (64%)	>Ca (300%), P (222%), K (67%) <Mg (22%), Al (52%)	>Ca (880%), K (12%), <Mg (34%), Al (38%), P (76%)	>K (70%), Ca (89%), P (283%) <Mg (11%), Al (17%)
Quantidade	>Ca, Mg, K, P, Al	>Ca, Mg, K, P, Al	>Ca, Mg, K, P, Al	>Ca, Mg, K, P, Al
Razão	> Ca/K, Ca/Mg, P/Mg < Mg/K, Al/P, Al/Ca, Al/K, Al/Mg, P/Ca, P/K	>Ca/K, Ca/Mg, P/Mg, P/K <Mg/K, Al/P, Al/Ca, Al/Mg, Al/K, P/Ca	>Ca/K, Ca/Mg, Al/P <Mg/K, Al/Ca, Al/Mg, Al/K, <P/Mg, P/Ca, P/K	>Ca/K, Ca/Mg, P/Mg P/Ca, P/K <Mg/K, Al/P, Al/Ca, Al/Mg, Al/K
Tratamento maior - tolerância ao Al	<Mg (11%), K(16%), P (19%), Al (37%), Ca (88%) <Ca, Mg, K, P, Al	>Ca (1620%), K (90%), P (38%) <Mg (9%), Al(56%) >Ca, Mg, K, P, Al	>Mg (24%), K (68%), >Ca (123%), P (271%) <Al (60%) >Ca, Mg, K, P, Al	>K (71%), P (575%) <Mg (12%), Al(40%), Ca (84%) >Mg, K, P, Al <Ca
Quantidade	<Ca, Mg, K, P, Al	>Ca, Mg, K, P, Al	>Ca, Mg, K, P, Al	>Mg, K, P, Al <Ca
Razão	> Mg/K, Al/Ca, P/Ca < Ca/K, Ca/Mg, Al/P, Al/Mg, Al/K, P/Mg, P/K	>Ca/Mg, P/Mg, Ca/K <Mg/K, Al/P, Al/Ca, Al/K, P/Ca, P/K, Al/Mg	>Ca/K, Ca/Mg, P/Mg, P/Ca, P/K <Mg/K, Al/P, Al/Ca, Al/Mg, Al/K	> Al/Ca, P/Mg, P/Ca P/K < Ca/K, Mg/K, Ca/Mg Al/P, Al/Mg, Al/K

Tabela 44 - Comparação de teores, quantidades e razões de elementos entre os tratamentos que acarretaram maiores e menores produções de matéria seca e tolerância ao alumínio no experimento AlxP>Mg.

	ONS x S603		Br500		Sart		Br602	
Tratamento maior - matéria seca	Teor	>K (63%), P (855%) <Ca (2%); Al (34%) Mg (66%)	>Mg (58%), Ca (70%), K (92%), P (1140%) <Al (14%)	>Al (48%), Ca (81%), K (157%) >Mg (169%), P (1517%)	>K (112%), P (543%) <Ca (3%), Mg (17%), Al (27%)	Quantidade	>Ca, Mg, K, P, Al	>Ca, Mg, K, P, Al
	Razão	>Ca/Mg, Al/Mg, P/Mg, P/Ca, P/K <Ca/K, Mg/K, Al/P, Al/Ca Al/K	>Ca/Mg, P/Mg, P/Ca, P/K <Ca/K, Mg/K, Al/P, Al/Ca Al/Mg, Al/K	>P/Mg, P/Ca, P/K <Ca/K, Ca/Al, Al/P, Al/Ca, <Al/Mg, Al/K inalterada Mg/K	>Ca/Al, P/Mg, P/Ca, P/K <Ca/K, Mg/K, Al/P, Al/Ca Al/Mg, Al/K			
Tratamento maior - tolerância ao Al	Teor	>K (63%), P (855%) <Ca (2%), Al (34%) Mg (66%)	>Mg (58%), Ca (70%), K (92%), P (1140%) <Al (14%)	>K (68%), P (925%), <Ca (4%), Al (46%), Mg (71%)	>Ca (0,8%), Mg (10%), K (136%), P (462%), <Al (62%)	Quantidade	>Ca, Mg, K, P, Al	>Ca, Mg, K, P, Al
	Razão	>Ca/Mg, Al/Mg, P/Mg, P/Ca, P/K <Ca/K, Mg/K, Al/P, Al/Ca Al/K	>Ca/Mg, P/Mg, P/Ca, P/K <Ca/K, Mg/K, Al/P, Al/Ca, Al/Mg, Al/K	>P/Mg, P/Ca, P/K <Ca/K, Ca/Al, Al/P, Al/Ca, <Al/Mg, Al/K inalterada Mg/K	>P/Mg, P/Ca, P/K <Ca/K, Mg/K, Ca/Mg Al/P, Al/Ca, Al/Mg Al/K			

Tabela 45 - Comparação de teores, quantidades e razões de elementos nos tratamentos que acarretaram as maiores e menores produções de matéria seca e tolerância ao alumínio no experimento AlxPxx.

	QNS x S603	Br500	Sart	Br602
<b>Tratamento maior - matéria seca</b>				
<b>Teor</b>	>Ca (33%), Mg (7%), P (725%)	>K (48%), P (592%)	>K (24%), P (667%)	>K (97%), P (1100%)
<b>razão</b>	<K (23%), Al (35%)	<Ca (38%), Mg (38%), Al (71%)	<Ca (42%), Mg (55%) Al (81%)	<Ca (13%), Mg (26%), Al (60%)
<b>Quantidade</b>	>Ca, Mg, K, P, Al	>Ca, Mg, K, P, Al	>Ca, Mg, K, P, Al	>Ca, Mg, K, P, Al
<b>Razão</b>	>Ca/K, Mg/K, Ca/Mg, P/Mg	>Ca/Mg, P/Mg, P/Ca, P/K	>Ca/Mg, P/Mg, P/Ca, P/K	>Ca/Mg, P/Mg, P/Ca, P/K
	P/Ca, P/K	<Ca/K, Mg/K, Al/P, Al/Ca	<Mg/K, Al/P, Al/Ca, Al/Mg	<Ca/K, Mg/K, Al/P, Al/Ca, Al/Mg, Al/K
	<Al/P, Al/Ca, Al/Mg, Al/K	<Al/Mg, Al/K	Al/K, Ca/K	
<b>Tratamento maior - tolerância ao Al</b>				
<b>teor</b>	>Ca (9%), Mg (12%), Al (77%)	>Ca (2%), P (592%), <Mg (7%), K (26%), Al (43%)	>K (24%), P (667%), <Ca (42%), Mg (55%), Al (81%)	>K (97%), P (1100%), <Ca (13%), Mg (26%), Al (60%)
<b>Quantidade</b>	>Al	>Ca, Mg, K, P, Al	>Ca, Mg, K, P, Al	>Ca, Mg, K, P, Al
<b>razão</b>	<Ca, Mg, K, P	>Ca, Mg, K, P, Al	>Ca, Mg, K, P, Al	>Ca, Mg, K, P, Al
	>Ca/K, Mg/K, Al/P, Al/Ca	>Ca/K, Mg/K, Ca/Mg, P/Mg	>Ca/Mg, P/Mg, P/Ca, P/K	>Ca/Mg, P/Mg, P/Ca, P/K
	Al/Mg, Al/K	P/Ca, P/K	Ca/K, Mg/K, Al/P, Al/Ca	<Ca/K, Mg/K, Al/P, Al/Ca, Al/Mg, Al/K
	<Ca/Mg, P/Mg, P/Ca, P/K	<Al/P, Al/Ca, Al/Mg, Al/K	Al/Ca, <Al/Mg, Al/K	

Tabela 49 - Resultados da análise estatística para teores de elementos minerais e produção de matéria seca das folhas, colmos e raízes.

Causas de Variação	ms			P			K			Ca			Mg			Mn			Fe			Al		
	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F
Do(2)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Co(1)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Cu(2)	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**
DoxCo	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns
DoxCu	**	ns	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns
CoxCu	ns	ns	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns
DoxCoxCu	**	ns	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns	**	**	ns
CV	10,76	9,44	7,24	11,60	12,79	10,59	6,98	8,81	7,86	11,93	12,06	11,20	9,80	11,84	11,78	12,20	15,84	14,33	12,11	17,19	13,32	8,31	11,98	11,59
Cod.Do <sub>0</sub>	**	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Cod.Do <sub>1</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Cod.Do <sub>2</sub>	**	ns	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Dod.Co <sub>1</sub>	**	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Dod.Co <sub>2</sub>	**	ns	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Cud.Do <sub>0</sub>	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Cud.Do <sub>1</sub>	ns	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Cud.Do <sub>2</sub>	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Dod.Cu <sub>1</sub>	**	*	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Dod.Cu <sub>2</sub>	**	*	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Dod.Cu <sub>3</sub>	**	*	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Cud.Co <sub>1</sub>	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Cud.Co <sub>2</sub>	ns	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Cod.Cu <sub>1</sub>	**	*	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Cod.Cu <sub>2</sub>	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Cod.Cu <sub>3</sub>	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

Obs.: Do = doses (Do<sub>0</sub> = 0; Do<sub>1</sub> = 2 e 4 t calcário e silicato; Do<sub>2</sub> = 4 e 8 t de calcário e silicato), Co = corretivos (Co<sub>1</sub> = calcário; Co<sub>2</sub> = sili-  
cato); Cu = cultivares (Cu<sub>1</sub> = Br602; Cu<sub>2</sub> = Ample-H-OK; Cu<sub>3</sub> = Br500); CV = coeficiente de variação; ns = matéria seca; d = dentro de;  
ns = não significativo; \* = significativo ao nível de 5%; \*\* = significativo ao nível de 1%; R = raiz; C = colmo; F = folha.

Tabela 50 - Resumos comparativos dos testes de Tukey para matéria seca e teores dos elementos fósforo e potássio

Matéria seca										P					
Do x Co	Co <sub>1</sub>			Co <sub>2</sub>			Co <sub>1</sub>			Co <sub>2</sub>					
	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F			
dms	0,19	0,20	0,31	0,19	-	0,31	-	0,13	1,14	-	-	1,14			
Do <sub>0</sub>	b	b	b	b	-	a	-	a	a	-	-	b			
Do <sub>1</sub>	ab	b	ab	b	-	a	-	b	a	-	-	a			
Do <sub>2</sub>	a	a	a	a	-	a	-	b	b	-	-	b			

Do x Cu	Cu <sub>1</sub>			Cu <sub>2</sub>			Cu <sub>3</sub>			Cu <sub>1</sub>			Cu <sub>2</sub>			Cu <sub>3</sub>		
	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F
dms	0,23	0,24	0,38	0,23	0,24	-	0,23	0,24	-	0,06	0,16	-	-	0,16	1,39	-	0,16	1,39
Do <sub>0</sub>	b	b	b	a	b	-	b	b	-	b	a	-	-	a	b	-	a	a
Do <sub>1</sub>	b	ab	ab	b	ab	-	a	ab	-	a	a	-	-	b	a	-	b	a
Do <sub>2</sub>	a	a	a	a	a	-	a	a	-	c	b	-	-	b	ab	-	b	b

Cu x Do	Do <sub>0</sub>			Do <sub>1</sub>			Do <sub>2</sub>			Do <sub>0</sub>			Do <sub>1</sub>			Do <sub>2</sub>		
	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F
dms	0,23	0,24	0,38	-	0,24	-	-	0,24	0,38	-	0,16	1,39	0,06	0,16	1,39	0,06	-	-
Cu <sub>1</sub>	b	b	b	-	b	-	-	b	ab	-	b	b	a	a	b	b	-	-
Cu <sub>2</sub>	a	a	a	-	a	-	-	a	a	-	a	c	a	b	b	ab	-	-
Cu <sub>3</sub>	b	b	b	-	b	-	-	b	b	-	ab	a	b	ab	a	a	-	-

Cu x Co	Co <sub>1</sub>			Co <sub>2</sub>			Co <sub>1</sub>			Co <sub>2</sub>		
	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F
dms	-	0,20	0,31	-	0,20	0,31	-	0,13	-	-	0,13	-
Cu <sub>1</sub>	-	b	ab	-	b	b	-	b	-	-	a	-
Cu <sub>2</sub>	-	a	a	-	a	a	-	a	-	-	b	-
Cu <sub>3</sub>	-	b	b	-	b	b	-	a	-	-	ab	-

Do x Co	Co <sub>1</sub>			Co <sub>2</sub>		
	C	F		R	C	F
dms	0,02	0,22	0,21	0,02	-	0,21
Do <sub>0</sub>	a	a	a	a	-	b
Do <sub>1</sub>	b	b	b	b	-	a
Do <sub>2</sub>	ab	b	b	c	-	a

Co x Cu	Cu <sub>1</sub>			Cu <sub>2</sub>			Cu <sub>3</sub>		
	R	C	F	R	C	F	R	C	F
dms	0,03	0,27	-	0,03	0,27	-	-	0,27	-
Do <sub>0</sub>	a	a	-	a	a	-	-	a	-
Do <sub>1</sub>	b	a	-	b	b	-	-	b	-
Do <sub>2</sub>	ab	b	-	b	b	-	-	b	-

Cu x Do	Do <sub>0</sub>			Do <sub>1</sub>			Do <sub>2</sub>		
	R	C	F	R	C	F	R	C	F
dms	-	-	-	0,03	0,27	-	0,03	-	-
Cu <sub>1</sub>	-	-	-	ab	a	-	a	-	-
Cu <sub>2</sub>	-	-	-	b	ab	-	b	-	-
Cu <sub>3</sub>	-	-	-	a	b	-	a	-	-

Cu x Co	Co <sub>1</sub>			Co <sub>2</sub>		
	R	C	F	R	C	F
dms	-	-	0,21	0,02	-	0,21
Cu <sub>1</sub>	-	-	b	a	-	b
Cu <sub>2</sub>	-	-	b	b	-	ab
Cu <sub>3</sub>	-	-	a	a	-	a

Obs.: Do<sub>0</sub> = 0; Do<sub>1</sub> = 2 t calcário e 4 t silicato; Do<sub>2</sub> = 4 t calcário e 8 t silicato; Co<sub>1</sub> = corretivo calcário; Co<sub>2</sub> = corretivo silicato; P = raiz  
C = colmo; F = folhas; dms = diferença mínima significativa; Cu = cultivar (Cu<sub>1</sub> = Br602; Cu<sub>2</sub> = Ample-II-OK; Cu<sub>3</sub> = Br500).

Tabela 51 - Resultados comparativos dos testes de Tukey para testes de Tukey para testes dos elementos cálcio, magnésio, manganês, ferro e alumínio.

Dose	Mg												Mn																		
	Ca				Cu				Co				Cu <sub>1</sub>				Cu <sub>2</sub>				Cu <sub>3</sub>										
	R.	C.	F.	P.	R.	C.	F.	P.	R.	C.	F.	P.	R.	C.	F.	P.	R.	C.	F.	P.	R.	C.	F.	P.	R.	C.	F.	P.			
Do	0,10	0,23	0,17	0,10	0,23	0,17	0,06	0,07	0,06	0,02	0,06	0,08	0,08	0,08	0,08	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Do <sub>0</sub>	b	a	ab	c	b	b	b	a	a	b	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Do <sub>1</sub>	ab	b	a	a	a	a	a	b	ab	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Do <sub>2</sub>	a	ab	b	b	ab	a	a	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
Cu <sub>1</sub>	C.	F.	R.	C.	F.	R.	C.	C.	F.	R.	C.	C.	F.	R.	C.	C.	F.	R.	C.	C.	F.	R.	C.	C.	F.	R.	C.	C.	F.	R.	C.
Cu <sub>2</sub>	0,28	0,12	-	-	0,12	-	-	0,02	0,08	-	-	0,08	0,08	-	-	0,08	0,08	-	-	0,08	0,08	-	-	0,08	0,08	-	-	0,08	0,08	-	-
Cu <sub>3</sub>	ab	b	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Do	0,12	0,28	0,12	0,12	0,28	0,12	0,12	0,08	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08
Do <sub>0</sub>	a	a	a	a	a	a	a	b	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Do <sub>1</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Do <sub>2</sub>	b	b	c	b	b	c	b	c	b	a	b	a	b	a	b	ab	b	a	b	ab	b	a	b	ab	b	a	b	ab	b	a	b
Cu <sub>0</sub>	C.	F.	R.	C.	F.	R.	C.	C.	F.	R.	C.	C.	F.	R.	C.	C.	F.	R.	C.	C.	F.	R.	C.	C.	F.	R.	C.	C.	F.	R.	C.
Cu <sub>1</sub>	0,12	0,28	0,12	0,12	0,28	0,12	0,12	0,08	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08
Cu <sub>2</sub>	a	a	a	a	a	a	a	b	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Cu <sub>3</sub>	ab	b	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Co <sub>1</sub>	0,18	139,03	-	-	184,18	-	-	184,18	139,03	-	-	184,18	139,03	-	-	184,18	139,03	-	-	184,18	139,03	-	-	184,18	139,03	-	-	184,18	139,03	-	-
Co <sub>2</sub>	a	a	b	b	a	a	a	a	a	b	b	a	a	b	b	a	a	b	b	a	a	b	b	a	a	b	b	a	a	b	b
Co <sub>3</sub>	ab	b	a	a	a	a	a	b	ab	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Do	0,12	0,28	0,12	0,12	0,28	0,12	0,12	0,08	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08
Do <sub>0</sub>	a	a	a	a	a	a	a	b	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Do <sub>1</sub>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Do <sub>2</sub>	b	b	c	b	b	c	b	c	b	a	b	a	b	a	b	ab	b	a	b	ab	b	a	b	ab	b	a	b	ab	b	a	b
Co <sub>0</sub>	C.	F.	R.	C.	F.	R.	C.	C.	F.	R.	C.	C.	F.	R.	C.	C.	F.	R.	C.	C.	F.	R.	C.	C.	F.	R.	C.	C.	F.	R.	C.
Co <sub>1</sub>	0,18	139,03	-	-	184,18	-	-	184,18	139,03	-	-	184,18	139,03	-	-	184,18	139,03	-	-	184,18	139,03	-	-	184,18	139,03	-	-	184,18	139,03	-	-
Co <sub>2</sub>	a	a	b	b	a	a	a	a	a	b	b	a	a	b	b	a	a	b	b	a	a	b	b	a	a	b	b	a	a	b	b
Co <sub>3</sub>	ab	b	a	a	a	a	a	b	ab	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

Obs: Do<sub>0</sub> = 0; Do<sub>1</sub> = 2 ton. calcário e 4 ton. silicático; Do<sub>2</sub> = 4 ton. calcário e 8 ton. silicático; Co<sub>1</sub> = corretivo calcário; Co<sub>2</sub> = corretivo silicático; R = Raiz; C = colmo; F = folhas; abs = diferenças mínimas significativas; Cu = cultivar (Cu<sub>1</sub> = Br 602; Cu<sub>2</sub> = Asple H - OK; Cu<sub>3</sub> = Br 500).

Tabela 51 - Resumos comparativos dos testes de Tukey para os elementos ferro e alumínio.

Do x Co	Fe												Al								
	Co <sub>1</sub>						Co <sub>2</sub>						Co <sub>1</sub>			Co <sub>2</sub>					
	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F			
dms	796,02	40,76	36,89	796,02	-	36,89	-	17,91	24,90	-	17,91	24,90	-	17,91	24,90	-	17,91	24,90			
Do <sub>0</sub>	b	a	a	b	-	ab	-	a	a	-	a	a	-	a	a	-	a	c			
Do <sub>1</sub>	a	b	b	b	-	a	-	c	b	-	b	b	-	b	b	-	b	b			
Do <sub>2</sub>	a	b	b	a	-	b	-	b	b	-	b	a	-	b	a	-	b	a			
Do x Cu	Cu <sub>1</sub>						Cu <sub>2</sub>						Cu <sub>1</sub>			Cu <sub>2</sub>			Cu <sub>3</sub>		
R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	
dms	974,92	49,92	-	974,92	49,92	-	974,92	-	974,92	-	974,92	-	1983,86	21,93	30,49	-	21,93	-	1983,86	21,93	30,49
Do <sub>0</sub>	b	a	-	b	a	-	c	-	c	-	c	-	b	a	a	-	a	-	b	a	b
Do <sub>1</sub>	a	ab	-	b	b	-	b	-	b	-	b	-	a	b	b	-	b	-	b	b	a
Do <sub>2</sub>	a	b	-	a	b	-	a	-	a	-	a	-	b	b	b	-	b	-	b	a	ab
Cu x Do	Do <sub>0</sub>			Do <sub>1</sub>			Do <sub>2</sub>			Do <sub>0</sub>			Do <sub>1</sub>			Do <sub>2</sub>					
R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	
dms	-	49,92	-	974,92	-	-	-	-	974,92	-	-	-	1983,86	21,93	30,49	1983,86	-	30,49	1983,86	21,93	
Cu <sub>1</sub>	-	b	-	a	-	-	-	-	b	-	-	-	b	b	a	a	-	b	b	b	
Cu <sub>2</sub>	-	a	-	b	-	-	-	-	ab	-	-	-	a	a	a	b	-	b	ab	b	
Cu <sub>3</sub>	-	b	-	ab	-	-	-	-	a	-	-	-	b	b	a	b	-	a	a	a	
Cu x Co	Co <sub>1</sub>						Co <sub>2</sub>						Co <sub>1</sub>			Co <sub>2</sub>					
R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	
dms	-	40,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,91	-	-	-	-	-	24,90	-	
Cu <sub>1</sub>	-	b	-	-	-	-	-	-	b	-	-	-	b	-	-	-	-	-	b	b	
Cu <sub>2</sub>	-	a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	a	-	-	-	-	-	-	b	
Cu <sub>3</sub>	-	b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	a	-	-	-	-	-	-	a	

Obs.: Do<sub>0</sub> = 0; Do<sub>1</sub> = 2 t calcário e 4 t silicato; Do<sub>2</sub> = 4 t calcário e 8 t silicato; Co<sub>1</sub> = corretivo calcário, Co<sub>2</sub> = corretivo silicato; R = raiz; C = colmo; F = folha, dms = diferença mínima significativa; Cu = cultivar (Cu<sub>1</sub> = Br502, Cu<sub>2</sub> = Ample-H-OK, Cu<sub>3</sub> = Br500).



Tabela 52 - Resumo comparativo dos testes de Tukey para matéria seca e teores dos elementos minerais.

	ms		P			X			Ca			Mg			
	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F	R	C	F
	Do	0,13	0,14	0,22	0,03	0,09	0,81	0,02	0,15	-	0,07	-	0,12	0,01	0,05
Do <sub>0</sub>	b	b	b	ab	a	ab	a	a	-	b	-	b	b	a	b
Do <sub>1</sub>	b	b	ab	a	b	a	b	b	-	a	-	a	a	b	a
Do <sub>2</sub>	a	a	a	b	b	b	b	b	-	a	-	b	b	b	ab
Cu	-	0,14	0,22	-	-	0,81	0,02	-	0,12	0,07	0,13	0,12	0,01	-	0,04
Cu <sub>1</sub>	-	b	b	-	-	b	ab	-	b	a	a	b	a	-	b
Cu <sub>2</sub>	-	a	a	-	-	b	b	-	b	ab	b	b	ab	-	b
Cu <sub>3</sub>	-	b	b	-	-	a	a	-	a	b	b	a	b	-	a
Mn															
Fe															
Al															
Do	55,53	130,24	98,31	562,87	28,82	26,08	1145,38	12,66	-	-	-	-	-	-	-
Do <sub>0</sub>	a	a	a	c	a	b	a	b	a	-	-	-	-	-	-
Do <sub>1</sub>	b	b	b	b	b	a	a	b	b	-	-	-	-	-	-
Do <sub>2</sub>	c	c	c	a	b	b	a	b	b	-	-	-	-	-	-
Cu	55,53	130,24	98,31	-	28,82	26,08	1145,38	12,66	-	-	-	-	-	-	-
Cu <sub>1</sub>	b	b	b	-	b	a	a	b	-	-	-	-	-	-	-
Cu <sub>2</sub>	a	a	b	-	a	b	ab	a	-	-	-	-	-	-	-
Cu <sub>3</sub>	a	a	a	-	ab	a	b	a	-	-	-	-	-	-	-

Obs.: ms = matéria seca; R = raiz; C = colmo; F = folhas; Do = doses (Do<sub>0</sub> = 0; Do<sub>1</sub> = 2 t calcário e 4 t silicato, Do<sub>2</sub> = 4 t calcário e 8 t silicato); Cu = cultivar (Cu<sub>1</sub> = Br602; Cu<sub>2</sub> = Ampla-H-OK, Cu<sub>3</sub> = Br500); dms = diferença mínima significativa.

Tabela 53 - Resultados de análises químicas do solo antes e após a colheita, e algumas relações entre elementos minerais.

Cultivar	tratamento	pH 15 dias após colhei- ta.	C	P	Mn	K	Ca	Mg	Al	CTC <sub>ef</sub>	Al	Ca/K	Ca/Al <sub>2</sub>	Ca/Al	Ca/Mn	Al/P	Mg/Al	Ca:Mg:K	Ca:Mg:K		
																				§	§
			----- mg/100 g --																		
			--- ppm ---																		
			Sat																		
Ample-H-0K	Ca	0	5,8	5,0	0,54	215	50	0,12	1,84	0,48	0,25	2,69	9,3	15,5	3,8	7,4	6,3	0,12	1,9	15:4:1	19,3
		1	6,3	5,3	0,52	228	43	0,10	2,48	0,36	0,32	3,26	9,8	24,8	6,9	7,7	11,5	0,14	1,1	25:4:1	28,4
		2	6,7	5,6	0,49	256	62	0,10	2,96	0,32	0,32	3,70	8,6	29,6	9,2	9,2	9,5	0,12	1,0	30:3:1	32,8
Br-602	Ca	0	5,6	4,9	0,55	168	50	0,13	1,92	0,44	0,30	2,79	10,8	14,8	4,4	6,4	7,7	0,18	1,5	15:3:1	18,2
		1	6,1	5,4	0,51	233	45	0,10	2,32	0,32	0,29	3,03	9,6	23,2	7,2	8,0	10,3	0,12	1,1	23:3:1	26,4
		2	6,9	5,3	0,54	237	51	0,10	2,80	0,32	0,27	3,49	7,7	28,0	8,7	10,4	11,0	0,11	1,2	28:3:1	31,2
BR-500	Ca	0	5,6	5,0	0,55	205	48	0,11	1,96	0,36	0,36	2,79	12,9	17,8	5,4	5,4	8,2	0,17	1,0	18:3:1	21,1
		1	6,3	5,4	0,50	244	56	0,11	2,56	0,16	0,27	3,10	8,7	23,3	16,0	9,5	9,1	0,11	0,6	23:1:1	24,7
		2	6,8	5,7	0,51	248	60	0,11	3,04	0,12	0,34	3,61	9,4	27,6	25,3	8,9	10,1	0,14	0,4	28:1:1	28,7
Ample-H-0K	Si	0	6,3	5,2	0,57	240	67	0,11	1,82	0,84	0,32	3,09	10,3	16,5	2,2	5,7	5,4	0,13	2,6	16:8:1	24,2
		1	6,4	5,5	0,51	256	56	0,11	2,84	0,40	0,25	3,60	6,9	25,8	7,1	11,4	10,1	0,10	1,6	26:4:1	29,5
		2	6,9	5,8	0,41	248	53	0,09	3,44	0,40	0,25	4,18	6,0	38,2	8,6	13,8	13,0	0,10	1,6	38:4:1	42,7
BR-602	Si	0	6,2	5,2	0,57	220	56	0,11	2,16	0,56	0,37	3,20	11,6	19,6	3,8	5,8	7,7	0,17	1,5	20:5:1	24,7
		1	6,5	5,5	0,57	256	55	0,10	2,92	0,52	0,23	3,77	6,1	29,2	5,6	12,7	10,6	0,09	2,3	29:5:1	34,4
		2	6,9	5,9	0,47	248	56	0,10	3,44	0,32	0,25	4,11	6,1	34,4	10,7	13,8	12,3	0,10	1,3	34:3:1	37,6
BR-500	Si	0	6,2	5,3	0,52	244	58	0,09	2,12	0,56	0,32	3,09	10,3	23,5	3,8	6,6	7,3	0,13	1,8	24:6:1	29,6
		1	6,5	5,6	0,52	240	59	0,10	2,84	0,60	0,25	3,79	6,6	28,4	4,7	11,4	9,6	0,10	2,4	28:6:1	34,4
		2	6,8	5,9	0,50	237	54	0,10	3,52	0,24	0,28	4,14	6,8	35,2	14,7	12,6	13,0	0,12	0,9	35:2:1	37,6
testemunha																					
inicial			4,3	0,30	160	93	0,29	0,88	0,64	0,67	2,48	27,0	3,0	1,4	1,3	1,7	0,38	1,00	3:2:1	5,2	

Obs: Ca = calcário; Si = silicato; 0-1-2 = doses dos corretivos (0-1-2 t/ha calcário; 0-4-8 t/ha silicato).

Tabela 54 - Matéria seca e teores de elementos minerais nas folhas e raízes.

cultivar	tratamento	folhas							raízes									
		Ca	Mg	K	P	Al	Fe	Mn	ms	g	Ca	Mg	K	P	Al	Fe	Mn	ppm
Ample-H-OK	Ca	0	0,83	0,30	1,88	0,61	228	192	794	4,30	2,17	0,48	0,11	0,25	0,24	13200	3580	552
		1	1,08	0,35	1,71	0,75	106	177	509	4,31	1,80	0,52	0,10	0,20	0,30	13485	5158	414
		2	0,96	0,29	1,42	0,59	117	136	294	4,64	2,02	0,62	0,12	0,21	0,27	15145	5262	377
BR-602	Ca	0	1,06	0,36	2,10	0,81	211	242	653	4,07	1,62	0,53	0,12	0,23	0,29	12750	2503	451
		1	0,98	0,29	1,76	0,68	106	171	454	4,12	2,04	0,66	0,14	0,18	0,34	18540	5998	407
		2	0,83	0,25	1,68	0,53	105	142	323	4,30	2,39	0,47	0,09	0,22	0,20	11610	3899	274
BR-500	Ca	0	1,34	0,46	2,36	1,06	119	262	1109	3,80	1,61	0,40	0,12	0,24	0,29	12390	3031	560
		1	1,39	0,38	1,95	0,84	146	178	665	3,99	2,12	0,40	0,09	0,23	0,20	12315	3925	362
		2	1,00	0,32	1,96	0,67	121	139	550	4,21	2,00	0,73	0,13	0,22	0,33	16325	6605	496
Ample-H-OK	Si	0	0,64	0,23	1,56	0,45	89	143	855	4,90	1,60	0,44	0,11	0,27	0,29	12295	4059	697
		1	0,95	0,31	1,89	0,63	156	169	571	4,77	1,37	0,67	0,12	0,21	0,31	11645	3104	398
		2	1,01	0,36	1,88	0,68	193	165	410	5,05	1,95	0,58	0,10	0,16	0,27	13090	5104	367
BR-602	Si	0	0,73	0,26	1,42	0,58	111	200	507	4,09	1,57	0,51	0,10	0,26	0,28	13316	4436	442
		1	1,14	0,38	1,77	0,81	136	255	812	4,66	1,41	0,77	0,15	0,25	0,38	14150	4607	347
		2	1,02	0,38	1,76	0,68	156	163	419	4,63	1,87	0,54	0,10	0,22	0,24	13270	5438	360
BR-500	Si	0	1,03	0,40	1,72	0,81	144	213	1263	4,14	1,27	0,37	0,08	0,25	0,24	8857	2625	425
		1	1,40	0,56	2,08	1,09	180	234	1272	4,54	1,39	0,55	0,12	0,24	0,29	12575	5538	625
		2	1,22	0,42	2,03	0,81	197	196	387	4,35	1,87	0,55	0,09	0,24	0,24	13125	5423	304
variação	Ca		0,83	0,25	1,42	0,53	105	136	294			0,40	0,09	0,18	0,20	11610	2503	274
			1,39	0,46	2,36	1,06	228	262	1109			0,73	0,13	0,25	0,34	18540	6605	560
			0,64	0,23	1,42	0,45	89	143	410			0,37	0,08	0,16	0,24	8857	2625	304
	Si		1,40	0,56	2,08	1,09	197	255	1272			0,77	0,15	0,27	0,58	14150	5538	697

Obs: Ca = calcário; Si = silicato; 0-1-2 = doses de corretivo (0-1-2 t/ha de calcário), ms = matéria seca; 0-4-8 t/ha de silicato), ms = matéria seca.

Tabela 55 -- Matéria seca e teores de elementos minerais no colmo.

Cultivar	Tratamento	Ca	Mg	K	P	Al	Fe	Mn	matéria seca (g/2 plantas)			col/foi	ra/PA	
									col.	fol.	PA			
									total					
Ample-H-OK	Ca 0	1,72	0,83	2,38	1,54	217	498	2580	1,98	4,50	6,28	2,17	8,45	0,46
	1	0,55	0,33	1,65	0,67	79	110	608	2,28	4,31	6,59	1,80	8,39	0,53
	2	1,51	0,35	1,47	0,70	97	130	455	2,56	4,64	7,20	2,02	9,22	0,55
Br602	Ca 0	1,65	0,50	2,43	0,91	98	231	1139	1,67	4,07	5,74	1,62	7,36	0,41
	1	1,58	0,48	1,72	0,78	85	111	657	1,74	4,12	5,86	2,04	7,90	0,42
	2	1,41	0,34	1,59	0,60	85	107	567	1,99	4,30	6,29	2,39	8,68	0,46
Br500	Ca 0	1,75	0,56	2,57	1,05	135	176	1702	1,72	3,80	5,52	1,61	7,13	0,45
	1	1,48	0,41	1,53	0,83	100	157	814	1,92	3,99	5,91	2,12	8,03	0,48
	2	1,61	0,46	1,71	0,85	186	212	541	2,31	4,21	6,52	2,00	8,52	0,51
Ample-H-OK	Si 0	0,73	0,20	1,37	0,41	129	119	828	2,49	4,90	7,39	1,60	8,99	0,51
	1	1,02	0,26	1,41	0,48	64	107	537	2,40	4,77	7,17	1,37	8,54	0,50
	2	0,96	0,22	1,30	0,40	49	117	302	2,52	5,05	7,57	1,95	9,52	0,50
Br602	Si 0	1,07	0,33	1,52	0,57	130	119	660	1,94	4,09	6,03	1,57	7,60	0,47
	1	1,62	0,46	1,75	0,76	78	195	662	2,08	4,66	6,74	1,41	8,15	0,45
	2	1,06	0,30	1,34	0,44	52	127	348	2,21	4,63	6,84	1,87	8,71	0,48
Br500	Si 0	0,93	0,34	1,67	0,61	123	157	875	1,99	4,14	6,13	1,27	7,40	0,48
	1	0,86	0,30	1,31	0,45	59	105	603	2,12	4,54	6,66	1,39	8,05	0,47
	2	0,99	0,29	1,53	0,48	54	113	341	1,93	4,35	6,28	1,87	8,15	0,44
Variação	Ca	1,35	0,33	1,47	0,60	79	107	455						
		1,75	0,83	2,57	1,54	217	498	2580						
	Si	0,73	0,20	1,31	0,40	49	105	302						
		1,62	0,46	1,75	0,76	130	195	875						

Obs.: Ca = cálcio; Si = silício; 0-1-2 = doses de corretivo (0-1-2 t cálcio/ha; 0-4-8 t silício/ha); col. = colmo; foi. = folha; ra = raízes.

Tabela 56 - Valores de razões de elementos minerais nas folhas.

cultivar	tratamento	Ca/K	Mg/K	Ca/Mg	Mg/P	Al/P	Al/Ca	Al/Mg	Al/K	Al/Mn	Fe/Mn	P/Fe	K/Mn	K/Fe	Ca/Mn	Ca/Fe	
Ample-H-0K	Ca	0	0,44	0,16	2,77	0,49	0,037	0,027	0,012	0,29	0,24	31,77	23,68	97,92	10,45	43,23	
		1	0,63	0,20	3,09	0,47	0,014	0,010	0,006	0,21	0,35	42,37	33,60	96,61	21,22	61,02	
		2	0,68	0,20	3,31	0,49	0,020	0,012	0,040	0,008	0,40	0,46	43,38	48,30	104,41	32,65	70,59
BR-602	Ca	0	0,50	0,17	2,94	0,44	0,026	0,020	0,059	0,10	0,32	33,47	32,16	86,78	16,23	43,80	
		1	0,56	0,16	3,38	0,43	0,016	0,011	0,031	0,006	0,23	0,38	39,77	38,77	102,92	21,59	57,31
		2	0,49	0,15	3,32	0,47	0,020	0,013	0,042	0,006	0,33	0,44	37,32	52,01	118,31	25,70	58,45
BR-500	Ca	0	0,57	0,19	2,91	0,43	0,011	0,009	0,026	0,005	0,11	40,46	21,28	90,08	12,08	51,15	
		1	0,71	0,19	3,66	0,45	0,017	0,011	0,038	0,007	0,22	47,19	29,32	109,55	20,90	78,09	
		2	0,51	0,16	3,13	0,48	0,018	0,012	0,038	0,006	0,22	48,20	35,64	141,01	18,18	71,94	
Ample-H-0K	Si	0	0,41	0,15	2,78	0,51	0,020	0,014	0,039	0,006	0,10	31,47	18,25	109,05	7,49	44,76	
		1	0,50	0,16	3,06	0,49	0,025	0,016	0,050	0,008	0,27	37,28	33,10	111,87	16,64	56,21	
		2	0,54	0,19	2,81	0,53	0,028	0,019	0,054	0,010	0,47	41,21	45,85	113,94	24,63	61,21	
BR-602	Si	0	0,51	0,18	2,81	0,45	0,019	0,015	0,043	0,008	0,22	29,00	28,01	71,00	14,40	36,50	
		1	0,64	0,21	3,00	0,47	0,017	0,012	0,036	0,008	0,17	31,76	21,80	69,41	14,04	44,71	
		2	0,58	0,22	2,68	0,56	0,023	0,015	0,041	0,009	0,37	41,72	42,00	107,98	24,34	62,58	
BR-500	Si	0	0,60	0,23	2,58	0,49	0,018	0,014	0,036	0,008	0,11	38,03	13,62	80,75	8,16	48,36	
		1	0,67	0,27	2,50	0,51	0,017	0,013	0,032	0,009	0,14	46,58	16,35	88,89	11,01	59,83	
		2	0,60	0,21	2,90	0,52	0,024	0,016	0,047	0,010	0,51	41,33	52,45	103,57	31,52	62,24	
variação	Ca		0,44	0,15	2,77	0,43	0,011	0,009	0,026	0,005	0,11	31,77	21,28	86,78	10,45	43,23	
			0,71	0,20	3,66	0,49	0,037	0,027	0,076	0,012	0,40	48,20	52,01	141,01	32,65	78,09	
	Si		0,41	0,15	2,50	0,45	0,011	0,012	0,032	0,006	0,10	29,00	13,62	69,41	7,49	36,50	
			0,67	0,27	3,06	0,56	0,028	0,019	0,054	0,010	0,51	46,58	52,45	113,94	31,52	62,58	

Obs: Ca = calcário; Si = silicatos; 0-1-2 = doses do corretivo (0-1-2 t/ha calcário; 0-4-8 t/ha silicatos)

Tabela 57 - Valores de razões de elementos minerais nas raízes.

cultivar	tratamento	Ca/K	Mg/K	Ca/Mg	Mg/P	Al/P	Al/Ca	Al/Mg	Al/K	Al/Mn	Fe/Mn	P/Fe	K/Mn	K/Fe	Ca/Mn	Ca/Fe	
Ample-H-OK	Ca	0	1,92	0,44	4,36	0,46	5,50	2,75	12,00	5,28	23,91	6,49	0,67	4,53	0,70	1,34	
		1	2,60	0,50	5,20	0,33	4,50	2,59	13,49	6,74	32,57	12,46	0,58	4,83	0,39	12,56	1,01
		2	2,95	0,57	5,17	0,44	5,61	2,44	12,62	7,21	40,17	13,96	0,51	5,57	0,40	16,45	1,18
BR-602	Ca	0	2,30	0,52	4,42	0,41	4,59	2,40	10,61	5,53	28,23	5,55	1,16	5,10	0,92	11,75	2,12
		1	3,67	0,78	4,71	0,41	5,45	2,81	13,24	10,30	45,55	14,74	0,57	4,42	0,30	16,21	1,10
		2	2,14	0,41	5,22	0,45	5,81	2,47	12,90	5,28	42,37	14,23	0,51	8,03	0,56	17,15	1,21
BR-500	Ca	0	1,67	0,50	3,33	0,41	4,27	3,10	10,33	5,16	22,13	5,41	0,96	4,29	0,78	7,14	1,32
		1	1,74	0,39	4,44	0,45	6,16	3,08	13,65	5,35	34,02	10,84	0,51	6,35	0,59	11,05	1,02
		2	3,32	0,59	5,62	0,39	4,95	2,24	12,56	7,42	32,91	13,32	0,50	4,44	0,33	14,71	1,11
Ample-H-OK	Si	0	1,63	0,41	4,00	0,38	4,24	2,79	11,18	4,55	17,64	5,82	0,71	3,87	0,67	6,31	1,08
		1	3,19	0,59	5,58	0,39	3,76	1,74	9,70	5,55	29,26	7,80	1,00	5,28	0,68	16,83	2,16
		2	3,63	0,63	5,80	0,37	4,85	2,26	13,09	8,18	35,67	13,91	0,53	4,36	0,31	15,80	1,14
BR-602	Si	0	1,96	0,38	5,10	0,36	4,75	2,61	13,31	5,12	30,11	10,04	0,63	5,88	0,59	11,54	1,15
		1	3,08	0,60	5,13	0,39	3,72	1,84	9,43	5,66	40,78	13,28	0,82	7,20	0,54	22,19	1,67
		2	2,45	0,45	5,40	0,42	5,53	2,46	13,27	6,03	36,86	15,11	0,44	6,11	0,40	15,00	0,99
BR-500	Si	0	1,48	0,32	4,63	0,33	3,69	2,39	11,07	3,54	20,84	6,18	0,91	5,88	0,95	8,71	1,41
		1	2,29	0,50	4,58	0,41	4,34	2,29	10,48	5,24	20,12	8,86	0,52	3,84	0,43	8,80	0,99
		2	2,29	0,38	6,11	0,38	5,47	2,39	14,58	5,47	43,17	17,84	0,44	7,89	0,44	18,09	1,01
variação	Ca		1,67	0,39	3,33	0,33	4,27	2,24	10,33	5,16	22,13	5,41	0,50	4,29	0,30	7,14	1,01
			3,67	0,78	5,62	0,45	6,16	3,10	13,68	10,30	45,55	14,74	1,16	8,03	0,92	17,15	2,12
	Si		1,48	0,32	4,00	0,33	3,69	1,74	9,43	3,54	17,64	5,82	0,44	3,84	0,31	6,31	0,99
			3,63	0,64	6,11	0,42	5,53	2,79	14,58	8,18	43,17	17,84	1,00	7,89	0,95	22,19	2,16

Obs: Ca = calcário; Si = silicato; 0-1-2 = doses dos corretivos. (0-1-2 t/ha calcário e 0-4-8 t/ha silicato)

Tabela 58 - Valores de razões de elementos minerais no colmo.

cultivar	tratamento	Ca/X	Mg/K	Ca/Mg	Mg/P	Al/P	Al/Ca	Al/Mg	Al/K	Al/Mn	Fe/Mn	P/Fe	K/Mn	K/Fe	Ca/Mn	Ca/Fe	
Ample-H-OK	Ca	0	0,72	0,35	2,07	0,54	0,014	0,013	0,026	0,009	0,08	0,19	30,92	9,22	47,79	6,67	34,54
		1	0,82	0,20	4,09	0,49	0,012	0,006	0,024	0,005	0,13	0,18	60,91	27,14	150,00	22,20	122,73
		2	1,03	0,24	4,31	0,50	0,014	0,006	0,028	0,007	0,21	0,29	53,85	32,31	113,08	33,19	116,15
BR-602	Ca	0	0,68	0,21	3,17	0,57	0,011	0,006	0,019	0,004	0,09	0,20	39,39	21,33	105,19	14,49	71,43
		1	0,92	0,28	3,29	0,62	0,011	0,005	0,018	0,005	0,13	0,17	70,27	27,00	154,95	24,80	142,34
		2	0,89	0,21	4,15	0,57	0,014	0,006	0,025	0,005	0,15	0,19	56,07	28,04	148,60	24,87	131,78
BR-500	Ca	0	0,68	0,22	3,13	0,53	0,013	0,008	0,024	0,005	0,08	0,10	59,66	15,10	146,02	10,28	99,43
		1	0,97	0,27	3,61	0,49	0,012	0,007	0,024	0,007	0,12	0,19	52,87	18,80	97,45	18,18	94,27
		2	0,94	0,27	3,50	0,54	0,022	0,012	0,040	0,011	0,34	0,39	40,09	31,61	80,66	29,76	75,94
Ample-H-OK	Si	0	0,53	0,15	3,65	0,49	0,031	0,018	0,065	0,009	0,16	0,14	34,45	16,55	115,13	8,82	61,34
		1	0,72	0,18	3,92	0,54	0,013	0,006	0,025	0,005	0,12	0,20	44,86	26,26	131,78	18,99	95,33
		2	0,74	0,17	4,36	0,55	0,012	0,005	0,022	0,004	0,16	0,39	34,19	43,05	111,11	31,79	82,05
BR-602	Si	0	0,70	0,22	3,24	0,58	0,023	0,012	0,039	0,009	0,20	0,18	47,90	23,03	127,73	16,21	89,92
		1	0,93	0,26	3,52	0,61	0,010	0,005	0,017	0,005	0,12	0,29	38,97	26,44	89,74	24,47	83,08
		2	0,79	0,22	3,53	0,68	0,012	0,005	0,017	0,004	0,15	0,36	34,65	38,51	105,51	30,46	83,46
BR-500	Si	0	0,56	0,20	2,74	0,56	0,020	0,013	0,036	0,007	0,14	0,18	38,85	19,09	106,37	10,63	59,24
		1	0,66	0,23	2,87	0,63	0,012	0,007	0,020	0,005	0,10	0,17	45,71	21,72	124,76	14,26	81,90
		2	0,65	0,19	3,41	0,60	0,011	0,005	0,019	0,004	0,16	0,33	42,48	44,87	135,40	29,03	87,61
variação	Cu		0,68	0,20	2,07	0,49	0,011	0,005	0,018	0,004	0,08	0,10	30,92	9,22	47,70	6,67	34,54
			1,03	0,35	4,31	0,62	0,023	0,013	0,040	0,011	0,34	0,39	60,91	32,31	154,95	33,19	142,34
			0,53	0,15	2,74	0,49	0,010	0,005	0,017	0,004	0,10	0,14	34,19	16,55	89,74	8,82	59,24
	Si		0,93	0,26	4,36	0,68	0,031	0,018	0,065	0,009	0,20	0,39	47,90	44,87	135,40	31,79	95,33

Obs: Ca = cálcio; Si = silício; 0-1-2 = doses dos corretivos (0-1-2t/ha calcário; 0-4-8 t/ha silicato)

Tabela 59 - Algumas relações entre elementos minerais no solo (pós colheita) e nas folhas, ordenadas por cultivar, na ordem crescente de produção de matéria seca nas folhas.

cultivar	tratamento	(g) colmo folhas	solo						folhas								
			Al	Al/P	Ca/Al	Mg/Al	Ca*Mg/K	P/Fe	Ca*Mg*K	K/Mn	K/Fe.	Ca/Fe	Mg/P	Fe/Mn	Ca/Mn		
Ample-H-OK	Ca	0	1,98	4,30	9,3	0,12	7,4	1,9	19,3	31,77	3,01	23,68	97,92	43,23	0,49	0,24	10,45
	Ca	1	2,28	4,31	9,8	0,14	7,7	1,1	28,4	42,37	3,14	33,60	96,61	61,02	0,47	0,35	21,22
	Ca	2	2,56	4,64	8,6	0,12	9,2	1,0	32,8	43,38	2,67	48,30	104,41	70,59	0,49	0,46	32,65
	Si	1	2,40	4,77	6,9	0,10	11,4	1,6	29,5	37,28	3,15	33,10	111,87	56,21	0,49	0,30	16,64
	Si	0	2,49	4,90	10,3	0,13	5,7	2,6	24,2	31,47	2,43	18,25	109,05	44,76	0,51	0,17	7,49
	Si	2	2,52	5,05	6,0	0,10	13,8	1,6	42,7	41,21	3,25	45,85	113,94	61,21	0,53	0,40	24,63
BR-602	Ca	0	1,67	4,07	10,8	0,18	6,4	1,5	18,2	33,47	3,52	32,16	86,78	43,80	0,44	0,37	16,23
	Si	0	1,94	4,09	11,6	0,17	5,7	1,5	24,7	29,00	2,41	28,01	71,00	36,50	0,45	0,39	14,40
	Ca	1	1,74	4,12	9,6	0,12	8,0	1,1	26,4	39,77	3,03	38,77	102,92	57,31	0,43	0,38	21,59
	Ca	2	1,99	4,30	7,7	0,11	10,4	1,2	31,2	37,52	2,76	52,01	118,31	58,45	0,47	0,44	25,70
	Si	2	2,21	4,63	6,1	0,10	13,8	1,3	37,6	41,72	3,16	42,00	107,98	62,58	0,56	0,39	24,34
	Si	1	2,08	4,66	6,1	0,09	12,7	2,3	34,4	31,76	3,29	21,80	69,41	44,71	0,47	0,31	14,04
BR-500	Ca	0	1,72	3,80	12,9	0,17	5,4	1,0	21,1	40,46	4,16	21,28	90,08	51,15	0,43	0,24	12,08
	Ca	1	1,92	3,99	8,7	0,11	9,5	0,6	24,7	47,19	3,72	29,32	109,55	78,09	0,45	0,27	20,90
	Si	0	1,99	4,14	10,3	0,13	6,6	1,8	29,6	38,03	3,15	13,62	80,75	48,36	0,49	0,17	8,16
	Ca	2	2,31	4,21	9,4	0,14	8,9	0,4	28,7	48,20	3,28	35,64	141,01	71,94	0,48	0,25	18,18
	Si	2	1,93	4,35	6,8	0,12	12,6	0,9	37,6	41,33	3,67	52,45	103,57	62,24	0,52	0,51	31,52
	Si	1	2,12	4,54	6,6	0,10	11,4	2,4	34,4	46,58	4,04	16,35	88,89	59,83	0,51	0,18	11,01

Obs: Ca = calcário; Si = silicato; 0-1-2 = doses de corretivo. São apresentadas razões que apresentam alguma relação com a produção de matéria seca foliar. As razões no solo correlacionam com a matéria seca independente de corretivo, e nas folhas dependem do cultivar e corretivo utilizado.



Tabela 60 - Extração (mg/2 plantas) de nutrientes e Al, nos tratamentos com calcário e silicato.

cultivar	trata- mento	Ca				Mg				K				
		raízes	colmos	folhas	total	raízes	colmos	folhas	total	raízes	colmos	folhas	total	
Ample-H-OK	Ca	0	10,416	34,056	35,690	80,162	2,387	16,434	12,900	31,721	5,425	47,124	88,840	133,389
		1	9,360	30,780	46,548	86,688	1,800	7,524	15,085	24,409	3,600	37,620	73,701	114,921
		2	12,524	38,656	44,544	95,724	2,424	8,960	13,456	28,840	4,242	37,632	65,888	107,762
BR-602	Ca	0	8,586	27,555	43,142	79,283	1,944	8,350	14,652	11,946	3,726	40,581	85,470	129,777
		1	13,464	27,492	40,376	81,332	2,856	8,352	11,948	23,156	3,672	29,928	72,512	106,112
		2	11,233	28,059	35,690	74,982	2,151	6,766	10,750	19,667	5,258	31,641	72,240	109,139
BR-500	Ca	0	6,440	30,100	50,920	87,460	1,932	9,632	17,480	29,044	3,864	44,204	89,680	137,748
		1	8,480	28,416	55,461	92,357	1,908	7,872	15,162	24,942	4,876	29,376	77,805	112,057
		2	14,600	37,191	42,100	93,891	2,600	10,626	13,472	26,698	4,400	39,501	82,516	126,417
Ample-H-OK	Si	0	7,040	18,177	31,360	56,577	1,760	4,980	11,270	18,010	4,320	34,113	76,440	114,873
		1	9,179	24,480	45,315	78,974	1,644	6,240	14,787	22,671	2,877	33,840	90,153	126,870
		2	11,310	24,192	51,005	86,507	1,950	5,544	18,180	25,674	3,120	32,760	94,940	130,820
BR-602	Si	0	8,007	20,758	29,857	58,622	1,570	6,402	10,634	18,606	4,082	29,488	58,078	91,648
		1	10,857	33,696	53,124	97,677	2,115	9,568	17,708	29,391	3,525	36,400	82,482	122,407
		2	10,098	23,426	47,226	80,750	1,870	6,630	17,594	26,094	4,114	29,614	81,488	115,216
BR-500	Si	0	4,699	18,507	42,642	65,848	1,016	6,766	16,560	24,342	3,175	32,233	71,208	107,616
		1	7,645	18,232	63,560	89,437	1,668	6,360	25,424	33,452	3,336	27,772	94,432	125,540
		2	10,285	19,107	53,070	82,462	1,683	5,597	18,270	25,550	4,488	29,529	88,305	122,322

		P				Al				Fe				Mn				
		raiz	colmo	folha	total	raiz	colmo	folha	total	raiz	colmo	folha	total	raiz	colmo	folha	total	
Ample-H-OK	Ca	0	5,208	30,492	26,230	61,930	28,644	0,430	0,980	30,054	7,769	0,986	0,826	9,581	1,198	5,108	3,414	9,719
		1	5,400	15,276	32,325	53,001	24,273	0,180	0,457	23,910	9,284	0,251	0,763	10,298	0,745	1,386	2,195	4,326
		2	5,454	17,920	27,376	50,750	30,593	0,248	0,543	31,384	10,629	0,355	0,631	11,593	0,762	1,165	1,364	3,291
BR-602	Ca	0	4,698	15,197	32,967	52,862	20,623	0,164	0,859	21,646	4,055	0,386	0,985	5,426	0,731	1,902	2,658	5,291
		1	6,936	13,572	28,016	48,524	37,822	0,148	0,437	38,407	12,236	0,193	0,705	13,134	0,830	1,108	1,870	3,808
		2	4,780	11,940	22,790	39,510	27,748	0,169	0,452	28,369	9,319	0,213	0,611	10,143	0,655	1,128	1,389	3,172
BR-500	Ca	0	4,669	18,060	40,280	63,009	18,948	0,232	0,452	20,632	4,880	0,303	0,996	6,179	0,902	2,927	4,214	8,043
		1	4,240	15,936	33,516	53,692	26,108	0,192	0,583	26,883	8,321	0,301	0,710	9,332	0,767	1,563	2,653	4,953
		2	6,600	19,635	28,207	54,442	32,650	0,430	0,509	33,589	13,210	0,490	0,585	14,285	0,992	1,250	2,316	4,558
Ample-H-OK	Si	0	4,640	10,209	22,050	36,899	19,672	0,326	0,436	20,429	6,494	0,296	0,701	7,491	1,115	2,062	4,190	7,367
		1	4,247	11,520	30,051	45,818	15,954	0,154	0,744	16,852	4,252	0,257	0,806	5,315	0,545	1,289	2,724	4,558
		2	5,265	10,080	34,340	49,685	25,526	0,123	0,975	26,624	9,953	0,295	0,833	11,081	0,716	0,761	2,071	3,548
BR-602	Si	0	4,396	11,058	23,722	39,176	20,906	0,252	0,454	21,612	9,965	0,231	0,818	8,014	0,694	1,280	2,074	4,048
		1	5,358	15,808	37,746	58,912	19,952	0,162	0,634	20,748	6,496	0,406	1,188	8,090	0,489	1,377	3,784	5,650
		2	4,488	9,724	31,484	45,696	24,815	0,115	0,722	25,652	10,169	0,281	0,755	11,205	0,673	0,769	1,940	3,382
BR-500	Si	0	3,048	12,139	33,534	48,721	11,248	0,245	0,596	12,089	3,334	0,312	0,882	4,258	0,540	1,741	5,229	7,510
		1	4,031	9,540	49,486	63,057	17,479	0,125	0,817	18,421	7,698	0,223	1,062	8,983	0,869	1,278	5,775	7,922
		2	4,488	9,264	35,235	48,987	24,544	0,104	0,857	25,505	10,147	0,218	0,853	11,212	0,568	0,658	1,683	2,909

P<sub>1</sub> .....  
 Al<sub>1</sub> P<sub>1</sub> .....  
 P<sub>2</sub> .....  
 Al<sub>2</sub> P<sub>2</sub> .....

M.S.  
 (g/2 plantas)

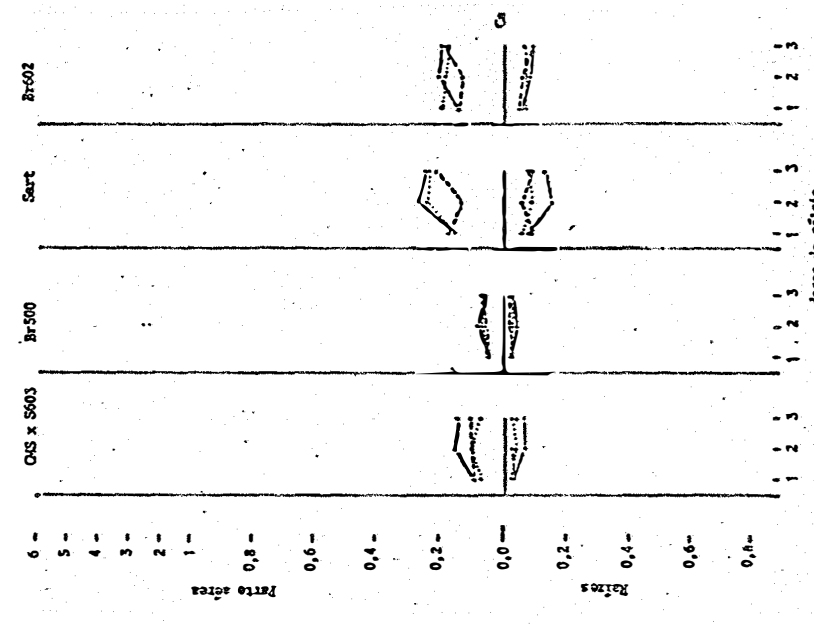


Figura 1 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento Al x P x Ca.

P<sub>1</sub> .....  
 Al<sub>1</sub> P<sub>1</sub> .....  
 P<sub>2</sub> .....  
 Al<sub>2</sub> P<sub>2</sub> .....

M.S.  
 (g/2 plantas)

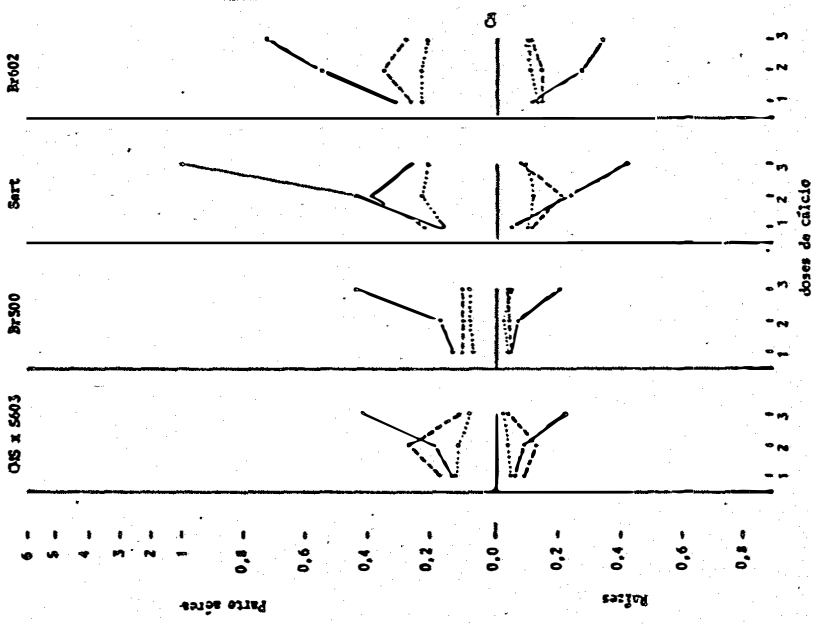


Figura 2 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento Al x P x Ca.

P<sub>1</sub> .....  
 Al<sub>1</sub> P<sub>1</sub> .....  
 P<sub>2</sub> .....  
 Al<sub>2</sub> P<sub>2</sub> .....

M.S.  
 (g/2 plantas)

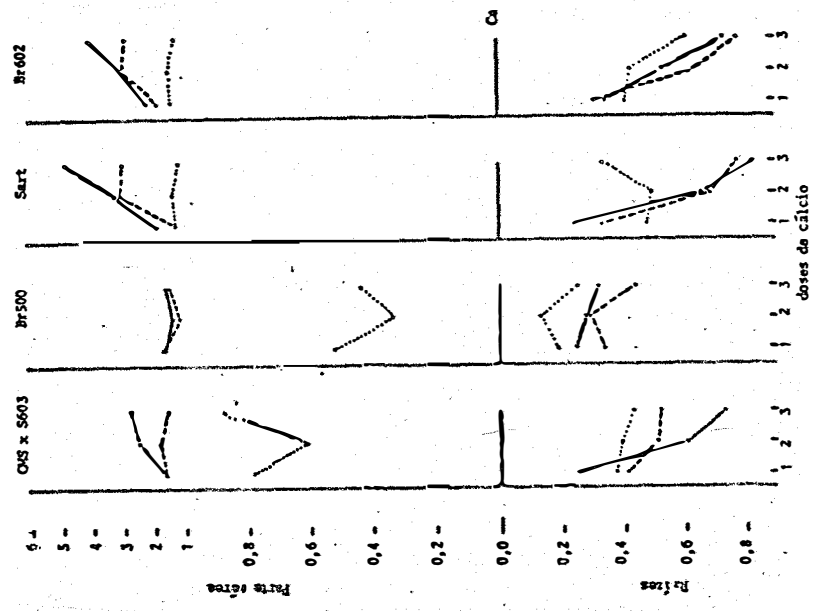


Figura 3 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento Al x P x Ca.

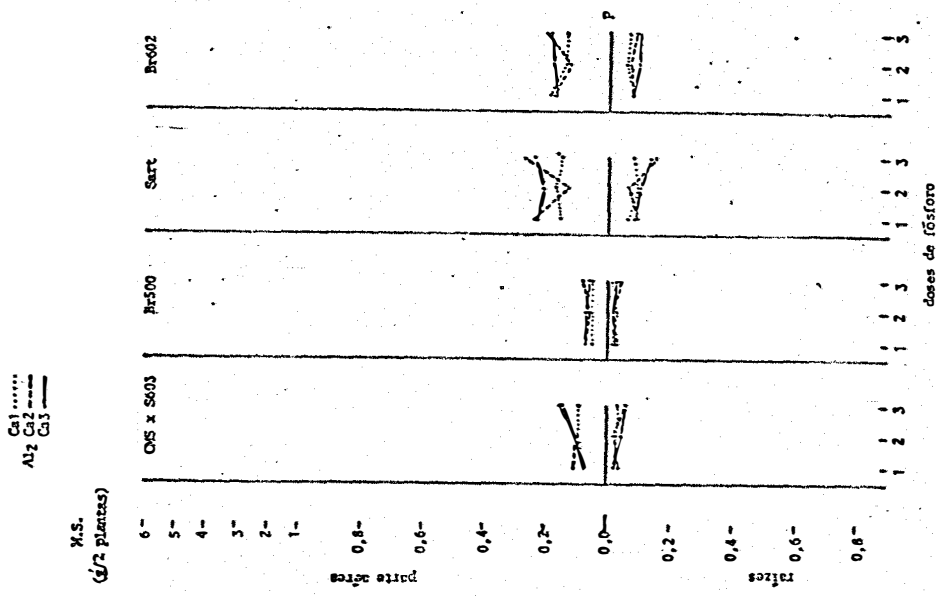


Figura 4 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento Al<sub>0</sub>Ca<sub>3</sub>.

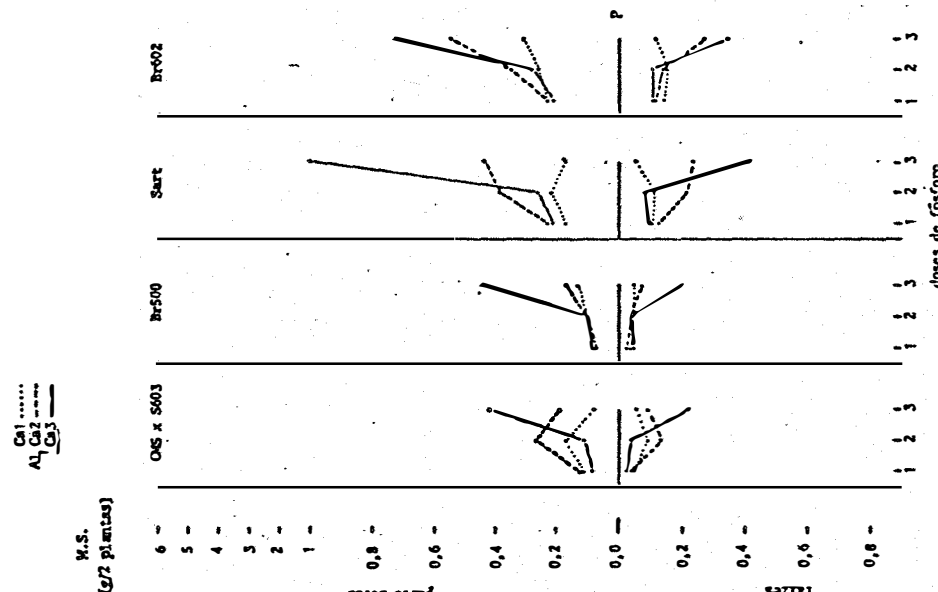


Figura 5 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento Al<sub>1</sub>Ca<sub>3</sub>.

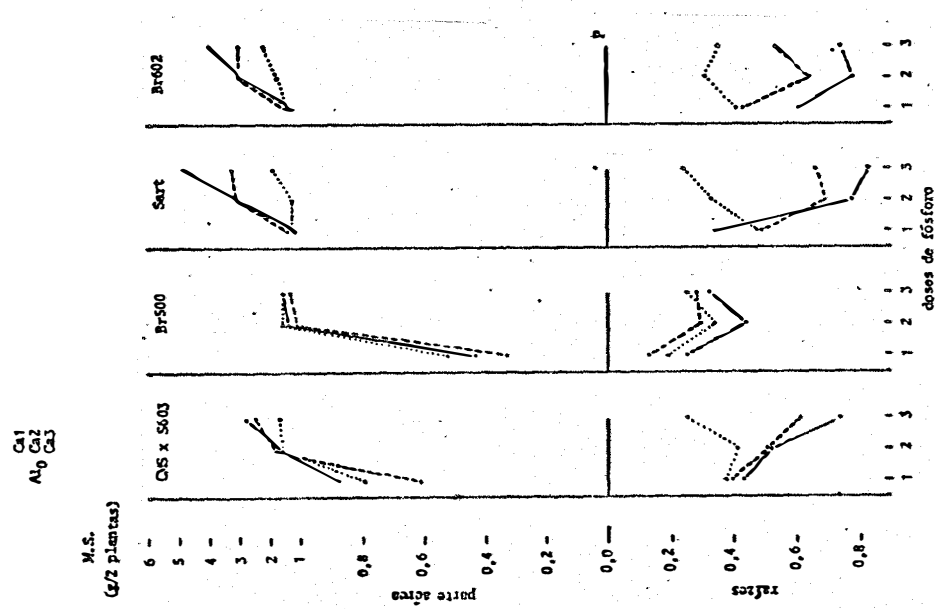


Figura 6 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento Al<sub>2</sub>Ca<sub>3</sub>.

Al<sub>1</sub> .....  
Ca<sub>1</sub> .....  
Al<sub>2</sub> .....  
Al<sub>3</sub> .....  
M.S. (g/2 plantas)

Al<sub>0</sub> .....  
Ca<sub>2</sub> .....  
Al<sub>1</sub> .....  
Al<sub>2</sub> .....  
M.S. (g/2 plantas)

Al<sub>0</sub> .....  
Ca<sub>3</sub> .....  
Al<sub>1</sub> .....  
Al<sub>2</sub> .....  
M.S. (g/2 plantas)

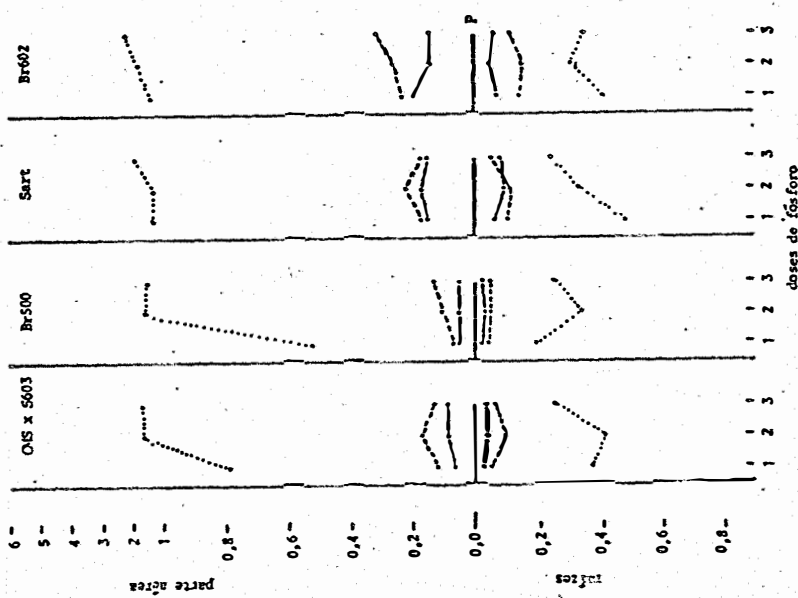


Figura 7 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento ALPKCa.

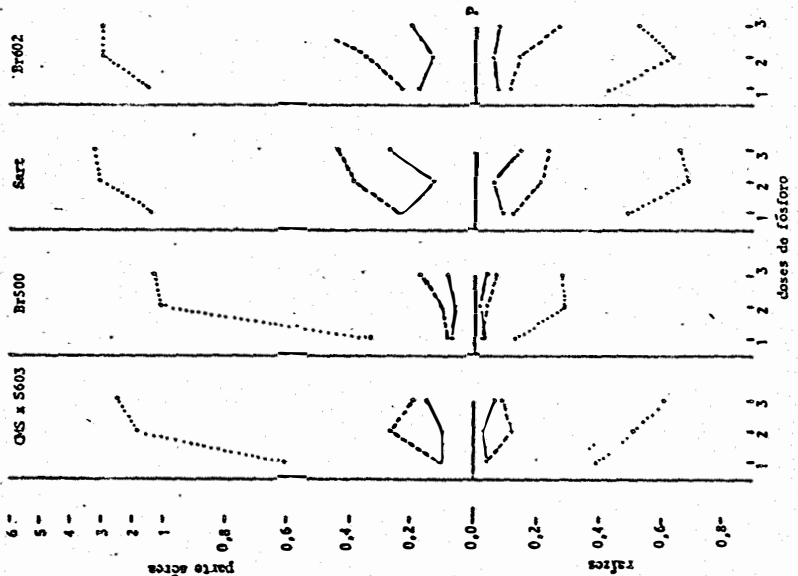


Figura 8 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento ALPKCa.

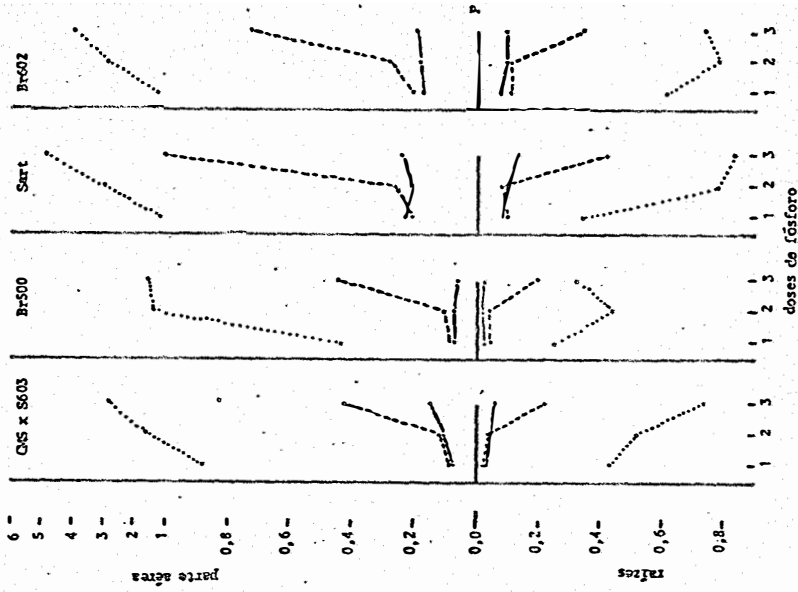


Figura 9 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento ALPKCa.

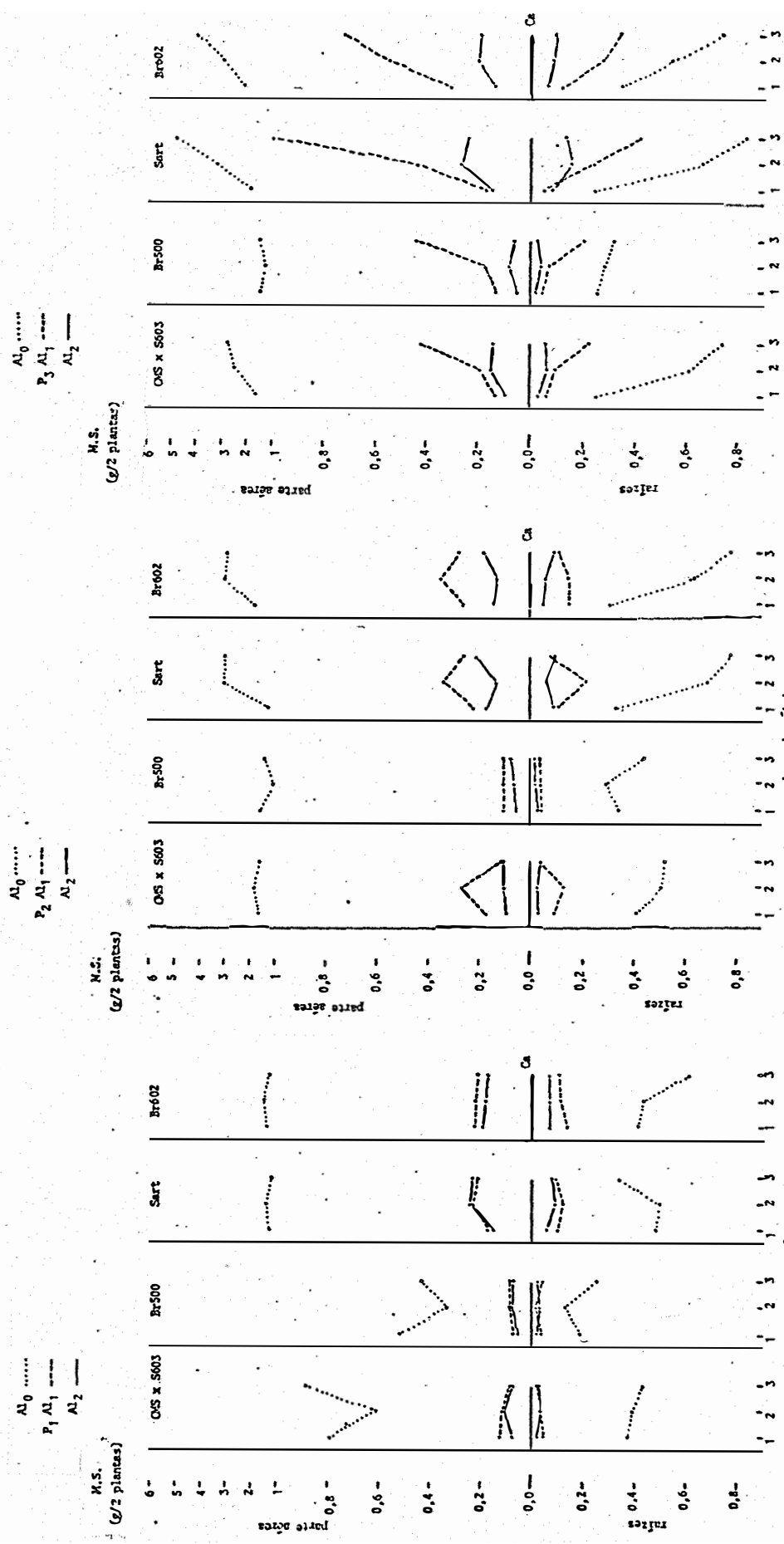


Figura 10 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento Al<sub>1</sub>xCa.

Figura 11 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento Al<sub>1</sub>xCa.

Figura 12 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento Al<sub>2</sub>xCa.

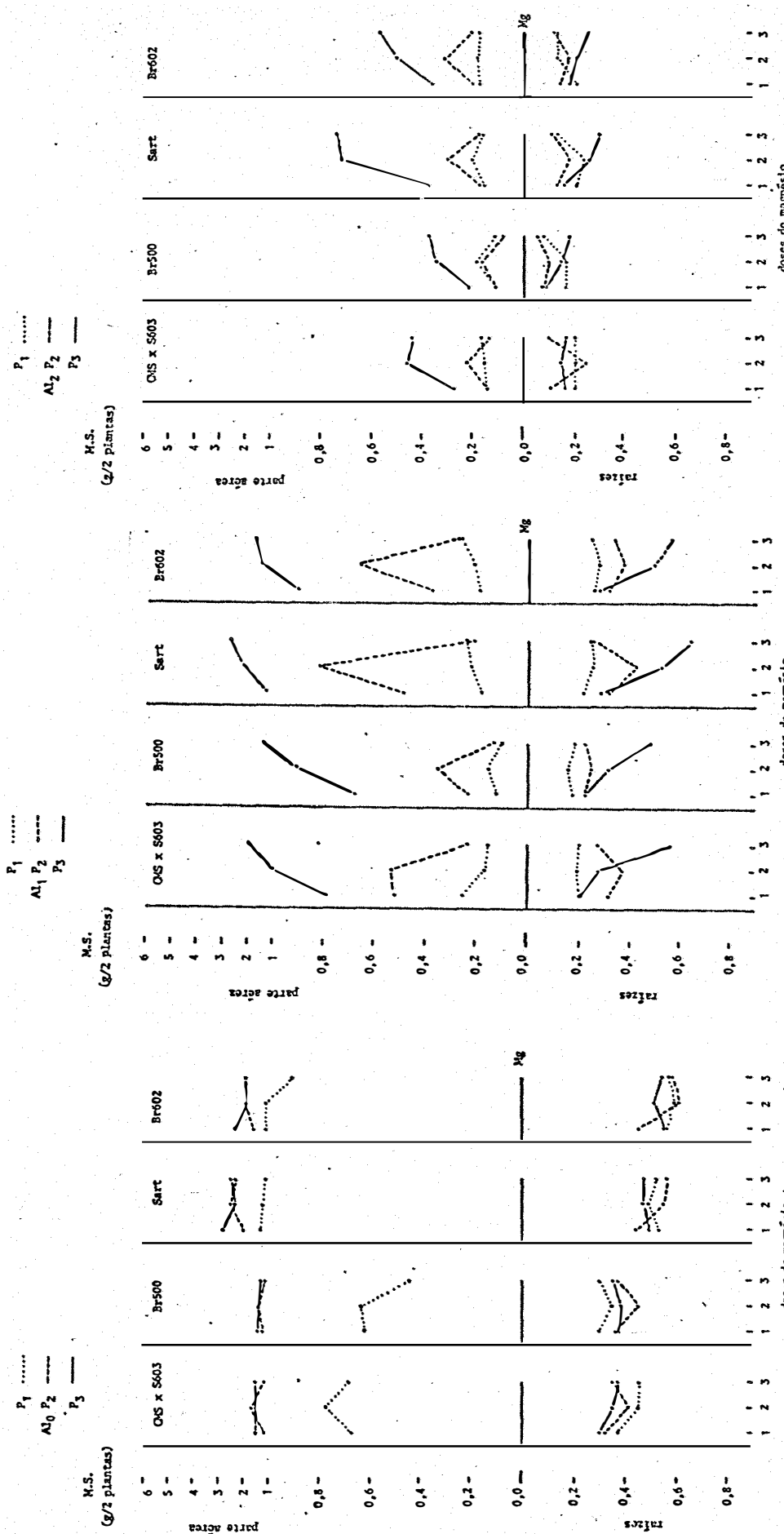


Figura 13 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento ALXP20g.

Figura 14 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento ALXP20g.

Figura 15 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento ALXP20g.

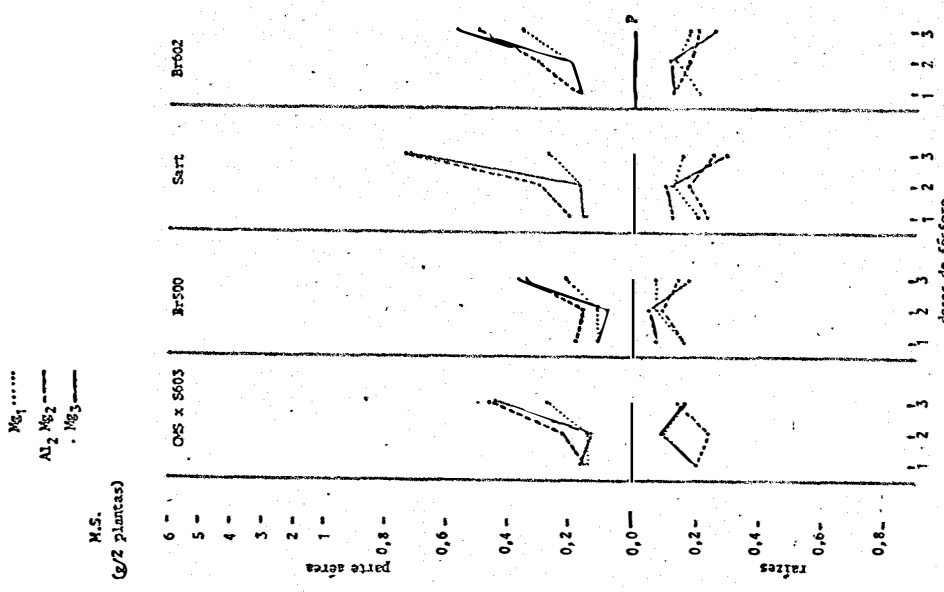


Figura 16 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento ALDPA8g.

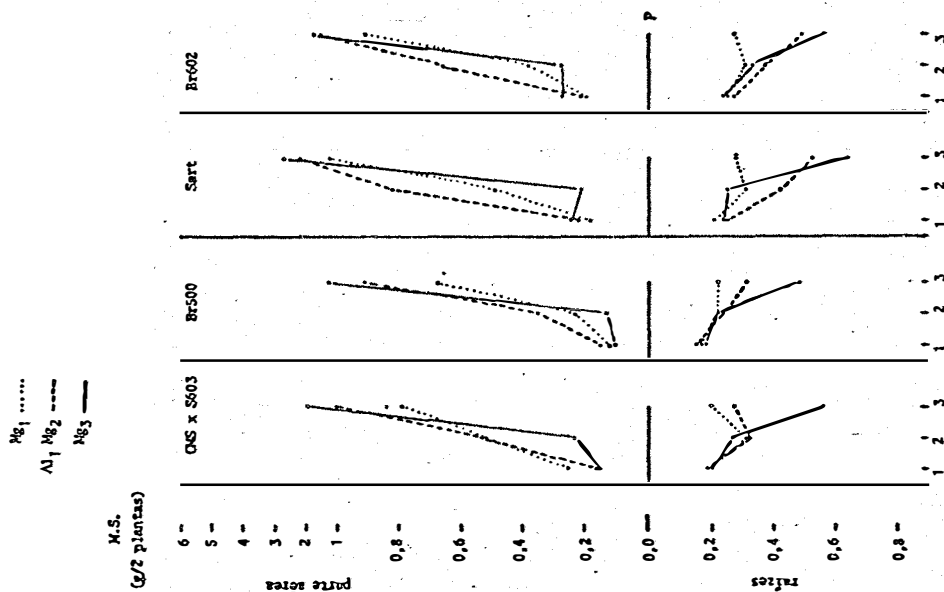


Figura 17 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento ALDPA8g.

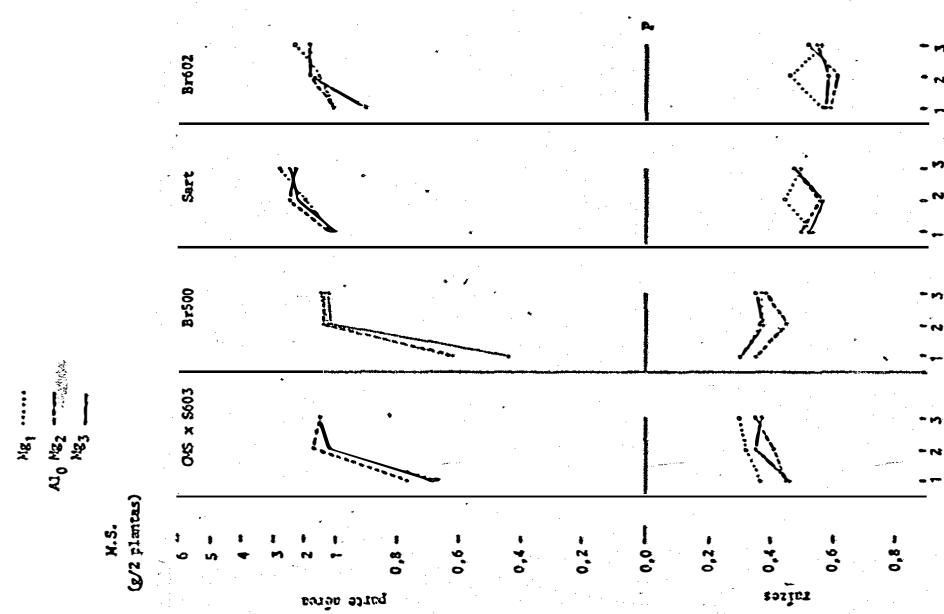


Figura 18 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento ALDPA8g.

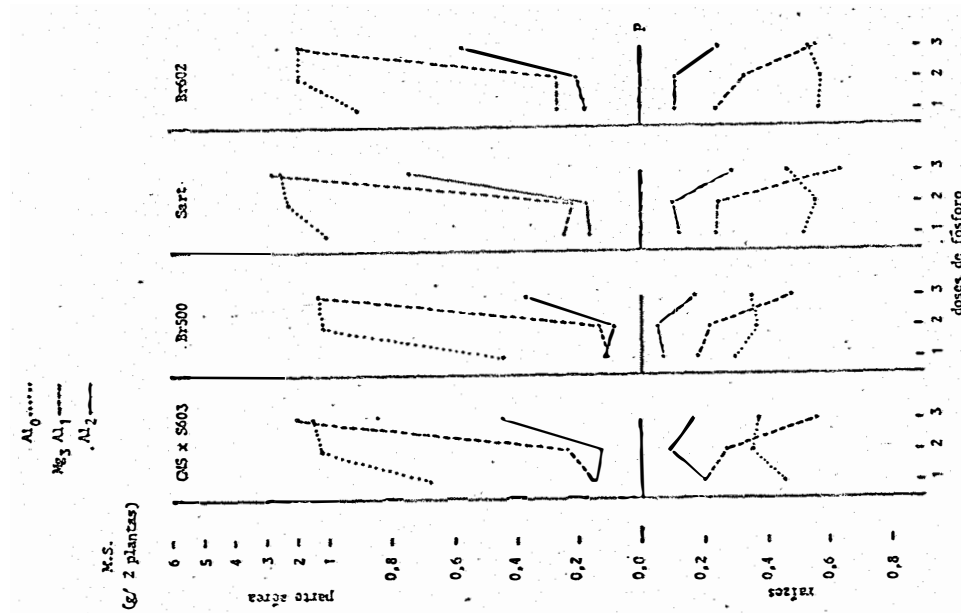


Figura 19 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento AL188g.

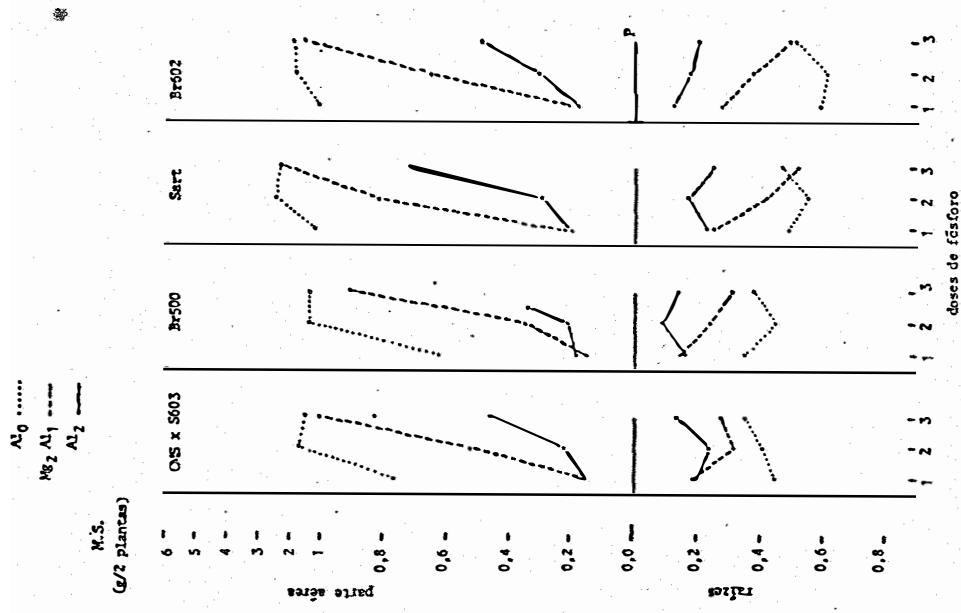


Figura 20 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento AL189g.

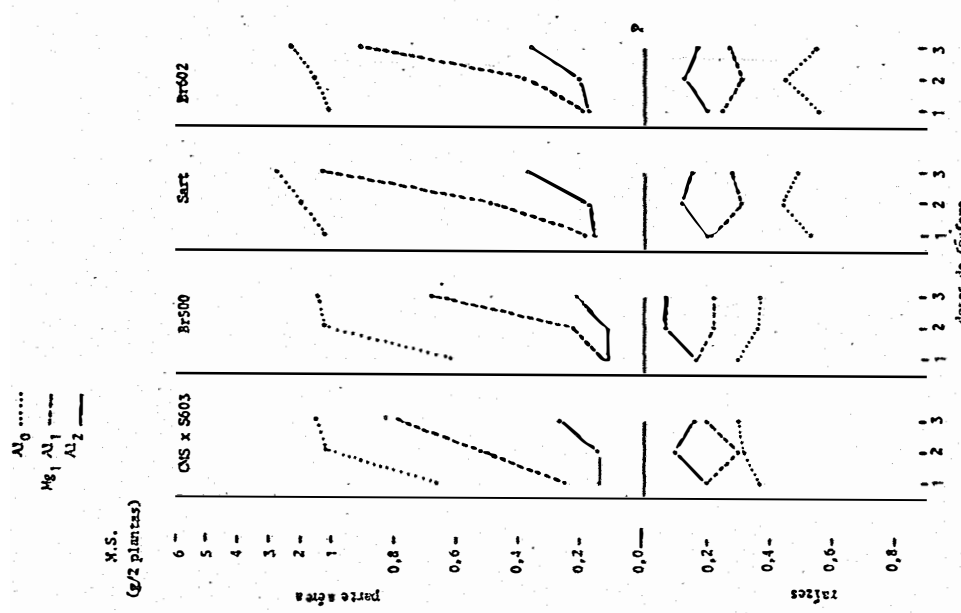


Figura 21 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento AL189g.



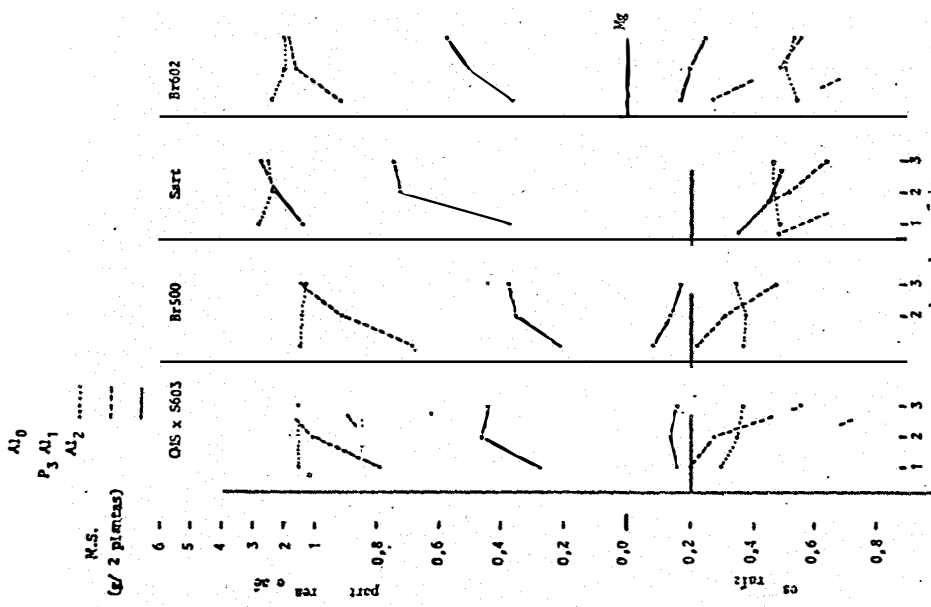


Figura 24 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento AlRPaMg.

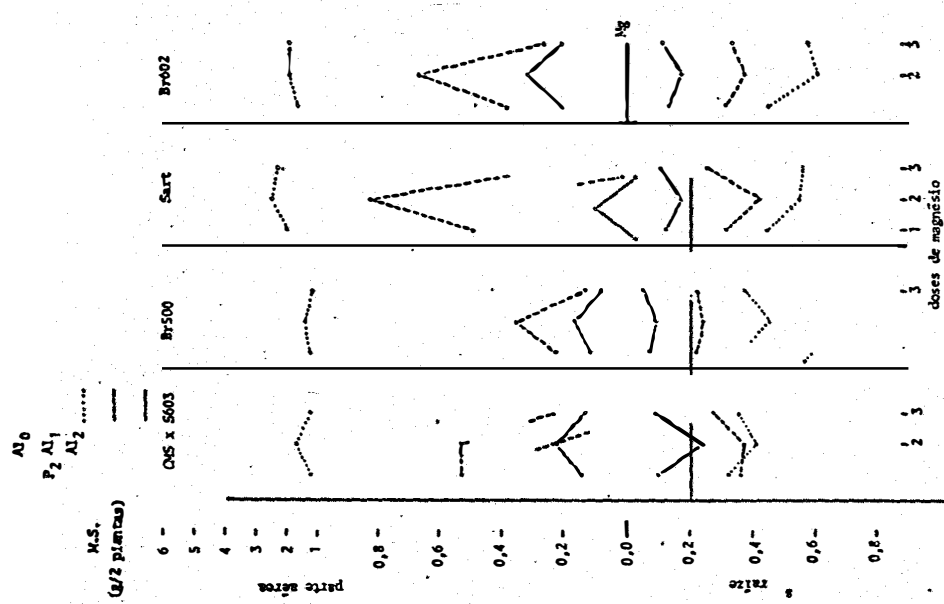


Figura 25 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento AlRPaMg.

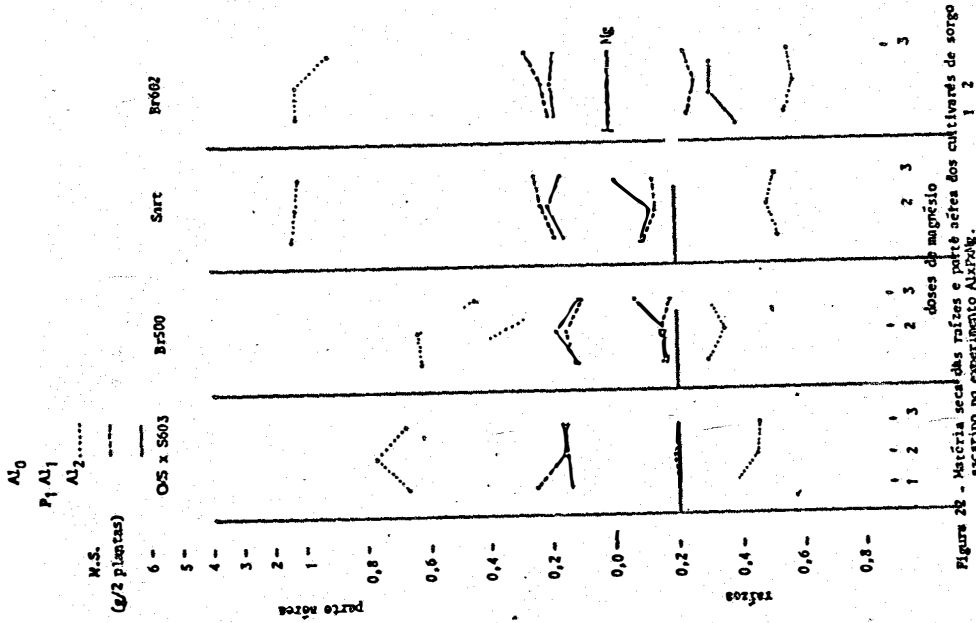


Figura 26 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento AlRPaMg.

P<sub>1</sub> .....  
 A<sub>1</sub> P<sub>2</sub> .....  
 P<sub>3</sub> ———

M.S.  
 (g/ 2 plantas)

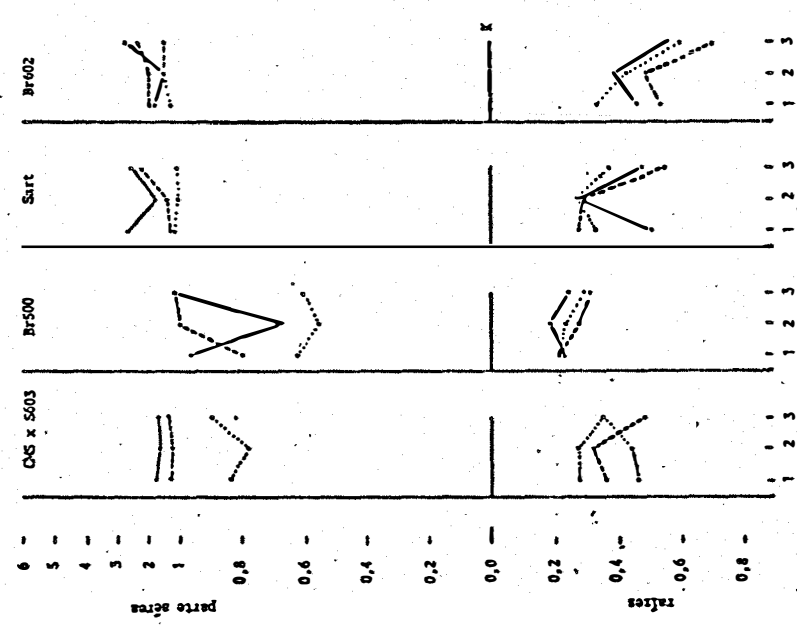


Figura 25 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento A13PX.

P<sub>1</sub> .....  
 A<sub>1</sub> P<sub>2</sub> .....  
 P<sub>3</sub> ———

M.S.  
 (g/ 2 plantas)

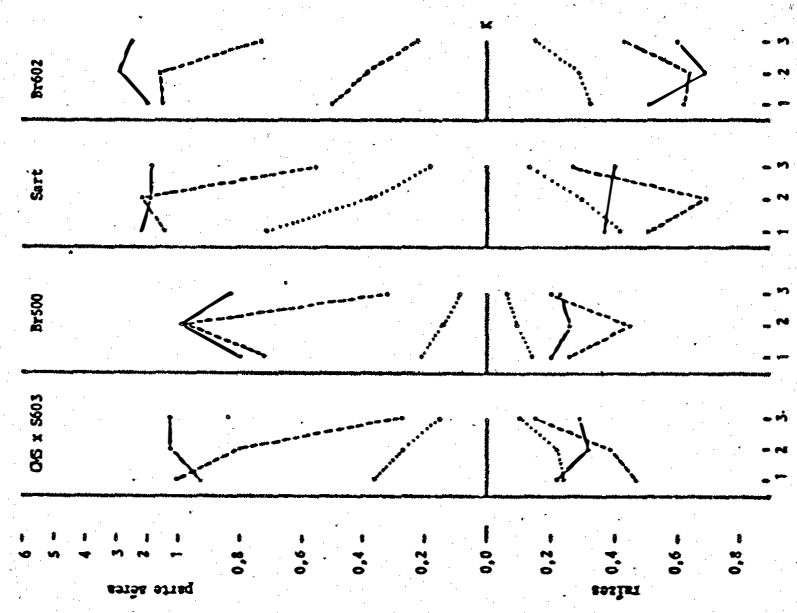


Figura 26 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento A13PX.

P<sub>1</sub> .....  
 A<sub>1</sub> P<sub>2</sub> .....  
 P<sub>3</sub> ———

M.S.  
 (g/ 2 plantas)

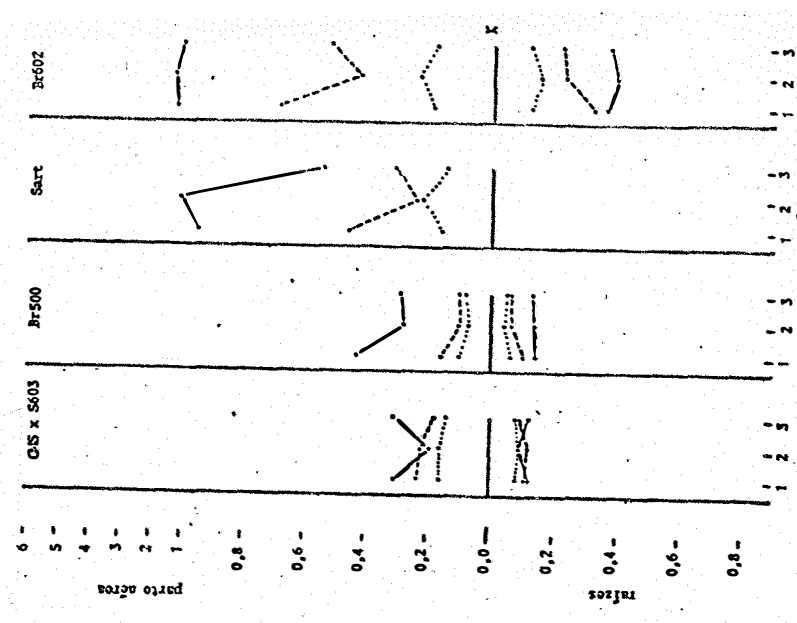


Figura 27 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento A13PX.

$K_1$  .....  
 $Al_0$   $K_2$  ----  
 $K_3$  ---

M.S.  
(g/2 plantas)

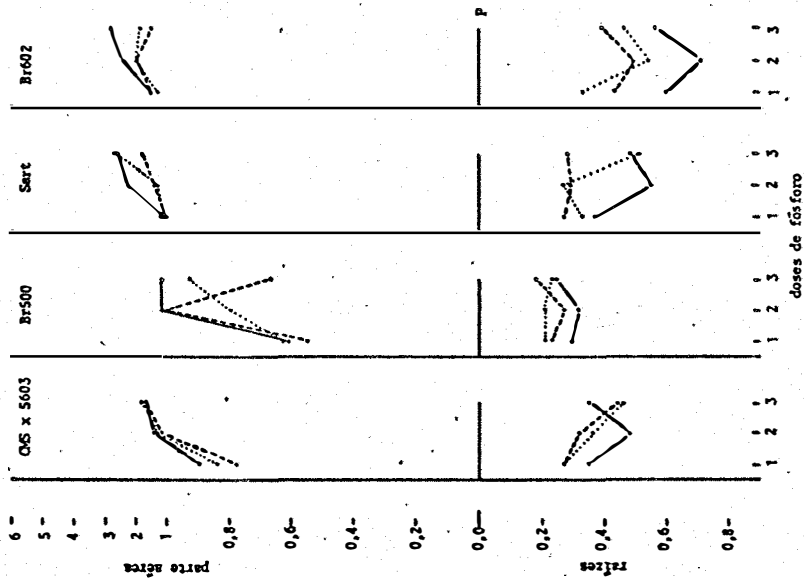


Figura 28 - Matéria seca das raízes e da parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento Al<sub>0</sub>K<sub>3</sub>.

$K_1$  .....  
 $Al_1$   $K_2$  ----  
 $K_3$  ---

M.S.  
(g/2 plantas)

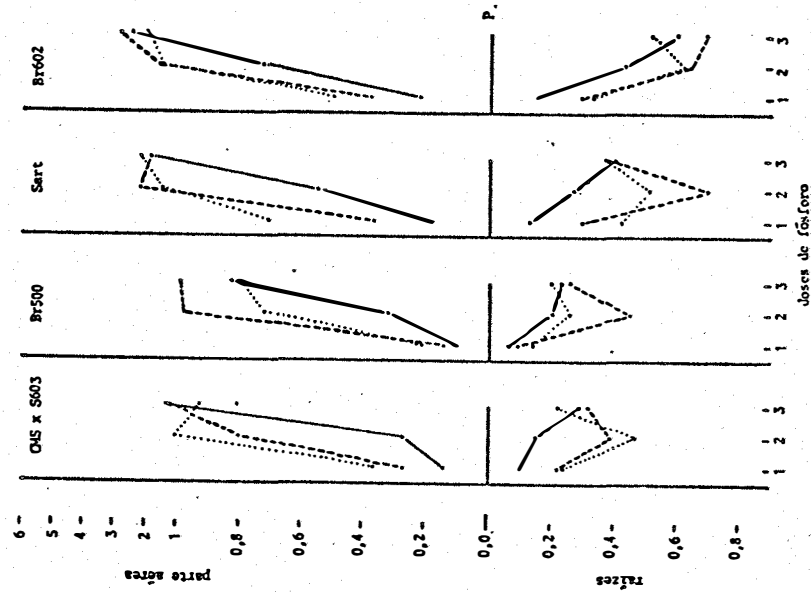


Figura 29 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento Al<sub>1</sub>K<sub>3</sub>.

$K_1$  .....  
 $Al_2$   $K_2$  ----  
 $K_3$  ---

M.S.  
(g/2 plantas)

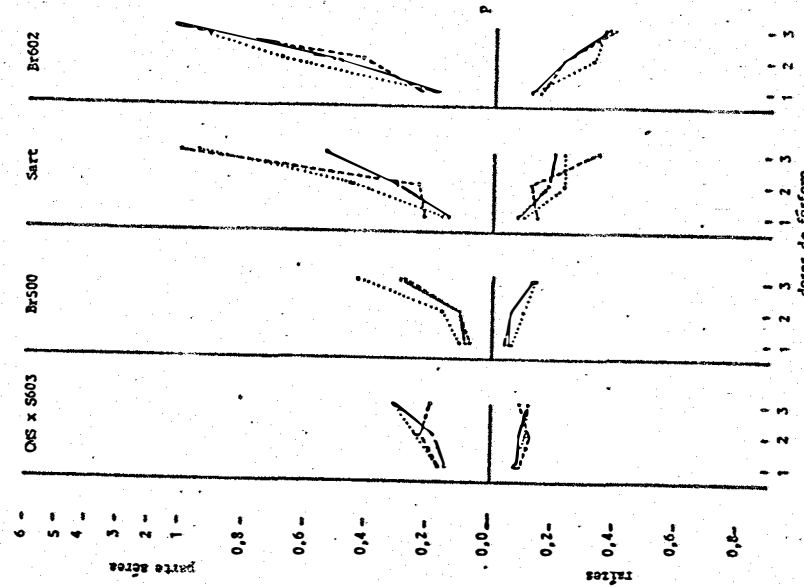


Figura 30 - Matéria seca das raízes e da parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento Al<sub>2</sub>K<sub>3</sub>.

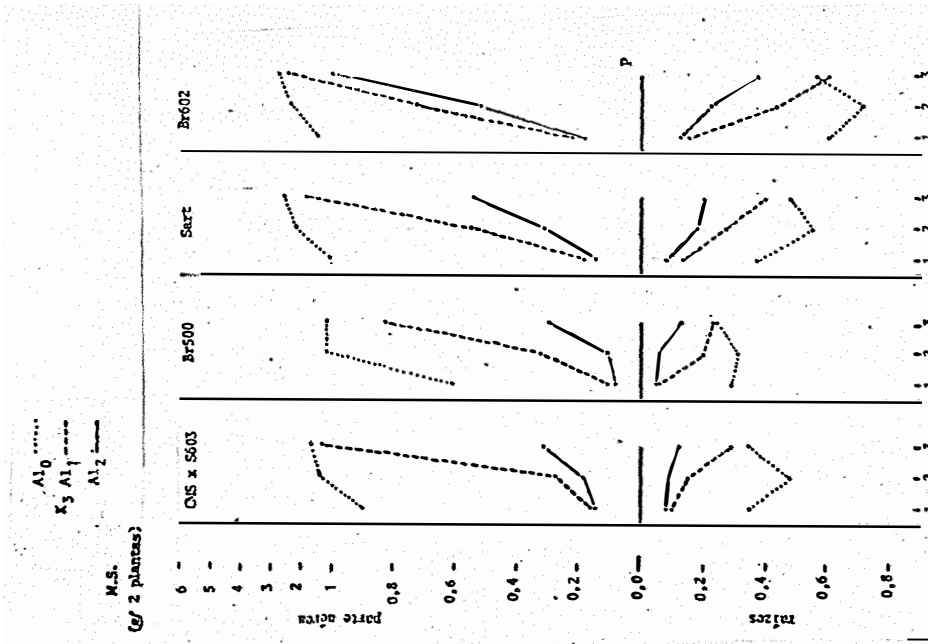


Figura 31 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento ALPxx.

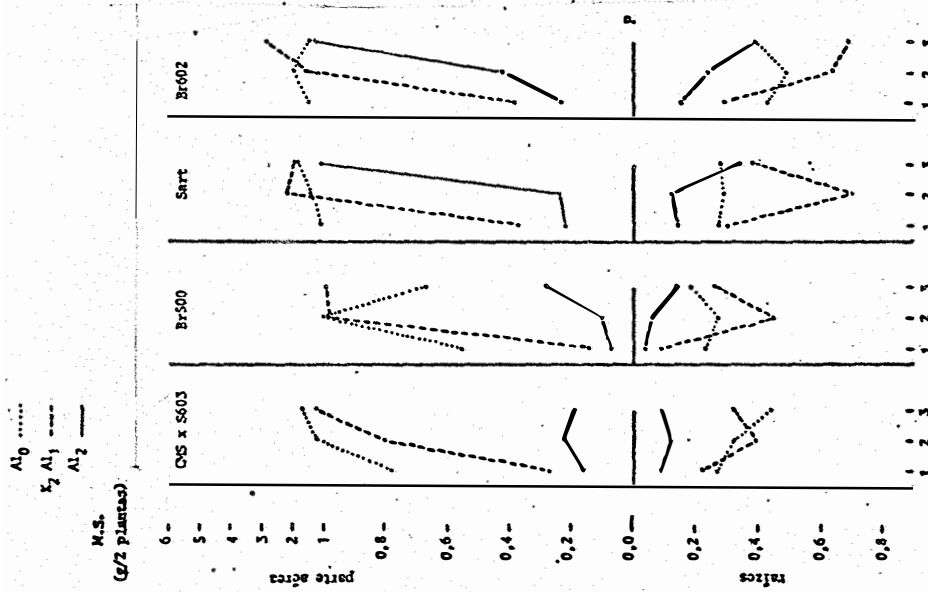


Figura 32 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino do experimento ALPxx.

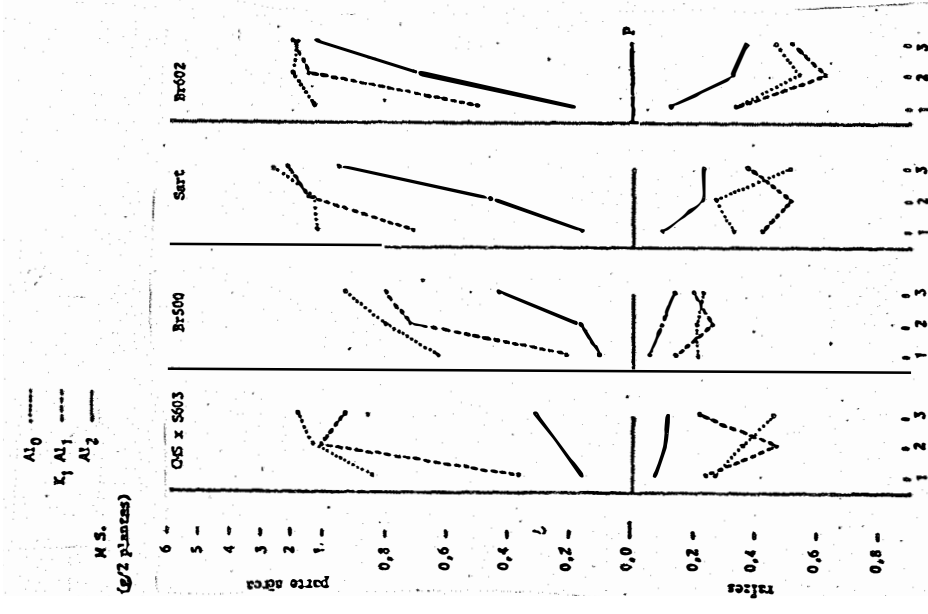


Figura 33 - Matéria seca das raízes e da parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento ALPxx.

Al<sub>0</sub> .....  
P<sub>1</sub> Al<sub>1</sub> .....  
Al<sub>2</sub> —

M.S.  
(g/2 plantas)

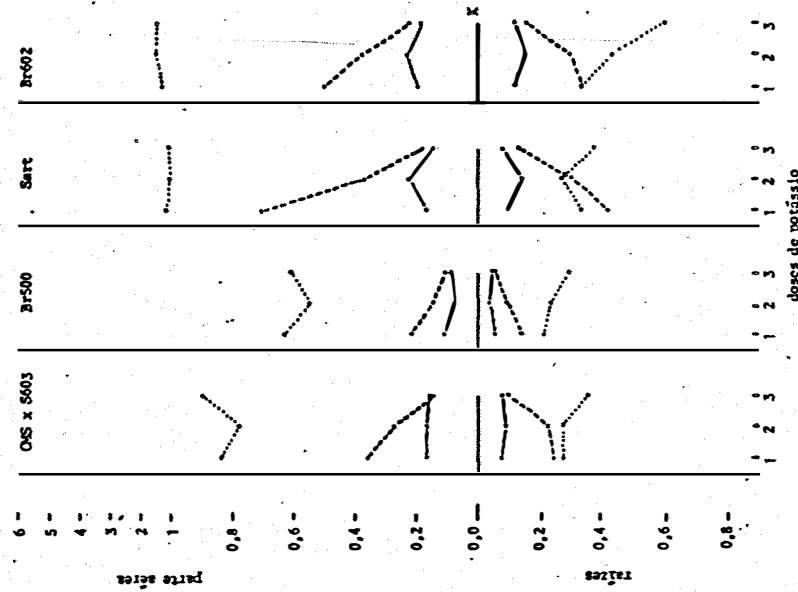


Figura 34 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento ALDPAK.

Al<sub>0</sub> .....  
P<sub>2</sub> Al<sub>1</sub> .....  
Al<sub>2</sub> —

M.S.  
(g/2 plantas)

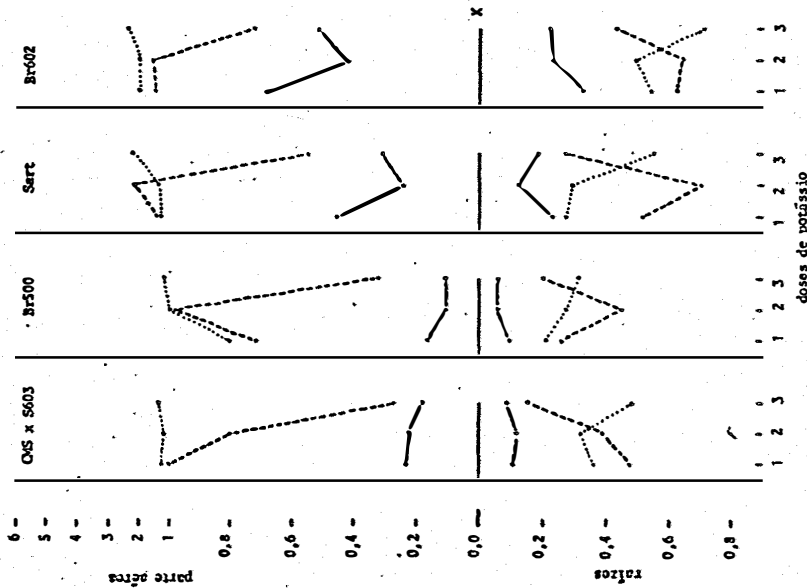


Figura 35 - Matéria seca das raízes e da parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento ALDPAK.

Al<sub>0</sub> .....  
P<sub>3</sub> Al<sub>1</sub> .....  
Al<sub>2</sub> —

M.S.  
(g/2 plantas)

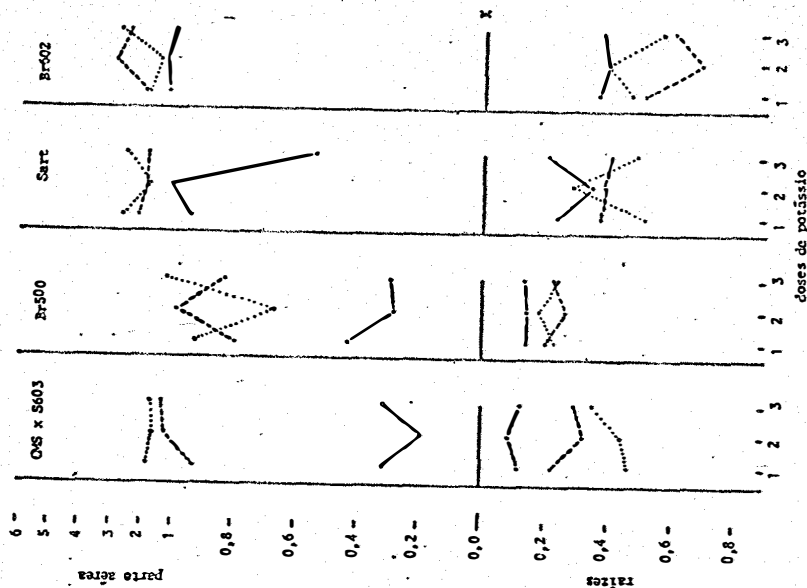


Figura 36 - Matéria seca das raízes e parte aérea dos cultivares de sorgo sacarino no experimento ALDPAK.

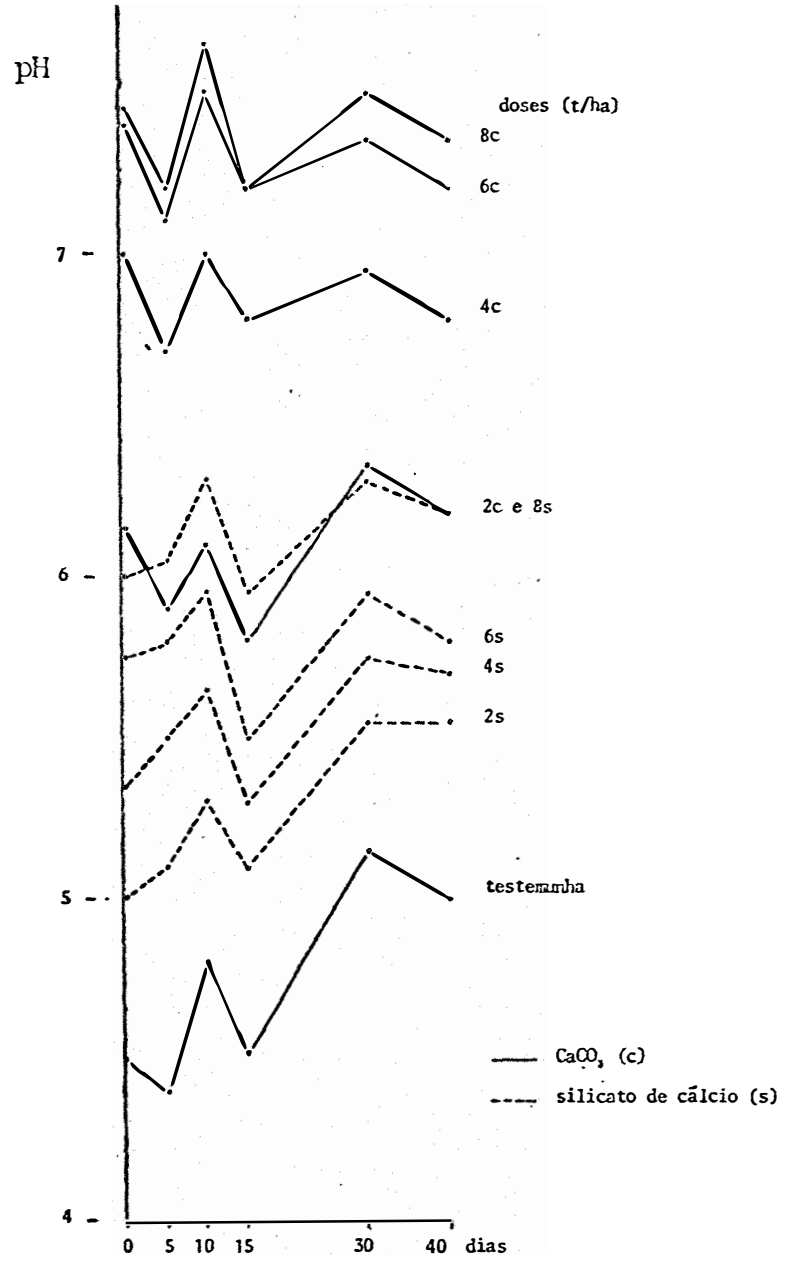


Figura 37 - Curva de calibração para calcário e silicato.

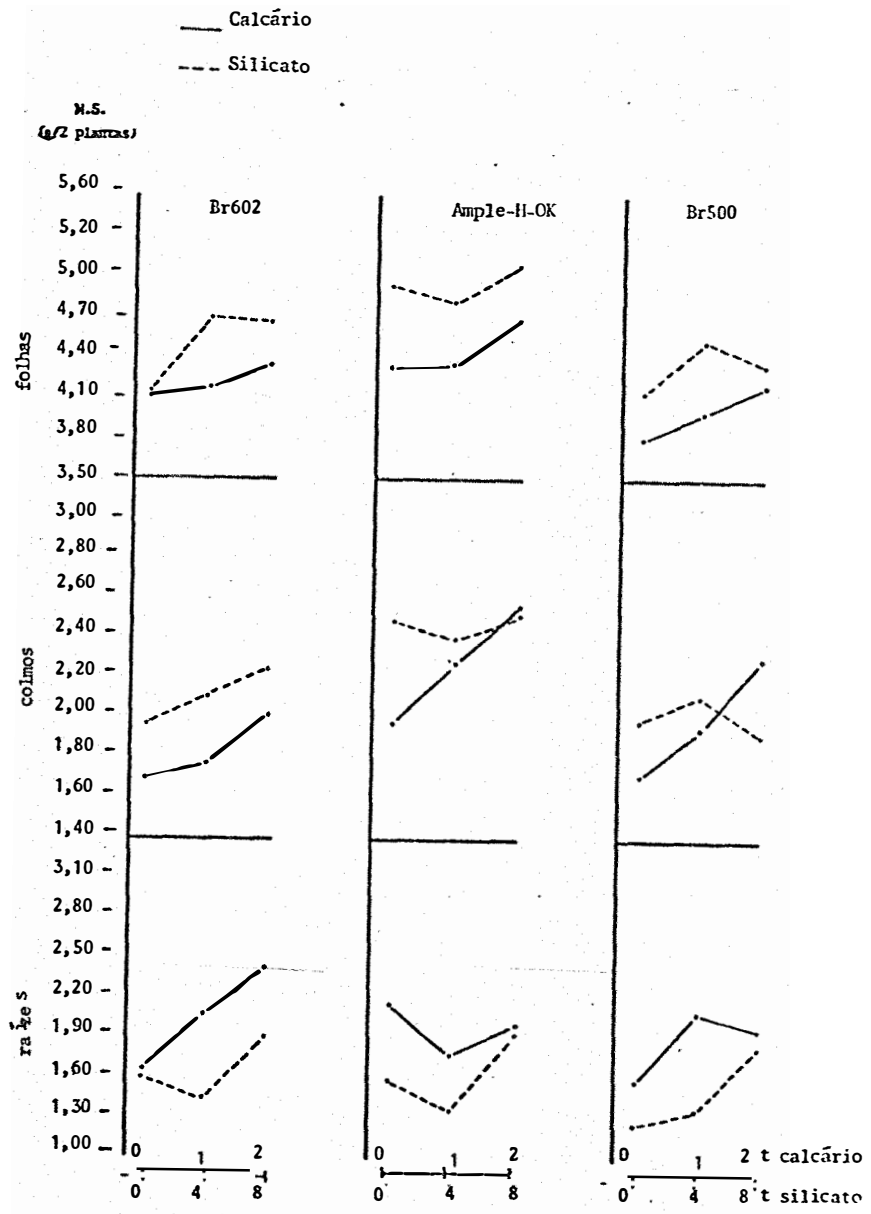


Figura 38 - Efeito de doses de corretivos na produção de matéria seca de cultivares de sorgo sacarino.

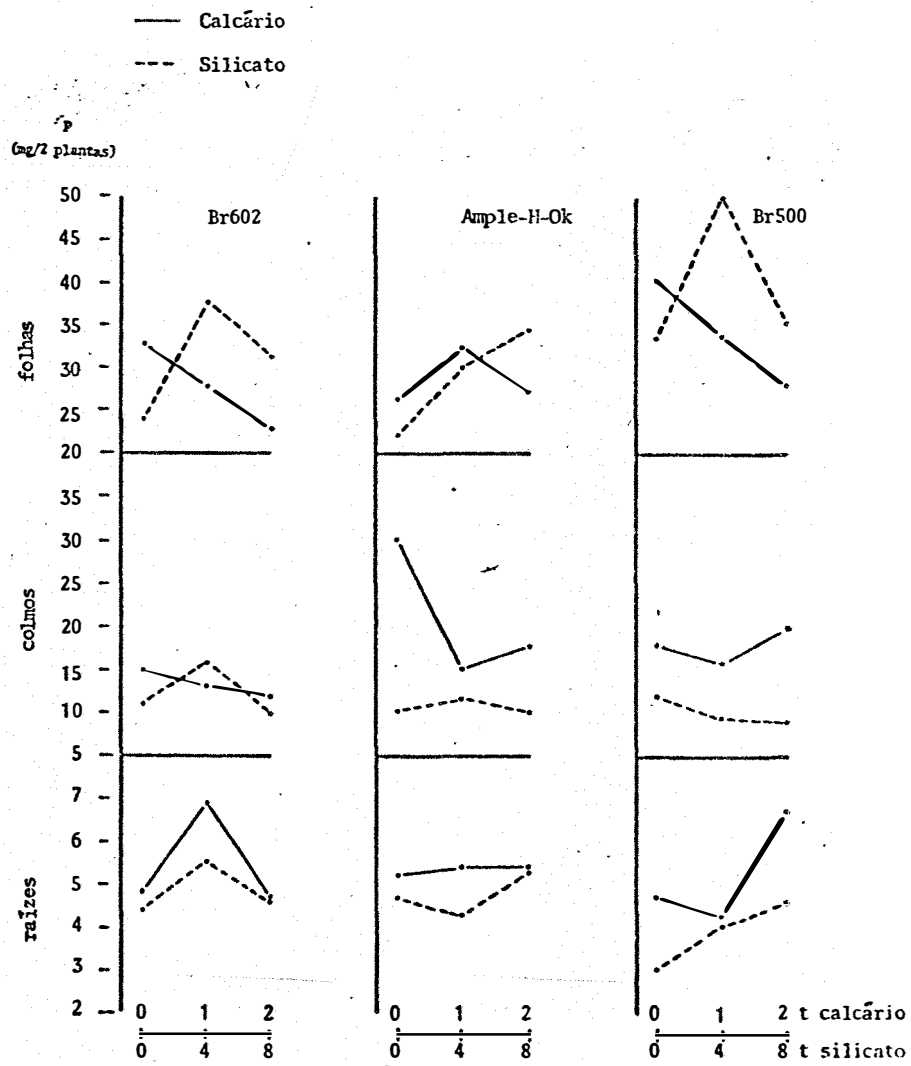


Figura 39 - Efeito de doses de corretivos na quantidade de fósforo extraída por cultivares de sorgo sacarino.



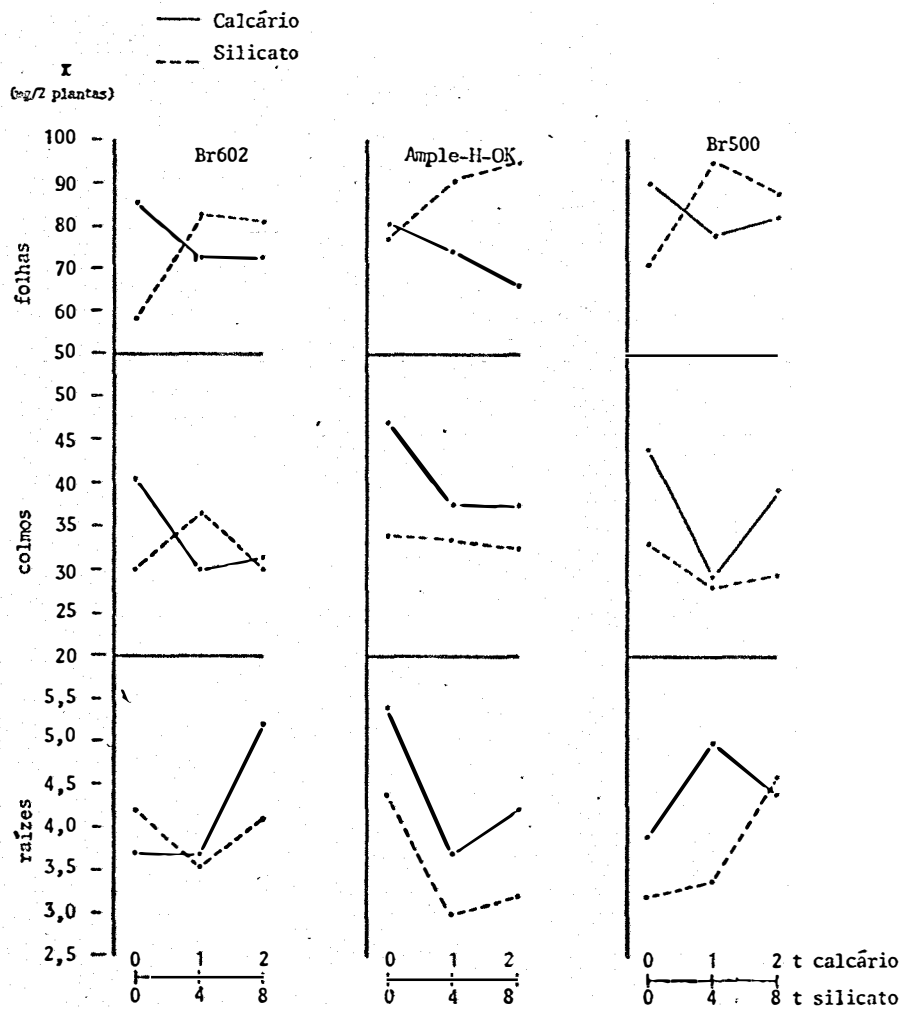


Figura 40 - Efeito de doses de corretivos na quantidade de potássio extraída por cultivares de sorgo sacarino.

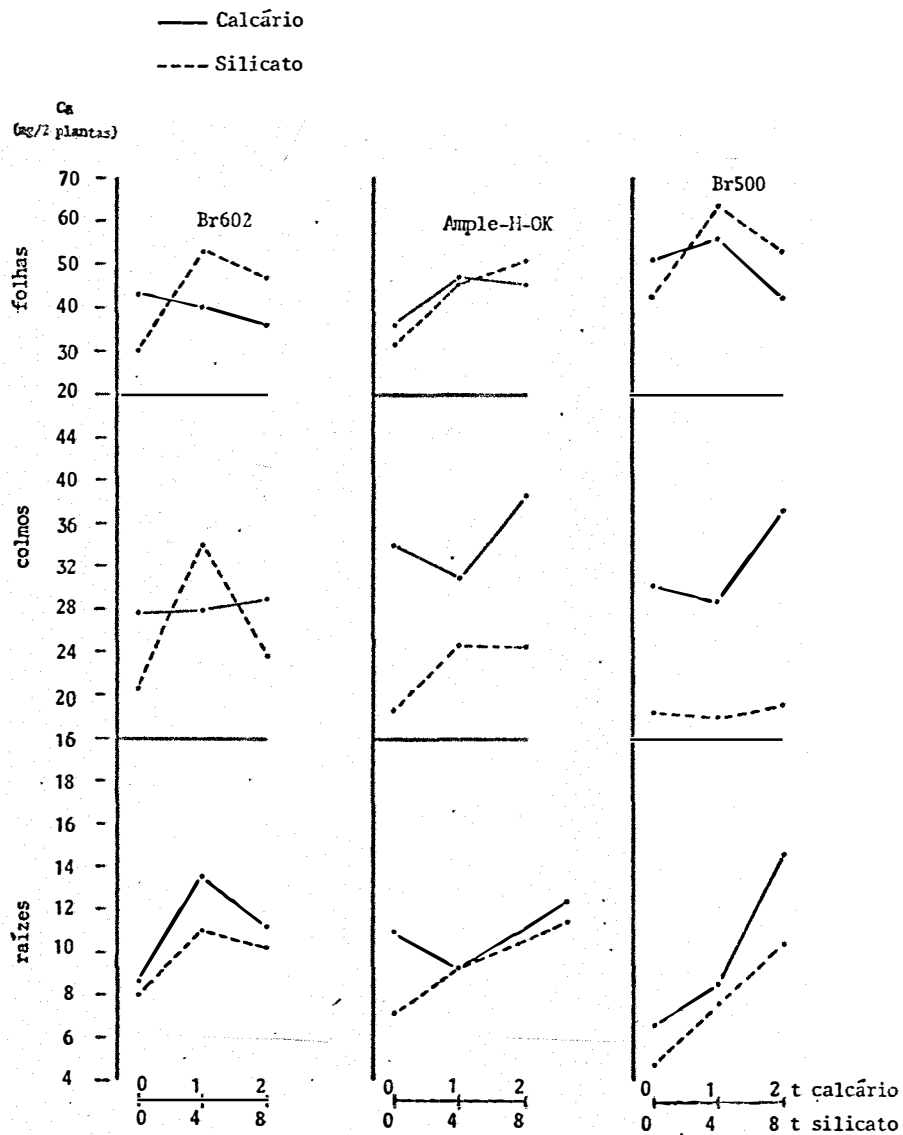


Figura 41 - Efeito de doses de corretivos na quantidade de cálcio extraída por cultivares de sorgo sacarino.

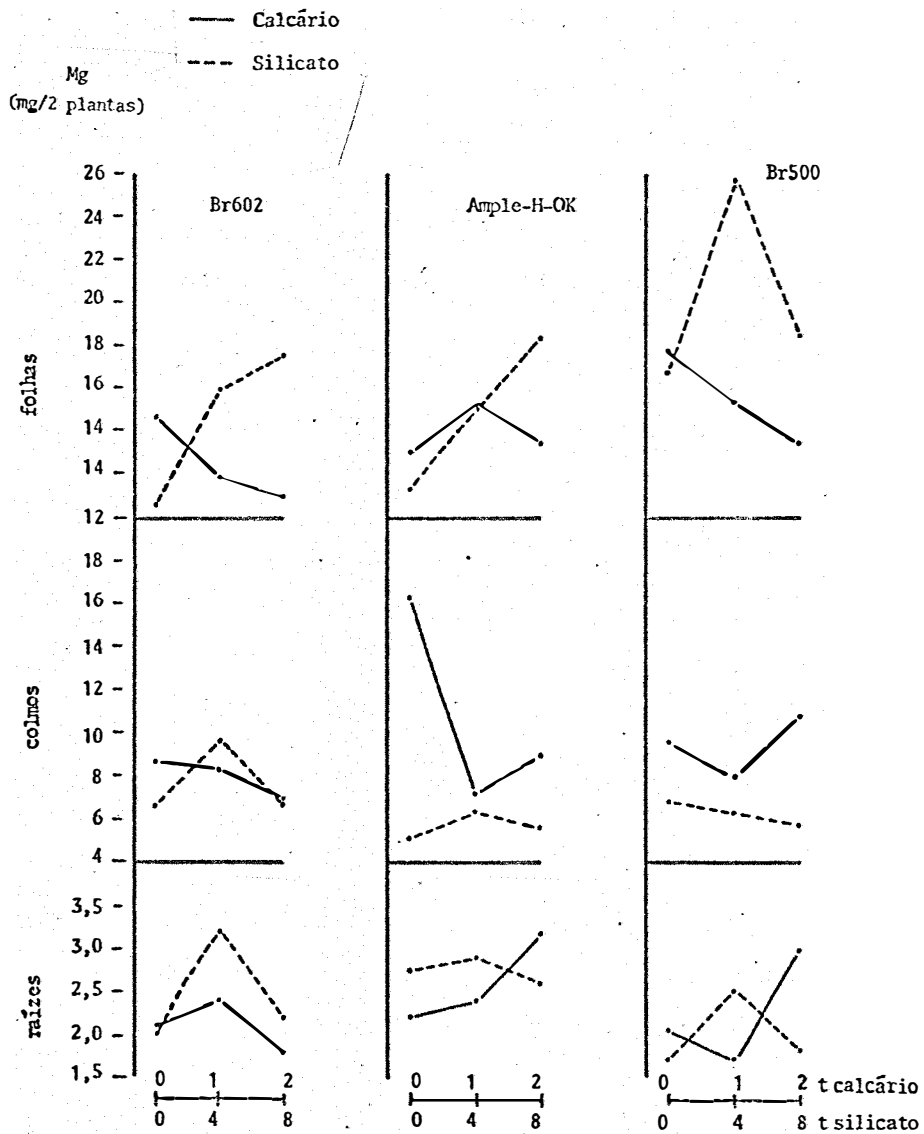


Figura 42 - Efeito de doses de corretivos na quantidade de magnésio extraída por cultivares de sorgo sacarino.

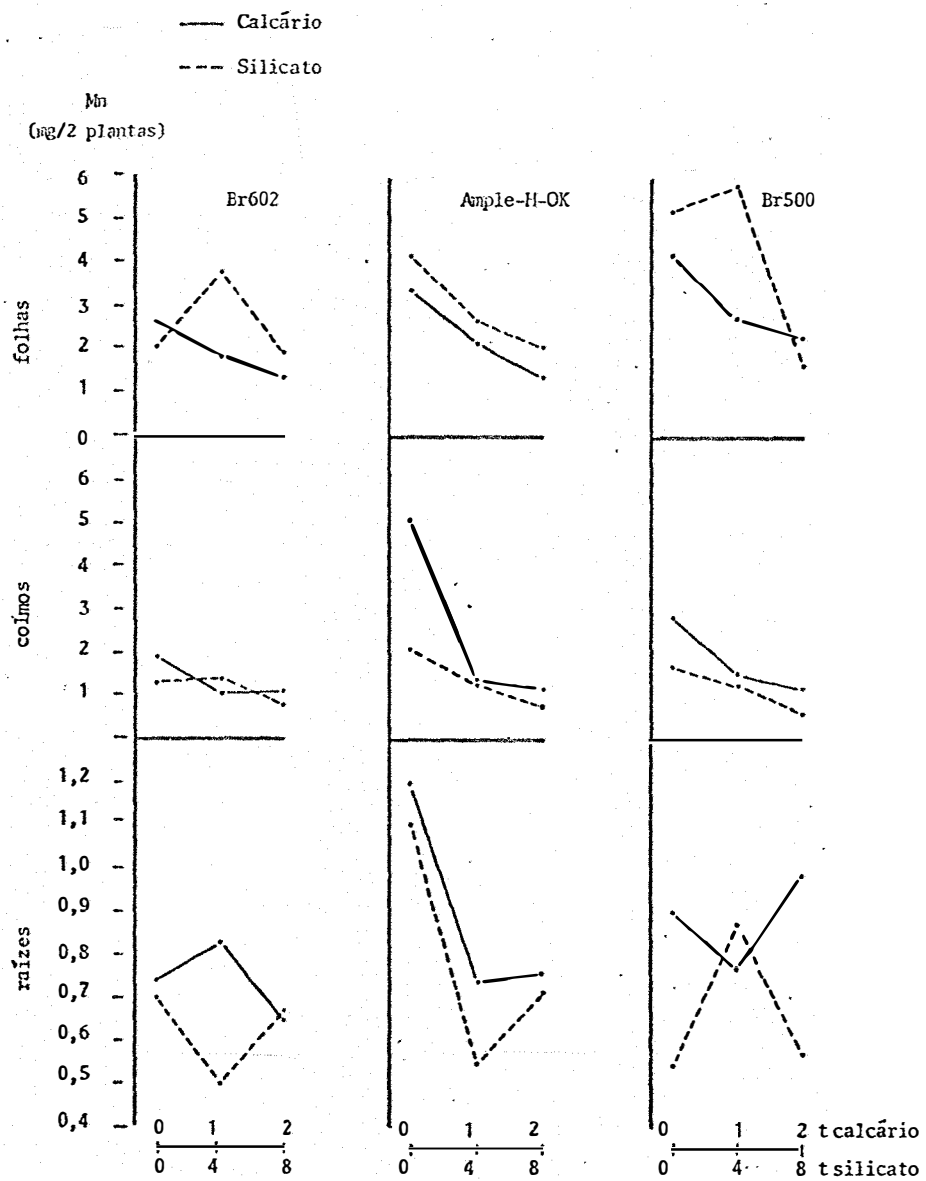


Figura 43 - Efeito de doses de corretivos na quantidade de manganês extraída por cultivares de sorgo sacarino.

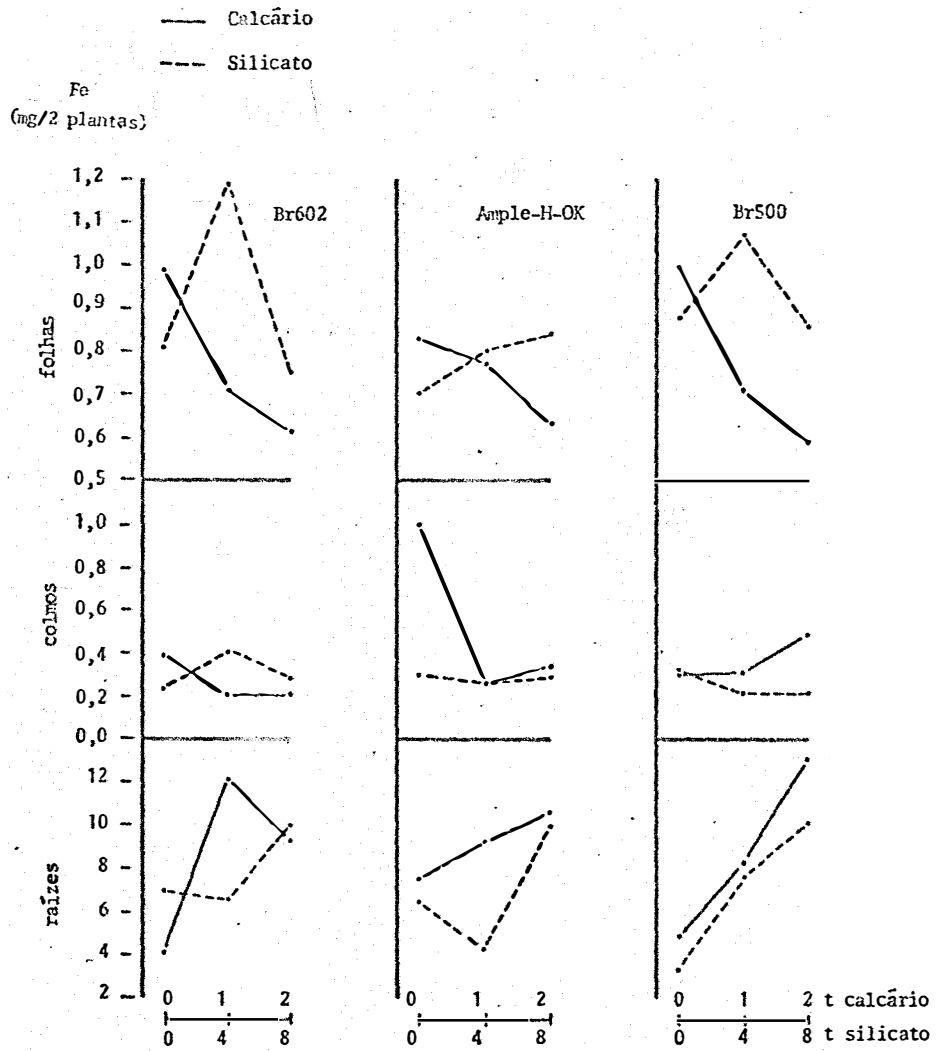


Figura 44 - Efeito de doses de corretivos na quantidade de ferro extraída por cultivares de sorgo sacarino.

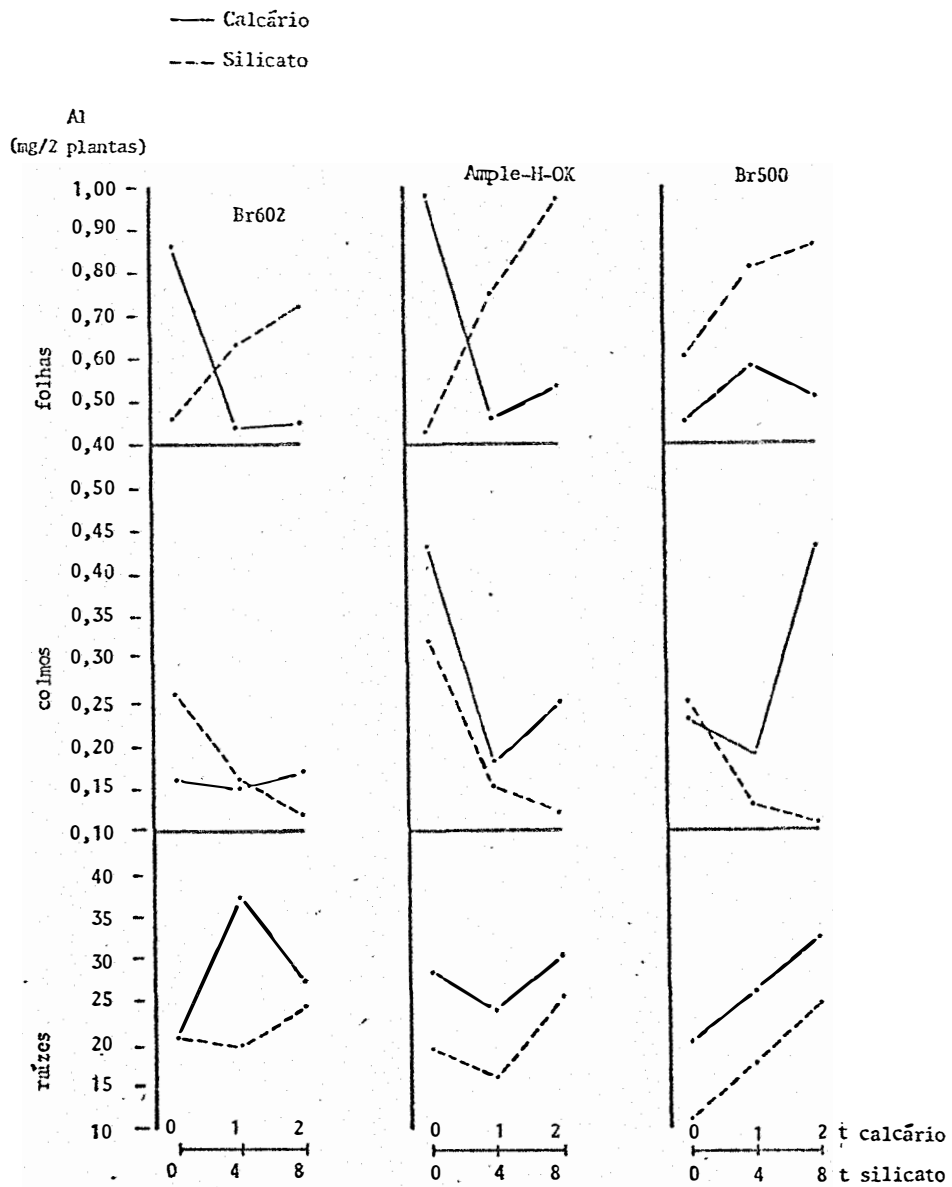


Figura 45 - Efeito de doses de corretivos na quantidade de alumínio extraída por cultivares de sorgo sacarino.

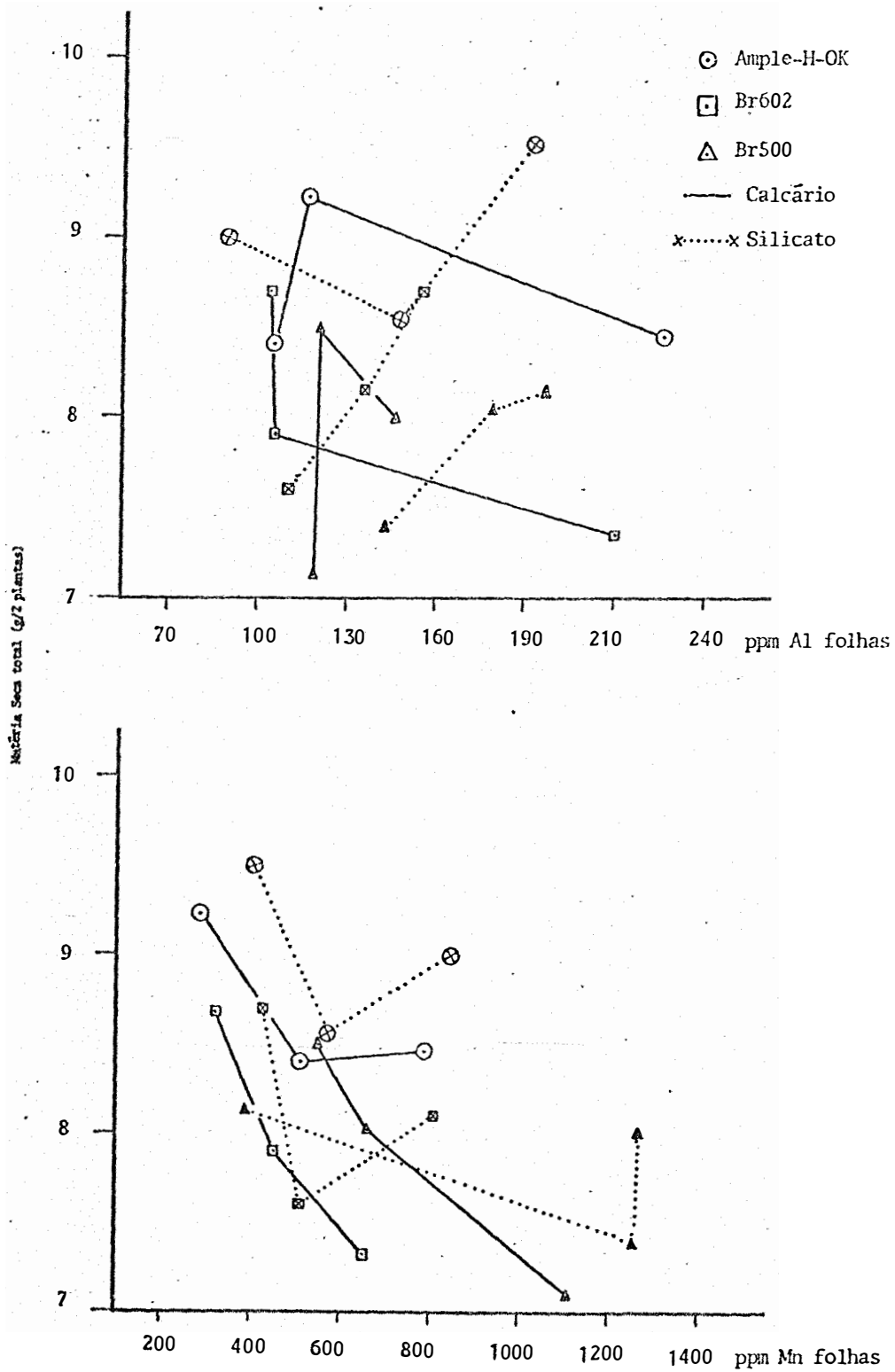


Figura 46 - Efeito do calcário e silicato na produção de matéria seca total e no teor foliar de manganês e alumínio em três cultivares de sorgo sacarino.