


OSMAR RODRIGUES BRITO

COMPORTAMENTO DO ALGODOEIRO (Gossypium hirsutum, L.) CULTIVADO

EM CASA DE VEGETAÇÃO, EM DIFERENTES SOLOS, COM

DIFERENTES

<b>UFV</b>	BIBLIOTECA	BBT	OBRA	RG000081630
	CLASSIFICAÇÃO T 633.51 / B862c			
TÍTULO Comportamento do algodoeiro (Gossypium hi				
				
93622 BBT				

COMPORTAMENTO DO ALGODOEIRO (Gossypium hirsutum, L.), CULTIVADO  
EM CASA DE VEGETAÇÃO, EM DIFERENTES SOLOS, COM  
DIFERENTES SATURAÇÕES DE ALUMÍNIO

APROVADA

BIBLIOTECA CENTRAL - U F V -
93.622
08.08.83

Tese Apresentada à Universidade  
de Federal de Viçosa, como Parte das  
Exigências do Curso de Fitotecnia,  
para Obtenção do Grau de "Magister  
Scientiae".

T  
633.51  
B862c  
1983  
ex.2

VIÇOSA - MINAS GERAIS  
1983

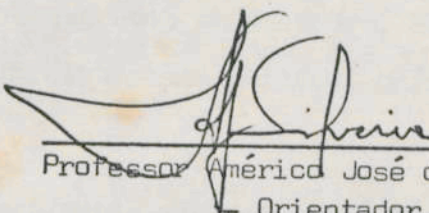
DOAÇÃO

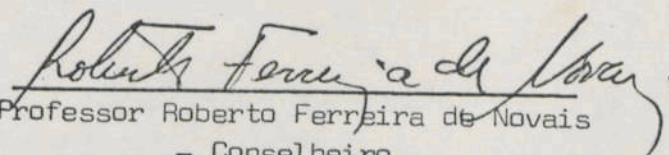
COMPORTAMENTO DO ALGODOEIRO (Gossypium hirsutum, L.), CULTIVADO  
EM CASA DE VEGETAÇÃO, EM DIFERENTES SOLOS, COM  
DIFERENTES SATURAÇÕES DE ALUMÍNIO

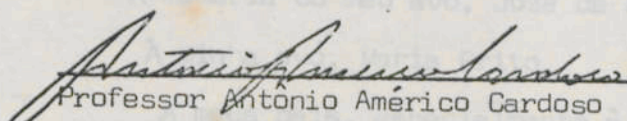
por

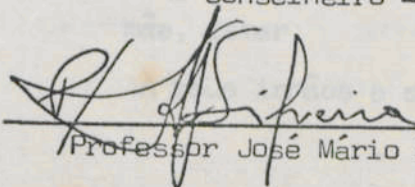
OSMAR RODRIGUES BRITO

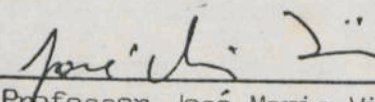
APROVADA

  
\_\_\_\_\_  
Professor Américo José da Silveira  
- Orientador -

  
\_\_\_\_\_  
Professor Roberto Ferreira de Novais  
- Conselheiro -

  
\_\_\_\_\_  
Professor Antônio Américo Cardoso  
- Conselheiro -

  
\_\_\_\_\_  
Professor José Mário Braga

  
\_\_\_\_\_  
Professor José Maria Vieira

## AGRADECIMENTOS

A Diretoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CNPq) e à Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade oferecida para a realização deste curso.

Aos Professores Américo José de Silveira, Roberto Ferreira de Almeida e Antônio Américo Cardoso, pela amizade, orientação e ensinamentos.

Aos Professores José Maria Vieira e José Maria Braga, pela amizade e pelas sugestões.

Aos Professores e Funcionários dos Departamentos de Fitopatologia e Solos, pela convivência e auxílio.

A memória do meu avô, José de Alencar.

A Associação dos Estudantes de Pós-Graduação (AEPG-UFV), pela assistência e pela colaboração.

A minha avó, Maria Brito.

A meus pais, especialmente à minha mãe, Ismar.

Aos colegas Leércio Francisco e Pedro Soares Viçosa, pela ajuda, pela convivência e pela amizade.

A meus irmãos e sobrinhos.

Aos colegas Antônio Fernando Guerra, Castro Castelo de Andrade, Roberto Ferreira Machado, Sérgio Maurício Lopes Bonzales, José Antônio de Carvalho, Pedro Alves de Almeida, Rogério Vieira e Cristiane de Souza Silva, pela convivência e pela amizade.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade oferecida para a realização deste curso.

Aos Professores Américo José da Silveira, Roberto Ferreira de Novais e Antônio Américo Cardoso, pela amizade, orientação e ensinamentos.

Aos Professores José Maria Vieira e José Mario Braga, pela amizade e pelas sugestões.

Aos Professores e Funcionários dos Departamentos de Fitotecnia e Solos, pela convivência e amizade.

À Associação dos Estudantes de Pós-Graduação (AEPG-UFV), pela assistência e pela colaboração.

Aos colegas Laércio Francisco Caetano e Pedro Soares Vidigal, pela ajuda, pela convivência e pelo companheirismo.

Aos colegas Antonio Fernando Guerra, Castro Caetano de Andrade, Roberto Ferreira Machado, Sérgio Maurício Lopes Donzeles, Joaquim Antonio de Carvalho, Pedro Alves de Almeida, Rogério Vieira e Cristiano Meiga Belem, pelo convívio e pela amizade.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

OSMAR RODRIGUES BRITO, filho de Oreno Rodrigues Ruas e Ismar Brito Andrade, nasceu na cidade de Montes Claros - MG, no dia 12 de agosto de 1954.

Em Janaúba - MG, concluiu os cursos primário e ginásial, nos anos de 1966 e 1971, respectivamente.

No período de 1972 a 1974 estudou no Colégio Agrícola "Antônio Versiani Athayde", na cidade de Montes Claros - MG, onde obteve o título de Técnico Agrícola.

Diplomou-se, em 1979, pela Universidade Federal de Viçosa - Viçosa - MG, recebendo o título de engenheiro agrônomo.

Ainda em 1979, iniciou os estudos de pós-graduação na Universidade Federal de Viçosa - Viçosa - MG, matriculando-se no curso de Mestrado em Fitotecnia.

Em 1982, foi contratado pela Universidade Estadual de Londrina - Londrina - PR, como professor auxiliar do Departamento de Agronomia, ficando responsável pela disciplina Fertilidade de Solos, cargo que ainda exerce até a presente data.

## CONTEÚDO

	Página
EXTRATO .....	v
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	6
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	11
4. RESUMO E CONCLUSÕES .....	35
5. LITERATURA CITADA .....	37
APÊNDICE .....	41

No experimento, montado em casa de vegetação, utilizaram-se amostras de dois latossolos Vermelho-Escuro, álicos (LSE), e um de um latossolo Vermelho-Amarelo, álico (LVA). As amostras de solo, por via de fato utilizadas num experimento com soja, receberam, para este experimento diferentes níveis de corretivo (mistura de  $\text{CaCO}_3$  e  $\text{MgCO}_3$ , na relação  $\text{Ca:Mg}$  de 4:1), calculados com base no teor de alumínio trocável de cada solo.

No plano experimental, os tratamentos constituiram um arranjo fatorial  $3 \times 3 \times 5$ , com três solos, três cultivares e cinco saturações de alumínio, feitas repetidas cinco vezes e dispostas no delineamento inteiramente casualizado.

## EXTRATO

BRITO, Osmar Rodrigues, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 1983. Comportamento do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*, L.), cultivado em casa de vegetação em diferentes solos, com diferentes saturações de alumínio. Professor Orientador: Américo José da Silveira. Professores Conselheiros: Roberto Ferreira de Novais e Antonio Américo Cardoso.

O comportamento de cultivares de algodão diante do alumínio trocável do solo foi estudado por meio de avaliações da emergência, altura, produção de matéria seca da parte aérea e de raízes e absorção de nutrientes.

No experimento, montado em casa de vegetação, utilizaram-se amostras de dois Latossolos Vermelho-Escuros, álicos (LEa), e uma de um Latossolo Vermelho-Amarelo, álico (LVa). As amostras de solo, previamente utilizadas num experimento com soja, receberam, para este experimento diferentes níveis de corretivo (mistura de  $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ , na relação Ca:Mg de 4:1), calculadas com base no teor de alumínio trocável de cada solo.

No plano experimental, os tratamentos constituíram um arranjo fatorial  $3 \times 3 \times 5$ , com três solos, três cultivares e cinco saturações de alumínio, foram repetidos quatro vezes e dispostos no delineamento inteiramente casualizado.

Para a sementeira, utilizaram-se sementes deslintadas com ácido sulfúrico concentrado e tratadas com CAPTAN. Cinquenta dias depois da sementeira procedeu-se à colheita das plantas. Para determinar os efeitos de solo, cultivar e saturações de alumínio sobre o comportamento do algodoeiro, foram avaliados os seguintes parâmetros: emergência, altura da planta, matéria seca da parte aérea e das raízes e relação entre a matéria seca da parte aérea e matéria seca das raízes. Nos extratos obtidos por digestão nitroperclórica, quantificaram-se as concentrações de P, K, Ca, Mg, Fe, Mn e Al na matéria seca da parte aérea.

Para as condições em que o trabalho foi conduzido e com base nos resultados e análises efetuadas, pode-se observar que:

- a emergência das plântulas não sofreu influência do alumínio, mas diferiu significativamente entre os solos e cultivares estudados;
- o crescimento inicial foi influenciado pelo alumínio, verificando-se, em alguns casos, reduções de 50% na altura das plantas;
- a absorção de nutrientes, influenciada pelo alumínio, variou conforme o nutriente, solo e cultivar considerados;
- o alumínio, nas quantidades originalmente encontradas nos solos estudados, constituiu fator limitante ao crescimento do algodoeiro.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o algodão sempre figurou no grupo de vanguarda das atividades que carregam divisas para o país. Embora não seja cultivado em todo o território nacional, figura entre as dez primeiras culturas, tanto em valor econômico como em produção. Entretanto, a produtividade brasileira de algodão é considerada muito baixa, comparada à obtida em outros países e até mesmo à média mundial (PASSOS, 1977). Apesar das grandes oscilações em área plantada e produção observadas no quinquênio 76/80, a cotonicultura brasileira manteve um rendimento médio em torno de 930 kg/ha (An. Est. do Brasil - IBGE, 1979, 1981).

Com a crise do petróleo, a produção mundial de fibras não celulósicas vem-se mantendo constante, tendendo a decrescer, ao passo que a demanda de fibras naturais, principalmente fibra de algodão, apresenta tendência crescente (COTTON, 1981).

Dados apresentados pela EMBRAPA (1981) indicam que, recentemente, o consumo interno de fibras de algodão apresentou grande crescimento, com significativas reduções nas cotas de exportação. Se a taxa de crescimento do consumo interno for mantida nos níveis observados atualmente e se medidas governamentais para estimular a produção não forem tomadas, a médio prazo, serão esgotados os estoques reguladores e o Brasil poderá transformar-se de grande produtor em importador de algodão, competindo num mercado cada vez mais ávido de fibras

naturais.

A baixa produtividade das lavouras (PASSOS, 1977) e o alto custo da produção têm deixado o Brasil em desvantagem em relação aos demais produtores de algodão (EPAMIG, 1978).

A obtenção e/ou seleção de novos cultivares adaptados às condições edafoclimáticas das regiões de cultivo é um dos fatores que pode contribuir para o aumento da produção e produtividade dessa cultura, o que é de grande importância, particularmente para o Brasil, país de dimensões continentais.

Os cerrados, atualmente, são tidos como a saída brasileira para a expansão da fronteira agrícola. Porém, a real ocupação das áreas de cerrado só será possível mediante o desenvolvimento de tecnologia adequada, que permita a obtenção racional de grandes colheitas (PRIMA VESI, 1981).

Apesar de apresentarem topografia favorável à mecanização, os solos dessas áreas são altamente intemperizados e apresentam altos teores de óxido de ferro e alumínio. Em geral, apresentam também baixos valores de CTC e fósforo "disponível" (LOPES e COX, 1977). Por outro lado, a cotonicultura brasileira, que se encontra regionalizada em áreas com solos de média a alta fertilidade, dificilmente ocupará significativas faixas de cerrado sem prévia seleção e/ou adaptação do material genético existente.

O alto teor de alumínio comum em solos ácidos é um dos fatores que limitam seu aproveitamento (FOY e BROWN, 1963). De maneira semelhante, o excesso de manganês (ADAMS e WEAR, 1957) e a deficiência de cálcio (Albrecht, citado por FOY e BROWN, 1963) e magnésio (EPSTEIN, 1975; CLARKSON e HANSON, 1980) são fatores que limitam o crescimento das plantas e têm de ser considerados.

As espécies vegetais diferem quanto à tolerância do alumínio. Para JONES (1961) e FOY e BROWN (1964), essa tolerância está intima

mente relacionada com a habilidade das espécies em absorver e utilizar o fósforo e/ou o cálcio na presença do alumínio. Os danos causados pelo alumínio têm sido associados ao decréscimo na permeabilidade de membranas celulares das raízes (Hutchinson, 1943; Magistad, 1925, e McLean, 1927, citados por FOY e BROWN, 1964), às alterações morfológicas no sistema radicular (SOILEAU et alii, 1969) e à redução na absorção e utilização do fósforo (JONES, 1961; FOY e BROWN, 1963, 1964) e do cálcio (HORTENSTINE e FISKELL, 1961; FOY e BROWN, 1963).

O algodoeiro é uma planta sensível à acidez do solo, que é bastante severa na limitação de crescimento e desenvolvimento do sistema radicular, tornando a planta ineficiente na utilização de água e nutrientes do solo e principalmente do subsolo (ADAMS et alii, 1967). Trabalhos em solos ácidos têm revelado que alumínio solúvel pode ocorrer em quantidades tóxicas às raízes das plantas (RAGLAND e COLEMAN, 1959; FOY et alii, 1967a). E já está relativamente esclarecido que mesmo baixas concentrações de alumínio são prejudiciais ao crescimento do algodoeiro (RIOS e PEARSON, 1964; ADAMS e LUND, 1966).

Sistema radicular superficial ocorre, algumas vezes, como resultado de uma excessiva acidez do subsolo, mas, para o algodoeiro cultivado no campo, a reduzida produção, resultante do sistema radicular superficial, foi superada com irrigações frequentes (DOSS e LUND, 1975).

Em trabalhos com solução nutritiva, usando trigo (Triticum aestivum spp. vulgare (Vill. Host) Mackey) e cevada (Hordeum vulgare (L. emend. Lam)) como plantas-testes, FOY et alii (1967 b) observaram que, tanto para o trigo como para a cevada, as variedades sensíveis ao alumínio apresentavam sistema radicular com maior capacidade de absorver cátions e reduzir o pH da solução, quando o alumínio estava presente. Observaram também que, além do menor crescimento radicular, as variedades sensíveis apresentavam maior concentração de alumínio na parte aérea, característica que não estava relacionada com a tolerân

cia diferencial das variedades ao alumínio do meio.

WALLIHAN (1948) observou que a atividade metabólica do fósforo em trevo "Ladino" (Trifolium repens, L.) não sofreu interferências do alumínio. Por outro lado, OUELETTE e DESSUREAUX (1958) encontraram que a tolerância ao alumínio nem sempre dependia da interação alúmínio-fósforo.

Estudos anteriores, como os de WRIGHT (1948, 1952), e mais recentes, como os de FOY e BROWN (1963, 1964), atestam que os sintomas de toxidez de alumínio confundem-se com os de deficiência de fósforo.

BROWN e JONES (1977) submeteram diferentes variedades de algodão à toxidez de alumínio e manganês. Observaram que, quando as plantas cresciam em solo com teores elevados de alumínio, a produção era dobrada quando se fazia a calagem. Observaram também que o algodoeiro foi tolerante ao manganês, comportamento oposto ao observado para a soja. Entre quatorze variedades de algodão plantadas em solos que apresentavam teores tóxicos de alumínio, FOY et alii (1967a) observaram diferenças significativas no crescimento da parte aérea, em resposta à calagem. Entre as variedades mais tolerantes e mais sensíveis foram também observadas diferenças na produção de raízes. Para esses pesquisadores, os resultados sugerem que a seleção e/ou cruzamento de variedades de algodão apresenta grandes possibilidades de solucionar o problema de penetração do sistema radicular do algodoeiro em solos ácidos, que é limitado, em parte, pela toxidez de alumínio.

Em casa de vegetação e laboratório, SOILEAU et alii (1969) estudaram os efeitos do cálcio, magnésio e alumínio sobre o crescimento do algodoeiro, em subsolo de acidez elevada. Verificaram que o crescimento não dependia unicamente do pH. Com a neutralização do aluminio e manutenção dos níveis naturais de cálcio, observaram severos sintomas de deficiência de cálcio na parte aérea e nas raízes, apesar de não ter sido observada nenhuma relação entre produção e concentração

de cálcio e magnésio nos tecidos.

Cultivando diferentes variedades de algodão em solo e solução nutritiva com manganês, FOY et alii (1969 a) encontraram que os sintomas de toxidez consistiam no enrugamento das folhas e na diferença de crescimento entre elas. Contudo, outras evidências indicaram que a toxidez de alumínio foi mais importante que a de manganês na limitação do crescimento. As variedades que apresentavam maior tolerância ao manganês não correspondiam, necessariamente, às que, em estudos anteriores, mostraram-se tolerantes ao alumínio. FOY et alii (1981) observaram diferenças significativas entre genótipos de algodão na tolerância ao manganês. Para esses pesquisadores, esses resultados sugerem a possibilidade de obtenção e uso de cultivares tolerantes ao manganês quando a correção desse elemento não for economicamente viável.

Estudar o efeito do alumínio sobre a emergência e absorção de nutrientes, bem como caracterizar o crescimento do algodoeiro em diferentes solos, com diferentes saturações de alumínio, constituiu o principal objetivo deste estudo.

Características Abreviadas	Solos		
	LEa	LEa	LVa
pH (1:2,5)	4,3	4,7	3,9
P (ppm) (1)	1	1	4
K (ppm) (3)	5	5	40
Ca (ca. mg/100 ca) (2)	0,18	0,36	0,34

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação, com amostras de dois Latossolos Vermelho-Escuros, álicos (LEa), e uma amostra de um Latossolo Vermelho-Amarelo, álico (LVa) (Quadro 1).

As amostras dos solos, anteriormente utilizadas em experimento com soja, receberam diferentes níveis de calagem, calculados com base no teor de alumínio trocável de cada solo (KAMPRATH, 1967, 1970). Os níveis de calagem empregados corresponderam à aplicação de quantidades de corretivo quimicamente equivalentes a 0,0, 0,5, 1,0, 2,0 e 4,0 vezes a quantidade de alumínio trocável, o que resultou em diferentes saturações de alumínio para cada solo. O corretivo usado foi constituído de uma mistura de  $\text{CaCO}_3$  e  $\text{MgCO}_3$ , na relação Ca:Mg de 4:1. Além da correção, os solos foram adubados com P (200 ppm), K (160 ppm), S (65 ppm), B (0,158 ppm), Mn (0,716 ppm), Zn (0,782 ppm), Cu (0,260 ppm), Mo (0,293 ppm) e Fe (0,304 ppm).

Os solos, separados segundo os níveis de calagem, foram peneirados, homogeneizados e novamente analisados (Quadro 2), passando a constituir o substrato de crescimento vegetal utilizado neste estudo.

Na instalação do ensaio foram utilizados vasos de plástico com capacidade para dois litros, que receberam 1,65 kg das subamostras dos solos. Após o enchimento dos vasos, executou-se uma adubação potássica

QUADRO 1 - Características Químicas e Físicas das Amostras dos Solos antes da Calagem

Características Analisadas*	Solos		
	LEa	LEa	LVa
pH em H <sub>2</sub> O (1:2,5)	4,3	4,7	3,9
P (ppm) (1)	1	1	4
K (ppm) (1)	11	55	40
Ca (eq.mg/100 cc) (2)	0,18	0,36	0,34
Mg (eq.mg/100 cc) (2)	0,06	0,34	0,30
Al (eq.mg/100 cc) (2)	0,70	1,70	1,90
Saturação Al (%)	72	67	72
Areia grossa (%)	44	12	24
Areia fina (%)	36	7	14
Silte (%)	2	16	10
Argila (%)	18	65	52
Classificação textural	Franco-arenoso (F-A)	Argila pesada (A-P)	Argila (A)
Matéria orgânica (%) (3)	0,77	3,72	6,35
Capacidade de Campo (%)	13,8	31,6	31,4

\* Análises realizadas pelos Laboratórios de Química e Fertilidade e de Física dos Solos do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

- (1) Extrator: Mehlich 1.  
 (2) Extrator: KCl 1N.  
 (3) Processo: Walkley-Black.

ca, acrescentando-se 100 ppm de K, na forma de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, tomando como base o peso do solo de cada vaso.

Para estudar o comportamento diferencial do algodoeiro, em relação a diferentes saturações de alumínio no solo, três cultivares nacionais, de origens diferentes, foram selecionados: o BR-1, obtido pe

Solos	Níveis de Calagem	Características Analisadas *						
		pH em H <sub>2</sub> O (1:2,5)	p <sup>1</sup> (ppm)	K <sup>1</sup> (ppm)	Ca <sup>2+</sup> - eq. mg/100 cc -	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Saturação Al (%)
LEa	0,0	5,3	63	77	0,28	0,12	0,41	40,0
Franco - -arenoso	0,5	5,4	60	27	0,48	0,12	0,36	35,0
	1,0	5,4	59	26	0,64	0,12	0,19	19,0
	2,0	5,5	58	23	1,00	0,24	0,05	4,0
	4,0	6,3	58	24	1,80	0,36	0,00	0,0
LEa	0,0	5,2	22	49	0,40	0,20	1,52	68,0
Argila pesada	0,5	5,3	25	45	0,80	0,32	1,11	47,0
	1,0	5,4	24	45	1,12	0,80	0,77	27,0
	2,0	5,5	25	50	2,36	0,52	0,25	8,0
	4,0	5,9	24	52	3,68	1,00	0,00	0,0
LVa Argila	0,0	5,2	36	43	0,36	0,12	1,48	71,0
	0,5	5,1	37	31	0,76	0,24	1,19	52,0
	1,0	5,1	34	33	1,40	0,40	0,84	31,0
	2,0	5,3	29	36	2,56	0,64	0,29	8,0
	4,0	5,7	30	39	4,60	1,20	0,00	0,0

\* Análises realizadas pelo Laboratório de Química e Fertilidade dos Solos do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

1 Extrator: Mehlich 1.

2 Extrator: KCl IN.

la EMBRAPA - CNP - Algodão - Campina Grande, PE, o SL-7, obtido pelo antigo IPEACO - Sete Lagoas - MG, e o IAC-17, obtido pelo Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas, SP. As sementes utilizadas neste estudo foram produzidas em diferentes locais: o BR-1 na Estação Experimental de Surubim, PE, o SL-7 na EPAMIG de Uberlândia, MG, e o IAC-17 no CEPET, Campinópolis, MG.

Usou-se o delineamento inteiramente casualizado, e os tratamentos foram arranjados no esquema fatorial  $3 \times 3 \times 5$ , com quatro repetições. Os fatores foram: amostras de três solos, três cultivares de algodão e cinco saturações de alumínio.

As sementes foram deslintadas com ácido sulfúrico concentrado (MAEDA et alii, 1977; FERRAZ, 1977), selecionadas com base no tamanho e na aparência externa do tegumento e, posteriormente, tratadas com CAPTAN.

A semeadura foi feita à profundidade de 1,0-1,5 cm da superfície, colocando-se 10 sementes por vaso. Após a emergência e abertura das folhas cotiledonares, foi feito um desbaste, deixando-se quatro plantas por vaso. Nessa época, verificou-se a ocorrência de algumas larvas, identificadas como sendo a fase jovem de um díptero de Sciariadae. Como medida de prevenção, além da suspensão periódica das irrigações, todos os vasos foram polvilhados com SEVIN-7,5%, produto a base de carbamato, obtendo-se assim o controle das larvas. Foi também observado, na fase inicial do período experimental, o tombamento de algumas plantas com sintomas semelhantes aos do "damping off". Preventivamente, fez-se uma pulverização com CERCORAN, fungicida a base de tiofanato metílico (50%) + thiran (30%). As plantas que tombaram foram recolhidas e levadas ao laboratório para isolamento de fungos.

Aos doze, vinte e quarenta dias após o semeio, efetuaram-se adubações nitrogenadas. A fonte de nitrogênio foi o nitrato de amônio, acrescentando-se, de cada vez, 30 ppm de N aos vasos. Durante a condu

ção do ensaio, a umidade do solo e a temperatura ambiente foram controladas, tanto quanto possível, visando a favorecer o crescimento e desenvolvimento das plantas. A umidade do solo foi mantida em torno de 90% da capacidade de campo, por meio de pesagens e complementação do peso dos vasos com água desmineralizada. A temperatura foi mantida, sempre que possível, na faixa de 20 a 30<sup>o</sup>C. Periódica e aleatoriamente, mudaram-se as posições dos vasos. A colheita foi feita aos cinquenta dias após o semeio, quando já se observava o aparecimento dos primeiros botões florais. Na primeira etapa, colheu-se a parte aérea, cortando-se o caule rente ao solo. Na segunda, foram obtidos os sistemas radiculares. Todo o material colhido foi acondicionado em sacos de papel, colocados em estufa a 70<sup>o</sup>C, para secagem do material vegetal, até que atingisse peso constante. Obteve-se assim o peso da matéria seca da parte aérea e das raízes. O material seco foi então moído (moinho Wiley, peneira de 40 'mesh') e analisado quimicamente.

Foram avaliadas a velocidade e a porcentagem de emergência, a altura das plantas, em duas épocas, e a matéria seca da parte aérea e das raízes. Além dessas avaliações, foram feitas a análise química da planta e a descrição de sintomas de deficiência e/ou toxidez de nutrientes.

Nos extratos, obtidos por mineralização nitroperclórica, procedeu-se à análise química da planta, quantificando-se as concentrações de P, K, Ca, Mg, Fe, Mn e Al. O P foi determinado colorimetricamente, pelo método da vitamina C, modificado por BRAGA e DEFELIPO (1974). O K foi quantificado por espectrometria de emissão de chama. Os teores de Ca, Mg, Fe e Mn foram determinados por espectrometria de absorção atômica. O Al foi também avaliado calorimetricamente, pelo método do aluminon, modificado por BRAGA (1982).

Os dados foram analisados estatisticamente, efetuando-se análises de variância. As comparações das médias foram feitas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (GOMES, 1976).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todos os parâmetros avaliados, observou-se efeito significativo de solo, ao passo que as diferentes saturações de alumínio só não tiveram efeito significativo sobre a porcentagem de emergência (Quadros 1A e 2A). Quanto aos cultivares testados, verificou-se diferença de comportamento entre eles, exceto para produção de matéria seca da raiz e concentrações de potássio, cálcio e ferro na matéria seca da parte aérea (Quadros 3, 4 e 5). A emergência, avaliada com base na velocidade e na porcentagem final, teve início no segundo dia após o semeio, quando se verificou o aparecimento do gancho hipocotilar na maioria dos vasos. Verificou-se também um atraso, tanto na emergência quanto no estabelecimento das plantas, com as maiores saturações de alumínio, o que possibilitou a observação de diferenças visíveis e graduais no crescimento, à medida que se reduziam as saturações nos diferentes solos. Entre os cultivares, foi possível detectar um atraso na emergência do IAC-17, que, porém, ocorreu de forma mais ou menos homogênea em cada solo, sugerindo que não houve interferência do alumínio, mas, sim, das características físicas dos solos. Entretanto, quanto à porcentagem final de emergência, observou-se comportamento significativamente diferente, tanto entre solos como entre cultivares (Quadros 6 e 7). Para solos, a maior porcentagem de emergência ocorreu no solo arenoso (Quadro 6). Entre os cultivares, o

QUADRO 3 - Valores Médios de Emergência e Altura das Plantas, aos Quinze e Cinquenta Dias, para Três Cultivares de Algodão (*G. hirsutum*, L.), Cultivados em Três Solos, com Níveis de Calagem Diferentes

SOLOS	NÍVEIS DE CALAGEM	SATURAÇÃO DE Al (%)	EMERGÊNCIA (%)			ALTURA DAS PLANTAS AOS 15 DIAS (cm)			ALTURA DAS PLANTAS AOS 50 DIAS (cm)		
			BR-1*	SL-7*	IAC-17*	BR-1 - C.R.**	SL-7 - C.R.**	IAC-17 - C.R.**	BR-1 - C.R.**	SL-7 - C.R.**	IAC-17 - C.R.**
			97,50	100,00	87,50	8,10 - 93	6,11 - 64	6,82 - 92	22,52 - 89	19,78 - 100	18,03 - 88
LEA	0,0	40	97,50	100,00	87,50	8,10 - 93	6,11 - 64	6,82 - 92	22,52 - 89	19,78 - 100	18,03 - 88
	0,5	35	97,50	85,00	100,00	8,74 - 100	7,03 - 97	7,41 - 100	21,81 - 92	19,00 - 95	17,35 - 85
	1,0	19	97,50	85,00	95,00	8,67 - 99	7,28 - 100	7,00 - 94	23,60 - 100	18,28 - 92	18,38 - 90
	2,0	4	95,00	87,50	95,00	8,31 - 95	7,11 - 98	7,36 - 99	23,41 - 99	18,09 - 94	18,19 - 89
(1)	4,0	0	100,00	95,00	95,00	7,85 - 90	6,01 - 94	6,91 - 93	22,94 - 97	19,28 - 97	20,39 - 100
Média			97,50	90,50	94,50	8,33	6,87	7,10	22,54	19,01	18,47
LEA (A-P)	0,0	68	95,00	77,50	80,00	5,13 - 58	4,57 - 63	3,88 - 46	12,53 - 54	9,57 - 52	10,12 - 61
	0,5	47	92,50	90,00	70,00	6,23 - 70	5,75 - 79	6,30 - 75	18,91 - 82	14,72 - 80	15,63 - 94
	1,0	27	97,50	92,50	70,00	7,39 - 83	6,94 - 96	6,95 - 83	21,37 - 92	17,04 - 93	16,53 - 93
	2,0	8	92,50	90,00	87,50	8,91 - 100	7,11 - 98	8,41 - 100	23,19 - 100	18,00 - 98	16,62 - 100
(2)	4,0	0	97,50	97,50	82,50	8,77 - 98	7,25 - 100	7,76 - 92	20,94 - 90	18,37 - 100	16,31 - 98
Média			95,00	89,50	79,00	7,29	6,32	6,65	19,40	15,54	15,04
LVA	0,0	70	90,00	90,00	80,00	3,84 - 39	3,47 - 45	4,14 - 49	7,85 - 29	7,68 - 36	9,60 - 47
	0,5	52	85,00	95,00	80,00	6,20 - 63	4,75 - 61	5,30 - 64	22,47 - 83	17,74 - 84	15,53 - 82
	1,0	31	100,0	90,00	90,00	7,78 - 79	6,67 - 86	6,92 - 81	25,00 - 92	19,35 - 92	15,69 - 92
	2,0	8	97,50	92,50	92,50	8,74 - 89	7,67 - 99	8,53 - 100	27,10 - 100	20,89 - 99	18,97 - 99
(3)	4,0	0	97,50	85,00	97,50	9,86 - 100	7,77 - 100	8,47 - 99	25,32 - 93	21,10 - 100	20,22 - 100
Média			94,00	90,50	88,00	7,28	6,07	6,71	21,55	17,35	17,00

(1) - LEA (F-A) - Latossolo Vermelho-Escuro, álico, franco-arenoso.

(2) - LEA (A-P) - Latossolo Vermelho-Escuro, álico, argila-pesada.

(3) - LVA (A) - Latossolo Vermelho-Amarillo, álico, argila.

\* - Cultivares de algodão.

\*\* - Crescimento Relativo, em porcentagem.

QUADRO 4 - Valores Médios da Matéria Seca Produzida pela Parte Aérea e pelas Raízes e da Relação entre a Matéria Seca da Parte Aérea e Matéria Seca das Raízes, para Três Cultivares de Algodão (*G. hirsutum*, L.), Cultivados em Três Solos, com Níveis de Calagem Diferentes.

SOLOS	NÍVEIS DE CALAGEM	SATURAÇÃO DE AL (%)	MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA (g/vaso)				MATÉRIA SECA DAS RAÍZES (g/vaso)				RELACÃO V. S. P. AÉREA/ V. S. RAÍZES		
			SL-7* - C.R.**		IAC-17* - C.R.**		BR-1 - C.R.		IAC-17 - C.R.		BR-1	SL-7	IAC-17
			47	48	60	60	54	54	63	63	3,22	3,22	3,86
LEa	0,0	40	3,94 - 47	4,04 - 48	5,29 - 60	1,22 - 55	1,26 - 54	1,37 - 63	3,59	3,22	3,86		
	0,5	35	5,98 - 72	6,26 - 74	6,40 - 72	1,60 - 83	1,95 - 84	1,66 - 76	3,35	3,23	3,85		
	1,0	19	7,03 - 84	5,56 - 77	7,73 - 87	1,93 - 89	2,07 - 89	1,91 - 88	3,57	3,17	4,05		
	2,0	4	8,22 - 98	7,70 - 91	8,39 - 95	2,17 - 100	2,32 - 100	2,17 - 100	3,82	3,34	3,85		
	4,0	0	8,35 - 100	8,48 - 100	8,86 - 100	2,11 - 97	2,13 - 92	2,09 - 96	3,36	4,00	4,24		
Média			6,70	6,61	7,33	1,85	1,95	1,84	3,76	3,39	3,96		
LEa	0,0	68	2,11 - 34	2,05 - 34	1,71 - 38	0,74 - 39	0,87 - 47	0,75 - 41	2,94	2,64	2,75		
	0,5	47	4,78 - 77	4,29 - 71	4,71 - 83	1,92 - 100	1,82 - 98	1,75 - 95	2,51	2,38	2,71		
	1,0	27	5,46 - 88	5,27 - 87	5,45 - 96	1,88 - 98	1,85 - 100	1,84 - 100	2,93	2,90	2,92		
	2,0	8	6,17 - 100	5,29 - 87	5,68 - 100	1,80 - 94	1,68 - 91	1,60 - 87	3,44	3,15	3,57		
	4,0	0	5,87 - 95	6,08 - 100	5,62 - 99	1,63 - 85	1,85 - 100	1,56 - 85	3,60	3,30	3,65		
Média			4,88	4,60	4,63	1,59	1,61	1,50	3,08	2,87	3,13		
LVa	0,0	71	1,14 - 14	1,57 - 21	1,97 - 25	0,30 - 14	0,44 - 18	0,57 - 24	3,96	3,60	4,12		
	0,5	52	5,35 - 66	4,89 - 65	5,35 - 68	2,13 - 98	1,90 - 80	2,19 - 92	2,53	2,61	2,44		
	1,0	31	7,12 - 88	7,00 - 94	7,12 - 90	2,17 - 100	2,38 - 100	2,38 - 100	3,28	2,95	2,99		
	2,0	8	8,05 - 100	7,48 - 100	7,62 - 97	2,16 - 97	2,27 - 95	2,27 - 95	3,73	3,30	3,35		
	4,0	0	7,97 - 99	7,15 - 96	7,88 - 100	2,17 - 100	2,19 - 92	2,26 - 95	3,69	3,28	3,49		
Média			5,93	5,62	5,99	1,79	1,94	1,93	3,44	3,15	3,22		

(1) - Latossolo Vermelho-Escuro, álico, franco-arenoso.  
 (2) - Latossolo Vermelho-Escuro, álico, argila-pesada.  
 (3) - Latossolo Vermelho-Amarelo, álico, argila.  
 \* - Cultivares de algodão.  
 \*\* - Crescimento Relativo, em porcentagem.

QUADRO 5 - Valores Médios das Concentrações de Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio, Ferro, Manganês e Alumínio na Matéria Seca da Parte Aérea de Três Cultivares de Algodão (*G. hirsutum*, L.), Cultivados em Três Solos, com Níveis de Calagem Diferentes

SOLOS	NÍVEIS DE CALAGEM	SATURAÇÃO DE AI (%)	FÓSFORO (%)		POTÁSSIO (%)		CÁLCIO (%)		MAGNÉSIO (%)		FERRO (ppm)		MANGANÊS (ppm)		ALUMÍNIO (ppm)								
			SR-1*	SL-7*	IAC-17*	BR-1	SL-7	IAC-7	BR-1	SL-7	IAC-17	BR-1	SL-7	IAC-17	BR-1	SL-7	IAC-17	BR-1	SL-7	IAC-17			
	0,0	40	0,36	0,35	0,28	3,69	3,86	3,28	0,39	0,40	0,39	0,15	0,12	0,13	271	235	228	1440	1545	1145	528	559	783
	0,5	36	0,22	0,25	0,25	2,61	2,35	2,80	0,69	0,61	0,45	0,13	0,14	0,12	158	163	160	940	955	890	129	245	292
LEa	1,0	19	0,25	0,24	0,24	2,31	2,19	2,08	0,85	0,86	0,64	0,15	0,18	0,13	150	155	165	550	500	500	194	155	212
(F-A)	2,0	4	0,26	0,30	0,27	1,93	1,91	1,88	0,99	1,06	0,88	0,19	0,22	0,17	125	128	158	133	125	95	178	121	125
(1)	4,0	0	0,31	0,32	0,35	1,91	1,71	1,70	1,28	1,28	1,20	0,28	0,32	0,29	125	130	128	47	44	30	122	107	117
Média			0,28	0,29	0,28	2,47	2,40	2,35	0,84	0,84	0,71	0,18	0,20	0,17	166	162	169	622	652	632	220	236	305
	0,0	68	0,29	0,19	0,26	2,33	2,38	2,38	0,40	0,35	0,42	0,22	0,21	0,24	338	173	590	350	320	390	577	672	1038
	0,5	47	0,32	0,32	0,30	2,40	2,44	2,36	0,80	0,84	0,76	0,30	0,34	0,29	140	140	193	230	234	250	174	286	301
LEa	1,0	27	0,31	0,29	0,27	2,41	2,24	2,25	1,10	1,11	0,91	0,37	0,40	0,35	133	158	145	114	125	130	150	271	265
(A-P)	2,0	8	0,26	0,24	0,20	2,13	2,14	2,06	1,53	1,64	1,43	0,43	0,51	0,38	123	180	150	44	41	25	137	219	205
(2)	4,0	0	0,20	0,21	0,19	2,10	1,84	2,09	1,86	1,89	1,78	0,46	0,51	0,44	145	113	155	22	22	20	143	174	211
Média			0,28	0,25	0,24	2,27	2,21	2,23	1,14	1,17	1,06	0,36	0,39	0,34	176	153	245	152	148	163	238	324	404
	0,0	71	0,21	0,15	0,24	2,19	2,44	2,45	0,25	0,28	0,31	0,20	0,17	0,19	733	328	345	330	335	370	1203	913	1184
	0,5	52	0,43	0,41	0,38	2,99	2,71	2,81	0,65	0,73	0,80	0,28	0,26	0,27	178	290	190	445	410	435	330	411	297
LVa	1,0	31	0,36	0,37	0,34	2,55	2,15	2,19	0,95	1,01	0,99	0,35	0,35	0,32	198	158	168	265	265	239	243	271	233
(A)	2,0	8	0,33	0,33	0,31	2,29	2,05	2,08	1,38	1,43	1,44	0,39	0,42	0,41	173	158	205	84	64	67	232	311	263
(3)	4,0	0	0,25	0,27	0,25	1,78	2,08	1,94	1,76	1,89	1,81	0,47	0,53	0,48	155	140	188	22	22	14	136	235	242
Média			0,32	0,31	0,30	2,35	2,29	2,29	1,00	1,07	1,07	0,34	0,35	0,33	293	215	219	229	223	225	429	428	444

(1) - LEa (F-A) - Latossolo Vermelho-Escuro, álico, franco-arenoso.

(2) - LEa (A-P) - Latossolo Vermelho-Escuro, álico, argila-pesada.

(3) - LVa (A) - Latossolo Vermelho-Arenoso, álico, argila.

\* - Cultivares da algodão.

QUADRO 6 - Valores Médios da Porcentagem de Emergência nos Diferentes Solos<sup>1/</sup>

Solos	LEa (F-A)	LEa (A-P)	LVa (A)
Emergência (%)	94,17 a	87,50 b	90,83 ab

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 7 - Valores Médios da Porcentagem de Emergência dos Cultivares de Algodão<sup>1/</sup>

Cultivares	BR-1	SL-7	IAC-17
Emergência (%)	95,50 a	90,17 b	86,63 b

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

BR-1 foi o que apresentou maior porcentagem de emergência (Quadros 3 e 7). Em razão da pequena quantidade de sementes usadas (dez/vaso), não se pode afirmar que a diferença de comportamento observada esteja ligada a fatores genéticos controladores da tolerância ao alumínio ou apenas à qualidade das sementes usadas e/ou às características físicas dos solos. Para o cultivar IAC-17, que teve, desde o início, sua emergência retardada, comparada à do BR-1 e do SL-7, observou-se também, nos solos argilosos, valores de porcentagem de emergência inferiores aos obtidos no solo arenoso (Quadro 3).

Independentemente do solo ou cultivar considerados, as plantas cultivadas com saturações de alumínio mais elevadas apresentaram crescimento da parte aérea retardado, quando comparadas às cultivadas

com saturações mais baixas. Essas plantas, após certo tempo, definham-se, tornando-se como que "enfezadas". Antes mesmo da finalização do experimento já era possível observar, sem nenhuma exceção, que essas plantas apresentavam gemas apicais mortas, sintoma característico da deficiência de boro (DEVLIN, 1975). Para as plantas cultivadas no solo arenoso, além da morte dos tecidos meristemáticos, verificaram-se também encurvamento, enrugamento e encrostamento do limbo foliar, sintomas que caracterizam a toxidez de manganês, segundo ADAMS e WEAR (1957), confirmados por FOY et alii (1981). Para todos os cultivares, nos diferentes solos e com o nível mais elevado de alumínio, pontuações necróticas escuras, observadas, inicialmente, apenas na extremidade do limbo foliar, progrediram em número, espalhando-se por todo o limbo foliar. As plantas, no solo arenoso, tendo, então, o sistema fotossintético danificado, passaram a emitir formações axilares de folhas e ramos em forma de roseta, sintomas que se assemelham a uma possível deficiência de boro, segundo FOY et alii (1981) e DEVLIN (1975). Apesar das alterações morfológicas observadas nas folhas definitivas, as cotiledonares permaneceram visivelmente normais até a época da colheita.

No início do período experimental ocorreu o tombamento de algumas plantas com sintomas semelhantes aos do "damping-off". Como do material recolhido nenhum fungo foi isolado após dois testes, atribuiu-se o tombamento a um possível efeito do alumínio sobre a absorção de cálcio, uma vez que esse sintoma só ocorreu em solos com alta saturação de alumínio. SOILEAU et alii (1969) observaram que, além de alterações morfológicas, o alumínio reduziu a absorção de cálcio pelas raízes do algodoeiro. Em soja, o colapso do pecíolo foliar, resultante da baixa concentração de cálcio na parte aérea e nas raízes, foi considerado por FOY et alii (1969b) sintoma de toxidez de alumínio.

O crescimento inicial, avaliado com base na altura das plantas aos quinze e aos cinquenta dias de idade (Quadros 8, 9, 10 e 11),

QUADRO 8 - Valores Médios da Altura das Plantas de Algodão, aos Quinze Dias de Idade, nos Diferentes Solos e com Níveis de Calagem Diferentes<sup>1/</sup>

Solos	Calagem					Média
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	
Altura (cm)						
LEa (F-A)	7,01 Aa	7,73 Aa	7,65 Aa	7,59 Ac	7,19 Ac	7,43
LEa (A-P)	4,53 Db	6,09 Cb	7,09 BCa	8,14 Aa	7,93 ABb	6,76
LVa (A)	3,82 Db	5,48 Cb	7,12 Ba	8,31 ABa	8,70 Aa	6,69
Média	5,12	6,43	7,29	8,01	7,94	

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 9 - Valores Médios da Altura das Plantas de Algodão aos Quinze Dias de Idade<sup>1/</sup>

Cultivar	BR-1	SL-7	IAC-17
Altura (cm)	7,63 a	6,42 c	6,82 b

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

apresentou diferença de comportamento entre solos e cultivares.

Desde o início, o cultivar BR-1 sobressaiu como o de crescimento mais rápido, diferença que se manteve até a segunda avaliação (Quadros 9 e 11). Tanto aos quinze como aos cinquenta dias de idade, o crescimento da parte aérea, apesar das diferenças entre os cultivares, foi marcadamente influenciado pelo conteúdo de alumínio dos solos

QUADRO 10 - Valores Médios da Altura das Plantas de Algodão, aos Cinquenta Dias de Idade, nos Diferentes Solos e com Níveis de Calagem Diferentes<sup>1/</sup>

Solos	Níveis de Calagem					Média
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	
	Altura (cm)					
LEa (F-A)	19,58 Aa	19,39 Aa	20,09 Aa	20,10 Ab	20,87 Aa	20,01
LEa (A-P)	10,76 Cb	16,42 Bb	18,31 Ab	19,27 Ab	18,54 Ab	16,66
LVa (A)	8,38 Cc	18,91 Ba	21,01 Aa	22,65 Aa	22,21 Aa	18,63
Média	12,91	18,24	19,80	20,67	20,54	

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 11 - Valores Médios das Alturas das Plantas de Algodão, aos Cinquenta Dias de Idade, para os Três Cultivares, com Diferentes Níveis de Calagem<sup>1/</sup>

Cultivares	Níveis de Calagem					Média
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	
	Altura (cm)					
BR-1	13,78 Ca	21,06 Ba	23,32 Aa	24,53 Aa	23,07 Aa	21,15
SL-7	12,35 Ca	17,15 Bb	18,22 ABb	19,19 Ab	19,58 Ab	17,30
IAC-17	12,58 Ca	16,50 Bb	17,87 ABb	18,26 Ab	18,97 Ab	16,84
Média	12,90	18,24	19,80	20,66	20,54	

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

argilosos (Quadros 3, 8 e 10). Verificou-se, para as altas saturações de alumínio, principalmente no solo LVa (A), que as reduções do crescimento foram superiores a 50% (Quadros 3, 8 e 10). No solo arenoso, o alumínio não teve influência sobre o crescimento da parte aérea, pois não foi detectada nenhuma diferença entre os valores obtidos (Quadros 8 e 10). Para a produção de matéria seca da parte aérea e das raízes, observou-se tendência de aumento, em razão das quantidades de calcário aplicadas nos solos (Quadros 12 e 13). É conveniente observar que, nos solos argilosos, sem diferenças significativas, a existência de alumínio em pequenas quantidades favoreceu o acúmulo de matéria seca nas raízes, ao passo que a máxima saturação teve efeito drástico na redução do crescimento (Quadro 13). Esse resultado diverge dos obtidos por RIOS e PEARSON (1964), que observaram que mesmo pequenas quantidades de alumínio foram prejudiciais ao crescimento das raízes. Entretanto, torna-se oportuno salientar que o nível tóxico de alumínio varia de um solo para outro, conforme suas características químicas e físicas, como pH, concentração salina, concentração de outros cátions e conteúdo de argila e matéria orgânica (FOY, 1974). Por outro lado, ADAMS e LUND (1966) verificaram que para diferentes solos era também diferente o efeito da saturação de alumínio sobre o crescimento das raízes do algodoeiro.

Entre os cultivares, pôde-se observar que a produção de matéria seca da parte aérea foi significativamente diferente somente no solo arenoso (Quadro 14). Se se fizer comparação entre solos, observa-se que, para os três cultivares, as maiores e menores produções de matéria seca da parte aérea foram obtidas no LEa (F-A) e no LEa (A-P), respectivamente (Quadro 14).

Para a relação entre a matéria seca da parte aérea e a matéria seca da raiz, o comportamento dos cultivares foi diferente (Quadro 15). Diferente também foi o efeito dos solos, e é possível verificar que maiores valores foram obtidos no solo arenoso e que, pa

QUADRO 12 - Valores Médios da Produção de Matéria Seca da Parte Aérea das Plantas de Algodão, aos Cinquenta Dias de Idade, nos Diferentes Solos e com Níveis de Calagem Diferentes<sup>1/</sup>

Solos	Níveis de Calagem					Média
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	
	g/vaso					
LEa (F-A)	4,42 Da	6,21 Ca	7,11 Ba	8,10 Aa	8,56, Aa	6,88
LEa (A-P)	1,96 Cb	4,59 Bc	5,39 Ab	5,71 Ab	5,86 Ac	4,70
LVa (A)	1,56 Cb	5,20 Bb	7,08 Aa	7,72 Aa	7,67 Ab	5,85
Média	2,65	5,33	6,53	7,18	7,36	

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 13 - Valores Médios da Produção de Matéria Seca da Raiz das Plantas de Algodão, aos Cinquenta Dias de Idade, nos Diferentes Solos e com Níveis de Calagem Diferentes<sup>1/</sup>

Solos	Níveis de Calagem					Média
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	
	g/vaso					
LEa (F-A)	1,28 Da	1,81 Cb	1,97 Bcb	2,22 Aa	2,11 ABa	1,88
LEa (A-P)	0,79 Bb	1,83 Ab	1,86 Ab	1,69 Ab	1,68 Ab	1,57
LVa (A)	0,44 Bc	2,07 Aa	2,31 Aa	2,23 Aa	2,21 Aa	1,85
Média	0,84	1,90	2,05	2,05	2,00	

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 14. - Valores Médios da Produção de Matéria Seca da Parte Aérea das Plantas de Algodão, aos Cinquenta Dias de Idade, Para os Diferentes Solos e Cultivares<sup>1/</sup>

Solos	Cultivares			Média
	BR-1	SL-7	IAC-17	
	g/vaso			
LEa (F-A)	6,70 Ba	6,61 Ba	7,33 Aa	6,88
LEa (A-P)	4,88 Ac	4,60 Ac	4,63 Ac	4,70
LVa (A)	5,93 Ab	5,62 Ab	5,99 Ab	5,84
Média	5,84	5,61	5,98	

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 15 - Valores Médios da Relação entre Matéria Seca da Parte Aérea e Matéria Seca da Raiz, das Plantas de Algodão, aos Cinquenta Dias de Idade<sup>1/</sup>

Cultivar	BR-1	SL-7	IAC-17
Relação $\frac{\text{M.S.P. Aérea}}{\text{M.S. Raiz}}$	3,43 a	3,14 b	2,46 c

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

ra todas as situações estudadas, esses valores tenderam a decrescer com o aumento da saturação de alumínio (Quadro 16). É interessante observar que, no caso do solo LVa (A), os valores da relação entre a matéria seca da parte aérea e a matéria seca da raiz, com a máxima e a mínima saturação de alumínio, não diferiram entre si (Quadro 16). Há que considerar, porém, que, apesar da igualdade estatística, os valo

QUADRO 16 - Valores Médios da Relação entre a Matéria Seca da Parte Aérea e a Matéria Seca da Raiz das Plantas de Algodão, aos Cinquenta Dias de Idade, nos Diferentes Solos e com Níveis de Calagem Diferentes<sup>1/</sup>

Solos	Níveis de Calagem					Média
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	
	Matéria seca parte aérea / matéria seca raízes					
LEa (F-A)	3,50 Ba	3,48 Ba	3,63 ABa	3,68 ABa	4,07 Aa	3,67
LEa (A-P)	2,57 Cb	2,53 Cb	2,94 BCB	3,39 ABa	3,52 Ab	2,99
LVa (A)	3,89 Aa	2,53 Cb	3,08 Bb	3,46 ABa	3,49 ABb	3,29
Média	3,32	2,85	3,22	3,51	3,69	

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

res da relação entre a matéria seca da parte aérea e a matéria seca da raiz refletem situações divergentes, ou seja, para o nível de calagem em que foi mínima a saturação de alumínio as plantas produziram maiores quantidades de matéria seca, ao passo que na ausência de calagem a produção de matéria seca da parte aérea e das raízes foi severamente prejudicada pela presença do alumínio no solo (Quadros 12 e 13).

Pela avaliação de P, K, Ca, Mg, Mn, Fe e Al na matéria seca da parte aérea, verificou-se diferença de comportamento tanto entre os solos como entre os cultivares, às vezes sob a influência do alumínio. Entre os cultivares, foi possível observar diferenças nas concentrações de fósforo na matéria seca da parte aérea (Quadros 17, 18 e 19). Apesar das diferenças observadas, os valores da concentração de fósforo na matéria seca devem ser considerados com cuidado. Para o solo arenoso, foi na ausência de calagem que se observou a maior concentração de fósforo na matéria seca, exceto no cultivar IAC-17 (Quadros 17,

QUADRO 17 - Valores Médios da Concentração de Fósforo na Matéria Seca da Parte Aérea das Plantas de Algodão, Cultivar BR-1, aos Cinquenta Dias de Idade<sup>1/</sup>

Solos	Níveis de Calagem					Média
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	
% P						
LEa (F-A)	0,36 Aa	0,22 Cc	0,25 BCb	0,26 BCb	0,31 ABa	0,28
LEa (A-P)	0,29 Ab	0,32 Ab	0,31 Aa	0,26 ABb	0,20 Bb	0,28
LVa (A)	0,21 CC	0,43 Aa	0,36 Ba	0,33 Ba	0,25 Cb	0,32
Média	0,29	0,32	0,31	0,28	0,25	

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 18 - Valores Médios da Concentração de Fósforo na Matéria Seca da Parte Aérea das Plantas de Algodão, Cultivar SL-7, aos Cinquenta Dias de Idade<sup>1/</sup>

Solos	Níveis de Calagem					Média
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	
% P						
LEa (F-A)	0,35 Aa	0,25 Bc	0,24 Bb	0,30 ABa	0,32 Aa	0,29
LEa (A-P)	0,19 Cb	0,32 Ab	0,29 ABb	0,24 BCb	0,21 Cb	0,25
LVa (A)	0,15 Db	0,41 Aa	0,37 ABa	0,33 BCa	0,27 Ca	0,31
Média	0,23	0,33	0,30	0,29	0,27	

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 19 - Valores Médios da Concentração de Fósforo na Matéria Seca da Parte Aérea das Plantas de Algodão, Cultivar IAC-17, aos Cinquenta Dias de Idade<sup>1/</sup>

Solos	Níveis de Calagem					Média
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	
% P						
LEa (F-A)	0,28 Ba	0,25 Bb	0,24 Bb	0,27 Ba	0,35 Aa	0,28
LEa (A-P)	0,26 ABA	0,30 Ab	0,27 Ab	0,20 BCB	0,19 Cc	0,24
LVa (A)	0,24 Da	0,38 Aa	0,34 ABA	0,31 BCa	0,25 CDb	0,30
Média	0,26	0,31	0,28	0,26	0,26	

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

18 e 19), porém foi também nessa mesma situação que se verificou a menor produção de matéria seca da parte aérea (Quadro 12). Nos solos argilosos, o aparente efeito favorável das baixas saturações de alumínio sobre a absorção de fósforo (Quadros 17, 18 e 19), na realidade, foi consequência da redução na quantidade de matéria seca produzida. Efeitos favoráveis do alumínio sobre a absorção de fósforo já foram observados em alguns trabalhos, como os de RANDALL e VOSE (1963) e FOY e BROWN (1964). MacLEOD e JACKSON (1965) observaram que, embora a concentração de fósforo aumentasse na matéria seca com o aumento do alumínio na solução, o primeiro foi imobilizado pelo segundo, impedindo sua translocação. Há evidências de que o suprimento de fósforo pode impedir os efeitos tóxicos do alumínio, bem como aumentar a absorção e evitar a deficiência desse elemento. FOY e BROWN (1963) verificaram que na presença de excesso de alumínio altos níveis de fósforo evitaram a deficiência desse elemento em plantas de algodão. Porém, para as plantas cultivadas em solos ácidos ou em solução nutritiva, a

toxidez de alumínio, muitas vezes, é confundida com a deficiência de fósforo (FOY e BROWN, 1963; CHIASSON, 1964). Para os níveis de alumínio e fósforo utilizados neste estudo, os sintomas de toxidez de alumínio e/ou deficiência de fósforo evidenciaram-se pela redução do crescimento tanto da parte aérea como do sistema radicular, avaliado com base no acúmulo de matéria seca (Quadros 4, 12 e 13).

A absorção de potássio não diferiu estatisticamente entre os cultivares, porém variou significativamente dentro dos solos e nas diferentes saturações de alumínio (Quadro 20). Observou-se, nos diferentes solos, tendência de a concentração de potássio na matéria seca da parte aérea aumentar de acordo com as concentrações de alumínio. Como já foi discutido para o fósforo, isso se deu em consequência da redução na produção de matéria seca. Apesar de os solos argilosos apresentarem maiores teores de potássio disponível (Quadro 1), essa característica não teve grande influência sobre as concentrações de potássio na matéria seca, pois foi também observada tendência de estas se igualarem dentro de cada nível de calagem. Entretanto, quando não foi feita a calagem, a concentração de potássio na matéria seca foi significativamente maior para as plantas cultivadas no solo arenoso (Quadro 20). Isso se deve, em parte, à redução na produção de matéria seca (Quadro 12) e à adubação potássica executada, que foi uniforme para todos os solos. LEE (1971), trabalhando com batata (*Solanum tuberosum*), em solução nutritiva, verificou que a absorção de potássio foi estimulada por 1 a 2 ppm de alumínio, porém inibida por 5 a 10 ppm. Para Chamura e Hoshi (1960), citados por FOY (1974), a menor tolerância do sorgo, em relação ao milho à toxidez do alumínio, estaria associada à redução na absorção de potássio.

Os cultivares comportaram-se semelhantemente quanto à absorção e acumulação de cálcio na matéria seca. Entre solos, foi possível observar uma diferença de comportamento quanto à concentração de cálcio nos tecidos vegetais da parte aérea (Quadro 21). As diferen-

QUADRO 20 - Valores Médios das Concentrações de Potássio na Matéria Seca da Parte Aérea das Plantas de Algodão, aos Cinquenta Dias de Idade, nos Diferentes Solos e com Níveis de Calagem Diferentes<sup>1/</sup>

Solos	Níveis de Calagem					Média
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	
	% K					
LEa (F-A)	3,61 Aa	2,59 Bb	2,19 Ca	1,87 Db	1,77 Da	2,41
LEa (A-P)	2,36 ABb	2,40 Ab	2,30 ABa	2,11 BCab	2,01 Ca	2,24
LVa (A)	2,36 Bb	2,84 Aa	2,30 Ba	2,14 BCa	1,93 Ca	2,31
Média	2,78	2,61	2,26	2,04	1,90	

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 21 - Valores Médios das Concentrações de Cálcio na Matéria Seca da Parte Aérea das Plantas de Algodão, aos Cinquenta Dias, nos Diferentes Solos e com Níveis de Calagem Diferentes<sup>1/</sup>

Solos	Níveis de Calagem					Média
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	
	% Ca					
LEa (F-A)	0,39 Da	0,59 CDb	0,78 BCb	0,98 Bb	1,25 Ab	0,80
LEa (A-P)	0,39 Ea	0,80 Da	1,04 Ca	1,53 Ba	1,84 Aa	1,12
LVa (A)	0,28 Ea	0,73 Dab	0,98 Ca	1,42 Ba	1,82 Aa	1,05
Média	0,35	0,71	0,93	1,31	1,64	

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

ças influenciadas pelas saturações de alumínio deveram-se à metodologia usada neste estudo, ou seja, a gradativas reduções das saturações correspondiam gradativos acréscimos no conteúdo de cálcio dos solos. É interessante observar que nos solos argilosos, em todos os níveis de calagem as concentrações de cálcio na matéria seca foram sempre superiores às obtidas no solo arenoso (Quadro 21). Entretanto, deve-se considerar que os solos argilosos apresentavam, mesmo antes da calagem, teores de cálcio trocáveis superiores ao determinado no solo arenoso, justificando em parte os resultados obtidos. Alguns trabalhos (FOY e BROWN, 1963, 1964; FOY et alii, 1976) evidenciam que a toxidez de alumínio é um dos principais fatores da limitação do crescimento das plantas e que a calagem favorece-lhes o crescimento, eliminando os efeitos tóxicos do alumínio. Há também evidências de que a simples deficiência de cálcio não é a causa do menor crescimento das plantas nos solos ácidos. Algumas espécies, para atingir a máxima produção, além da aplicação de calcário em quantidade superiores à necessária para suprir a deficiência de cálcio, dependem de níveis adequados de pH, para neutralização do alumínio a níveis não tóxicos (McCART e KAMPRA-TH, 1965). Outros estudos evidenciam que a diferença de tolerância entre as espécies vegetais, às vezes, depende da habilidade das plantas em absorver e utilizar o cálcio na presença do alumínio (HORTENSTINE e FISKELL, 1961; FOY e BROWN, 1963).

Para o magnésio foram observadas diferenças significativas entre cultivares, solos e saturações de alumínio (Quadros 5, 22, 23 e 24). Assim como ocorreu com o cálcio, as maiores concentrações de magnésio nos tecidos vegetais da parte aérea foram observadas nos solos argilosos. Foi também observado que nos níveis de calagem mais altos, todos cultivares absorveram maiores quantidades de magnésio. Alguns pesquisadores têm encontrado que o alumínio, algumas vezes, estimula a absorção de magnésio em milho (Zea mays, L.) (VIDAL e BROYER, 1962) e em batata (LEE, 1971). Pela metodologia adotada, não foi possível

QUADRO 22. - Valores Médios das Concentrações de Magnésio na Matéria Seca da Parte Aérea das Plantas de Algodão, Cultivar BR-1, aos Cinquenta Dias de Idade<sup>1/</sup>

Sólos	Níveis de Calagem					Média
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	
% Mg						
LEa (F-A)	0,15 Bcb	0,13 Cb	0,15 Bcb	0,19 Bc	0,28 Ab	0,18
LEa (A-P)	0,22 Da	0,30 Ca	0,37 Ba	0,43 Aa	0,46 Aa	0,36
LVa (A)	0,20 Da	0,28 Ca	0,35 Ba	0,39 Bb	0,47 Aa	0,34
Média	0,19	0,24	0,29	0,34	0,40	

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 23. - Valores Médios das Concentrações de Magnésio na Matéria Seca da Parte Aérea das Plantas de Algodão, Cultivar SL-7, aos Cinquenta Dias de Idade<sup>1/</sup>

Sólos	Níveis de Calagem					Média
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	
% Mg						
LEa (F-A)	0,12 Dc	0,14 CDc	0,18 BCc	0,22 Bc	0,32 Ab	0,20
LEa (A-P)	0,21 Da	0,34 Ca	0,40 Ba	0,51 Aa	0,51 Aa	0,39
LVa (A)	0,17 Eb	0,26 Db	0,35 Cb	0,42 Bb	0,53 Aa	0,35
Média	0,17	0,25	0,31	0,58	0,45	

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 24 - Valores Médios das Concentrações de Magnésio na Matéria Seca da Parte Aérea das Plantas de Algodão, Cultivar IAC-17, aos Cinquenta Dias de Idade<sup>1/</sup>

Solos	Níveis de Calagem					Média
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	
% Mg						
LEa (F-A)	0,13 BCc	0,12 Cb	0,13 BCb	0,17 Bb	0,29 Ac	0,17
LEa (A-P)	0,24 Da	0,29 Ca	0,35 Ba	0,38 Ba	0,44 Ab	0,34
LVa (A)	0,19 Eb	0,27 Da	0,32 Ca	0,41 Ba	0,48 Aa	0,33
Média	0,19	0,23	0,27	0,32	0,40	

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

observar, neste estudo, se o alumínio favoreceu ou não a absorção de magnésio pelas plantas, pois os níveis de alumínio e magnésio nos solos cresceram e/ou reduziram em direções opostas, ou seja, a maior conteúdo de alumínio do solo correspondia menor conteúdo de magnésio, e vice-versa (Quadro 2).

Considerando as concentrações de ferro na matéria seca, verificou-se que não foram diferentes entre os cultivares, porém variaram conforme o solo considerado e dependeram das saturações de alumínio (Quadros 25 e 26). Dentre os solos, as maiores concentrações foram observadas nas plantas cultivadas no solo LVa (A) (Quadro 25), possivelmente porque apresentava maior concentração de ferro. Observou-se também que as concentrações de ferro nos tecidos vegetais cresceram com os maiores conteúdos de alumínio nos solos, porém somente com a máxima saturação de alumínio ocorreu concentração diferentes das demais (Quadro 26). Apesar das diferenças observadas, os resultados não serão discutidos, uma vez que, para esse elemento, os dados analisa-

QUADRO 25. - Valores Médios das Concentrações de Ferro na Matéria Seca da Parte Aérea das Plantas de Algodão, aos Cinquenta Dias de Idade, nos Diferentes Solos<sup>1/</sup>

Solos	LEa (F-A)	LEa (A-P)	LVa (A)
	ppm Fe		
Ferro na matéria seca	165 b	191 b	242 a

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 26. - Valores Médios das Concentrações de Ferro na Matéria Seca da Parte Aérea das Plantas de Algodão, aos Cinquenta Dias de Idade, com Níveis de Calagem Diferentes<sup>1/</sup>

Níveis de Calagem	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0
	ppm Fe				
Ferro na matéria seca	360 a	178 b	159 b	156 b	142 b

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

dos apresentaram alto coeficiente de variação (55,99%). Uma provável explicação para essa ocorrência talvez seja a contaminação do material analisado, com algumas partículas de solo, o que resultou, em alguns casos, em grandes oscilações entre os valores obtidos para a concentração de ferro na matéria seca.

As concentrações de manganês na matéria seca da parte aérea foi dependente dos cultivares, solos e saturações de alumínio (Quadros 5, 27, 28 e 29). Para os três cultivares, observou-se que as maiores concentrações de manganês ocorreram no solo arenoso e com a máxima saturação de alumínio desse solo. Essa máxima concentração correspon-

QUADRO 27. - Valores Médios das Concentrações de Manganês na Matéria Seca da Parte Aérea das Plantas de Algodão, Cultivar BR-1, aos Cinquenta Dias de Idade<sup>1/</sup>

Solos	Níveis de Calagem					Média
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	
ppm Mn						
LEa (F-A)	1440 Aa	940 Ba	550 Ca	133 Da	47 Ea	622
LEa (A-P)	350 Ab	230 Bc	114 Cc	44 CDb	22 Da	152
LVa (A)	330 Bb	445 Ab	265 Bb	84 Cab	28 Ca	229
Média	707	538	310	87	32	

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 28. - Valores Médios das Concentrações de Manganês na Matéria Seca da Parte Aérea das Plantas de Algodão, Cultivar SL-7, aos Cinquenta Dias de Idade<sup>1/</sup>

Solos	Níveis de Calagem					Média
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	
ppm Mn						
LEa (F-A)	1545 Aa	955 Ba	590 Ca	125 Da	44 Ea	652
LEa (A-P)	320 Ab	234 Bc	125 Cc	41 Db	22 Da	148
LVa (A)	355 Ab	410 Ab	265 Bb	64 Cb	22 Ca	223
Média	740	533	290	77	29	

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 29. - Valores Médios das Concentrações de Manganês na Matéria Seca da Parte Aérea das Plantas de Algodão, Cultivar IAC-17, aos Cinquenta Dias de Idade<sup>1/</sup>

Solos	Níveis de Calagem					Média
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	
	ppm Mn					
LEa (F-A)	1145 Aa	890 Ba	500 Ca	95 Da	30 Da	532
LEa (A-P)	390 Ab	250 Bc	130 Cc	25 Db	20 Da	163
LVa (A)	370 Ab	435 Ab	234 Bb	67 Cb	14 Ca	225
Média	635	525	251	62	21	

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

deu a níveis tóxicos desse elemento para as plantas, pois alguns sintomas observados, como encurvamento e encrestamento do limbo foliar, segundo ADAMS e WEAR (1957) e comprovados por FOY et alii (1981), a sintomas de toxidez de manganês. Associados à toxidez de manganês, foram também observados sintomas de formação axilar de folhas e ramos em forma de roseta, semelhantes aos sintomas de deficiência de boro (FOY et alii, 1981).

As concentrações de alumínio na matéria seca da parte aérea variaram conforme os solos, cultivares e saturações considerados (Quadros 5, 30, 31 e 32). Dentre os solos observou-se que as plantas cultivadas nos argilosos apresentavam maiores concentrações de alumínio, o que se justifica pelo maior conteúdo de alumínio desses solos (Quadro 2). Dentre os cultivares, o comportamento em relação a concentração de alumínio na matéria seca da parte aérea, foi significativamente diferente, e esse efeito de cultivar, difere dos resultados obtidos por FOY et alii (1980) que verificaram que não havia diferença na

QUADRO 30 - Valores Médios das Concentrações de Alumínio na Matéria Seca da Parte Aérea das Plantas de Algodão, Cultivar BR-1, aos Cinquenta Dias de Idade<sup>1/</sup>

Solos	Níveis de Calagem					Média
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	
	ppm Al					
LEa (F-A)	528 Ab	129 Bb	144 Ba	178 Ba	122 Ba	220
LEa (A-P)	577 Ab	174 Bb	160 Bb	137 Ba	143 Ba	238
LVa (A)	1203 Aa	330 Ba	243 BCa	232 BCa	136 Ca	429
Média	769	211	182	182	134	

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 31 - Valores Médios das Concentrações de Alumínio na Matéria Seca da Parte Aérea das Plantas de Algodão, Cultivar SL-7, aos Cinquenta Dias de Idade<sup>1/</sup>

Solos	Níveis de Calagem					Média
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	
	ppm Al					
LEa (F-A)	559 Ab	246 Bb	155 BCa	121 BCb	107 Cb	238
LEa (A-P)	672 Ab	286 Bb	271 Ba	219 Bab	174 Bab	324
LVa (A)	913 Aa	411 Ba	271 Ca	311 BCa	235 Ca	428
Média	715	313	232	217	172	

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 32 - Valores Médios das Concentrações de Alumínio na Matéria Seca da Parte Aérea das Plantas de Algodão, Cultivar IAC-17, aos Cinquenta Dias de Idade<sup>1/</sup>

Solos	Níveis de Calagem					Média
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	
	ppm Al					
LEa (F-A)	780 Ac	292 Ba	212 BCa	125 Cb	117 Cb	305
LEa (A-P)	1038 Ab	301 Ba	265 Ba	205 Bab	211 Bab	404
LVa (A)	1184 Aa	297 Ba	233 Ba	263 Ba	242 Ba	444
Média	1001	297	237	198	190	

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

concentração de alumínio da parte aérea, entre os cultivares sensíveis e tolerantes ao alumínio. Essa divergência de resultados, pode, em parte, ser justificada pela diferença entre os materiais e metodologias utilizados nos trabalhos. Por outro lado, MacLEOD e JACKSON (1965) verificaram ser mais comum o acúmulo de alumínio nas raízes do que na parte aérea, para plantas que tiveram o crescimento prejudicado pelo alumínio. Entre variedades de trigo, cevada e soja (*Glycine max* (L.) Merrill), a tolerância ao alumínio não foi associada às diferenças nas concentrações de alumínio na parte aérea das plantas (FOY et alii, 1967b, 1969b).

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando-se amostras de dois Latossolos Vermelho-Escuros, álicos (LEa), e uma de um Latossolo Vermelho-Amarelo, álico (LVa), visando a estudar o efeito do alumínio sobre a emergência e absorção de nutrientes, bem como caracterizar o comportamento de crescimento do algodoeiro (G. hirsutum, L.) em diferentes solos, com diferentes saturações de alumínio.

Foram testados três cultivares de algodão e cinco saturações de alumínio para cada solo, obtidas pela adição de corretivos (mistura de  $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ , na relação Ca:Mg de 4:1). As quantidades do corretivo adicionadas, foram quimicamente equivalentes a 0,0, 1,0, 2,0 e 4,0 vezes a quantidade de alumínio trocável de cada solo.

No plano experimental, os tratamentos constituíram um arranjo fatorial  $3 \times 3 \times 5$ , com três solos, três cultivares e cinco saturações de alumínio, foram repetidos quatro vezes e dispostos no delineamento inteiramente casualizado.

Dez sementes, deslintadas com ácido sulfúrico concentrado e tratadas com CAPTAN, foram semeadas em cada vaso. Após a emergência e abertura das folhas cotiledonares, fez-se o desbaste, deixando-se quatro plantas por vaso.

Antes do semeio, todos os vasos receberam adubação potássica.

Adubações nitrogenadas foram feitas aos doze, vinte e quarenta dias após o semeio.

Durante o período experimental, a umidade e a temperatura ambiente foram controladas tanto quanto possível, visando a favorecer o crescimento das plantas. Aos cinquenta dias após o semeio, procedeu-se à colheita da parte aérea e das raízes.

Foram avaliadas a emergência, a altura das plantas em duas épocas e a matéria seca da parte aérea e das raízes. Nos extratos, obtidos por digestão nitroperclórica, procedeu-se à análise química da parte aérea, quantificando P, K, Ca, Mg, Fe, Mn e Al.

Os dados obtidos foram estatisticamente analisados, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Para as condições em que o trabalho foi conduzido e com base nos resultados obtidos, pode-se concluir o seguinte:

- A emergência das plântulas, apesar de não ter sido influenciada pelo alumínio, variou estatisticamente, conforme o solo ou cultivar considerados.
- O crescimento inicial, avaliado com base nas alturas das plantas, foi marcadamente influenciado pelo alumínio, verificando-se, em alguns casos, reduções superiores a 50%.
- A absorção de nutrientes foi influenciada pelo alumínio, porém essa influência variou de acordo com o nutriente, solo ou cultivar considerados.
- O alumínio, nas quantidades originalmente encontradas nos solos estudados, constituiu fator limitante do crescimento do algodoeiro, porém, para selecionar genótipos de maior tolerância ao alumínio, novos estudos deverão ser conduzidos utilizando maior número de cultivares.

## 5. LITERATURA CITADA

- ADAMS, F. & WEAR, J.I. Manganese toxicity and soil acidity in relation to crinkle leaf of cotton. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 21: 305-308. 1957.
- ADAMS, F. & LUND, Z.F. Effects of chemical activity of soil solution aluminum on cotton root penetration of acid subsoils. Soil Science, 101: 193-198. 1966.
- ADAMS, F.; PEARSON, R.W. & DOSS, D.B. Relative effects of acid subsoils on cotton yield in field experiments and on cotton roots in growth chamber experiments. Agr. J., 59: 454-456. 1967.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, v. 40: 342. 1979.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, v. 42: 316. 1981.
- BRAGA, J.M. Determinação do alumínio pelo aluminon, modificação do método. (Trabalho em redação). U.F.V., Viçosa. 1982.
- BRAGA, J.M. & DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e material vegetal. Revista Ceres, 21(113): 73-85. 1974.
- BROWN, J.C. & JONES, W.E. Fitting plants nutritionally to soils. II. Cotton. Agr. J.: 69: 405-409. 1977.
- CHIASSON, T.C. Effects of N, P, Ca and Mg treatments on yield of barley varieties grown on acid soils. Can. J. Plant Sci., 44: 525-530. 1964.

- CLARKSON, D.T. & HANSON, J.B. The mineral nutrition of higher plants. Ann. Rev. Plant Physiol., 31: 239-298. 1980.
- COTTON. World Statistics. Quarterly Bulletin of the Cotton Advisory Committee, 34(12). 1981. 139 p.
- DEVLIN, R.M. Plant Physiology. 3<sup>a</sup> ed. New York, D. Van Norstrand. 1975. 600 p.
- DOSS, B.D. & LUND, Z.F. Subsoil pH effects on growth and yield of cotton. Agr. J., 67: 193-196. 1975.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. Relatório Técnico Anual do CNP-Algodão 1979. 1981. 208 p.
- EPAMIG. Informe Agropecuário. 41. 1978. 84 p.
- EPSTEIN, E. Nutrição Mineral das Plantas; Princípios e Perspectivas. Tradução de E. MALAVOLTA. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos. 1975. 341 p.
- FERRAZ, C.A.M.; FILHO, F.S.O.R.; CIA, A.; SABINO, N.P.; VEIGA, A.A.; REIS, A.J. & ORTOLANI, D.B. Estudo comparativo de métodos de deslinhamento de sementes de algodoeiro (Gossypium hirsutum, L.). Bragantia, 36: 11-22. 1977.
- FOY, C.D. Effects of aluminum on plant growth. In: CARSON, E.W. The plant root and its environments. Charlottesville. University Press of Virginia. 1974. p. 601-642.
- FOY, C.D.; ARMINGER, W.H.; BRIGGLE, L.W. & REID, D.A. Differential aluminum tolerance of wheat and barley varieties in acid soils. Agr. J., 57: 413-417. 1965.
- FOY, C.D.; ARMINGER, W.H.; FLEMING, A.L. & LEWIS, C.F. Differential tolerance of cotton varieties to and acid soil high in exchangeable aluminum. Agr. J., 59: 415-418. 1967a.
- FOY, C.D. & BROWN, J.C. Toxic factors in acid soils: I. Characterization of aluminum toxicity in cotton. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 27: 403-407. 1963.
- FOY, C.D. & BROWN, J.C. Toxic factors in acid soils: II. Differential aluminum tolerance of plant species. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 28: 27-32. 1964.

- FOY, C.D.; FLEMING, A.L. & ARMINGER, W.H. Differential tolerance of cotton varieties to excess manganese. Agr. J., 61: 690-694. 1969a.
- FOY, C.D.; FLEMING, A.L. & ARMINGER, W.H. Aluminum tolerance of soybean varieties in relation to calcium nutrition. Agr. J., 61: 505-511. 1969b.
- FOY, C.D.; FLEMING, A.L.; BURNS, G.R. & ARMINGER, W.H. Characterization of differential aluminum tolerance among varieties of wheat and barley. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 31: 513-521. 1967b.
- FOY, C.D.; JONES, J.E. & WEBB, H.W. Adaptation of cotton genotypes to and acid, aluminum toxic soil. Agr. J., 72: 833-839. 1980.
- FOY, C.D.; WEBB, H.W. & JONES, J.E. Adaptation of cotton genotypes to and acid, manganese toxic soil. Agr. J., 73: 107-111. 1981.
- GOMES, F.P. Curso estatística experimental, 6ª ed., Piracicaba, Livra<sub>ria</sub> Nobel S/A, São Paulo, 1976. 430 p.
- HORTENSTINE, C.C. & FISKELL, J.G.A. Effects of aluminum on sunflower growth and uptake of boron and calcium from nutrient solution. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 25: 304-307. 1961.
- JONES, L.H. Aluminum uptake and toxicity in plants. Plant Soil, 13: 297-310. 1961.
- KAMPRATH, E.J. Soil acidity and response to liming. North Carolina State University. Int. Soil Testing Serv. 23 p. (Technical Bulletin nº 4). 1967.
- KAMPRATH, E.J. Exchangeable aluminum as a criterion for liming leached mineral soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 34: 252-254. 1970.
- LEE, C.R. Influence of aluminum on plant growth and mineral nutrition of potatoes. Agr. J., 63: 604-608. 1971.
- LOPES, A.S. & COX, F.R. A survey of the fertility status of surface soil under "cerrado" vegetation in Brazil. Soil Sci. Soc. Amer. J., 41: 742-747. 1977.
- MacLEOD, L.B. & JACKSON, L.P. Effect of concentration of the Al ion on root development and establishment of legume seedlings. Can. J. Soil. Sci., 45: 221-234. 1965.

- MAEDA, J.A.; LAGO, A.A.; ZINK, E.; KRZYZANOWSKY, F.C.; CIA, E.; RODRIGUES FILHO, F.S.O. & FERRAZ, C.A.M. Germinação de sementes de algodoeiro deslindadas por diferentes métodos. Bragantia, 36: 253-258. 1977.
- MCCART, G.D. & KAMPRATH, E.J. Supplying calcium and magnesium for cotton in sandy low cation exchange capacity soils. Agr. J., 57: 404-406. 1965.
- QUELETTE, G.J. & DESSUREAUX, L. Chemical composition of alfalfa as related to degree of tolerance to manganese and aluminum. Can. J. Plant Sci., 38: 206-214. 1958.
- PASSOS, S.M. de G. Algodão. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. São Paulo. 1977. 424 p.
- PRIMAVESI, A. Manejo Ecológico do Solo: Agricultura em regiões tropicais. 3ª ed. São Paulo. Nobel, 1981. 542 p.
- RAGLAND, J.L. & COLEMAN, N.T. The effect of soil solutions aluminum and calcium on root growth. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 23: 355-357. 1959.
- RANDALL, P.J. & VOSE, P.B. Effects of aluminum on uptake and translocation of phosphorus<sup>32</sup> by perennial rye grass. Plant Physiology, 39: 403-409. 1963.
- RIOS, M.A. & PEARSON, R.W. The effects of some chemical environmental factors on cotton root behavior. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 28: 232-235. 1964.
- SOILEAU, J.M.; ENGELSTAD, O.P. & MARTIN, Jr., J.B. Cotton growth in acid fragipan subsoil. II. Effects of soluble calcium, magnesium, and aluminum on roots and tops. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 33: 919-924. 1969.
- VIDAL, R.D. & BROYER, T.C. Efecto de niveles altos de magnesio en la absorcion del aluminio y el crecimiento del maiz en soluciones de cultivo. Anales de Edafologia e Agrobiologia, 21: 13-30. 1962.
- WALLIHAN, E.F. The influence of aluminum on the phosphorus nutrition of plants. Amer. J. Bot., 35: 106-112. 1948.
- WRIGHT, K.E. Internal precipitation of phosphorus in relation to aluminum toxicity. Plant Physiol., 18: 708-712. 1948.
- WRIGHT, K.E. Aluminum toxicity studies with radioactive phosphorus. Plant Physiol., 28: 684-680. 1952.



QUADRO 1A - Resumo das Análises de Variância dos Dados de Emergência, Altura, Produção de Matéria Seca da Parte Aérea e de Raízes e Relação Matéria Seca da Parte Aérea/Matéria Seca de Raízes, das Plantas de Algodão (*G. hirsutum*, L.), aos Cinquenta Dias de Idade

FONTES DE VARIACÃO	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS						RELAÇÃO MAT. SECA P. AÉREA/MAT. SECA RAÍZES
		EMERGÊNCIA (%)	ALTURA (15 DIAS) (cm)	ALTURA (51 DIAS) (cm)	MATÉRIA SECA PARTE AÉREA (g/vaso)	MATÉRIA SECA RAÍZES (g/vaso)	TOTAL	
Saturação Al <sup>+++</sup> (A1)	4	258,35	52,34**	376,26**	135,31**	9,85**	3,68**	
Solo (S)	2	710,30**	9,25**	169,87**	71,35**	1,75**	6,06**	
Cultivar (C)	2	1365,60**	24,10**	336,50**	2,18**	0,05	1,72**	
A1 x S	8	162,04	12,41**	95,56**	4,94**	0,86**	1,13**	
A1 x C	8	132,92	0,34	12,59**	0,38	0,03	0,07	
S x C	4	298,50	0,66	0,70	1,10*	0,10	0,44	
A1 x S x C	16	232,72	0,63	4,12	0,30	0,03	0,10	
Resíduo	135	142,65	0,59	2,55	0,36	0,05	0,19	
TOTAL C.V. (%)	179	15,45	11,06	8,67	10,29	12,52	13,23	

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 2A - Resumo das Análises de Variância das Concentrações de Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio, Ferro, Manganês e Alumínio, na Matéria Seca da Parte Aérea das Plantas de Algodão (*G. hirsutum*, L.), aos Cinquenta Dias de Idade

FONTES DE VARIÇÃO	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS						
		FÓSFORO (%)	POTÁSSIO (%)	CÁLCIO (%)	MAGNÉSIO (%)	FERRO (ppm)	MANGANÊS (ppm)	ALUMÍNIO (ppm)
Saturação Al <sup>+++</sup> (Al)	4	0,0235**	4,8469**	8,4565**	0,3127**	326582,0**	2974370,0**	2796430,0**
Solo (S)	2	0,0395**	0,4709**	1,8124**	0,5895**	84968,9*	3466460,0**	483545,0**
Cultivar (C)	2	0,0044*	0,1007	0,1124	0,1622	26873,9	20196,9**	116082,0**
Al x S	8	0,0528**	1,6979**	0,2356**	0,1681**	20194,6	708803,0**	91735,3**
Al x C	8	0,0029	0,0999	0,0432	0,0035**	36489,1	5295,0	54098,0**
S x C	4	0,0025	0,0079	0,0282	0,0020**	29493,0	29454,9**	30414,4**
Al x S x C	16	0,0029**	0,1023	0,0510	0,0010*	28946,8	12115,3**	17247,9**
Resíduo	135	0,0011	0,0657	0,0381	0,0005	12617,8	3169,0	5030,9
TOTAL	179	11,92	11,05	19,58	7,94	55,99	17,19	21,04
C.V. (%)								

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.