

# **Efeitos dos Macronutrientes e do Ferro no Crescimento e Composição Química da Mamoneira (*Ricinus Communis L.*) Cultivada com Soluções de Nutrientes**

Tese apresentada à Escola Superior  
de Agricultura "Luiz de Queiroz" da  
Universidade de São Paulo, para a  
obtenção do título de Magister  
Scientiae em Nutrição de Plantas.

*por*

**AÍDA ITURRIETA ROJAS**

Eng. Agrônomo, Universidad de Chile  
Ministério de Agricultura  
Departamento de Defensa Agrícola,  
Santiago, Chile

PIRACICABA  
Estado de São Paulo — BRASIL  
— 1970 —

HOMENAGEM

A

meus pais

DEDICO

A

meus irmãos

## Í N D I C E

	Página
1 - INTRODUÇÃO .....	1
2 - REVISÃO DA LITERATURA .....	3
3 - MATERIAIS E MÉTODOS .....	5
3.1 - Delineamento Experimental .....	5
3.2 - Características do Cultivar "Campinas" Utilizado no Experimento .....	6
3.3 - Obtenção das Mudas .....	7
3.4 - Vasos Utilizados para Receber as Mudas .....	7
3.5 - Soluções de Nutrientes .....	7
3.6 - Sintomas de Deficiência .....	10
3.7 - Cuidados Fitosanitários .....	10
3.8 - Medições de Altura , Diâmetro do Caule e Comprimento do Centro do Limbo da Fôlha até a Ponta do Lobo do Mesmo ....	10
3.9 - Colheita .....	11
3.10 - Pêso das Frações das Plantas .....	12
3.11 - Preparação das Frações das Plantas para as Análises Químicas .....	12
3.12 - Análises Químicas das Frações das Plantas .....	12
3.13 - Análise Estatística .....	12
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	14
4.1 - Sintomas de Deficiências .....	14
4.1.1 - Tratamento com omissão de nitrogênio .....	14
4.1.2 - Tratamento com omissão de fósforo .....	15
4.1.3 - Tratamento com omissão de potássio .....	16
4.1.4 - Tratamento com omissão de cálcio .....	17
4.1.5 - Tratamento com omissão de magnésio .....	18
4.1.6 - Tratamento com omissão de enxôfre .....	19
4.1.7 - Tratamento com omissão de ferro .....	20
4.1.8 - Tratamento completo com presença de todos os nutrientes .....	20

	Página
4.2 - Crescimento .....	21
4.2.1 - Altura das plantas .....	21
4.2.2 - Diâmetro da base do caule .....	23
4.2.3 - Comprimento do centro do limbo da fôlha até a planta do lobo central .....	24
4.3 - Pêso em Gramas (g.) da Planta e das suas Diversas Frações nos Diferentes Tratamentos .....	25
4.3.1 - Pêso das raízes .....	25
4.3.2 - Pêso do caule .....	25
4.3.3 - Pêso dos pecíolos .....	28
4.3.4 - Pêso do limbo das fôlhas .....	28
4.3.5 - Pêso da inflorescência .....	29
4.3.6 - Pêso das plantas inteiras .....	29
4.4 - Distribuição Percentual dos Macronutrientes nas Dife- rentes Frações das Plantas nos Diferentes Tratamentos ....	29
4.4.1 - Distribuição percentual de nitrogênio nas fra- ções das plantas nos diferentes tratamentos .....	31
4.4.3 - Distribuição percentual ou concentração de po- tássio nas frações das plantas nos diferentes tratamentos .....	37
4.4.4 - Distribuição percentual de cálcio nas frações das plantas nos diferentes tratamentos .....	40
4.4.5 - Distribuição percentual de magnésio nas frações das plantas nos diferentes tratamentos .....	43
4.4.6 - Distribuição percentual de enxôfre nas frações das plantas nos diferentes tratamentos .....	47
4.5 - Quantidade em Miligramas de Nitrogênio , Fósforo , Po- tássio , Cálcio , Magnésio e Enxôfre Absorvidas pelas Plantas .....	51
4.5.1.- Quantidades em miligramas de nitrogênio .....	51
4.5.2 - Quantidades em miligramas de fósforo .....	51
4.5.3 - Quantidades em miligramas de potássio .....	53
4.5.4 - Quantidades em miligramas de cálcio .....	54

4.5.5 - Quantidade em miligramas de magnésio .....	54
4.5.6 - Quantidade em miligramas de enxôfre .....	54
<b>5 - RESUMO E CONCLUSÕES .....</b>	<b>56</b>
5.1 - Sintomas de Deficiência .....	56
5.1.1 - Deficiência de nitrogênio .....	56
5.1.2 - Deficiência de ferro .....	56
5.1.3 - Deficiência de potássio .....	57
5.1.4 - Deficiência de enxôfre .....	57
5.1.5 - Deficiência de fósforo .....	58
5.1.6 - Deficiência de cálcio .....	58
5.1.7 - Deficiência de Magnésio .....	59
5.1.8 - Planta do tratamento completo .....	59
5.2 - Crescimento das Plantas .....	59
5.2.1 - Altura das plantas .....	59
5.2.2 - Diâmetro do caule .....	60
5.2.3 - Comprimento do limbo .....	60
5.3 - Percentagem dos Macronutrientes nas Soluções Deficientes e Completa nas Diversas Frações da Planta .....	60
5.3.1 - Percentagem na raiz dos macronutrientes nas soluções deficientes e completa .....	60
5.3.2 - Percentagem no caule velho dos macronutrientes nas soluções deficientes e completa .....	63
5.3.3 - Percentagem no caule novo dos macronutrientes nas soluções deficientes e completa .....	66
5.3.4 - Percentagem, no pecíolo velho, dos macronutrientes nas soluções deficientes e completa ....	68
5.3.5 - Percentagem no pecíolo novo de macronutrientes nas soluções deficientes e completa .....	71
5.3.6 - Percentagem no limbo velho de macronutrientes nas soluções deficientes e completa .....	74
5.3.7 - Percentagem no limbo novo dos macronutrientes nas soluções deficientes e completa .....	76

5.3.8 - Percentagem dos macronutrientes nas inflorescência .....	79
5.4 - Absorção de Nitrogênio , Fósforo , Potássio , Cálcio , Magnésio e Enxôfre, pela Planta em Miligramas .....	81
5.4.1 - Quantidade de nitrogênio em miligramas absorvida.	81
5.4.2 - Quantidade de fósforo em miligramas absorvida ...	81
5.4.3 - Quantidade de potássio em miligramas absorvida ...	81
5.4.4 - Quantidade de cálcio em miligramas absorvida ....	81
5.4.5 - Quantidade de magnésio em miligramas absorvida ..	82
5.4.6 - Quantidade de enxôfre em miligramas absorvida ...	82
6 - SUMMARY .....	83
7 - AGRADECIMENTOS .....	84
8 - BIBLIOGRAFIA .....	85

## 1 - INTRODUÇÃO

A mamoneira (Ricinus communis L.) , conhecida desde os tempos antigos, era lavoura de fundo de quintal e o óleo extraído de suas sementes era utilizado para iluminar as casas. Com o advento da I Guerra Mundial e principalmente da II Guerra Mundial, a mamoneira passou a ocupar uma posição de destaque, devido aos múltiplos usos que lhe foram encontrados. Então surgiram maiores interesses no melhoramento genético para a obtenção de novas variedades de porte médio e induscentes e na mecanização da cultura (KRUG & MENDES, 1942 ; CANECHIO, 1958 ; SCHOEN-LEBER , 1960 ; NAKAMAE, 1968 e MIALHE, 1969) .

O óleo da mamoneira serve, entre outros, como lubrificante para aviões a jato, fluidos hidráulicos, no preparo de tintas e vernizes, na fabricação de plásticos, de produtos farmacêuticos, de sabões. Ainda mais, a torta, resíduo da extração do óleo, é utilizada como adubo (ZIMMERMAN, 1958) .

Com a expansão do consumo industrial do óleo de semente da mamoneira, as lavouras passaram a dar lugar a cultivos em bases econômicas.

A produção mundial de sementes desta oleaginosa em 1.000 toneladas métricas durante o período de 1960 -- 1964 a 1968 , foi a seguinte:

Anos	Produção em 1.000 (1) toneladas métricas
1960 - 1964	678
1965	788
1966	781
1967	709
1968	875

O Brasil é atualmente um dos principais produtores de sementes de mamona e contribui com 40 a 50 % da exportação mundial. O país exportou de Janeiro a Junho de 1968 , 95.000 toneladas métricas de sementes de mamona (2) .

(1) Dados tirados da World Agricultural Production and Trade , Statistical Report, (Enero 1969) .

(2) Dados tirados da World Agricultural Production and Trade , Statistical Report. (Septembro 1969) .

Os Estados que se destacam como maiores produtores de mamona são: São Paulo , Bahia e Paraná.

A cultura desta importante oleaginosa apresenta problemas econômicos e técnicos ; por outro lado não existe nada a respeito da nutrição mineral desta oleaginosa. Em vista disso, realizamos o presente trabalho, em casa de vegetação, tendo em mente, os seguintes objetivos:

- 1 - Observar e descrever os sintomas morfológicos que aparecem com a presença e carência de nitrogênio , fósforo , potássio , cálcio , magnésio , enxofre e ferro.
- 2 - Verificar os efeitos da omissão e presença daqueles macronutrientes e do ferro no crescimento das plantas.
- 3 - Determinar, através da análise química, a concentração do nitrogênio , fósforo , potássio , cálcio , magnésio e enxofre, nas diversas frações das plantas com e sem carência dos macronutrientes e do ferro.



## 2 - REVISÃO DA LITERATURA

O primeiro trabalho realizado até hoje sobre a nutrição mineral da mamoneira (Ricinus communis, L.) foi o de TUCKER, 1953, utilizando a variedade Ci-marron. O experimento foi conduzido em casa de vegetação e as plantas cultivadas em soluções de nutrientes. Nesta, era omitido, de cada vez, um dos seguintes nutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e ferro. Também haviam plantas que receberam solução completa de nutrientes.

Os primeiros sintomas de deficiência apareceram nas plantas que não receberam ferro (= Fe). As folhas novas mostraram uma coloração verde-clara, a seguir amarelada e finalmente esbranquiçada. Quanto às folhas velhas, elas permaneceram verdes.

No tratamento com omissão de nitrogênio (= N), as plantas apresentaram uma coloração verde-clara, as folhas inferiores, amarelas e finalmente marrons; os pecíolos eram curtos e no final do período de crescimento, eles tomaram uma coloração rósea.

Nas plantas deficientes em magnésio, as folhas inferiores mostraram-se cloróticas, permanecendo verdes as nervuras. As folhas terminais apresentaram-se mosqueadas. Apareceu também uma necrose nas margens das folhas até o pecíolo.

Nas plantas deficientes em fósforo, as folhas velhas apresentaram uma coloração bronzeada com manchas arredondadas de clorofila, entre as nervuras da folha inteira. Frequentemente, a página inferior da folha acusou uma coloração avermelhada ou roxa.

Nas plantas deficientes em cálcio, as raízes tornaram-se pretas. As folhas superiores mostram-se necróticas. Os pecíolos dobraram-se e ficaram quebradiços e morreram as gemas apicais.

Os sintomas de deficiência de potássio foram os últimos a aparecer. As folhas inferiores tornaram-se cloróticas e os bordos das mesmas mostraram-se amarelas e finalmente marrons.

TUCKER observou, nas plantas que não receberam magnésio, uma maior concentração de nitrogênio do que naquelas cultivadas em solução completa de macro e micronutrientes. Por outro lado, nas plantas que cresceram em soluções de nutrientes com omissão do potássio, encontrou teor mais alto de nitrogênio e de fósforo na parte aérea do que nas plantas cultivadas em solução completa.

Finalmente, o autor achou uma grande variabilidade na composição química das plantas, mesmo entre as repetições, não podendo chegar a uma conclusão definitiva e por isso fez sentir a necessidade de se realizar trabalhos de pesquisa para elucidar estes fatos.

Os resultados das análises químicas apresentadas por TUCKER encontram-se na Tabela 1. Convém frisar que estes resultados foram obtidos com mudas que ficaram durante um mês em solução completa de macro e micronutrientes antes de serem colocadas nas soluções deficientes.

Tabela 1 - Análises químicas das plantas de mamoneira deficientes e não deficientes em N, P, K e Mg.

Tratamentos	Composição da raiz			Composição da parte aérea		
	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Sol. Completa	2,814	0,496	0,061	1,048	0,160	0,096
Sol. Completa	2,609	0,016	0,131	2,413	0,200	0,087
Sol. Completa	2,835	0,064	0,119	1,130	0,200	0,142
- K	2,824	0,080	0,015	0,236	0,288	0,014
- K	2,444	0,060	0,020	3,235	0,160	0,015
- K	2,465	-	0,015	-	0,200	0,011
- P	2,465	0,020	0,057	0,144	0,020	0,080
- P	2,393	0,030	0,038	0,308	0,020	0,122
- P	2,597	0,020	0,033	0,267	0,068	0,094
- Mg	3,173	0,016	0,077	2,222	0,188	0,176
- Mg	3,030	0,092	0,078	-	-	-
- N	0,959	0,100	0,099	0,349	0,300	0,022
- N	1,222	0,080	0,075	1,058	0,260	0,172
- N	0,904	-	0,046	1,202	0,260	0,134

Todos os dados estão apresentados em porcentagem (%)

### 3 - MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 - Delineamento Experimental

O delineamento inicial foi inteiramente casualizado e constou de 14 tratamentos repetidos três vezes. Sete tratamentos receberam uma solução completa de macro e micronutrientes e nos outros sete, eram omitidos um por vez, os seguintes nutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e ferro. Os tratamentos eram os seguintes:

- 1). C<sub>1</sub>, solução de macro e micronutriente
- 2) - N, solução de macro e micronutriente, com omissão de nitrogênio
- 3) C<sub>2</sub>, solução de macro e micronutriente
- 4) - P, solução de macro e micronutriente, com omissão de fósforo
- 5). C<sub>3</sub>, solução de macro e micronutriente
- 6). - K, solução de macro e micronutriente, com omissão de potássio
- 7) C<sub>4</sub>, solução de macro e micronutriente
- 8) - S, solução de macro e micronutriente, com omissão de enxofre
- 9) C<sub>5</sub>, solução de macro e micronutriente
- 10) - Ca, solução de macro e micronutriente, com omissão de cálcio
- 11) C<sub>6</sub>, solução de macro e micronutriente
- 12) - Mg, solução de macro e micronutriente, com omissão de magnésio
- 13) C<sub>7</sub>, solução de macro e micronutriente
- 14) - Fe, solução de macro e micronutriente, com omissão de ferro.

O fato de ter um tratamento completo para cada tratamento deficiente em um dos nutrientes já mencionados, estriba no seguinte: Pensou-se que as plantas deficientes podiam manifestar os sintomas em épocas bem diferentes uma das outras e isso nos permitiria seguir melhor o crescimento das plantas, as concentrações nos diferentes nutrientes através do seu ciclo vegetativo. Porém, isso não se verificou.

Aos 28 de outubro de 1969, os tratamentos - N, - P, - Ca, - Mg mostraram sintomas evidentes de deficiência e foram retiradas juntamente os tratamentos completos respectivos, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>5</sub> e C<sub>6</sub>. No dia 13 de novembro de 1969, os tratamentos - Fe, C<sub>7</sub> foram retirados e no dia 21 de novembro, os restantes - K, - S, C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub>. Diante destes fatos, um novo esquema foi feito e somente que, desta vez, os tratamentos completos eram repetidos quatro vezes. Os números de tratamentos passaram a ser dez, divididos em três grupos, 5, 2 e 3 tratamentos, respectivamente.

O agrupamento veio a ser o seguinte:

1º Grupo de Tratamentos:

C<sub>1</sub> (4 vasos eram escolhidos ao acaso entre os tratamentos C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>5</sub> e C<sub>6</sub>)

- N

- P

- Ca

- Mg

2º Grupo de Tratamentos:

- Fe

C<sub>2</sub> (4 vasos eram escolhidos ao acaso entre os tratamentos C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub> e C<sub>7</sub>)

3º Grupo de Tratamentos:

- K

- S

C<sub>3</sub> (4 vasos eram escolhidos ao acaso entre os tratamentos C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub>).

### 3.2 - Características do Cultivar "Campinas" Utilizado no Experimento

As sementes de mamoneira do cultivar "Campinas" eram provenientes da Seção de Oleaginosas do Instituto Agronômico de Campinas. Este cultivar, caracteriza-se por apresentar porte médio, ciclo vegetativo de 160 a 180 dias, elevada capacidade produtiva, frutos indecentes, 50 a 52% de óleo na semente e queda das folhas na ocasião da colheita (VASCONCELLOS ROCHA, 1964).

### 3.3 - Obtenção das Mudas

Para a germinação da semente, utilizou-se uma caixa de cimento de 80 cm de comprimento, 70 cm de largura e 11 cm de altura. Sobre uma camada de areia lavada com HCl, de 8 cm de altura, foram colocadas no dia 24 de abril de 1969, as sementes de mamona, as quais foram cobertas com outra camada de areia de 2 cm. Realizou-se a rega duas vezes ao dia com água desmineralizada.

A germinação principiou em 15 de maio de 1969. Procedeu-se ao transplante em 25 de maio de 1969, quando as mudas apresentavam duas folhas cotiledonares.

### 3.4 - Vasos Utilizados para Receber as Mudas

Os vasos utilizados eram de barro, de forma cilíndrica, tendo as seguintes dimensões: 26 cm de diâmetro na parte superior, 16,5 cm de diâmetro na parte inferior e 26 cm de altura. Eram pintados internamente com uma tinta impermeabilizante chamada NEUTROL, e contribuía como substrato para suporte das plantas 3,450 kg. de quartzo moído.

No fundo dos vasos, colocou-se uma camada de pedra de um cm de diâmetro até uma altura de 5 cm, com a finalidade de permitir maior aeração às raízes das plantas e melhor escoamento das soluções de nutrientes.

Na parte inferior dos vasos, encontrava-se um orifício pelo qual escoavam as soluções de nutrientes, as quais eram recolhidas por meio de uma tubulação de plástico, em garrafas de dois litros de capacidade, de cor âmbar. Antes de proceder às regas, as soluções de nutrientes contidas nas garrafas coletoras eram sempre completadas a um litro. As regas efetuavam-se duas vezes por dia, porém em dias quentes (31° a 35° C), efetuavam-se até quatro vezes ao dia.

### 3.5 - Soluções de Nutrientes

Quando do transplante das mudas, em 25 de maio de 1969 estas receberam a metade da solução nº 1 de HOAGGLAND & ARNON, 1950, porém o ferro foi adicionado na forma de Fe-Na-EDTA a 5%.

No dia 10 de agosto de 1969, as plantas apresentavam desenvolvimento desejado e passou-se ao sorteio dos vasos que deviam receber os diferentes tratamentos e conseqüentemente as soluções de nutrientes correspondentes, como se pode ver na Tabela 2.

Tabela 2 - Mililitros das soluções de reserva utilizados na composição de um litro da solução nutritiva dos diferentes tratamentos

Soluções Normais	Tratamento - N	Tratamento - P	Tratamento - K	Tratamento - S	Tratamento - Ca	Tratamento - Mg	Tratamento - Fe	Completa
$KNO_3$		6		2	5	3	4	4
$Ca(NO_3)_2$		4	6	4		5	4	4
$Mg(NO_3)_2$				3	1		2	2
$K_2SO_4$	2					2	2	2
$Mg(H_2PO_4)_2$	1		1		1		2	2
$CaSO_4$	1					1	1	1
$Na_2SO_4$							1	1
$KH_2PO_4$	1			2	1	1		
KOH	1			1				
$Ca(OH)_2$	1							
$MgSO_4$	1	3	3		3			
$CaCl_2$	1							
$MgCl_2$	1							
$NaNO_3$		1	1	1	1			
$NaH_2PO_4$			1			1		
KCl				1				
Micronutrientes	1	1	1	1	1	1	1	1
Fe - Na - EDTA 5%	1 - 2	1 - 2	1 - 2	1 - 2	1 - 2	1 - 2		1 - 2
NaOH 0,1 N			2,5		3	2,5		3

Antes de colocar as soluções de nutrientes correspondentes aos diferentes tratamentos, procedeu-se à eliminação de qualquer acumulação de sais, fazendo passar em cada vaso cinco litros de água desmineralizada.

Todas as soluções de macro e micronutrientes para os diferentes tratamentos foram preparados a partir das soluções normais dos sais P. A. Os mililitros tomados destas soluções para preparar um litro da solução de nutrientes correspondentes aos diferentes tratamentos encontra-se na Tabela 2 .

Para a preparação da solução de macro e micronutrientes, utilizou-se a solução de HOAGLAND & ARNON, 1950 , modificado no que diz respeito a quantidade de fósforo e à forma de fornecimento do ferro.

Procurou-se, também, manter as mesmas concentrações de nutrientes da solução completa nas demais soluções deficientes (veja-se a Tabela 2) , utilizando outros sais P. A.

No caso da solução de sulfato de cálcio, 5 g. deste sal foram diluídos em certo volume de água destilada, com agitação constante. A seguir filtrou-se essa solução e determinou-se o cálcio pelo método complexo-métrico do EDTA .

Na solução de micronutrientes para o tratamento com omissão de enxofre, o sulfato de zinco e o sulfato de cobre foram substituídos pelo nitrato de zinco, e pelo cloreto de cobre.

Os valores de pH das soluções de nutrientes eram ajustados com o auxílio de um potenciômetro BECKMAN zeromatic entre 6,0 a 6,6 , mediante a adição de uma solução de NaOH 0,1 N . Os tratamentos que necessitavam de ajuste do pH receberam entre 2,5 a 3,0 ml daquela solução de hidróxido de sódio por litro de solução de nutriente (veja-se a Tabela 2)

Os valores pH das soluções originais e das soluções nas quais foram feitas o ajuste, encontram-se na Tabela 3 .

Todas as soluções de nutrientes eram trocadas em intervalos de cinco dias até o fim do experimento.

Tabela 3 - Valores pH das soluções de nutrientes:

Tratamentos	Valor pH original	Valor pH ajustado
Completa	4,9	6,1
- N	6,6	6,6
- P	6,1	6,1
- K	4,9	6,1
- Ca	4,8	6,1
- Mg	5,4	6,0
- S	6,5	6,5
- Fe	4,9	6,1

### 3.6 - Sintomas de Deficiência

Na descrição morfológica dos sintomas de deficiência utilizou-se a anotação preconizada, no Atlas de Cortes, de VILLALOBOS-DOMINGUEZ e VILLALOBOS, 1947. Nesta anotação, a letra ou letras indicam a cor e seu matiz, o número ou números dão o valor da luminosidade, ou seja distinguem os matizes pelo fato de serem mais ou menos claros, ou mais ou menos escuros, e, finalmente, o grau expressa a tonalidade do matiz (NEPTUNE MENARD, 1956).

### 3.7 - Cuidados Fitossanitários

Para se combater o inesperado ataque de ácaros vermelhos (Tetranychus telarius L.) que se iniciou em 12 de agosto de 1969, foram feitas duas pulverizações: a primeira com uma solução de Karathane a 0,3% no dia 21 de agosto de 1969 e outra, com Metasystox a 0,1%, no dia 5 de outubro de 1969.

### 3.8 - Medições de Altura, Diâmetro do Caule e Comprimento do Centro do Limbo da Folha até a Ponta do Lobo do Mesmo

Um dia antes da colheita, procedeu-se às medições de altura, as quais foram tomadas a partir do solo até a gema terminal.

Quando a medição do diâmetro do caule, ela foi tomada a 5 cm do solo das plantas.



Como característica indicando o crescimento da planta, achou-se conveniente medir o comprimento do lobo central ; esta medição foi efetuada partindo do centro do limbo foliar até o ponto terminal do lóbulo central, como se pode verificar na Figura 1 .

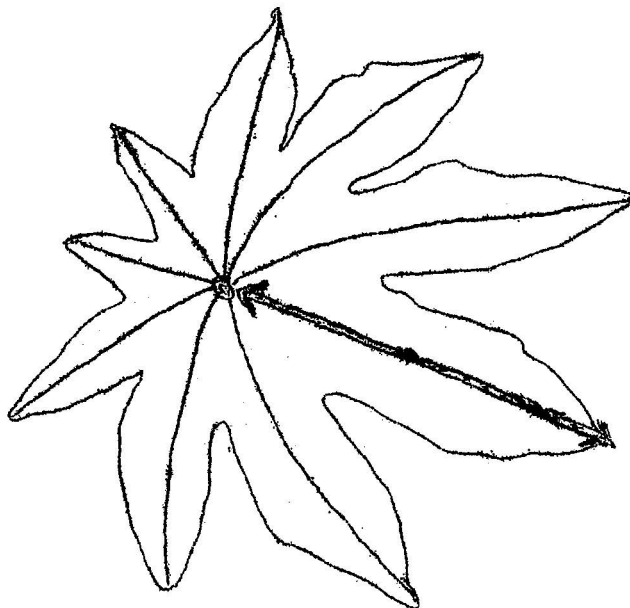


Fig. 1 - Fôlha da mamoneira mostrando o comprimento do lobo central do limbo

### 3.9 - Colheita

Marcas haviam sido feitas, com barbante, abaixo da gema terminal, para na época da retirada das plantas, separar as partes novas das partes velhas. Quando as plantas de determinados tratamentos com omissão de nutrientes mostravam sintomas de deficiência bastante avançados, estas eram retiradas junto com os respectivos tratamentos das soluções completas de nutrientes e separadas nas seguintes frações:

- a) raiz
- b) caule novo e caule velho
- c) fôlhas novas e fôlhas velhas, divididas, por sua vez em seus limbos e pecíolos
- d) inflorescência

A raiz, uma vez separada da planta, foi enxaguada com água desmineralizada, a fim de eliminar o acúmulo de sais e pedacinhos de sílica ; a seguir foi lavado com uma solução de HCl 0,1 N , e lavada novamente com água desmineralizada e enxugada com papel de filtro.

Todas as frações, acondicionadas em sacos de papel, foram postas a secar em estufa a 70°C .

### 3.10 - Peso das Frações das Plantas

Após cinco dias de permanência na estufa, as frações das plantas dos diferentes tratamentos foram pesadas em Balança METLER .

### 3.11 - Preparação das Frações das Plantas para as Análises Químicas

Cada fração pesada foi moída em micro-moinho Wiley , com força motriz 1/4 HP , modelo 5 KH 33 G 106 de 1.725 r.p.m. , com peneira de malha n.º 20 . Sobre 0, 100g de material vegetal, determinou-se o nitrogênio total e sobre 1 g de material vegetal, preparou-se extratos nitro-perclóricos, segundo a técnica descrita por LOTT et al. 1956 .

### 3.12 - Análises Químicas das Frações das Plantas

O nitrogênio total foi determinado pelo método de micro Kjeldahl , descrito em MALAVOLTA, 1964 . Sobre partes alíquotas dos extratos nitro-perclóricos determinou-se o fósforo pelo método de metavanadato utilizando o fotocolorímetro Klett-Summerson , segundo a técnica descrita em LOTT et al., 1956 ; o potássio, o cálcio e o magnésio pelo método espectrofotométrico de absorção atômica Perkin-Elmer , modelo 303 de acôrdo com as instruções do Manual que acompanha o aparelho. O enxôfre foi determinado por gravimetria, seguindo a técnica descrita em MALAVOLTA , 1964 .

### 3.13 - Análise Estatística

A análise estatística dos dados foi feita de acôrdo com PIMENTEL GOMES, 1966 ; STEEL & TORRIE, 1960 .

Como os tratamentos não foram colhidos todos ao mesmo tempo e foram divididos em três grupos, tornou-se necessário fazer o teste de homogeneidade de variâncias, segundo BARTLETT, 1937, citado por PEARSON HARTLEY, 1956. Quando o teste de  $\chi^2$  dá um valor inferior a 5,99, aceita-se a hipótese de que as variâncias,  $s_1^2$ ,  $s_2^2$  e  $s_3^2$  estimam uma mesma variância  $\sigma^2$ . Neste caso, podem ser reunidos os três grupos em um único grupo.

Não foi feita a análise estatística da inflorescência, uma vez que apenas algumas plantas de alguns tratamentos os produziram.

#### 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.1 - Sintomas de Deficiências

Os sintomas de deficiência não apareceram todos na mesma época para os diversos tratamentos. Estes começaram a se manifestar um mês e meio após o fornecimento das soluções deficientes. As primeiras manifestações de deficiências apareceram na seguinte ordem de tratamentos: - N , - Ca , - P , - Mg , - Fe e finalmente - K e - S .

##### 4.1.1 - Tratamento com omissão de nitrogênio (- N)

Inicialmente observou-se uma diminuição no crescimento das plantas. As folhas apresentaram uma coloração verde clara (L/10<sup>o</sup>/10) , pequenas e pecíolos curtos e finos. A nervura principal caracterizava-se por uma coloração branca (L/5<sup>o</sup>/16) e muito sobressaliente, enquanto que as nervuras secundárias mostravam uma cor verde-amarela (L/9<sup>o</sup>/12) . A medida que os sintomas iam-se acentuando , as folhas mais maduras começaram a mostrar manchas amarelas, as quais iam-se alargando, até se tornar completamente amarelas (XX./10<sup>o</sup>/15) . Neste momento, os pecíolos apresentavam uma cor rósea esbranquiçada (MM/8<sup>o</sup>/18) , dobrando-se para baixo. Sintomas iguais foram encontrados por TUCKER, 1952 . Antes de secar-se totalmente, a folha se desprendia e caía. Isso é uma indicação de que as folhas velhas cederam o seu nitrogênio para as folhas novas. A intensidade de queda das folhas tornava-se maior com o aparecimento de folhas novas.

Finalmente a parte inferior ficou quase sem folhas. O cacho floral era de tamanho reduzido e com muito poucas sementes, o que concorda com as observações de TUCKER .

Fig. 2 - Fôlha de mamoneira deficiente em nitrogênio

#### 4.1.2 - Tratamento com Omissão de Fósforo (- P)

A côr das fôlhas novas apresentou-se verde-escura bronzeada (LLY/11<sup>o</sup>/6). Igual observação foi feita por TUCKER. Nas fôlhas velhas, os sintomas manifestaram-se, inicialmente, por uma coloração bronzeada (004/5<sup>o</sup>/13), a qual avançou desde os bordos em direção à parte central da fôlha e de forma irregular e estendem-se pela zona adjacente às nervuras secundárias, ficando-se a parte central com uma coloração verde escura bronzeada (LLY/11<sup>o</sup>/6). A seguir, foram aparecendo pequenas pontuações de coloração branca-amarela repartidas ao acaso. Não foi encontrada nenhuma coloração especial na página inferior do limbo, como foi descrito por TUCKER.

As fôlhas velhas caíram antes de se secar e conservaram a sua coloração típica mesmo depois de secas em estufa.

Os pecíolos estavam dirigidos para baixo, tal como observara TUCKER. A côr dos mesmos era verde-azulada.

Finalmente a planta ficou com fôlhas apenas na parte superior ou seja com fôlhas novas.

O tamanho dos frutos é pequeno, correspondendo à metade do fruto da planta que recebeu a solução completa de nutrientes.

Fig. 3 - Fôlhas de mamoneira deficiente em fôsforo

#### 4.1.3 - Tratamento com Omissão de Potássio (- K)

A deficiência de potássio começou apresentando uma côr verde clara nas pontas dos lóbulos e das margens das fôlhas maduras. A descoloração foi avançando para o centro do limbo ; a seguir apareceram umas raias amarelas colocadas umas ao lado das outras. O resto do limbo mostrou uma coloração verde-amarela (LLY/10<sup>o</sup>/10). A medida que se acentuou a falta de potássio, as fôlhas tornaram-se cloróticas (LLY/11<sup>o</sup>/11). As margens das mesmas apresentaram-se com manchas necróticas (OY/9<sup>o</sup>/11). A medida que as fôlhas ficaram sêcas, iam-se dobrando para cima.

Fig. 4 - Fôlha de mamoneira deficiente em potássio

#### 4.1.4 - Tratamento com Omissão de Cálcio (- Ca)

A carência de cálcio na planta pode ser observada tanto nas folhas velhas como nas folhas novas. Estas últimas apresentaram-se deformadas, enrugadas. A parte do limbo que fica entre as nervuras secundárias mostrou uma coloração amarela transparente.

Nas folhas maduras, houve uma descoloração das mesmas, tomando uma cor verde-amarela (LLY/8<sup>o</sup>/10) ; os lobos ficaram mais próximos e apareceram manchas de cor marrom (OOY/6<sup>o</sup>/16) . Entre as nervuras secundárias e terciárias manteve-se a coloração verde (L/11<sup>o</sup>/6) . A deficiência avançou pela porção do limbo entre as nervuras secundárias desde os bordos da folha até a nervura principal do lobo. Os lóbulos começaram a secar-se dobrando para dentro.

As folhas terminais apresentaram-se com os lobos bastante fechados e começaram a necrosar-se pelas margens. As plantas perderam suas gemas apicais. Os frutos eram de tamanho reduzido.

As raízes das plantas eram sãs, o que não concorda com a descrição de TUCKER, 1952 .

Fig. 5 - Folhas de mamoneira deficiente em cálcio

#### 4.1.5 - Tratamento com Omissão de Magnésio (- Mg)

Os sintomas apresentaram-se de várias formas. Nas folhas maduras, apareceram um amarelamento (Y/11<sup>0</sup>/14) desde a margem das mesmas até o centro do limbo e deixando zonas isoladas de cor verde (LLY/11<sup>0</sup>/6). Posteriormente desapareceram estas ilhas verdes, deixando nos seus lugares uma coloração amarela (YO/11/12), e manchas necróticas de cor marrom escuro (O/6<sup>0</sup>/9) e marrom claro (OOY/6<sup>0</sup>/16). A coloração verde persistiu ainda na zona adjacente às nervuras principais e, em ambos os lados das nervuras secundárias, as margens das folhas já secas, torceram-se para baixo na forma da letra S, enquanto que os lóbulos dobraram as suas pontas para cima.

Observou-se também um amarelamento de toda a porção do limbo entre as nervuras secundárias, ficando uma faixa verde (L/11<sup>0</sup>/11) perto das nervuras principais e secundárias.

Deu-se uma clorose e uma necrose nas margens, as quais estenderam-se até os pecíolos. Os frutos não alcançaram o seu tamanho normal, porém, para Tucker, nas plantas deficientes em magnésio, não se formaram frutos.

Fig. 6 - Folhas de mamoneira deficiente em magnésio



#### 4.1.6 - Tratamento com Omissão de Enxôfre (- S)

Os sintomas de deficiência de enxôfre apareceram por último. As fôlhas mostraram-se bem desenvolvidas, de tamanho ligeiramente inferior àquelas das plantas do tratamento completo.

O primeiro sintoma que se observou foi uma coloração verde-limão (L/8<sup>o</sup>/11). As nervuras secundárias apresentaram uma cor verde clara (1/5<sup>o</sup>/12). Os lobos fecharam-se até adquirir uma forma parecida com uma taça. Os pecíolos eram normais. A medida que se acentuavam a deficiência, as fôlhas mostraram uma coloração amarela levemente bronzeada (YYO/12<sup>o</sup>/15) e pequenas manchas necróticas entre as nervuras secundárias e necrose nos bordos das fôlhas.

Verificou-se também pontos necróticos ao longo da nervura principal. Houve algumas fôlhas com pontos esbranquiçados (YYO/2<sup>o</sup>/17) disseminados no limbo, e maior acumulação destes pontos na extremidade do limbo perto das nervuras secundárias.

Fig. 7 - Fôlhas de mamoneira deficiente em enxôfre

#### 4.1.7 - Tratamento com Omissão de Ferro (- Fe)

Os sintomas de deficiência de ferro iniciaram-se nas folhas novas, as quais tomaram uma coloração verde-amarela ligeiramente dourada (L/10<sup>0</sup>/14), com as nervuras secundárias e zonas adjacentes de coloração verde-escura (L/11<sup>0</sup>/8). A coloração da nervura principal foi de um verde mais claro (L/10<sup>0</sup>/13).

As folhas bem novas que mostraram estes sintomas não se desenvolveram, necrosaram-se e caíram. Estes sintomas foram também observados por TUCKER.

Observou-se também, na mesma planta, folhas maduras com desenvolvimento normal e verdes (L/10<sup>0</sup>/6) e folhas maduras de cor verde-amarela (LLY/5<sup>0</sup>/14). Ainda mais, apareceram folhas normais com manchas necróticas disseminadas no limbo. Estes sintomas foram observados também por TUCKER.

As plantas com deficiência de ferro não perderam muitas folhas como nos outros tratamentos.

Fig. 8 - Folha de mamoneira deficiente em ferro

#### 4.1.8 - Tratamento Completo, com Presença de todos os Nutrientes

As plantas apresentaram-se com folhas bem desenvolvidas; o limbo mostrou uma coloração verde opaca (L/12<sup>0</sup>/5). As nervuras principais eram verde-amarelas (L/7<sup>0</sup>/12) e as secundárias amarela-verdes (L/9<sup>0</sup>/12).

As fôlhas eram suaves ao tacto e quando maduras, descolorava-se o limbo tornando-se amarelo ; ao secar , os bordos do limbo e os pequenos lobos fecharam-se para cima e para o centro da lâmina.

As plantas não perderam muitas fôlhas quando comparadas com aquelas dos outros tratamentos.

Fig. 9 - Fôlha de mamoneira normal

#### 4.2 - Crescimento

O crescimento das plantas foi avaliado através das medições de altura, de diâmetro do caule, do comprimento do lobo central do limbo da fôlha e do pêso das várias frações da planta.

##### 4.2.1 - Altura das plantas

As alturas médias das plantas de cada tratamento, expressas em centímetros, encontram-se na Tabela 4 .

Tabela 4 - Altura inicial e final das plantas em cm.

Tratamentos	Altura inicial	Altura final
- N	16,30	43,33
- P	16,20	49,30
- K	16,40	62,00
- Ca	16,30	62,00
- Mg	16,20	49,00
- S	16,20	62,00
- Fe	16,20	59,00
C <sub>11</sub>	-.-	-.-
C <sub>22</sub>	-.-	-.-
C <sub>33</sub>	-.-	-.-
C	16,10	67,08

d. m. s. ao nível de 5% = 17,91 (Dunnnett)  
d. m. s. ao nível de 1% = 24,99 (Tuckey)  
C. V. = 15,98

A média dos tratamentos sendo inferior a média do teste de homogeneidade ( $\chi^2 = 5,99$ ) permite fazer a análise estatística em conjunto.

As plantas do tratamento completo, pelo teste de Dunnnett eram somente mais altas que aquelas dos tratamentos com omissão de nitrogênio, fósforo e magnésio. Comparando os tratamentos com omissão dos nutrientes não houve efeito significativo pelo teste de Tuckey. Apesar de não ter havido diferença estatística entre os tratamentos, as alturas das plantas deficientes em K, Ca, S e Fe aproximam-se muito mais das alturas das plantas do tratamento completo. As plantas dos tratamentos com carência de nitrogênio, fósforo e magnésio mostraram alturas menores.

#### 4.2.2 - Diâmetro da Base do Caule

O diâmetro médio da base do caule, expresso em mm., para as plantas de cada tratamento, encontra-se na Tabela 5.

Tabela 5 - Diâmetro da base do caule em mm.

Tra t a m e n t o s	Diâ m e t r o i n i c i a l	Diâ m e t r o f i n a l	
<u>1.º Grupo</u>			
- N	3,10	13,0	Teste Dunnett (5%) =
- P	3,20	16,0	2,17
- Ca	3,16	16,0	C. V. = 16,98
- Mg	3,16	15,0	Teste Tuckey (5%) =
C <sub>1</sub>	3,20	18,3	4,07
-----			
<u>2.º Grupo</u>			
- Fe	3,10	18,7	Teste Dunnett (5%) =
			6,49
C <sub>2</sub>	3,10	18,0	C. V. = 18,08
-----			
<u>3.º Grupo</u>			
- K	3,20	14,7	Teste Dunnett (5%) =
			1,47
- S	3,10	16,0	Teste Tuckey (5%) =
			1,35
C <sub>3</sub>	3,20	18,3	C. V. = 4,23

A análise estatística foi feita por grupos devido a que a média dos tratamentos foi superior ao teste de homogeneidade ( $\chi^2 = 5,99$ ).

Comparando os tratamentos dos três grupos com os tratamentos completos respectivos, houve efeito significativo pelo teste de Dunnett ou seja o diâmetro médio do caule dos tratamentos completos foi maior que o dos outros tratamentos.

Apesar de não haver significância estatística entre os tratamentos dos diferentes grupos, é interessante observar que as plantas deficientes em nitrogênio apresentam diâmetro menor, a seguir aquelas deficientes em potássio e magnésio, depois aquelas deficientes em fósforo, cálcio e enxôfre.

#### 4.2.3 - Comprimento do Centro do Limbo da Fôlha até a Ponta do Lobo Central

Os dados sôbre o comprimento médio do centro do limbo até a ponta do lobo central expressos em cm , encontram-se na Tabela 6 .

Tabela 6 - Comprimento em cm do centro do limbo da fôlha até a ponta do lobo central

Tratamentos	Comprimento
- N	13,50
- P	18,00
- K	17,47
- Ca	19,00
- Mg	20,00
- S	18,66
- Fe	20,30
C	21,95
Teste de Dunnett (5%)	= 4,44
Teste de Tuckey (5%)	= 7,90
C. V.	=

Comparando, pelo teste de Dunnett os tratamentos deficientes e o completo, houve efeito significativo apenas entre os tratamentos - N e - K com o tratamento completo (C) . Apesar de que as diferenças entre os tratamentos não foram significativas, notou-se uma grande diferença entre o tratamento - N e os outros.

#### 4.3 - Pêso em Gramas (g.) da Planta e das suas Diversas Frações nos Diferentes Tratamentos

(Veja-se Tabela 7)

##### 4.3.1 - Pêso das raízes

Os pêsos das raízes, como os das outras frações são valores médios de três repetições para os tratamentos deficientes em nutrientes e de quatro repetições para o tratamento completo.

A análise estatística foi feita por grupos de tratamentos. Verificou-se, pelo teste de Dunnett, que entre o pêso das raízes das plantas dos tratamentos com omissão de nitrogênio, cálcio, magnésio e aquelas do tratamento completo, não houve diferença significativa, porém houve efeito significativo entre o pêso das raízes das plantas do tratamento com omissão de fósforo e aquelas do tratamento completo. Não houve efeito significativo entre os pêsos das raízes dos tratamentos com carência dos nutrientes, apesar disso, devido ao alto teor do coeficiente de variação, notou-se, nitidamente, que o pêso das raízes que receberam todos os nutrientes era bem maior do que aquele das raízes dos outros tratamentos.

##### 4.3.2 - Pêso do caule

###### 4.3.2.1 - Pêso do caule velho

No primeiro grupo, o pêso do caule da planta do tratamento completo foi maior que aquele do caule da planta dos tratamentos com omissão de fósforo e de magnésio. Por outro lado, não houve efeito significativo entre os tratamentos deficientes do segundo e terceiro grupo com os seus respectivos tratamentos completos.

Comparando os tratamentos entre si, pelo teste de Tuckey, não foi encontrada diferença significativa. De todo modo, os pêsos dos caules velhos das plantas dos tratamentos com omissão de fósforo e de magnésio eram menores; a seguir, vieram aqueles das plantas dos tratamentos sem potássio, sem nitrogênio, sem cálcio e sem enxofre.

###### 4.3.2.2 - Pêso do caule novo

Os caules novos dos tratamentos - N, - P e - Mg acusaram menor produção de matéria que aqueles do tratamento completo, o que veio demonstrar a impor-

Tabela 7 - Pêso em grama das plantas e das suas frações nos diferentes tratamentos

Tratamentos	Raiz	C a u l e		F ô l h a s	
				P e c í o l o s	
		Velho	Novo	Velho	Novo
- N	10,32	10,98	1,21	3,75	0,28
- P	9,33	7,90	3,13	4,24	1,73
- Ca	13,57	12,57	4,87	5,45	2,22
- Mg	10,24	8,57	2,70	5,33	2,43
C <sub>1</sub>	21,44	15,82			5,12
Teste Dunnett	(12,80)	( 7,02)			( 3,57)
Teste Tuckey	(14,20)	( 7,78)			( 3,96)
C. V.	(32,50)	(27,47)			(31,94)
- Fe	19,28	15,93	9,35	8,53	5,10
C <sub>2</sub>	17,30	17,77			2,27
Teste Dunnett	(18,24)	(16,68)			( 7,12)
Teste Tuckey	(18,11)	(16,57)			( 7,07)
C. V.	(31,21)	(10,06)			(42,61)
- S	12,22	12,73	4,28	5,77	3,01
- K	9,53	10,63	4,78	6,93	2,98
C <sub>3</sub>	18,56	15,60			2,27
Teste Dunnett	( 4,94)	( 5,57)			( 2,03)
Teste Tuckey	( 5,28)	( 5,96)			( 2,18)
C. V.	(16,87)	(20,02)			(33,15)
-----					
C			7,31	8,42	
Teste Dunnett			( 4,16)	( 3,85)	
Teste Tuckey			( 4,59)	( 4,24)	
C. V.			(20,72)	(22,23)	

(continua ...)



Tabela 7 - (... continuação)

Tratamentos	F ô l h a s		Inflores- cência	Plantas Inteiras
	L i m b o			
	Velho	Novo		
- N	11,65	1,98	4,30	43,34
- P	15,53	4,67	20,10	66,63
- Ca	22,72	9,27	5,10	74,06
- Mg	19,24	7,95	9,46	65,92
C <sub>1</sub>			25,52	
- Fe	23,25	13,49	17,96	112,90
C <sub>2</sub>			24,26	
- S	16,82	10,73	20,27	83,24
- K	21,03	12,34	12,90	81,14
C <sub>3</sub>			26,71	
-----				
C	21,15	10,51		108,67
Teste Dunnett	(11,06)	( 7,13)		(32,59)
Teste Tuckey	(12,20)	( 7,87)		(45,49)
G. V.	(20,02)	(30,61)		(19,76)

tância destes macronutrientes na formação dos tecidos novos. Por outro lado, não houve efeito significativo entre os tratamentos - K , - Ca , - S , - Fe e C . A falta dos macronutrientes influenciam muito na redução do peso do caule novo.

Comparando os tratamentos entre si, o tratamento com omissão de ferro foi o melhor.

#### 4.3.3 - Peso dos pecíolos

##### 4.3.3.1 - Peso do pecíolo velho

Houve efeito significativo apenas no peso dos pecíolos velhos das plantas do tratamento completo em relação aquêles dos tratamentos deficientes em nitrogênio e fósforo.

Comparando os tratamentos deficientes entre si, pelo teste de Tuckey, verificou-se que houve diferença estatística entre o peso do pecíolo velho das plantas deficientes em nitrogênio e aquêles das plantas que receberam a solução completa de nutrientes.

##### 4.3.3.2 - Peso do pecíolo novo

Houve diferença significativa apenas entre o peso dos pecíolos novos das folhas do tratamento deficiente em nitrogênio com aquêles do tratamento completo.

Pelo teste de Tuckey, não houve efeito significativo entre os tratamentos de nenhum dos três grupos. O coeficiente de variação, aliás, foi muito alto.

#### 4.3.4 - Peso do limbo das folhas

##### 4.3.4.1 - Peso do limbo das folhas velhas

O teste de Dunnett não permitiu estabelecer diferença estatisticamente significativa entre o limbo das folhas velhas do tratamento completo com aquele dos outros tratamentos. Tampouco, houve diferença estatística entre os tratamentos deficientes em nutrientes. Porém, observou-se uma produção de matéria seca menor nos tratamentos com omissão de nitrogênio , fósforo e potássio.

#### 4.3.4.2 - Pêso do limbo das fôlhas novas

Apareceu diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos completo e com omissão de nitrogênio. Menor pêso do limbo das fôlhas novas foi obtido. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os outros tratamentos deficientes e o completo.

Comparando, entre si, o pêso do limbo das fôlhas novas das plantas deficientes, o tratamento com omissão de nitrogênio é inferior aos tratamentos com omissão de cálcio, magnésio, enxôfre e ferro, e este último é superior aos tratamentos com omissão de fósforo e cálcio.

#### 4.3.5 - Pêso da inflorescência

Os dados obtidos não foram submetidos à análise estatística, uma vez que nem todas as plantas de cada tratamento produziram inflorescência. De todo modo, estes valores foram somados às outras frações para se obter os pêsos das plantas inteiras.

#### 4.3.6 - Pêso das plantas inteiras

Comparando o pêso das plantas inteiras do tratamento completo e dos tratamentos deficientes em N, P, Ca e Mg, houve diferença significativa a favor do tratamento completo. Não houve diferença estatisticamente significativa entre o pêso das plantas inteiras e aquele das plantas deficientes em K, S e Fe.

Comparando os tratamentos deficientes entre si, as plantas com omissão de ferro produziram maior quantidade de matéria seca que aquelas com omissão de N, P e Mg.

#### 4.4 - Distribuição Percentual dos Macronutrientes nas Diferentes Frações das Plantas nos Diferentes Tratamentos

Os resultados das análises químicas dos macronutrientes são apresentados nas Tabelas 8 até . Os dados foram analisados pelos testes de Dunnett e Tuckey, respectivamente ao nível de 5%. Os valores obtidos representaram a média de três repetições para as frações das plantas deficientes e de quatro ou de doze repetições para as frações das plantas não deficientes.

Tabela 8 - Percentagem de nitrogênio nas frações das plantas nos diferentes tratamentos

Tratamentos	Raiz	C a u l e		F ô l h a s				Inflorescência
				Pecíolo		Limbo		
				Velho	Novo	Velho	Novo	
- N	0,868	0,364	0,587	0,802	0,625	0,258	1,514	1,652
- P	1,092	0,560	0,942	0,914	1,101	3,014	3,377	2,734
- Ca	0,849	0,550	1,287	0,952	0,917	3,080	3,338	3,010
- Mg	0,933	0,597	1,381	0,728	1,185	2,473	3,798	2,100
C <sub>1</sub>			0,881					
Teste Dunnett			(1,086)					
Teste Tuckey			(0,979)					
C. V.			(33,57)					
- Fe	0,886	0,615	0,942	0,728	1,120	2,454	3,602	2,697
C <sub>2</sub>			0,735					
Teste Dunnett			(0,308)					
Teste Tuckey			(0,306)					
C. V.			(19,06)					
- S	1,249	0,737	1,059	0,756	0,998	2,150	3,108	0,512
- K	1,054	0,587	0,998	0,709	1,063	2,613	2,986	2,846
C <sub>3</sub>			0,608					
Teste Dunnett			(0,378)					
Teste Tuckey			(0,405)					
C. V.			(20,95)					
C	0,851	0,468		0,854	0,867	2,718	2,939	2,513
Teste Dunnett	(0,325)	(0,217)		(0,200)	(0,480)	(0,550)	(0,996)	
Teste Tuckey	(0,453)	(0,240)		(0,221)	(0,530)	(0,607)	(1,099)	
C. V.	(18,33)	(21,54)		(13,00)	(26,71)	(10,96)	(17,34)	

4.4.1 - Distribuição percentual do nitrogênio nas frações das plantas nos diferentes tratamentos

(Veja-se Tabela 8) .

4.4.1.1 - Percentagem de nitrogênio na raiz

A comparação da percentagem de nitrogênio, pelo teste de Dunnett , assinalou a raiz das plantas do tratamento com omissão de enxôfre como tendo maior concentração dêste nutriente do que nos outros tratamentos, inclusive o tratamento completo. A comparação entre si dos tratamentos com deficiência dos nutrientes não revelou nenhum efeito significativo, além do que apareceu no tratamento com omissão do enxôfre.

Comparando, entre si, os tratamentos deficientes, não houve diferença estatisticamente significativa. Seguindo o tratamento no qual foi omitido o enxôfre, aquêles que acusaram maior concentração de nitrogênio nas raízes foram os tratamentos com omissão de fósforo.

Os teores médios em nitrogênio obtidos por TUCKER, 1953 , foram os seguintes:

Tratamentos	% de N (1)	% de N (2)
- Fe	-.-	1,193
- N	1,028	0,163
- P	2,485	2,742
- K	2,578	1,235
- Mg	1,587	0,103
Completo	2,773	0,376

Os teores de N obtidos por Tucker (1) são muito mais altos que aquêles por nós obtidos. Os valores foram mais baixos (2) quando as mudas eram colocadas nas soluções deficientes.

(1) Teores médios de N encontrados nas raízes das plantas colocadas nas soluções deficientes após estarem um mês nas soluções completas.

(2) Teores médios de N encontrados nas raízes das plantas colocadas diretamente nas soluções deficientes.

#### 4.4.1.2 - Percentagem de nitrogênio no caule

##### a) Percentagem de nitrogênio no caule velho

Nas plantas deficientes em enxôfre, a concentração de nitrogênio no caule (0,737 % de N) era mais alta do que no caule das plantas dos outros tratamentos e houve diferença significativa. Como era óbvio, a concentração de nitrogênio do caule das plantas deficientes neste nutriente era menor (0,364 % de N).

##### b) Percentagem de nitrogênio no caule novo

De maneira geral, a concentração deste nutriente é mais alto nos caules novos das folhas das plantas de todos os tratamentos. Isso indica uma migração do nitrogênio da parte velha para as partes novas.

Não houve diferença estatisticamente significativa entre a percentagem de nitrogênio nos caules dos tratamentos do primeiro grupo (- N, - P, - Ca, - Mg e C<sub>1</sub>) e do segundo grupo (- Fe e C<sub>2</sub>). A percentagem de N do caule do tratamento completo foi menor que aquela do caule dos tratamentos nos quais foram omitidos o potássio e o enxôfre.

#### 4.4.1.3 - Percentagem de nitrogênio no pecíolo das folhas

Não houve diferença estatisticamente significativa entre os pecíolos das folhas velhas e novas dos diferentes tratamentos, sendo levemente maior a concentração deste nutriente no pecíolo das folhas novas, com exceção do tratamento com deficiência de nitrogênio.

#### 4.4.1.4 - Percentagem de nitrogênio no limbo das folhas

##### a) Percentagem de nitrogênio no limbo das folhas velhas

Houve diferença significativa apenas entre os tratamentos completo e deficientes em enxôfre e nitrogênio. Comparando entre si os tratamentos deficientes, os limbos das folhas deficientes em fósforo e cálcio apresentaram maior concentração de nitrogênio.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos - Ca, - P e - K, porém houve diferença significativa entre os tratamentos - Mg, - Fe e - S a favor do tratamento - Ca e a favor do tratamento - P, contra o tratamento - S. O tratamento - N, como é claro, foi inferior a todos os demais.

#### b) Percentagem de nitrogênio no limbo das folhas novas

Comparando o tratamento completo com todos os demais, encontrou-se que o tratamento com omissão de nitrogênio foi inferior aos demais.

Comparando entre si os tratamentos deficientes, resultou que todos acusaram maior concentração de nitrogênio do que o tratamento deficiente em nitrogênio.

##### 4.4.1.4 - Percentagem de nitrogênio na inflorescência

Os dados obtidos não foram submetidos à análise estatística, como no caso dos pesos (Tabela 8), porque, como já se sabe, ou todas as plantas do tratamento produziram inflorescência, ou duas plantas ou às vezes apenas uma planta produziram inflorescência, destacando-se o tratamento com omissão de enxofre com menor concentração neste nutriente.

#### 4.4.2 - Distribuição percentual ou concentração do fósforo nas frações das plantas nos diferentes tratamentos

(Veja-se Tabela 9) .

##### 4.4.2.1 - Percentagem de fósforo na raiz

No primeiro grupo, somente os tratamentos com omissão de magnésio apresentaram maior concentração de fósforo (0,527 %) e o tratamento com omissão de fósforo apresentou menor concentração (0,067 %) deste elemento em relação ao tratamento completo (0,395 %) .

No segundo e terceiro grupos, a comparação dos tratamentos com os seus respectivos tratamentos completos, não foram constatadas diferenças significativas.

Comparando entre si os tratamentos deficientes, todos apresentaram maior concentração de fósforo do que o tratamento com omissão deste elemento. O tratamento com omissão de magnésio apresentou maior concentração de fósforo que aquele com omissão de nitrogênio. Essas diferenças são significativas pelo teste de Tuckey ao nível de 5% . Os demais tratamentos não apresentaram diferenças significativas.

Os valores médios obtidos por TUCKER, 1953, foram os seguintes:

Tabela 9 - Porcentagem de fósforo nas frações das plantas nos diferentes tratamentos

Tratamentos	Raiz	C a u l e		F ô l h a s				Inflores cência
				Pecíolo		Limbo		
				Velho	Novo	Velho	Novo	
- N	0,387	0,342	0,681	0,681	0,835	0,477	0,360	0,257
- P	0,067	0,043	0,065	0,065	0,093	0,251	0,152	0,255
- Ca	0,467	0,457	0,637	0,637	0,969	0,595	0,601	0,324
- Mg	0,527	0,388	0,594	0,594	0,722	0,484	0,597	0,141
C <sub>1</sub>	0,395	0,301					0,523	
Teste Dunnett	(0,075)	(0,118)					(0,121)	
Teste Tuckey	(0,083)	(0,131)					(0,134)	
C. V.	(09,08)	(17,30)					(12,06)	
- Fe	0,479	0,315	0,583	0,583	0,767	0,544	0,690	0,624
C <sub>2</sub>	0,442	0,355					0,474	
Teste Dunnett	(0,199)	(0,123)					(0,223)	
Teste Tuckey	(0,198)	(0,122)					(0,221)	
C. V.	(22,20)	(18,54)					(20,49)	
- S	0,409	0,518	0,479	0,479	0,911	0,550	0,649	0,341
- K	0,448	0,402	0,555	0,479	0,789	0,526	0,860	0,598
C <sub>3</sub>	0,414	0,346					0,492	
Teste Dunnett	(0,164)	(0,356)					(0,370)	
Teste Tuckey	(0,175)	(0,381)					(0,396)	
C. V.	(18,48)	(40,85)					(26,88)	
<hr/>								
C			0,556	0,556	0,639	0,529		0,531
Teste Dunnett			(0,234)	(0,171)	(0,209)	(0,131)		
Teste Tuckey			(0,258)	(0,188)	(0,234)	(0,144)		
C. V.			(23,43)	(17,35)	(15,97)	(13,79)		



Tratamentos	% de N (1)	% de N (2)
- Fe	-.-	0,070
- N	0,090	0,065
- P	0,023	0,010
- K	0,070	0,066
- Mg	0,054	0,010
Completo	-.-	0,076

De qualquer forma os dados obtidos por este autor são bem menos elevados do que os nossos

#### 4.4.2.2 - Percentagem de fósforo no caule

##### a) Percentagem de fósforo no caule velho

Comparando os valores dos tratamentos deficientes com aquêles dos tratamentos completos, verificou-se que o tratamento com omissão de cálcio apresentou maior concentração de fósforo, e o tratamento com omissão de fósforo menor, ambos os resultados em relação ao tratamento completo.

A comparação dos tratamentos entre si assinalou que os tratamentos com omissão de N, Ca e Mg acusaram concentrações maiores do que o tratamento com omissão de P. A maior concentração de fósforo encontrou-se no tratamento com omissão de enxofre.

##### b) Percentagem de fósforo no caule novo

Apenas o tratamento com omissão de fósforo foi inferior ao tratamento completo.

Na comparação entre si dos tratamentos, uma vez mais, o tratamento com omissão de fósforo acusou maior concentração de P no tratamento deficiente em S.

(1) Plantas colocadas nas soluções deficientes um mês após estarem nas soluções completas.

(2) Mudanças colocadas nas soluções deficientes.

#### 4.4.2.3 - Percentagem de fósforo no pecíolo

##### a) Percentagem de fósforo no pecíolo velho

Comparando as concentrações de fósforo do tratamento completo com os tratamentos deficientes, apenas a concentração de fósforo no tratamento com omissão deste elemento foi menor e estatisticamente significativa em relação ao tratamento completo.

Comparando dentre si os tratamentos deficientes, houve efeitos significativos entre os tratamentos com omissões de enxofre e potássio e aquele com omissão de nitrogênio.

As maiores e menores concentrações foram encontradas nos tratamentos com omissões de nitrogênio (0,681 % de P) e de fósforo (0,065% de P) respectivamente.

##### b) Percentagem de fósforo no pecíolo novo

Comparando a percentagem de P no tratamento completo com os tratamentos deficientes, os tratamentos com omissões de Ca e S mostraram maiores concentrações de fósforo em relação ao tratamento completo.

Comparando entre si os tratamentos deficientes, o tratamento com omissão de cálcio revelou-se superior apenas aos tratamentos com omissão de magnésio.

#### 4.4.2.4 - Percentagem de fósforo no limbo

##### a) Percentagem de fósforo no limbo velho

Comparando a percentagem de fósforo no tratamento completo com os tratamentos deficientes, apenas o tratamento com omissão de fósforo apresentou diferença estatística do tratamento completo.

Comparando entre si os tratamentos deficientes, verificou-se que, somente os tratamentos com omissão de fósforo foram estatisticamente diferentes dos outros.

##### b) Percentagem de fósforo no limbo novo

Comparando a percentagem de fósforo no tratamento completo com os tratamentos deficientes, houve diferença significativa, apenas no primeiro grupo, entre os tratamentos com omissões de cálcio, nitrogênio e fósforo, sendo o tratamento com omissão de cálcio o que acusou maior concentração de fósforo.

Embora não haja diferença estatística, os tratamentos que apresentaram maiores concentrações de fósforo são os tratamentos com omissões de K, Fe, S, Ca e Mg. Isso, talvez, explique que houve uma mobilidade deste elemento para o limbo da folha.

#### 4.4.2.5 - Inflorescência

Um fato a ser notado é que o tratamento com omissão de magnésio acusou uma menor concentração de fósforo do que aquele com omissão deste elemento.

#### 4.4.3 - Distribuição percentual ou concentração de potássio nas frações das plantas nos diferentes tratamentos

(Veja-se Tabela 10).

##### 4.4.3.1 - Percentagem de potássio na raiz

Comparando a percentagem de potássio do tratamento completo com aquela dos tratamentos deficientes, o tratamento com omissão de magnésio foi superior em relação ao tratamento completo e este por sua vez, foi superior ao tratamento com omissão de potássio.

Comparando entre si os tratamentos deficientes, o tratamento com omissão de magnésio foi superior a todos os tratamentos, com exceção do tratamento com omissão de enxofre. Por outro lado, o tratamento com omissão de potássio foi inferior a todos os tratamentos, com exceção daquele em que foi omitido nitrogênio.

##### 4.4.3.2 - Percentagem de potássio no caule

###### a) Percentagem de potássio no caule velho

Comparando a percentagem de potássio do tratamento completo com aquela dos tratamentos deficientes, esta percentagem de potássio foi menor, como é óbvio, no tratamento com omissão deste elemento e estatisticamente diferente em relação a aquela do tratamento completo.

Comparando entre si os tratamentos, não houve diferença significativa entre os tratamentos com omissões de nitrogênio e potássio, porém houve diferença significativa entre o tratamento com omissão de potássio e os demais.

Tabela 10 - Percentagem de Potássio nas frações das plantas nos diferentes tratamentos

Tratamentos	Raiz	C a u l e		F ô l h a s				Inflores cência
				Pecíolo		Limbo		
				Velhos	Novos	Velhos	Novos	
- N	1,171	1,320	2,410	4,200	4,389	3,051	2,030	2,504
- P	1,644	2,291	3,461	4,537	3,748	2,749	2,041	3,493
- Ca	1,783	2,127	3,839	5,136	5,434	3,423	3,205	2,790
- Mg	2,388	2,270	4,166	4,490	4,633	3,286	3,268	2,776
- Fe	1,429	1,858	3,002	3,937	3,940	2,873	2,675	3,343
- S	1,844	2,455	3,885	4,745	5,441	3,294	2,865	3,092
- K	0,804	0,463	1,583	2,106	1,356	1,900	1,086	2,621
C	1,677	2,370	2,964	4,563	3,880	3,316	2,612	3,113
-----								
Teste Dunnnett	(0,545)	(1,231)	(1,660)	(0,660)	(1,187)	(0,620)	(1,195)	
Teste Tuckey	(0,602)	(1,359)	(1,832)	(0,728)	(1,310)	(0,685)	(1,318)	
G. V.	(17,91)	(32,26)	(28,31)	( 8,12)	(15,56)	(10,69)	(25,23)	

#### b) Percentagem de potássio no caule novo

Comparando a concentração de potássio no tratamento completo com os tratamentos deficientes, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Comparando entre si os tratamentos, encontrou-se que o tratamento com omissão de potássio, acusava uma concentração menor e era estatisticamente diferente dos tratamentos com omissão de P, Ca, Mg e S.

#### 4.4.3.3 - Percentagem de potássio no pecíolo da fôlha

##### a) Percentagem de potássio no pecíolo velho da fôlha

O tratamento completo foi estatisticamente significativo e superior em relação ao tratamento com omissão de potássio. Na comparação entre os tratamentos deficientes, o tratamento deficiente em potássio foi inferior a todos os demais.

##### b) Percentagem de potássio no pecíolo novo da fôlha

Comparando o tratamento completo com os tratamentos deficientes, o teste de Dunnett revelou efeito significativo entre os tratamentos completos e deficientes em cálcio, enxôfre e potássio, sendo o tratamento completo superior ao tratamento com omissão de potássio e inferior aos tratamentos com omissão de cálcio e enxôfre.

Comparando entre si os tratamentos, o teste de Tuckey indicou significância entre o tratamento com omissão de potássio e os tratamentos deficientes em N, P, Ca, Mg, Fe e S, a favor destes seis tratamentos, no que diz respeito à concentração de potássio nesta fração da planta.

Os teores de potássio mais altos foram encontrados nos pecíolos das fôlhas.

#### 4.4.3.4 - Percentagem de potássio no limbo da fôlha

##### a) Percentagem de potássio no limbo velho da fôlha

Houve diferença significativa apenas entre o tratamento com omissão de potássio e o tratamento completo e a diferença estatística entre aquele tratamento e os demais não foi significativa. A concentração de potássio no limbo velho é de 1,90 % no tratamento deficiente em potássio e de 3,32 % no tratamento completo.

#### b) Percentagem de Potássio no limbo novo da fôlha

Houve diferença significativa, apenas entre o tratamento com omissão de potássio e o tratamento completo (1,086 % de K e 2,612 % de K respectivamente).

Ao comparar entre si os tratamentos, verificou-se que os tratamentos que não diferem estatisticamente do tratamento deficiente em potássio foram os tratamentos com omissão de nitrogênio e potássio.

#### 4.4.3.5 - Percentagem de potássio na inflorescência

De todas frações das plantas, a concentração de K , no tratamento deficiente neste elemento, é maior na inflorescência, não diferenciando-se muito dos tratamentos deficientes em cálcio e magnésio. As maiores percentagem de K encontra-se nos tratamentos: deficientes em ferro e enxôfre e completos.

#### 4.4.4 - Distribuição percentual de cálcio nas frações das plantas nos diferentes tratamentos

##### 4.4.4.1 - Percentagem de cálcio na raiz

Comparando o tratamento completo com os tratamentos deficientes, o teste de Dunnett , ao nível de 5% , evidenciou de maneira significativa, a maior concentração de cálcio no tratamento com omissão de magnésio (1,00 % de Ca) em relação ao tratamento completo e menor concentração em cálcio (0,257 % de Ca) na raiz do tratamento deficiente neste nutriente em relação à concentração de cálcio na raiz do tratamento completo (0,478 % de Ca) .

Comparando os tratamentos entre si, pelo teste de Tuckey, ao nível de 5% o tratamento com omissão de Mg é superior a todos os tratamentos deficientes ; por outro lado os tratamentos deficientes em nitrogênio e ferro são inferiores aos tratamentos deficientes em fósforo e potássio ; ainda mais o tratamento com omissão de cálcio, apresenta teor mais baixo neste elemento, porém não é estatisticamente significativo a diferença com os teores encontrados nas raízes dos tratamentos - N , - Fe e - S .

##### 4.4.4.2 - Percentagem de cálcio no caule

###### a) Percentagem de cálcio no caule velho

Comparando o tratamento completo com aqueles deficientes, o tratamento com omissão de cálcio acusou uma concentração menor (0,313 %) e estatisticamente diferen-

(Veja-se Tabela 11)

Tabela 11 - Percentagem de cálcio nas frações das plantas nos diferentes tratamentos

Tratamentos	Raiz	C a u l e		F ô l h a s				Inflores- cência
				Pecíolo		Limbo		
				Velho	Novo	Velho	Novo	
- N	0,315	0,463	0,859	1,189	1,010	1,351	0,739	0,336
- P	0,615	0,713	1,120	1,563	1,547	2,318	2,051	0,306
- Ca	0,257	0,313	0,271	0,817	0,207	1,014	0,228	0,088
- Mg	1,009	0,997	1,605	2,007	1,784	2,101	1,594	0,488
- Fe	0,307	0,532	0,930	1,605	1,258	2,406	1,297	0,447
- S	0,416	0,606	1,159	1,412	1,356	1,983	1,883	0,308
- K	0,589	0,754	1,264	1,843	1,991	2,707	2,676	0,676
-----								
C	0,478	0,606	0,888	1,400	1,213	2,099	1,466	0,327
Teste Dunnett	(0,220)	(0,242)	(0,244)	(0,314)	(0,416)	(0,713)	(0,824)	
Teste Tuckey	(0,242)	(0,267)	(0,270)	(0,347)	(0,460)	(0,787)	(0,909)	
C. V.	(23,81)	20,77	13,27	(11,43)	(17,35)	(18,67)	(29,43)	

te do tratamento completo (0,606 %) , enquanto que o teor em cálcio deste último foi bem inferior àquêles do tratamento com omissão de magnésio (0,997 %) .

#### b) Percentagem de cálcio no caule novo

Observou-se um aumento maior na concentração de cálcio no caule novo do que no caule velho.

Comparando o tratamento completo com aquêles deficientes, houve diferença significativa entre o tratamento completo e os tratamentos com omissão de Mg , S e de K , ou seja houve maior concentração de cálcio no caule novo destes três tratamentos.

Comparando entre si os tratamentos, todos êles são superiores ao tratamento com omissão de cálcio. O tratamento com omissão de magnésio é superior aos demais e o tratamento com omissão de nitrogênio acusou uma concentração em cálcio significativamente menor em relação aos tratamentos deficientes em enxôfre e em potássio e este último revelou uma concentração em cálcio estatisticamente maior do que o tratamento com omissão de ferro.

#### 4.4.4.3 - Percentagem de cálcio no pecíolo

##### a) Percentagem de cálcio no pecíolo velho

No confronto do tratamento completo com os tratamentos deficientes, aquêles mostrou uma concentração menor do que os tratamentos com omissão de Mg e de K e em Ca uma concentração maior do que o tratamento com omissão deste elemento.

No confronto dos tratamentos entre si, o tratamento com omissão de Ca , acusa uma menor concentração deste elemento (0,817 %) . O tratamento com omissão de N é inferior aos tratamentos deficientes em Mg , Fe e K .

##### b) Percentagem de cálcio no pecíolo novo

No confronto do tratamento completo com os tratamentos deficientes, aquêles é que mostrou menor percentagem de cálcio do que os tratamentos deficientes de magnésio e potássio e enquanto que o tratamento com omissão de cálcio é menos concentrado neste elemento do que o tratamento completo.



#### 4.4.4.4 - Percentagem de cálcio no limbo

##### a) Percentagem de cálcio no limbo velho

Comparando o tratamento completo com os tratamentos deficientes, apareceu uma concentração de cálcio estatisticamente maior no tratamento completo do que no tratamento com omissão deste elemento.

Comparando entre si os tratamentos deficientes, não houve diferença estatística entre os tratamentos com omissões de cálcio e de nitrogênio; porém o tratamento com omissão de ferro foi superior ao tratamento com omissão de nitrogênio.

##### b) Percentagem de cálcio no limbo novo

No confronto do tratamento completo com os tratamentos deficientes, aquele acusou menor percentagem em cálcio do que o tratamento deficiente em potássio e maior percentagem de cálcio do que no tratamento deficiente neste elemento.

Comparando entre si os tratamentos com omissões dos nutrientes todos estes apresentaram maior percentagem em cálcio do que o tratamento com omissão deste nutriente. Os tratamentos com omissões de K, P e S foram superiores ao tratamento com omissão de nitrogênio. Não houve diferença significativa entre os tratamentos com omissões de N e Ca e tampouco entre os tratamentos com omissões de potássio, fósforo e enxofre.

#### 4.4.4.5 - Percentagem de cálcio na inflorescência

Observando os dados desta fração da planta, constatou-se que a concentração de cálcio é menor no tratamento com omissão deste nutriente e maior no tratamento com omissão de potássio.

Um fato a ser mencionado é o aumento da concentração de cálcio em todas as frações da planta deficiente em magnésio.

#### 4.4.5 - Distribuição percentual de magnésio nas frações das plantas dos diferentes tratamentos

##### 4.4.5.1 - Percentagem de magnésio na raiz

A comparação dos tratamentos deficientes com o tratamento completo pelo teste de Dunnett assinalou que apenas o tratamento com omissão de cálcio apresentou maior concentração de magnésio.

(Veja-se a Tabela 12)

Tabela 12 - Porcentagem de magnésio nas frações das plantas nos diferentes tratamentos

Tratamentos	Raiz	C a u l e		F ô l h a s				Inflores- cência
		Velho	Novo	Peciolo		Limbo		
				Velho	Novo	Velho	Novo	
- N	0,257	0,197	0,253	0,703	0,336	0,695	0,142	0,354
- P	0,459	0,326	0,396	0,776	0,732	0,709	0,392	0,295
- Ca	0,715	0,556	0,867	0,985	1,059	0,942	0,744	0,528
- Mg	0,207	0,104	0,119	0,305	0,155	0,371	0,168	0,285
C <sub>1</sub>			0,315				0,547	
Teste Dunnett		(0,118)	(0,202)				(0,180)	
Teste Tuckey		(0,131)	(0,224)				(0,200)	
C. V.		(18,00)	(23,57)				(17,65)	
- Fe	0,346	0,234	0,398	0,716	0,716	0,706	0,465	0,397
C <sub>2</sub>			0,345				0,428	
Teste Dunnett		(0,065)	(0,116)				(0,172)	
Teste Tuckey		(0,064)	(0,115)				(0,171)	
C. V.		(11,87)	(16,05)				(19,75)	
- S	0,446	0,319	0,449	0,648	0,794	0,652	0,527	0,345
- K	0,501	0,389	0,689	0,903	1,229	0,797	0,913	0,395
C <sub>3</sub>			0,435				0,542	
Teste Dunnett		(0,206)	(0,511)				(0,560)	
Teste Tukey		(0,220)	(0,547)				(0,599)	
C. V.		(28,89)	(47,26)				(41,08)	
C	0,400	0,308		0,633	0,619	0,671		0,333
Teste Dunnett	(0,139)	(0,127)		(0,170)	(0,335)	(0,149)		
Teste Tuckey	(0,153)	(0,140)		(0,187)	(0,370)	(0,145)		
C. V.	(17,92)	(22,03)		(13,09)	(26,08)	(11,54)		

Comparando entre si os tratamentos, todos, com exceção do tratamento completo e o que foi omitido ferro, apresentaram concentração de Mg superior aos tratamentos deficientes em N e em Mg . O tratamento com omissão de cálcio apresentou concentração de magnésio superior a todos os outros tratamentos e por sua vez o tratamento com omissão de K apresentou também superioridade em relação ao tratamento deficiente em ferro. O tratamento completo foi somente superior aquêles com omissão de magnésio. Essas diferenças são significativas pelo teste de Tuckey ao nível de 5 % .

#### 4.4.5.2 - Percentagem de magnésio nos caules

##### a) Percentagem de magnésio no caule velho

Pelo teste de Dunnett verificou-se que o tratamento com omissão de cálcio e magnésio apresentaram, respectivamente, maior e menor concentração de magnésio que o tratamento completo.

A comparação dos tratamentos entre si, pelo teste de Tuckey ao nível de 5 % , assinalou que o tratamento com omissão de cálcio apresenta concentração de Mg superior a todos os outros tratamentos. O tratamento com omissão de Mg apresentou concentração desse elemento inferior a todos os outros tratamentos, com exceção daquele em que foi omitido o nitrogênio. O tratamento com omissão de K apresenta ainda superioridade em relação aos tratamentos deficientes em Fe e N .

##### b) Percentagem de magnésio no caule novo

A análise estatística foi feita por grupos de tratamentos e apenas no primeiro grupo foi constatada diferença significativa.

Pelo teste de Dunnett verificou-se que apenas o tratamento com omissão de Ca apresentou maior concentração de Mg que o tratamento complexo.

Comparando entre si os tratamentos deficientes, pelo teste de Tuckey ao nível de 5% , o tratamento com omissão de Ca apresentou superioridade sobre todos os outros e o tratamento com omissão de P , sobre o tratamento com omissão de elemento ora em estudo.

A percentagem de magnésio encontrada no caule novo difere muito pouco daquela da raiz, e como nas frações anteriores, a concentração mais alta desse elemento foi encontrado no tratamento onde se omitiu o cálcio.

#### 4.4.5.3 - Percentagem de magnésio no pecíolo

##### a) Percentagem de magnésio no pecíolo velho

Comparando os tratamentos deficientes com o tratamento completo, pelo teste de Dunnett ao nível de 5% , apenas os tratamentos deficientes em cálcio e potássio apresentaram concentração de magnésio superior ao completo.

A comparação dos tratamentos entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% , assinalou as seguintes diferenças estatisticamente significativas: O tratamento com omissão de Cálcio é superior em concentração de magnésio a todos os demais ; O tratamento com omissão de K é superior aos tratamentos com omissão de N , Mg , Fe , S e o completo ; o tratamento com omissão de P é inferior apenas do que o tratamento com omissão de cálcio ; o tratamento com omissão de Mg apresentou, como é óbvio, concentração de Mg inferior a todos os tratamentos.

##### b) Percentagem de magnésio no pecíolo novo

A comparação pelo teste de Dunnett assinalou que os tratamentos deficientes em cálcio e em potássio são superiores em concentração de magnésio do que o tratamento completo.

Comparando os tratamentos entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% , verificou-se que todos os tratamentos, com exceção daquele em que foi omitido o N , apresentam teor em magnésio superior ao tratamento com omissão de Mg. O tratamento com omissão de nitrogênio acusou menor concentração em Mg do que os tratamentos com omissão de P , Ca , Fe , S e K .

O tratamento com omissão de K acusou maior concentração em Mg e superior também aos tratamentos com omissão de S , Fe e P .

A mais baixa concentração de magnésio foi encontrada no tratamento em que foi omitido este elemento (0,155) e seu valor é aproximadamente a metade daquele encontrado no caule novo.

#### 4.4.5.4 - Percentagem de magnésio no limbo das folhas

##### a) Percentagem de magnésio nos limbos das folhas velhas

Ao comparar os tratamentos deficientes com o tratamento completo pelo teste de Dunnett ao nível de 5% , verificou-se que os tratamentos com omissão de cálcio e magnésio apresentavam concentração maior e menor, respectivamente, do que o completo.

Comparando os tratamentos entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% , constatou-se que todos apresentavam teor em magnésio superior ao tratamento em que foi omitido êsse elemento, e também que o tratamento com omissão de cálcio apresentava superioridade em teor de magnésio sôbre todos os demais tratamentos.

De maneira geral a percentagem de magnésio em fôlhas velhas é aproximada daquêla encontrada no pecíolo velho e a variação entre um tratamento e outro é pequena. Pode-se dizer que a distribuição é mais uniforme nos diferentes tratamentos que nas outras frações da planta.

#### b) Percentagem de magnésio no limbo das fôlhas novas

A análise estatística desta fração foi feita por grupos de tratamentos.

Pelo teste de Dunnett apenas no primeiro grupo houve diferença estatística significativa. O tratamento com omissão de cálcio apresentou concentração de magnésio superior ao do tratamento completo e os tratamentos com omissão de nitrogênio e magnésio, inferior.

Comparando os tratamentos entre si, pelo teste de Tuckey ao nível de 5% , também somente no primeiro grupo foi constatado diferenças significativas. Os tratamentos com omissão de N e Mg , mostraram-se inferiores aos demais e o tratamento com omissão de cálcio superior em concentração de magnésio sôbre os outros, com exceção do tratamento completo.

A mais baixa concentração foi constatada no tratamento em que foi omitido o nitrogênio, seguido pelo tratamento com omissão de magnésio.

#### 4.4.5.5 - Percentagem de magnésio na inflorescência

Nas inflorescências a mais alta concentração de magnésio foi encontrada no tratamento com omissão de cálcio (0,528) , enquanto que a menor concentração verificou-se no tratamento com omissão de magnésio (0,285) . Apenas o tratamento com omissão de fósforo apresentou teor menor em magnésio que aquêle tratamento completo.

#### 4.4.6 - Distribuição percentual de enxôfre nas frações das plantas nos diferentes tratamentos

(Veja-se Tabela 13 ) .

Tabela 13 - Percentagem de Enxôfre nas frações das plantas nos diferentes tratamentos

Tratamentos	Raiz	C a u l e		F ã l h a s				Inflores cência
				Pecíolos		Limbo		
				Velho	Novo	Velho	Novo	
- N	0,160	0,108	0,146	0,394	0,200	0,899	0,471	0,318
- P	0,255	0,186	0,269	0,238	0,228	1,358	0,575	0,282
- Ca	0,246	0,196	0,218	0,301	0,130	0,904	0,434	0,229
- Mg	0,199	0,152	0,307	0,525	0,187	0,832	0,428	0,266
C <sub>1</sub>		0,196	0,295	0,295				
Teste Dunnett		(0,109)	(0,329)	(0,564)				
Teste Tuckey		(0,121)	(0,365)	(0,625)				
C. V.		(28,90)	(38,89)	(42,76)				
- Fe	0,242	0,172	0,313		0,331	1,022	0,647	0,332
C <sub>2</sub>		0,289	0,264	0,285				
Teste Dunnett		(0,141)	0,111	(0,066)				
Teste Tuckey		(0,135)	0,110	(0,065)				
C. V.		(42,60)	19,84	(12,54)				
- S	0,086	0,069	0,063	0,145	0,081	0,542	0,167	0,299
- K	0,277	0,180	0,310	0,274	0,201	0,798	0,460	0,268
C <sub>3</sub>		0,191	0,257	0,342				
Teste Dunnett		(0,065)	(0,055)	(0,285)				
Teste Tuckey		(0,070)	(0,059)	(0,305)				
C. V.		(20,75)	(12,23)	(31,75)				
C	0,281				0,251	0,981	0,810	0,280
Teste Dunnett	(0,081)				(0,114)	(0,669)	(0,349)	
Teste Tuckey	(0,089)				(0,126)	(0,738)	(0,386)	
C. V.	(18,22)				(28,14)	(27,96)	(31,75)	

#### 4.4.6.1 - Percentagem de enxôfre nas raízes

Comparando os tratamentos completos e deficientes em nutrientes, verificou-se o efeito significativo maior no tratamento completo sobre os tratamentos com omissão de nitrogênio, magnésio e enxôfre. As outras comparações não foram significativas.

Comparando entre si os tratamentos deficientes, as percentagem de enxôfre nos tratamentos com omissão de nitrogênio (0,160 % de S) e com omissão de enxôfre (0,086 % de S) foram menores do que nos outros tratamentos. A percentagem mais alta de S foi encontrado nas raízes dos tratamentos com omissão de K (0,255 % de S) e no tratamento completo (0,281 % de S) .

#### 4.4.6.2 - Percentagem de enxôfre no caule

##### a) Percentagem de enxôfre no caule velho

Houve efeito significativo menor no tratamento com omissão de enxôfre do que no tratamento completo e o tratamento com omissão de potássio. Os outros tratamentos não são significativos.

Verificou-se que na ausência de enxôfre e de nitrogênio, as menores concentrações de enxôfre foram encontrados, sendo 0,069 % e 0,108 % , respectivamente.

##### b) Percentagem de enxôfre no caule novo

Comparando os tratamentos do primeiro e segundo grupos com os seus respectivos tratamentos completos, não houve diferença significativa entre os mesmos.

A menor concentração de enxôfre encontrou-se no tratamento com omissão de enxôfre (0,063 % de S) e as maiores concentrações neste nutriente encontraram-se nos tratamentos com omissão de ferro (0,313 % de S) , de potássio (0,310 % de S) e de magnésio (0,307 % de S) .

#### 4.4.6.3 - Percentagem de enxôfre nos pecíolos

##### a) Percentagem de enxôfre no pecíolo velho

Não houve diferença significativa entre os tratamentos. Porém, a maior concentração de S (0,525 %) encontrou-se no tratamento com omissão de Mg e a menor concentração (0,145 % de S) no tratamento com omissão deste nutriente. O coeficiente de variação (C. V.) como no caso anterior, continuou sendo alto.

b) Percentagem de enxôfre no pecíolo novo

Comparando o tratamento completo com os tratamentos deficientes, houve diferença significativa entre o tratamento completo e os tratamentos com omissão de cálcio e omissão de enxôfre.

Comparando entre si os tratamentos deficientes, as maiores concentrações de enxôfre foram encontrados nos tratamentos com omissão de ferro e de potássio.

As percentagens de enxôfre nos tratamentos com omissão de N, P, K, Ca e Mg foram menores do que no pecíolo velho, sendo bem menores ainda as percentagens dos dois últimos tratamentos.

A menor percentagem encontrou-se no tratamento com omissão deste nutriente (0,081 % de S) .

4.4.6.4 - Percentagem de enxôfre no limbo

a) Percentagem de enxôfre no limbo velho

Comparando o tratamento completo com os tratamentos deficientes, houve apenas diferença entre o tratamento com omissão de enxôfre e aquele com omissão de fósforo, este último com concentração maior de enxôfre. Observou-se maiores concentrações de enxôfre nos limbos velhos de todos os tratamentos.

b) Percentagem de enxôfre no limbo novo

Comparando o tratamento completo com os tratamentos deficientes, aquele é superior aos tratamentos com omissão de S, K, Ca e Mg .

Comparando entre si os tratamentos deficientes, verificou-se que apenas os tratamentos com omissão de ferro e de fósforo foram superiores ao tratamento com omissão de enxôfre.

4.4.6.5 - Percentagem de enxôfre na inflorescência

Chamou a atenção o fato de que as concentrações de enxôfre são mais altas nos tratamentos com omissão de nitrogênio e de ferro. A concentração dâste nutriente pouco varia entre os tratamentos deficientes e o tratamento completo.



#### 4.5 - Quantidade em Miligramas de Nitrogênio , Fósforo , Potássio , Cálcio , Magnésio e Enxôfre , Absorvidas pelas Plantas

Os dados dos tratamentos com omissões de N , P , K , Ca e Mg foram analisados em conjunto, enquanto que o tratamento com omissão de S foi analisado em três grupos , tal como se indicou em análises anteriores.

Os dados acham-se na Tabela 14 .

##### 4.5.1 - Quantidade em miligramas de nitrogênio

Comparando os tratamentos deficientes com o tratamento completo, pelo teste de Dunnett ao nível de 5% , encontrou-se uma concentração menor nos tratamentos com omissões de N , Mg e S em relação àquela encontrada no tratamento completo.

A comparação dos tratamentos entre si, pelo teste de Tuckey ao nível de 5% , acusou efeitos significativos superiores aos tratamentos com omissões de P , Ca , Fe e K e o completo sôbre o tratamento deficiente em N .

Os outros tratamentos não apresentaram diferença significativa.

Observa-se na Tabela 14 que a mais alta concentração de nitrogênio encontra-se no tratamento com omissão de ferro e que esta quantidade é superior a encontrada no tratamento completo, apesar de não ser significativo essa diferença.

As quantidades de nitrogênio encontradas nos tratamentos com omissão de S e Mg , apresentaram pouca diferença entre si. O mesmo acontece com os tratamentos com omissão de P e Ca .

Como era de se esperar o tratamento com omissão de Nitrogênio contém menor acúmulo de N (513,73 mg) . O tratamento que apresenta maior quantidade em N é aquele em que foi omitido o K .

Todos os tratamentos, embora algumas diferenças não sejam significativas, tem valores inferiores ao tratamento completo.

##### 4.5.2 - Quantidade em miligramas de fósforo

Fazendo-se a comparação dos tratamentos deficientes com o tratamento completo, constatou-se que os tratamentos com omissões de N , P e Mg são estatisticamente inferiores à quantidade de fósforo do que o completo.

Tabela 14 - Miligramas de N , P , K , Ca , Mg e S na planta completa

Mili-gramas	T R A T A M E N T O S					
	- N	- P	- K	- Ca	- Mg	- S
N	513,73	1407,69	1508,45	1401,57	1238,70	1245,86
P	188,68	121,24	476,28	403,21	328,74	451,85
K	966,71	1921,80	1274,90	2266,34	2061,47	2533,61
Ca	325,32	749,83	1339,99	383,82	934,75	888,17
Mg	180,48	315,68	531,21	598,87	164,77	406,80
S	169,95	348,15	327,97	331,30	275,55	192,75

Mili-gramas	T R A T A M E N T O S					
	- Fe	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C	
N	1949,59				1838,40	Dunnett 564,141 Tukey 787,446 C. V. 19,79 %
P	641,75				535,70	Dunnett 166,02 Tukey 231,79 C. V. 20,36 %
K	2945,21				3088,20	Dunnett 865,734 Tukey 208,420 C. V. 19,18 %
Ca	1232,02				1051,28	Dunnett 330,299 Tukey 461,043 C. V. 19,14 %
Mg	523,29				490,58	Dunnett 162,533 Tukey 226,870 C. V. 20,23 %
S	517,46	491,96	556,43	497,84		Dunnett 248,95 Tukey 347,50 C. V. 34,36 %

Comparando os tratamentos entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% , constatou-se que todos os tratamentos, com exceção daqueles em que foram omitidos N e Mg , apresentam quantidade em P superior ao tratamento na qual foi omitido esse elemento. O tratamento com omissão de Fe , que apresenta a maior concentração de P é superior estatisticamente aos tratamentos deficientes em Mg , Ca , N e aquele já citado , P . Por outro lado, o tratamento com omissão de N ainda é inferior ao tratamento completo e aqueles em que foram omitidos K e S , e essa diferença também é significativa.

A quantidade mais baixa absorvida, como é óbvio, foi encontrada no tratamento onde foi omitido o P (121,24 mg) .

Os tratamentos com omissão de K e S , apresentaram quantidades quase semelhantes ao tratamento com omissão de P .

#### 4.5.3 - Quantidade em miligramas de potássio

Comparando o tratamento completo com os demais, pelo teste de Dunnett ao nível de 5% , constatou-se que os tratamentos deficientes em N , P , Mg e K apresentaram quantidade de K inferior ao tratamento completo.

A comparação dos tratamentos deficientes entre si, pelo teste de Tuckey ao nível de 5% , acusou as seguintes diferenças estatisticamente significativas: O tratamento com omissão de Fe , que apresenta a maior quantidade de K entre os deficientes, contém quantidade de K superior àquelas em que foram omitidos este elemento e nitrogênio. Este último, por sua vez apresenta ainda quantidade inferior aos tratamentos deficientes em cálcio e enxofre.

A menor quantidade de potássio verificou-se no tratamento com omissão de nitrogênio e não onde se omitiu o elemento em estudo, como era de se esperar.

Os tratamentos com omissão de fósforo e potássio diferenciaram-se muito pouco entre si.

Entre os tratamentos com omissão de cálcio e enxofre, existe uma apreciável diferença, que apesar de não ser significativa estatisticamente, é bastante notória em relação aos demais tratamentos.

#### 4.5.4 - Quantidade em miligramas de cálcio

Comparando os tratamentos deficientes com o completo, pelo teste de Dunnett ao nível de 5% , constatou-se que neste último a quantidade de cálcio é superior aos tratamentos com omissão de nitrogênio e cálcio.

Confrontando os tratamentos deficientes entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% , verificou-se que os tratamentos com omissões de K e Fe apresentaram quantidade de cálcio superior aos tratamentos deficientes em P , N e Ca. Estes dois últimos ainda são inferiores, em quantidade de cálcio, do que os tratamentos com omissão de magnésio e enxôfre.

Como no caso anterior (K), a menor quantidade de Ca foi encontrada no tratamento com omissão de nitrogênio, e não naquele em que foi omitido o cálcio.

O tratamento com omissão de potássio apresentou maior quantidade de cálcio.

#### 4.5.5 - Quantidade em miligramas de magnésio

Comparando o tratamento completo com os demais, pelo teste de Dunnett ao nível de 5% , verificou-se que aquele apresenta quantidade maior de magnésio que os tratamentos com omissão de N , P e Mg .

Comparando-se os tratamentos entre si, pelo teste de Tuckey ao nível de 5% , os tratamentos com omissão de K , Ca e Fe acusaram superioridade em quantidade de magnésio em relação aqueles em que foram omitidos N e Mg . Este último é ainda inferior em quantidade do que tratamento com omissão de enxôfre. Outra diferença significativa foi encontrada entre os tratamentos com omissão de P e Ca , sendo este superior àquele.

O tratamento que apresentou maior quantidade de magnésio foi aquele em que foi omitido cálcio e como era de se esperar, menor naquele com omissão de magnésio.

#### 4.5.6 - Quantidade em miligramas de enxôfre

Os tratamentos foram analisados em três grupos distintos.

No primeiro grupo, apenas os tratamentos com omissões de N e Mg apresentaram quantidades menores de enxôfre que o tratamento completo e essas diferenças são significativas pelo teste de Dunnett ao nível de 5% .

No segundo grupo não houve diferença significativa entre o tratamento completo e aquele com omissão de Fe .

O tratamento com omissão de enxôfre e potássio apresentaram quantidade de enxôfre inferiores ao tratamento completo e essa diferença é significativa pelo teste de Dunnett ao nível de 5% .

A comparação dos tratamentos deficientes entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% assinalou que a quantidade de enxôfre encontrada no tratamento com omissão de potássio é superior aquêla encontrada no tratamento deficiente do nutriente em estudo.

A mais alta concentração foi encontrada no tratamento em omissão de ferro, e esta quantidade é ligeiramente inferior à do tratamento completo, enquanto que a menor concentração não foi no tratamento com omissão de enxôfre (192,75 mg) como deveria ser, e sim naquele em que foi omitido o nitrogênio (169,95 mg) .

Os tratamentos com omissão de fósforo , potássio e cálcio apresentam quantidades semelhantes de enxôfre.

## 5 - RESUMO E CONCLUSÕES

Sementes de mamoneira (Ricinus communis L.), cultivar "Campinas" foram postas a germinar em sílica e as plantas assim obtidas foram transplantadas para vasos de cerâmica contendo sílica. As plantas foram mantidas em Solução Completa durante dois meses, após este período foram transferidas para soluções nutritivas com presença e omissões de Macronutriente e de Micronutriente de Ferro.

Após dois meses de cultivo em soluções deficientes, apareceram os sintomas de deficiência de N, P, Ca, Mg e Fe e um mês depois os sintomas de deficiências de K e S.

### 5.1 - Sintomas de Deficiência

#### 5.1.1 - Deficiência de nitrogênio

Plantas com folhas débeis e pequenas, de coloração verde-oliva, limbo delgado, pecíolos curtos e finos. A medida que a deficiência avança, as folhas vão se tornando completamente amarelas. Os sintomas de deficiência começam por folhas maduras e vai avançando para as de cima.

A intensidade de queda das folhas é maior que a formação de materiais para a reposição de folhas novas, o que faz com que o caule vá ficando desprovido de folhas na sua parte inferior.

A inflorescência é de pequeno tamanho e com poucas sementes.

Pecíolos são dirigidos para baixo e de coloração rosa esbranquiçada; a folha inteiramente amarelada com princípio de necrose e com maior acúmulo de manchas na extremidade, perto das nervuras secundárias.

#### 5.1.2 - Deficiência de ferro

Tamanho reduzido das plantas, e semelhante a - P e - S. Planta robusta de folhas e pecíolos de tamanho normal.

Os sintomas de deficiência de ferro começam pelas folhas novas que se tornam verde-amarelado e ligeiramente dourado.

As nervuras secundárias e zonas próximas, são de cor verde mais escuro. Cor verde da nervura principal é mais clara que as das nervuras secundárias.

As folhas novas com as deficiências descritas não se desenvolvem e logo tornam mais claras e por último necróticas e caem.

Na mesma planta encontram-se folhas de desenvolvimento normal e completamente verdes, folhas maduras de cor verde-amarelado, com nervuras com coloração verde mais escuro. As necroses das folhas avançam desde os lóbulos pequenos até a ponta do limbo, e pelas margens das folhas até o centro das mesmas.

Há também folhas de cor normal com manchas de necrose disseminadas na lâmina. A planta apresenta-se com bastantes folhas e não perdem muita folhagem.

### 5.1.3 - Deficiência de potássio

Redução no crescimento da planta. O sintoma de carência deste elemento e a penúltima a aparecer. Começando por um clareamento das margens e pontas dos lobos da folha madura, a descoloração avança para o interior do limbo. Quando a deficiência torna-se mais acentuada, aparecem raias amarelas uma ao lado da outra nesta zona. O restante do limbo tem cor verde-amarelada.

As nervuras secundárias e a principal têm cor verde.

Se a falta de potássio se acentua mais, a folha se torna de cor amarela sedosa e as nervuras continuam verdes. Nas margens das folhas maduras aparecem manchas necróticas que vão crescendo a medida que vão secando.

### 5.1.4 - Deficiência de enxofre

A deficiência de enxofre é a última a se manifestar.

As plantas e as folhas são de tamanho quase normal e de tamanho ligeiramente inferior ao tratamento completo.

O primeiro sintoma de carência é uma descoloração geral da folha que se torna verde-limão e ligeiramente bronzeado.

As nervuras secundárias são de cor verde clara. As folhas enrolam os lóbulos até formarem uma espécie de xícara.

Os pecíolos são normais e de tamanho quase normal.

O limbo apresenta descolorações amarela-bronzeada e necrose entre as nervuras secundárias em forma de franjas finas e manchas necróticas café no bordo das folhas.

Outro sintoma observado são pontuações de necrose ao longo da nervura principal. Pontuações brancas espalhadas na fôlha, e um maior acúmulo delas na ponta das nervuras secundárias.

#### 5.1.5 - Deficiência de fósforo

A planta sofreu um retardamento notório no crescimento. A cor da fôlha nova é verde escuro bronzeado.

A deficiência de cor café-bronzeado avança dos bordos da lâmina para o centro por entre as nervuras secundárias, ficando a zona adjacente às nervuras, de cor verde escuro com os contornos irregulares, que adentram a zona necrosada formando uma espécie de fôlha sobreposta sobre a coloração café-bronzeado.

A medida que se torna mais intensa a necrose, vão aparecendo pontuações de cor branco-amarelada dispostas ao acaso. O centro da fôlha é de cor verde muito mais escura que o restante do limbo.

Pecíolos das fôlhas são de cor verde claro azulado.

A planta perde bastante folhagem da parte inferior, e o fruto é de tamanho pequeno.

#### 5.1.6 - Deficiência de cálcio

A falta de cálcio se observa tanto em fôlhas tenras como em fôlhas maduras.

##### 5.1.6.1 - Deficiência de cálcio nas fôlhas novas

Nota-se deformação na parte do limbo compreendida entre as nervuras secundárias, sem clorofila e de cor amarelo transparente.

##### 5.6.1.2 - Deficiência de cálcio nas fôlhas maduras

No começo da deficiência a cor das fôlhas é verde-amarelo, lóbulos cerrados com manchas de cor café claro entre as nervuras secundárias. Estas manchas crescem deixando as nervuras secundárias dentro de uma franja de cor verde, de contornos regulares. Esta franja chega até a nervura principal do lóbulo. A fôlha começa a secar pelos lóbulos pequenos e avança até a extremidade do limbo.

A planta perde sua gema terminal e quase toda a folhagem.



As fôlhas pequenas, de lóbulos bem cerrados secam dos bordos para o centro e vão formando umas pequenas "xícaras" com a parte sem necroses.

A parte necrosada cai. Os pecíolos de fôlhas maduras estão perpendiculares e oblíquos ao caule. O fruto é de tamanho pequeno.

#### 5.1.7 - Deficiência de magnésio

Os sintomas de carência de magnésio se apresentam de várias formas:

a) Amarecimento dos bordos das fôlhas maduras que se propaga ao centro do limbo deixando zonas isoladas de cor verde escuro. Os bordos da fôlha se torcem para baixo em forma de S (ése) alongado.

b) Descoloração da zona entre as nervuras secundárias, tornando esta zona amarela que se propaga em forma de franja até a nervura principal. As nervuras secundárias e principal ficam dentro de uma linha verde que termina em ponta perto do bordo da folha.

c) Necroses marginais que vão até o pecíolo

A planta perde bastante fôlha madura ficando com pouca folhagem. Os frutos são pequenos.

#### 5.1.8 - Planta do tratamento completo

Fôlhas bem desenvolvidas de cor verde opaco, nervuras principais de cor verde-amarelado, nervuras secundárias de cor amarelo-verdes. A lâmina da fôlha é suave ao tacto. Ao amadurecer, a lâmina se descolore completamente tornando-se amarela.

A fôlha começa a secar pelos bordos e pelos lobos pequenos e se dobra para cima da parte seca, tendendo a juntar-se no centro do limbo da fôlha.

As plantas perdem pouca fôlha em comparação com os demais tratamentos.

### 5.2 - Crescimento das Plantas

#### 5.2.1 - Altura das plantas

Tabela 15 - Aumento da altura em cm

Tratamento	- N	- P	- K	- Ca	- Mg	- S	- Fe	- C
	27,03	33,10	45,60	47,70	33,10	45,80	42,80	51,98

Em relação ao tratamento completo, os tratamentos com omissões de N, P e Mg obtiveram uma diminuição de 52, 53 e 53 % respectivamente. O aumento na altura dos outros tratamentos não diferiram estatisticamente do tratamento completo.

### 5.2.2 - Diâmetro do caule

Tabela 16 - Aumento do diâmetro em mm.

Tratamento	- N	- P	- K	- Ca	- Mg	- S	- Fe	C
								C <sub>1</sub> = 15,10
	9,9	12,80	11,50	12,84	11,84	12,90	15,60	C <sub>2</sub> = 14,90
								C <sub>3</sub> = 15,10

No que diz respeito ao diâmetro do caule, o tratamento com omissão de N acusou menor diâmetro

### 5.2.3 - Comprimento do limbo

Os tratamentos com omissões de N e K tem o menor comprimento do limbo comparados com o tratamento completo.

## 5.3 - Percentagem dos Macronutrientes nas Soluções Deficientes e Completa nas Diversas Frações da Planta

Após o aparecimento dos sintomas visuais de carência de diferentes elementos omitidos, procedeu-se a colheita das plantas, as quais foram divididas em raiz, caule velho, caule novo, pecíolo velho e pecíolo novo, limbo velho e limbo novo.

Cada uma destas partes foi submetida a análises químicas para determinação de percentagem e quantidades em miligramas dos macronutrientes, as quais encontram-se nas Tabelas 17, 18, 19, 20, 21, 22 e 23.

### 5.3.1 - Percentagem, na raiz, dos macronutrientes nas soluções deficientes e completa

(Veja-se Tabela 17).

Tabela 17 - Percentagem na raiz dos macronutrientes nas soluções deficientes e completa.

Tratamentos	Nitrogênio		Fósforo		Potássio	
	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa
- N	0,868	0,851	0,387	0,395	1,171	1,677
- P	1,092	""	0,067	""	1,644	""
- K	1,054	""	0,448	0,414	0,804	""
- Ca	0,849	""	0,467	0,395	1,783	""
- Mg	0,933	""	0,527	""	2,388	""
- S	1,249	""	0,409	0,414	1,844	""
- Fe	0,886	""	0,479	0,442	1,429	""

Tratamentos	Cálcio		Magnésio		Enxôfre	
	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa
- N	0,315	0,470	0,257	0,400	0,160	0,281
- P	0,615	""	0,459	""	0,255	""
- K	0,589	""	0,501	""	0,277	""
- Ca	0,257	""	0,715	""	0,246	""
- Mg	1,009	""	0,207	""	0,199	""
- S	0,416	""	0,446	""	0,086	""
- Fe	0,307	""	0,346	""	0,249	""

#### 5.3.1.1 - Percentagem de nitrogênio na raiz

No tratamento onde se omitiu o nitrogênio, houve um efeito de concentração de N e no tratamento completo há um efeito de diluição de nitrogênio.

Nos tratamentos em que se omitiu P, K e S, encontrou-se maior concentração de nitrogênio.

Os tratamentos - N, - Ca, - Fe apresentaram muito pouca diferença entre si e a concentração de nitrogênio encontrada foi ligeiramente superior ao tratamento completo.

#### 5.3.1.2 - Percentagem de fósforo na raiz

A concentração mais baixa de fósforo encontrou-se no tratamento onde se omitiu P (0,067 %) , nível deficiente, já que os níveis adequados são (0,395 - 0,442 %) , valores encontrados no tratamento completo.

Nos tratamentos - K, - Ca, - Mg, - Fe as percentagens de fósforo encontradas foram superiores às percentagens do tratamento completo.

#### 5.3.1.3 - Percentagem de potássio na raiz

A percentagem mais baixa de potássio está no tratamento onde se omitiu K (0,804 %) com nível deficiente.

A percentagem encontrada no tratamento completo (1,677 %) é o nível adequado.

Os tratamentos - N, - Fe tem percentagem de potássio mais baixa que o tratamento completo.

O tratamento - P tem uma percentagem de potássio semelhante ao tratamento completo.

Os tratamentos - Ca, - S diferenciavam-se muito pouco entre si e com o tratamento completo.

#### 5.3.1.4 - Percentagem de cálcio na raiz

A percentagem mais baixa (0,257 %) foi encontrada no tratamento onde se omitiu cálcio e a percentagem adequada no tratamento completo (0,470 %) .

Os tratamentos - N, - Fe tiveram concentrações inferiores ao tratamento completo e ligeiramente superiores ao nível deficiente.

Os tratamentos - P, - K têm concentração neste elemento muito pouco superior ao tratamento completo.

#### 5.3.1.5 - Percentagem de magnésio na raiz

O nível deficiente (0,207 %) foi encontrado no tratamento onde se omitiu magnésio, e o nível adequado (0,400 %) no tratamento completo.

As concentrações mais baixas de magnésio encontram-se nos tratamentos - N e - Fe .

Os tratamentos - K , - P , - S têm percentagens ligeiramente superiores ao tratamento completo.

O tratamento - Ca tem uma percentagem de magnésio (0,715 %) maior do que o tratamento completo.

#### 5.3.1.6 - Percentagem de enxofre na raiz

Encontramos o nível deficiente onde se omitiu S (0,086 %) e o nível adequado no tratamento completo (0,281 %) .

A diferença entre o tratamento - K e o completo em relação à percentagem de enxofre é mínima.

Os tratamentos - K , - Ca , - Fe são semelhantes entre si e pouca diferença têm com o tratamento completo.

#### 5.3.2 - Percentagem, no caule velho, dos macronutrientes nas soluções deficientes e completa

(Veja-se Tabela 18) .

##### 5.3.2.1 - Percentagem de nitrogênio no caule velho

Encontramos o nível deficiente (0,364 %) no tratamento onde se omitiu nitrogênio e o nível adequado (0,468 %) no tratamento completo.

No tratamento - S e - Fe a concentração de nitrogênio é consideravelmente superior do que no tratamento completo.

##### 5.3.2.2 - Percentagem de fósforo no caule velho

O nível deficiente (0,043 %) foi encontrado no tratamento onde se omitiu fósforo e o nível adequado (0,301 %) no tratamento completo.

Os tratamentos - N , - K , - Ca , - Mg têm uma concentração de fósforo superior ao tratamento completo, o mesmo acontecendo com o tratamento - S , enquanto que no tratamento - Fe , foi inferior ao completo.

Tabela 18 - Percentagem no caule velho dos macronutrientes nas soluções deficientes e completa

Tratamentos	Nitrogênio		Fósforo		Potássio	
	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa
- N	0,364	0,468	0,342	0,301	1,320	2,370
- P	0,560	""	0,043	""	2,291	""
- K	0,587	""	0,402	0,346	0,463	""
- Ca	0,550	""	0,457	0,301	2,127	""
- Mg	0,597	""	0,388	""	2,270	""
- S	0,737	""	0,518	0,346	2,455	""
- Fe	0,615	""	0,315	0,355	1,858	""

Tratamentos	Cálcio		Magnésio		Enxôfre	
	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa
- N	0,463	0,606	0,197	0,308	0,108	0,196
- P	0,713	""	0,326	""	0,186	""
- K	0,754	""	0,389	""	0,180	0,191
- Ca	0,313	""	0,556	""	0,196	0,196
- Mg	0,997	""	0,104	""	0,152	0,196
- S	0,606	""	0,319	""	0,069	0,191
- Fe	0,532	""	0,234	""	0,172	0,489

### 5.3.2.3 - Percentagem de potássio no caule velho

Encontramos n nível deficiente no tratamento onde se omitiu potássio (0,463 %) e o nível adequado (2,37 %) no tratamento completo.

Os tratamentos - P , - Ca , - Mg apresentam poucas diferenças entre si em concentração de potássio, porém são menores do que o tratamento completo.

### 5.3.2.4 - Percentagem de cálcio no caule velho

Constatou-se nível deficiente (0,313 %) no tratamento onde se omitiu cálcio e o nível adequado no tratamento completo (0,606 %) .

Os tratamentos que apresentaram menores concentrações de cálcio foram aqueles deficientes em N e Fe , enquanto que maiores concentrações foram constatados nos tratamentos com omissões de P e K , em relação ao tratamento completo. Já o tratamento - S tem a mesma concentração de cálcio do que o completo.

Verificou-se, ainda, que no tratamento - Mg , a concentração de cálcio é bastante superior ao completo.

### 5.3.2.5 - Percentagem de magnésio no caule velho

No tratamento com omissão de magnésio, o nível deste elemento foi deficiente (0,104 %) . O nível adequado (0,308 %) foi encontrado no tratamento completo.

Quando comparados com o tratamento completo, aqueles com omissão de N e Fe apresentaram uma concentração mais baixa de magnésio, enquanto que os deficientes em P , K e S , ligeiramente superior. A diferença entre o tratamento - Fe e o completo foi mínima.

O tratamento - Ca apresentou uma concentração de Mg (0,556 %) muito superior ao tratamento completo.

### 5.3.2.6 - Percentagem de enxôfre no caule velho

O nível deficiente (0,069 %) foi constatado no tratamento onde se omitiu enxôfre e o nível adequado (0,191 %) no tratamento completo.

Os tratamentos - P , - K , - Mg , - Fe e - S apresentaram concentrações de enxôfre inferiores ao tratamento completo.

A concentração de enxôfre no tratamento - N foi inferior àquela do tratamento com omissão do elemento em estudo.

Os tratamentos completo e com omissão de cálcio apresentaram a mesma concentração de enxofre.

### 5.3.3 - Percentagem, no caule novo, dos macronutrientes nas soluções deficientes e completa

(Veja-se Tabela 19)

#### 5.3.3.1 - Percentagem de nitrogênio no caule novo

Verificou-se nível deficiente (0,587 %) no tratamento com omissão de nitrogênio e o nível adequado no tratamento completo (0,881 %).

O teor em nitrogênio nos tratamentos - P, - K e - Fe são semelhantes entre si e superiores ao tratamento completo.

Os tratamentos - Ca, - Mg e - S apresentam concentração de nitrogênio bastante superior ao completo.

#### 5.3.3.2 - Percentagem de fósforo no caule novo

O nível deficiente (0,065 %) foi encontrado no tratamento com omissão de fósforo e no tratamento completo, o nível adequado (0,556 %).

Nos tratamentos - N e - Ca as concentrações de fósforo encontradas eram consideravelmente superiores àquela do tratamento completo.

#### 5.3.3.3 - Percentagem de potássio no caule novo

O nível deficiente (1,583 %) encontrou-se onde se omitiu o potássio, e o nível adequado (2,964 %) no tratamento completo.

Os tratamentos - P, - Ca, - S, - Fe têm concentrações com pouca diferença entre si e todos têm percentagem mais alta que o tratamento completo.

O tratamento - N tem concentração de potássio inferior ao tratamento completo.

O tratamento - Mg tem uma alta percentagem de potássio em comparação com os outros tratamentos.

#### 5.3.3.4 - Percentagem de cálcio no caule novo

O nível deficiente (0,271 %) encontra-se na solução onde se omitiu o cálcio e o nível adequado (0,888 %) no tratamento completo.



Tabela 19 - Percentagem no caule novo dos macronutrientes nas soluções deficientes e completa

Tratamentos	Nitrogênio		Fósforo		Potássio	
	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa
- N	0,587	0,881	0,681	0,556	2,410	2,964
- P	0,942	0,881	0,065	""	3,461	""
- K	0,998	0,608	0,555	""	1,583	""
- Ca	1,287	0,881	0,637	""	3,839	""
- Mg	1,381	0,881	0,594	""	4,166	""
- S	1,059	0,608	0,479	""	3,885	""
- Fe	0,942	0,735	0,583	""	3,002	""

Tratamentos	Cálcio		Magnésio		Enxofre	
	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa
- N	0,859	0,888	0,253	0,315	0,146	0,295
- P	1,120	""	0,396	""	0,269	""
- K	1,264	""	0,689	0,435	0,310	0,257
- Ca	0,271	""	0,867	0,315	0,218	0,295
- Mg	1,605	""	0,119	""	0,307	""
- S	1,159	""	0,449	0,435	0,063	0,257
- Fe	0,930	""	0,398	0,345	0,313	0,264

Os tratamentos - N e - Fe tem concentrações de cálcio inferiores ao tratamento completo.

Os tratamentos - P , - K , - S têm concentrações em cálcio pouco diferentes entre si e superiores ao tratamento completo.

O tratamento - Mg tem uma concentração de Ca (1,605 %) muito mais elevada que o tratamento completo (0,888 %).

#### 5.3.3.5 - Percentagem de magnésio no caule novo

O nível deficiente (0,119 %) encontra-se no tratamento onde se omitiu magnésio e o nível adequado (0,315 %) no tratamento completo.

O tratamento - N tem uma percentagem de magnésio inferior ao tratamento completo.

Os tratamentos - P e - Fe apresentam pouca diferença entre si com relação à percentagem de magnésio.

As maiores concentrações de magnésio encontram-se nos tratamentos com omissões de potássio e cálcio.

O tratamento - S tem uma percentagem de magnésio, por volta da metade da concentração de cálcio.

#### 5.3.3.6 - Percentagem de enxofre no caule novo

O nível deficiente de enxofre (0,063 %) encontra-se na solução onde se omitiu enxofre, e o nível adequado (0,257 - 0,295) no tratamento completo.

O tratamento N tem uma concentração (0,146 %) inferior a do tratamento completo.

Os tratamentos - K , - Mg , - Fe têm concentrações pouco superiores ao tratamento completo.

Os tratamentos - P , - Ca têm concentrações muito pouco inferiores ao tratamento completo.

#### 5.3.4 - Percentagem, no pecíolo velho, dos macronutrientes nas soluções deficientes e completa

(Veja-se Tabela 20) .

Tabela 20 - Percentagem no pecíolo velho de macronutrientes nas soluções deficientes e completa

Tratamentos	Nitrogênio		Fosforo		Potássio	
	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa
- N	0,802	0,854	0,561	0,562	4,200	4,563
- P	0,914	""	0,168	""	4,537	""
- K	0,709	""	0,656	""	2,106	""
- Ca	0,952	""	0,434	""	5,136	""
- Mg	0,728	""	0,494	""	4,490	""
- S	0,756	""	0,585	""	4,745	""
- Fe	0,728	""	0,598	""	3,937	""

Tratamentos	Cálcio		Magnésio		Enxôfre	
	Solução Deficiente	Solução Completo	Solução Deficiente	Solução Completo	Solução Deficiente	Solução Completo
- N	1,189	1,400	0,703	0,633	0,394	0,295
- P	1,563	""	0,776	""	0,238	""
- K	1,843	""	0,903	""	0,274	0,342
- Ca	0,817	""	0,985	""	0,301	0,295
- Mg	2,005	""	0,305	""	0,525	""
- S	1,412	""	0,648	""	0,146	0,342
- Fe	1,605	""	0,716	""	0,246	0,285

#### 5.3.4.1 - Percentagem de nitrogênio no pecíolo velho

O nível de N (0,802 %) encontrado no tratamento - N é muito pouco diferente ao do nível de N (0,854 %) encontrado no tratamento completo.

O tratamento - K tem a percentagem menor (0,709 %) de nitrogênio entre todos os tratamentos.

Os tratamentos - P , - Ca têm concentrações de nitrogênio superiores aos demais tratamentos deficientes e superiores à percentagem do tratamento completo.

Os tratamentos - Mg , - S e - Fe têm concentrações pouco diferente entre si e as percentagens destes tratamentos são inferiores à do tratamento completo.

#### 5.3.4.2 - Percentagem de fósforo no pecíolo velho

O nível deficiente (0,168 %) encontrou-se no tratamento onde se omitiu o fósforo e o nível adequado (0,562 %) no tratamento completo.

A maior concentração de fósforo encontra-se no tratamento - K .

O tratamento - S e - Fe têm concentrações pouco superiores ao tratamento completo, e os tratamentos - Ca e - Mg inferiores ao tratamento completo.

#### 5.3.4.3 - Percentagem de potássio no pecíolo velho

O nível deficiente (2,106 %) encontrou-se no tratamento onde se omitiu potássio e o nível adequado (4,563 %) no tratamento completo.

A maior concentração de potássio encontra-se no tratamento com omissão de cálcio.

Os tratamentos - N , - Fe têm percentagens inferiores ao tratamento completo.

#### 5.3.4.4 - Percentagem de cálcio no pecíolo velho

O nível deficiente (0,817 %) está no tratamento onde se omitiu o cálcio e o nível adequado (1,400 %) no tratamento completo.

As concentrações mais altas de cálcio encontram-se nos tratamentos com omissão de potássio e magnésio

#### 5.3.4.5 - Percentagem de magnésio no pecíolo velho

O nível deficiente (0,305 %) encontrou-se no tratamento onde se omitiu magnésio e o nível adequado (0,633 %) no tratamento completo.

A maior concentração de magnésio encontra-se nos tratamentos - K e - Ca. Os tratamentos - N , - P , - Fe acusaram uma concentração em magnésio superior ao tratamento completo.

#### 5.3.4.6 - Percentagem de enxôfre no pecíolo velho

O nível deficiente (0,146 %) está no tratamento onde se omitiu enxôfre e o nível adequado (0,342 %) no tratamento completo.

Os tratamentos - P , - K , - Fe têm concentrações inferiores ao tratamento completo.

A maior concentração de enxôfre encontra-se no tratamento onde o magnésio foi omitido.

#### 5.3.5 - Percentagem, no pecíolo novo, de macronutrientes nas soluções deficientes e completa

##### 5.3.5.1 - Percentagem de nitrogênio no pecíolo novo

Encontrou-se nível deficiente (0,625 %) no tratamento com omissão de nitrogênio e o nível adequado (0,867 %) no tratamento completo.

As maiores concentrações de nitrogênio foram encontradas nos tratamentos com omissão de P , Ca , Mg e Fe .

##### 5.3.5.2 - Percentagem de fósforo no pecíolo novo

Foi constatado nível deficiente (0,093 %) no tratamento onde se omitiu fósforo e o nível adequado (0,639 %) no tratamento completo.

As maiores concentrações de fósforo encontram-se nos tratamentos com omissões de cálcio e enxôfre.

##### 5.3.5.3 - Percentagem de potássio no pecíolo novo

Encontrou-se o nível deficiente (1,356 %) no tratamento com omissão de potássio e o nível adequado (3,88 %) no tratamento completo.

(Veja-se Tabela 21) .

Tabela 21 - Percentagem no pecíolo novo dos macronutrientes nas soluções deficientes e completa

Tratamentos	Nitrogênio		Fósforo		Potássio	
	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa
- N	0,625	0,867	0,835	0,639	4,389	3,880
- P	1,101	""	0,093	""	3,748	""
- K	1,063	""	0,789	""	1,356	""
- Ca	0,917	""	0,969	""	5,434	""
- Mg	1,185	""	0,722	""	4,633	""
- S	0,998	""	0,911	""	5,441	""
- Fe	1,120	""	0,767	""	3,940	""

Tratamentos	Cálcio		Magnésio		Enxôfre	
	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa
- N	1,010	1,213	0,336	0,619	0,200	0,251
- P	1,547	""	0,732	""	0,228	""
- K	1,991	""	1,229	""	0,206	""
- Ca	0,207	""	1,059	""	0,130	""
- Mg	1,784	""	0,155	""	0,187	""
- S	1,356	""	0,794	""	0,081	""
- Fe	1,258	""	0,716	""	0,331	""

As maiores concentrações de potássio encontram-se nos tratamentos - Ca e - S . Já o tratamento com omissão de fósforo apresentou uma concentração de potássio inferior àquela do tratamento completo.

#### 5.3.5.4 - Percentagem de cálcio no pecíolo novo

Encontrou-se nível deficiente (0,207 %) no tratamento com omissão de cálcio e o nível adequado (1,213 %) no tratamento completo.

Os tratamentos - S e - Fe têm concentrações de cálcio semelhantes e pouco superiores ao tratamento completo. O tratamento - P tem também uma concentração neste elemento superior ao completo.

Os tratamentos com omissão de nitrogênio apresenta uma concentração de cálcio inferior ao tratamento completo.

As maiores concentrações de cálcio verificou-se nos tratamentos com omissões de potássio e de magnésio.

#### 5.3.5.5 - Percentagem de magnésio no pecíolo novo

Encontrou-se nível deficiente (0,155 %) no tratamento onde se omitiu magnésio e o nível adequado (0,619 %) no tratamento completo.

O tratamento - N tem a metade da concentração em magnésio do tratamento completo. O tratamento com omissão de cálcio acusou uma alta concentração de magnésio.

#### 5.3.5.6 - Percentagem de enxôfre no pecíolo novo

O nível deficiente (0,081 %) foi encontrado no tratamento com omissão de enxôfre e o nível adequado (0,251 %) no tratamento completo.

A maior concentração de enxôfre foi encontrada no tratamento com omissão de ferro e a melhor naquêle em que foi omitido o cálcio.

Os tratamentos com omissões de N , P e K apresentaram semelhanças entre si em concentração de elemento em estudo, e seus valores foram mais baixos que os encontrados no tratamento completo.

O tratamento - Mg tem uma concentração de enxôfre inferior ao tratamento completo e também aos tratamentos com omissão de nitrogênio , fósforo e potássio.

### 5.3.6 - Percentagem, no limbo velho, de macronutrientes nas soluções deficientes e completa

(Veja-se Tabela 22)

#### 5.3.6.1 - Percentagem de nitrogênio no limbo velho

O nível deficiente (2,26 %) foi encontrado no tratamento onde se omitiu nitrogênio. O nível adequado (2,72 %) no tratamento completo. Os tratamentos - P , - Ca têm maior concentração de nitrogênio em relação ao tratamento completo.

Os tratamentos - K , - Mg , - S e - Fe têm pouca diferença entre si e seus valores são superiores a testemunha.

#### 5.3.6.2 - Percentagem de fósforo no limbo velho

O nível deficiente (0,251 %) encontramos no tratamento onde se omitiu este nutriente, e o nível adequado (0,529 %) no tratamento completo.

Os tratamentos - N , - K , - Mg têm percentagens pouco diferentes entre si e muito pouco inferiores ao tratamento completo.

Os tratamentos - Ca , - S , - Fe têm percentagens pouco diferentes entre si, as quais são mais altas do que a do tratamento completo.

#### 5.3.6.3 - Percentagem de potássio no limbo velho

O nível deficiente (1,90 %) foi encontrado onde se omitiu potássio, e o nível adequado (3,31 %) no tratamento completo.

A maior concentração de potássio encontramos no tratamento com omissão de - Ca .

Os tratamentos - N , - Mg , - S tem concentrações mais baixas do que o tratamento completo.

O tratamento - Fe tem muito pouca diferença com o tratamento - P e ambos têm valores mais baixos que o tratamento completo.

#### 5.3.6.4 - Percentagem de cálcio no limbo velho

O nível deficiente (1,014 %) encontra-se no tratamento onde se omitiu cálcio, e o nível adequado (2,099 %) no tratamento completo.



Tabela 22 - Percentagem no limbo velho dos macronutrientes nas soluções deficientes e completa

Tratamentos	Nitrogênio		Fósforo		Potássio	
	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa
- N	2,258	2,718	0,477	3,316	3,051	3,316
- P	3,014	""	0,251	""	2,749	""
- K	2,613	""	0,526	""	1,900	""
- Ca	3,080	""	0,595	""	3,423	""
- Mg	2,473	""	0,484	""	3,286	""
- S	2,510	""	0,550	""	3,294	""
- Fe	2,454	""	0,544	""	2,873	""

Tratamentos	Cálcio		Magnésio		Enxôfre	
	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa
- N	1,351	2,099	0,695	0,671	0,899	0,981
- P	2,318	""	0,709	""	1,358	""
- K	2,707	""	0,797	""	0,798	""
- Ca	1,014	""	0,942	""	0,904	""
- Mg	2,101	""	0,371	""	0,832	""
- S	1,983	""	0,652	""	0,542	""
- Fe	2,406	""	0,706	""	1,022	""

A maior concentração de cálcio foi encontrada no tratamento sem potássio.

Os tratamentos - P , - Mg , - Fe apresentaram concentrações de cálcio superiores ao tratamento completo.

Os tratamentos - N e - S tiveram percentagens inferiores ao tratamento completo.

#### 5.3.6.5 - Percentagem de magnésio no limbo velho

O nível deficiente (0,374 %) encontrou-se no tratamento com omissão de magnésio e o nível adequado (0,671 %) no tratamento completo.

A mais baixa concentração de magnésio encontrou-se no tratamento - S e a mais alta no tratamento com omissão de cálcio.

Os tratamentos - P , - K , e - Fe acusaram concentrações em magnésio superiores ao completo. O tratamento - N , acusou uma concentração em magnésio superior ao - S , e inferior ao tratamento completo.

#### 5.3.6.6 - Percentagem de enxôfre no limbo velho

Encontrou-se o nível deficiente (0,542 %) no tratamento com omissão de enxôfre e o nível adequado, no tratamento completo (0,981 %).

Os tratamentos - N e - Mg apresentaram percentagens muito pouco diferentes entre si, porém inferiores ao tratamento completo.

O tratamento - K tem percentagem superior ao tratamento deficiente em enxôfre, porém inferior àquela do tratamento completo.

O tratamento - Ca tem percentagem muito pouco abaixo daquela do tratamento completo.

O tratamento - Fe tem percentagem muito pouco superior ao tratamento completo.

#### 5.3.7 - Percentagem, no limbo novo, dos macronutrientes nas soluções deficientes e completa

(Veja-se Tabela ) .

Tabela 23 - Percentagem no limbo novo dos macronutrientes nas soluções deficientes e completa

Tratamentos	Nitrogênio		Fósforo		Potássio	
	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa
- N	1,514	2,939	0,360	0,523	2,030	2,612
- P	3,377	""	0,152	""	2,041	""
- K	2,986	""	0,880	0,492	1,086	""
- Ca	3,338	""	0,601	0,523	3,205	""
- Mg	3,798	""	0,597	""	3,268	""
- S	3,108	""	0,649	0,492	2,865	""
- Fe	3,602	""	0,690	0,454	2,675	""

Tratamentos	Cálcio		Magnésio		Enxofre	
	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa	Solução Deficiente	Solução Completa
- N	0,739	1,466	0,412	0,547	0,471	0,810
- P	2,051	""	0,392	""	0,575	""
- K	2,676	""	0,913	0,542	0,460	""
- Ca	0,228	""	0,749	0,547	0,434	""
- Mg	1,594	""	0,168	""	0,428	""
- S	1,883	""	0,527	0,542	0,167	""
- Fe	1,295	""	0,465	0,428	0,647	""

#### 5.3.7.1 - Percentagem de nitrogênio no limbo novo

O nível deficiente (1,514 %) foi encontrado na solução onde se omitiu este nutriente, e o nível adequado (2,94 %) no tratamento completo.

A concentração mais alta de N (3,798 %) foi encontrada no tratamento - Mg . Os tratamentos - P , - K , - Ca , - S , - Fe tiveram, todos, percentagem superiores àquelas do tratamento completo.

#### 5.3.7.2 - Percentagem de fósforo no limbo novo

O nível deficiente (0,152 %) foi encontrado no tratamento onde se omitiu fósforo, e o nível adequado (0,523 %) no tratamento completo.

A maior concentração de fósforo foi encontrada no tratamento - K .

Os tratamentos - Ca , - Mg , - S , - Fe apresentaram percentagens de fósforo superiores àquelas do tratamento completo.

O tratamento - N mostrou uma concentração de fósforo inferior ao tratamento completo.

#### 5.3.7.3 - Percentagem de potássio no limbo novo

O nível deficiente (1,086 %) foi encontrado no tratamento onde se omitiu potássio, e o nível adequado (2,612 %) no tratamento completo.

Os tratamentos - Ca e - Mg acusaram a maior concentração de potássio, em relação àquela do tratamento completo

Os tratamentos - S , - Fe tiveram concentrações neste elemento inferiores aos tratamentos - Ca e - Mg , porém superiores aquela do tratamento completo.

Os tratamentos - N e - P acusaram valores um pouco mais baixos que o tratamento completo.

#### 5.3.7.4 - Percentagem de cálcio no limbo novo

O nível deficiente (0,228 %) foi encontrado no tratamento onde se omitiu o cálcio, e o nível adequado (1,466 %) no tratamento completo.

Os tratamentos - P , - K acusaram maiores concentrações de cálcio (2,051 % e 2,676 %) respectivamente. Os tratamentos - Mg , - S tiveram concentrações superiores àquelas do tratamento completo.

#### 5.3.7.5 - Percentagem de magnésio no limbo novo

O nível deficiente (0,168 %) foi encontrado no tratamento onde se omitiu o magnésio e o nível adequado (0,547 %) no tratamento completo.

A maior concentração de magnésio foi encontrada no tratamento - K .

Os tratamentos - N e - P têm concentrações menores que àquela do tratamento completo.

#### 5.3.7.6 - Percentagem de enxôfre no limbo novo

O nível deficiente (0,167 %) foi encontrado no tratamento onde se omitiu o enxôfre, e o nível adequado (0,810 %) no tratamento completo.

A concentração maior de enxôfre está no tratamento - K , porém esta percentagem é inferior àquela do tratamento completo.

Os outros tratamentos não diferem muito entre si e todos os valores são inferiores ao valor do tratamento completo.

### 5.3.8 - Percentagem dos macronutrientes nas inflorescências

#### 5.3.8.1 - Percentagem de nitrogênio

Observou-se uma concentração nos tratamentos com omissões de P , Ca , Fe e K superiores (2,734 % , 3,010 % , 2,697 % , 2,846 %) ao tratamento completo (2,513 % ) .

O tratamento - N teve uma concentração de 1,652 % .

O tratamento - S teve uma concentração menor que o tratamento - N .

A percentagem de nitrogênio no tratamento com omissão de magnésio foi menor que aquela do tratamento completo.

#### 5.3.8.2 - Percentagem de fósforo

Em relação ao fósforo, a percentagem mais alta encontrou-se no tratamento - Fe , - K (0,624 % - 0,598 % ) .

A concentração do tratamento completo (0,531 %) foi menor que aquela dos tratamentos citados.

#### 5.3.8.3 - Percentagem de potássio

A percentagem de potássio é mais alta nos tratamentos com omissões de fósforo e ferro (3,493 % - 3,343 %) do que aquela do tratamento completo (3,113%). Os outros tratamentos acusaram percentagens inferiores aquela do tratamento completo.

#### 5.3.8.4 - Percentagem de cálcio

No tratamento completo a percentagem de cálcio foi de (0,327%). As percentagens mais altas encontraram-se nos tratamentos - K (0,676 %) - Fe (0,447%) e - Mg (0,488%). Os demais tratamentos apresentaram valores mais baixos que aquele do tratamento completo.

#### 5.3.8.5 - Percentagem de magnésio

A percentagem de magnésio no tratamento completo (0,333 %) não foi a concentração mais alta.

A menor concentração de magnésio encontrou-se no tratamento menos cálcio (0,528%).

Os tratamentos com omissões de N, Fe, S e K mostraram concentrações um pouco superiores ao tratamento completo, enquanto que os tratamentos com omissões de fósforo e magnésio, tiveram concentrações mais baixas que aquela do tratamento completo.

#### 5.3.8.6 - Percentagem de enxofre

O tratamento completo acusou uma concentração de 0,280% de enxofre por grama, esta concentração não foi a mais alta da inflorescência.

A maior concentração encontrou-se nos tratamentos - Fe (0,332 %) e - N (0,318 %).

Os tratamentos - Ca, - Mg, - K apresentaram concentrações menores que aquela do tratamento completo.

#### 5.4 - Absorção de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio e Enxofre, pela Planta em Miligramas

##### 5.4.1 - Quantidade de nitrogênio em miligramas absorvida

A planta com os tratamentos completo e com omissão de ferro absorveram 1838,40 mg e 1949,59 mg de nitrogênio respectivamente. Quantidades menores absorvidas em ordem decrescente foram encontradas nos tratamentos com omissões de K, P, Ca, S e Mg.

O tratamento - N absorveu 513,73 mg.

##### 5.4.2 - Quantidade em miligrama de fósforo absorvido

Os tratamentos completo e com omissão de ferro absorveram 535,70mg de fósforo e 641,75 mg de fósforo respectivamente.

Quantidades menores do que o tratamento completo, em ordem decrescente foram absorvidas pelas plantas dos tratamentos deficientes em K, S, Ca, Mg e N. O tratamento - P, como é óbvio absorveu menor concentração de fósforo.

##### 5.4.3 - Quantidade em miligrama de potássio absorvida

O tratamento completo absorveu a maior quantidade de potássio (3088,20 mg.) .

O tratamento - Fe absorveu (2945,21 mg) uma quantidade menor, e os tratamentos com omissões de S, Ca, Mg, P e K quantidades menores ainda que aquela do tratamento completo.

O tratamento - N acusou menor quantidade de miligramas de potássio que todos os outros tratamentos.

##### 5.4.4 - Quantidade de miligramas de cálcio absorvida

Os tratamentos com omissões de potássio e ferro acusaram 1339,99 mg e 1232,02 mg de cálcio respectivamente, quantidades maiores do que aquela da planta do tratamento completo (1051,28 mg) . Houve menor absorção de cálcio nos outros tratamentos em relação aquela do tratamento completo.

O tratamento onde foram omitidas o cálcio e o nitrogênio apresentaram menores quantidades deste nutriente 383,82 mg e 325,32 mg respectivamente.

5.4.5 - Quantidade em miligramas de magnésio absorvida

Os tratamentos - Ca , - K e - Fe são aqueles que absorveram maiores quantidades (598,87 mg - 531,21 mg - 523,29 mg) de magnésio respectivamente. O tratamento completo absorveu 493,58 mg de magnésio.

O tratamento onde foi omitido o magnésio acusou como é óbvio a menor quantidade (164,47 mg de magnésio) .

5.4.6 - Quantidade em miligramas de enxôfre absorvida

O tratamento completo absorveu quantidade de enxôfre oscilando entre 491,96 mg e 556,4 mg.

A quantidade mais alta que foi absorvida encontrou-se no tratamento - Fe (517,46 mg) .

Os tratamentos que menos enxôfre absorveram foram aqueles nos quais foram omitidos este nutriente e o nitrogênio, 192,75 mg e 169,95 mg respectivamente.



6 - SUMMARY

This work was accomplished with the aim of studying the effects of macronutrients and iron on the growth and chemical composition of the Castor Bean (Ricinus Communis L.) , cultivated in nutritive solution.

Castor bean seedlings were cultivated during 2 months in complete solution and afterwards were transferred to nutritive solutions with and without the presence of macronutrients and iron (micronutrients) .

After 2 months of cultivation in deficient solution symptoms of lack of N , P , K , Ca , Mg , S and Fe were found and described in this work.

As soon as symptoms of deficiency appeared, the plants were harvested and divided in the following fractions: root , old stem , (the portion marked at the time of application of the deficient solution) , new stem ; (the portion grown above the mark) , old petioles , new petioles , old leaves , new leaves and fruits.

With respect to the development of the plants the following measurements were taken: height , stem diameter , length of central "lobulo" taken from the center of the leaf. Each one of the fractions was also weighed.

The N , P , K , Ca , Mg , S and Fe macronutrients concentrations were determined from these fractions. The quantities in mg of each one of these macronutrients absorbed by the plant were calculated.

## A G R A D E C I M E N T O S

Agradecimentos são devidos às seguintes pessoas e Instituições:

Dr. André Martin Louis Neptune , orientador da candidata , Professor de Disciplina do Departamento de Solos e Geologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

Dr. Euripedes Malavolta, DD. Diretor da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pelas deferências a nós prestadas.

Ministério de Agricultura e Departamento de Defesa Agrícola de Chile.

Organização dos Estados Americanos (OEA) Projeto Multinacional de Agricultura.

Setor de Química Agrícola do Departamento de Solos e Geologia (Fertilidade do Solo e Fertilizantes) da ESALQ.

Dr. Roland Vencovsky , Professor Assistente do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Eng.<sup>o</sup>-Agr.<sup>o</sup> Vivaldo Francisco da Cruz , Professor Assistente do Departamento de Estatística e Matemática da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

Sr.<sup>s</sup> Angello Smaniotto , Armando Porta e Vinicius Ferraz..

Aos Sr.<sup>s</sup> Técnicos de Laboratório de Química Agrícola.

Sr.<sup>ta</sup> Ana Lucia Botosso , Sr. Takashi Muraoka e Sr.<sup>a</sup> Bárbara de Saravia.

A todos e cada uma daquelas pessoas que de uma forma ou de outra colaboraram com o presente trabalho.

7 - BIBLIOGRAFIA

- GANECCCHIO, V. 1958. Melhoramento da Mamoneira (Ricinus Communis, L.) .  
Bragantia, 17 (24): 331-343 .
- HOGLAND and ARNON, D. 1950. The Water Culture Method for Growing Plants  
Without Soil. Circular n.º 347 , University of California , Berkeley.
- KRUG, C. A. and MENDES, P. T. 1942. Melhoramento da Mamoneira (Ricinus  
Communis L.) , Bragantia, 2 (5): 129-197 .
- LOTT, W. L. , J. P. Gallo R. J. , Medcalf, J. J. 1956. A Técnica de  
Análise Foliar Aplicado ao Cafeeiro. Boletim 79 do Instituto Agronô-  
mico de Campinas.
- MIALHE, L. G. 1969. Estudo de um Mecanismo Descascador de Mamona (Ricinus  
Communis , L.) . Tese de Doutorado , Escola Superior de Agricultu-  
ra "Luiz de Queiroz" , USP , Piracicaba.
- MALAVOLTA, E. 1964. Análises Químicas dos Teores Totais. Curso Interna-  
cional de Diagnose Foliar. IICA , ESALQ , Piracicaba (mimeografado).
- MALAVOLTA, E. 1967. Manual de Química Agrícola. Adubos e Adubações. Bi-  
blioteca Agronômica Ceres Ltda. Ceres Editora , 2.ª Edição. São Pau-  
lo , Brasil.
- NAKAMAE, I. J. 1968. Caderno Regional de Bahia , Coopercotia , 25 (226):  
15-32 .
- NEPTUNE MENARD, L. 1956. Efeitos do Fósforo e de Alguns Micronutrientes no  
Crescimento e Composição Química do Cafeeiro (Coffea arabica, L. Var.  
Caturra K. M. C.) Cultivado em Solução Nutritiva. Tese de Doutoramen-  
to. Piracicaba , Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ,  
U. S. P. , 64 páginas.
- PEARSON, E. S. and HARTLEY, H. O. 1956. Biometrika Tables for Statisticians.  
Vol. I. Pag. 57-61 , Publ. by The Syndics of the Cambridge University  
Press.

- PIMENTEL GOMES, F. 1966. Curso de Estatística Experimental. Universidade de São Paulo, ESALQ, 3ª Edição. Piracicaba.
- STEEL, R. G. D. and TORRIE, J. H. 1960. Principles and Procedures of Statistics. Mc Graw-Hill Book Company Inc. New York, Toronto - London.
- SCHOENLEBER, L. G. 1960. Machines for New Crops Power to Produce. In the Yearbook of Agriculture, USDA, Washington, D. C. U. S. A., págs. 434-439.
- TUCKER, B. B. 1952. Castor Beans: Their Nutrient Requirements, Responses to Fertilization Treatments, and Deficiency Symptoms Under Controlled Conditions.
- VASCONCELLOS, R. J. L. 1964. Novas Possibilidades para o Cultivo da Mamoneira. O Agrônomo, 16 (5 e 6).
- ZIMMERMAN, H. L. 1958. Castor Beans: A New Oil Crop for Mechanized Production Advances in Agronomy, 258-287.