

NUTRIÇÃO MINERAL DO GERGELIM (*Sesamum indicum* L.)-  
I - CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM  
CONDIÇÕES DE CAMPO \*

ROMILDO ALBUQUERQUE DOS SANTOS\*\*

HENRIQUE PAULO HAAG\*\*\*

KEIGO MINAMI\*\*\*\*

RESUMO

Tendo-se como objetivo conhecer o comportamento nutricional da cultura de gergelim (*Sesamum indicum* L.), instalou-se um ensaio no campo expe-

- 
- \* Parte dos dados da tese do primeiro autor, apresentada à ESALQ, USP. Entregue para publicação em 27 / 12/1982.
- \*\* Departamento de Fitotécnica, Universidade Federal do Piauí.
- \*\*\* Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.
- \*\*\*\* Departamento de Agricultura e Horticultura, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

rimental do Departamento de Agricultura e Horticultura, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, visando analisar o crescimento, determinar as concentrações e acúmulo de macronutrientes pelo cultivar Venezuela em diferentes estágios de desenvolvimento, e avaliar a exportação pela colheita.

O experimento foi conduzido no decorrer do ano agrícola 1981/1982, num solo Terra Rosa Extruturada, Série Luiz de Queiroz.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, com um cultivar, oito épocas de amostragem e quatro repetições.

As primeiras amostras foram coletadas 28 dias após a emergência das plântulas (desbaste) e as demais em intervalos regulares de 12 dias, de tal maneira que sempre houvessem outras quatro competitivas na fileira.

No material coletado (folha, caule e fruto), determinou-se os teores e acúmulo de macronutrientes, assim como a quantidade de matéria seca.

Concluiu-se que:

- a) até os 112 dias a produção de matéria seca foi de 344,40 gramas por planta;

- b) a matéria seca acumulada nas folhas tem representação quadrática, nos caules é sigmoïdal e nos frutos linear;
- c) a concentração dos macronutrientes foi sempre maior nas folhas do que nos caules, com exceção apenas do potássio;
- d) a acumulação dos macronutrientes foi sempre maior nas folhas do que nos caules, com exceção do potássio;
- e) a concentração dos macronutrientes nos órgãos amostrados, ocorreu na seguinte ordem:

Folha:

$N(3,97\%) > K(3,60\%) > Ca(2,91\%) > P(0,54\%) > Mg(0,45\%) > S(0,30\%)$ .

Caule:

$K(6,14\%) > N(1,48\%) > Ca(1,36\%) > Mg(0,42\%) > P(0,40\%) > S(0,-2\%)$ .

Fruto:

$K(1,86\%) > N(1,61\%) > Ca(0,41\%) > P(0,40\%) > Mg(0,21\%) > S(0,20\%)$ .

- f) a acumulação total dos macronutrientes pela planta inteira foi crescente com a idade até os 112 dias, com exceção do P, K nas folhas e Ca nos caules.
- g) a acumulação pela planta (mg/planta) foi em ordem decrescente:

N(5391,70) > K(4075,26) > Ca(2759,85)  
> P(986,72) > Mg(667,97) > S(647,01).

h) a exportação através da colheita (mg/planta) foi em ordem decrescente:

N(1931,10) > K(1747,70) > Ca(528,68)  
> P(492,69) > S(260,67) > Mg(295,54).

## INTRODUÇÃO

O gergelim (*Sesamum indicum* L.), pertence à família das Pedaliáceas, gênero *Sesamum* do qual se conhecem várias espécies, a maioria em estado silvestre no continente africano.

Existem cultivares de gergelim com características próprias quanto a produtividade, porte, ramificação, forma, tamanho e cor dos frutos e sementes, cor das flores, resistência à pragas e moléstias, resistência à seca; maturação veriforme, precocidade, deiscência, teor em óleo na semente.

O óleo de gergelim é de elevada qualidade, com usos na alimentação humana, cosméticos, indústria química, farmacêutica, apresentando o mais elevado teor em óleo dentre as oleaginosas anuais (57% na semente).

Conforme dados da FAO (1982), a produção mundial de sementes de gergelim é de 2.000.000 toneladas, participando o continente asiático com 1.500.000 toneladas. O Brasil apresenta uma produção de 3.000 toneladas, numa área de 5.000 hectares o que confere um rendimento agrícola de 600 kg/ha.

É ampla a existência de informações sobre a cultura do gergelim no que tange aos aspectos econômicos, comportamento de cultivares, tratamentos culturais, ocorrência de pragas e moléstias, épocas e densidade de semeadura, sistemas de colheita e beneficiamento.

Por outro lado, a literatura referente à nutrição mineral da cultura é completamente omissa, constituindo esta a primeira informação técnico-científica concernente ao assunto.

Pesquisas conduzidas no Brasil por NEPTUNE *et alii* (1962), com o cultivar Venezuela, em solução nutritiva, verificaram que a absorção de nutrientes obedeceu à seguinte ordem crescente P, Mg, S, K, Ca e N. Observaram, que o melhor índice de pH foi 8,0, em confronto com pH 4,0 e 6,0.

MAZZANI (1965), analisando folhas do cultivar Aceitera, encontrou valores elevados em nitrogênio no estágio de frutificação, quando comparados com outras oleaginosas, o que comunga com os dados de BASCONES & RITAS (1961b). Estes autores encontraram concentração de 5,5% nas folhas intermediárias e no início de frutificação do mesmo cultivar, com uma produtividade de 850 kg de sementes por hectare.

O presente trabalho objetiva averiguar o comportamento do cultivar Venezuela, em condições de campo, nos seguintes aspectos:

- a) produção de matéria seca;
- b) absorção de macronutrientes nos diversos estágios de desenvolvimento;
- c) exportação de nutrientes pela cultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no campo experimental do Departamento de Agricultura e Horticultura da ESALQ, USP, Piracicaba, no ano agrícola 1980/1981.

O solo foi classificado como terra Roxa Estruturada, sêrie "Luiz de Queiroz" (RANZANI *et alii*, 1966), e vem sendo cultivado em anos consecutivos com hortaliças (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química do solo (amostras- 20 cm de profundidade).

pH (H <sub>2</sub> O)	Matéria orgânica (%)		Teor trocável (e.mg/100g de T.F.S.A.)					
			PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> * 4	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>
4,9	1,17	2,01	2,63	0,22	6,02	0,75	0,76	11,62

\* Solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - 0,05N.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com um cultivar em oito épocas e quatro repetições.

A semeadura foi realizada em 11 de dezembro de 1981 em sulcos de 0,025 metros de profundidade, no espaçamento de 1,00m x 0,25m, contendo 16 sementes por metro linear.

Foram semeadas duas fileiras de 20 metros lineares, que após o desbaste (33 dias da semeadura), permaneceram com 160 plantas.

Decorridos 28 dias da emergência de plântulas procedeu-se ao desbaste (1ª época de amostragem) e, em intervalos regulares de 12 dias, coletaram-se órgãos da planta (folha, caule e fruto) até 112 dias (frutificação), integralizando oito estádios de desenvolvimento do cultivar.

O processo de amostragem foi realizado de tal for

ma, que houvesse outras quatro plantas competitivas na fileira (duas de cada lado da planta amostrada).

Para uma melhor visualização, estão expostos, na Tabela 2, os aspectos técnicos e fenológicos do cultivar.

Após a coleta, as plantas foram separadas em folhas, caule e fruto, pesadas e lavadas consoante as recomendações técnicas de SARRUGE & HAAG (1974). Após a secagem em estufa de circulação forçada de ar (70-80°C), o material foi moído.

Os dados foram analisados para:

- análise de variância referente às quantidades de matéria seca, às concentrações e acúmulos dos macronutrientes nos órgãos amostrados, conforme as épocas de desenvolvimento da planta;

- ajuste de equações de regressão para os parâmetros estudados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Crescimento

Os dados sobre o crescimento das plantas, expressos pela acumulação de matéria seca nos órgãos do cultivar, encontram-se na Tabela 3, bem como sua análise de variância.

É evidente a significância ao nível de 1% de probabilidade, para as folhas, caules e frutos do cultivar.

As equações de regressão ajustadas para a quantidade de matéria seca estão na Tabela 4.

Tabela 2 - Aspectos técnicos e fenológicos do cultivar Venezuela (1981/1982).

Datas	Idade dias	Comportamentos técnicos e fenológicos	Amostragem (épocas)	Plantas amostradas /repetição	Cultivar Venezuela
11/12/81	-	Semeadura	-	-	-
16/12/81	5	Emergência das plântulas	-	-	-
13/01/82	28	Desbaste 1/ Altura médias das plantas (cm)	I	10	
25/01/82	40	Filotaxia (Folhas)	II	4	12 Indefinida Opostas na base, irregular no ápice)
06/02/82	52	Florescimento	III	2	Inicial (algumas flores)
18/02/82	64	Florescimento	IV	2	Muitas flores (brancas)
02/03/82	76	Florescimento; frutificação (Tipo)	V	2	Muitas flores; alguns frutos (cápsula)
14/03/82	88	Florescimento	VI	2	70% flores
26/03/82	100	Frutificação Idem	VII	2	30% frutos (verde) 10% flores 90% frutos (verde)
07/04/82	112	Estado das folhas, caules e frutos	VIII	2	Verde

1/ Permanência de 1 planta por cova.

Tabela 3 - Quantidade de matéria seca nos órgãos do cultivar Venezuela, em função da idade das plantas e respectiva análise de variância (Média de 4 repetições)

Órgão	Idade das plantas 1/											
	28		40		52		64		76			
	g/pl 2/	kg/ha 3/	g/pl	kg/ha	g/pl	kg/ha	g/pl	kg/ha	g/pl	kg/ha	g/pl	kg/ha
Folha	1,67d <sup>4/</sup>	67,00d	2,87d	115,00cd	6,87cd	275,00cd	19,00bc	760,00bc	27,93b	1117,50b		
Caulo	1,85d	74,00d	3,25d	130,00d	6,50d	260,00d	11,81d	472,50d	15,87d	635,00d		
Fruto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Total	3,52	141,00	6,12	245,00	13,37	535,00	30,81	1232,50	43,80	1742,50		

  

Órgão	Idade das plantas											
	88		100		112		F		D.M.S.		C.V.	
	g/pl	kg/ha	g/pl	kg/ha	g/pl	kg/ha	g/pl	kg/ha	g/pl	kg/ha	g/pl	kg/ha
Folha	20,70bc	820,00bc	57,20a	2288,00a	63,50a	2540,00a	63,92**	63,92**	13,89**	555,77	23,77	23,77
Caulo	40,67c	1626,80	91,66b	3666,50b	154,50b	154,77a	171,62**	169,56**	19,63**	794,28	20,56	20,73
Fruto	15,73c	629,50c	55,75b	2230,00b	129,01a	5860,50a	351,42**	351,43**	12,10**	484,16	9,16	9,16
Total	59,80	3084,30	204,61	8184,50	347,28	14631,05	-	-	-	-	-	-

1/ Dias após emergência - desbaste

2/ g/pl = gramas por planta.

3/ kg/ha = quilogramas por hectare (40-000 plantas).

4/ Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, estatisticamente.

5/ D.M.S. = diferença mínima significativa (Tukey) - 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Equações de regressão, coeficientes de determinação, pontos de mínimo, inflexão e máximo da quantidade de matéria seca nos órgãos do cultivar, em função do estágio de desenvolvimento da planta.

Órgãos	Equações	r <sup>2</sup>	Mínimo (dias)	Inflexão (dias)	Máximo (dias)
Folha	$y_{F1}^{1/} = 6,621 - 0,402x + 0,00822x^2$	0,90	24	-	-
	$y_{F2}^{2/} = 264,858 - 17,085x + 0,328x^2$	0,91	24	-	-
Caulo	$y_{C1}^{1/} = -53,134 + 3,697x - 0,0870x^2 + 0,000550x^3$	0,99	-	47	-
	$y_{C2}^{2/} = -2193,299 + 151,974x - 3,194x^2 + 0,0224x^3$	0,99	-	47	-
	$y_{Fr1}^{1/} = -405,145 + 4,719x$	0,97	-	-	-
Fruto	$y_{Fr2}^{2/} = -16205,833 + 188,791x$	0,97	-	-	-

1/ Quantidade de matéria seca em gramas por planta (folha, caule e fruto), respectivamente

2/ Quantidade de matéria seca em quilogramas por hectare (folha, caule e fruto), respectivamente.

Ajustaram-se equações do 1º grau, 2º grau e 3º grau para os frutos, folhas e caules, respectivamente.

A matéria seca acumulada nas folhas foi mínima aos 24, 45 dias com 1,70 g/pl, enquanto no caule a inflexão da curva de crescimento ocorreu aos 47, 20 dias com 5,48 g/pl.

Infere-se daí que o acúmulo de matéria seca na fase vegetativa é mais lento que na final, o que concorda com as observações de VIETS (1962). O autor evidencia a importância da precipitação pluviométrica como fator decisivo para a produção da matéria seca, de acordo portanto com as médias de distribuição termopluviométricas no período da presente pesquisa.

A fase vegetativa (folha + caule), com sua inicial velocidade de acumulação aos 47, 20 dias (11,23 g/pl), acelera-se progressivamente até aos 112 dias da emergência das plantas (220,90 g/pl), evidenciando a maior demanda de nutrientes na faixa de 64,80 dias. Esta etapa é crítica pois envolve o florescimento e a frutificação. Pesquisas desenvolvidas por HENDERSON & KAMPRATH (1970), MASCARENHAS (1972) e CORDEIRO (1977), indicam que a produção de uma cultura pode reduzir-se drasticamente neste período, com a presença de fatores adversos (estiagem, ca rência nutricional, pragas e moléstias).

Por outro lado, DE MOOY *et alii* (1973) afirmam também que a composição química de uma planta e o peso das sementes em relação à parte vegetativa e às raízes, varia com a latitude, tipo de solo, clima e cultivar.

Por ocasião da frutificação, a cultura do Gergelim (*Sesamum indicum* L.) acumula linearmente em termos de matéria seca um máximo aos 112 dias comportando 123,47 g/pl e/ou 493,80 kg (cálculos baseados em 40.000 plantas por hectare).

O comportamento dos órgãos amostrados (folhas, caules e frutos) e da planta inteira até aos 112 dias (últi

ma amostragem) evidenciou uma curva de crescimento em termos de acumulação de matéria seca, semelhante àquela descrita em BASCONES & RITAS (1961b).

### Macronutrientes

A concentração dos macronutrientes nos órgãos amostrados, decresceu com a idade das plantas, principalmente, a partir do início do florescimento da cultura, enquanto sua acumulação foi crescente. Estas observações comungam com ROBINSON (1970) e GACHON (1972), em pesquisas com girassol.

### Nitrogênio

A concentração e o acúmulo de nitrogênio, pelos órgãos amostrados do cultivar, em função do estágio de desenvolvimento encontram-se na Tabela 5, bem como as respectivas análises de variância.

É notória a significância ao nível de 1% de probabilidades, para as folhas, caules e frutos da planta.

Aos dados de concentração e acúmulo, foram ajustadas equações de regressão, evidentes na Tabela 6.

Para as folhas, que apresentaram concentração mínimas aos 44 dias, inflexão (P.I.) aos 64,07 dias com 3,65% e máximas (P.M.) aos 83,78 dias com 3,97%, ajustou-se equação do 3º grau, representada por uma curva sigmoideal típica, característica de órgão em crescimento (STEWART, 1968). Estes dados estão de acordo com BASCONES & RITAS (1961), em pesquisas com a cultura do gergelim (*Sesamum indicum*, L.), pois encontraram a maior taxa de frequência nas concentrações de 3,5% à 4,0%.

Neste particular, a acumulação do nitrogênio pelas folhas foi crescente com a idade das plantas, tendo-se ajustado equação de regressão do 1º grau e, não atingindo seu máximo até aos 112 dias com 1.761,80 mg/planta e/ou 70,472 kg/ha.

Tabela 5 - Concentração e acúmulo de nitrogênio nos órgãos do cultivar Venezuela, em função do estágio de desenvolvimento das plantas (Média de 4 repetições)

Órgão	Idade das plantas 1/														
	28		40		52		64		76						
	2/	3/	4/	5/	6/	2/	3/	4/	5/	6/	2/	3/	4/	5/	6/
	mg/pl	kg/ha	mg/pl	kg/ha	mg/pl	kg/ha	mg/pl	kg/ha	mg/pl	kg/ha	mg/pl	kg/ha	mg/pl	kg/ha	mg/pl
Folha	3,60a5/	60,18e	2,40	3,63a	107,76de	4,31	3,50a	290,60de	11,62	3,41ab	732,00cd	29,28	3,60a	1060,73bc	42,42
Caulo	1,45a	26,81c	1,07	1,30ab	41,95c	1,67	1,25abc	81,35c	3,25	0,98cd	114,23c	4,56	1,12bcd	184,20bc	7,31
Fruto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	5,05	86,99	3,47	4,93	149,71	5,98	4,75	372,01	14,87	4,39	846,23	33,84	0,72	1244,93	49,78

  

Órgão	Idade das plantas												Valores		
	88		100		112		F		D.M.S.6/		C.V.				
	2/	3/	4/	5/	6/	2/	3/	4/	5/	6/	2/	3/	4/	5/	6/
	mg/pl	kg/ha	mg/pl	kg/ha	mg/pl	kg/ha	mg/pl	kg/ha	mg/pl	kg/ha	mg/pl	kg/ha	mg/pl	kg/ha	mg/pl
Folha	4,29a	883,81bc	35,35	3,64a	2083,22a	83,32	2,39b	1505,95ab	60,23	5,56**	27,38**	1,03	637,68	12,64	32,67
Caulo	0,82de	332,33b	13,29	0,60ef	541,23a	21,64	0,43f	681,63a	27,26	28,12**	39,58**	0,31	195,42	13,55	33,34
Fruto	2,10a	328,26c	13,13	1,32b	741,54b	29,66	1,62ab	2086,39a	83,45	8,40**	138,99**	0,53	307,99	16,12	14,82
Total	7,21	1544,40	61,77	5,56	3365,99	134,62	4,44	4273,17	170,94	-	-	-	-	-	-

1/ Dias após emergência - desbaste  
 2/ Concentração em porcentagem  
 3/ Acumulação em miligramas por planta  
 4/ kg/ha = quilogramas por hectare (40.000 plantas).  
 5/ Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, estatisticamente.  
 6/ D.M.S. = diferença mínima significativa (Tukey) - 5% de probabilidade.

Tabela 6 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (r<sup>2</sup>), pontos de mínimo, inflexão e máximo (dias), da concentração (%) e do acúmulo de nitrogênio (mg/planta), nos órgãos do cultivar Veneziela, em função da idade das plantas.

Órgãos	Equações	r <sup>2</sup>	Mínimo (dias)	Inflexão (dias)	Máximo (dias)
Folha	$\bar{Y}_c^1 = 7,685 - 0,238x + 0,00411x^2 - 0,0000214x^3$	0,80	44	64	83
	$\bar{Y}_a^2 = -712,631 + 22,093x$	0,82	-	-	-
Caulo	$\bar{Y}_c = 1,809 - 0,116x$	0,93	-	-	-
	$\bar{Y}_a = 182,832 - 8,416x$	0,99	36	-	-
Fruto	$\bar{Y}_c = 40,796 - 0,769x + 0,00375x^2$	0,99	102	-	-
	$\bar{Y}_a = -6273,454x + 73,255x$	0,91	-	-	-

1/  $\bar{Y}_c$  = concentração em porcentagem.

2/  $\bar{Y}_a$  = acumulação em miligramas por planta.

A presença do nitrogênio nos caules, condicionou o ajuste de equações do 1º grau, representada pela máxima concentração aos 28 dias da emergência com 1,48% e pela acumulação que não atingiu o ápice da curva aos 112 dias com 698,80 mg/po e/ou 27,952 kg/ha.

O nutriente contido nos frutos da cultura, evidenciou teores mínimos aos 102 dias e máximos aos 28 dias com 1,48%, valores estimados pela equação de regressão do 2º grau. Na acumulação pelos frutos ajustou-se equação de regressão do 1º grau, portanto, de natureza linear, com valor crescente até aos 112 dias, totalizando 1931,10 mg/planta e/ou 77,24 kg/ha.

Percebe-se que a concentração do nitrogênio nas folhas acelera-se após 64,07 dias da emergência das plântulas, atingindo a taxa mais elevada aos 83,78 dias coincidindo com o desenvolvimento dos frutos, à semelhança das pesquisas efetuadas por BASCONES & RITAS (1961) com a cultura do gergelim.

### Fósforo

A concentração e o acúmulo de fósforo pelos órgãos amostrados do cultivar, em função do estágio de desenvolvimento, encontram-se na Tabela 7, bem como as respectivas análises de variância.

É evidente a significância ao nível de 1% de probabilidade, para as folhas, caules e frutos, com exceção apenas para a concentração do nutriente nos frutos.

Aos dados de concentração e acúmulo, foram ajustadas equações de regressão, expostas na Tabela 8.

A concentração do fósforo nas folhas, ajustou-se equação do 3º grau, ocorrendo seu ponto de inflexão aos 60,76 dias com 0,50% e seu máximo aos 76,53 dias com 0,54%. No órgão citado, sua acumulação inflexionou-se aos 75,20 dias da emergência das plântulas contendo 130,66 mg/plant e o maior acúmulo ocorreria aos 117,40

Tabela 7 - Concentração e acúmulo de fósforo nos órgãos do cultivar Venezuela, em função do estágio de desenvolvimento das plantas (Média de 4 repetições).

Órgão	Idade das Plantas 1/														
	28			40			52			64			76		
	2/	3/	4/	2/	3/	4/	2/	3/	4/	2/	3/	4/	2/	3/	4/
	mg/pl	kg/ha	kg/ha	mg/pl	kg/ha	kg/ha	mg/pl	kg/ha	kg/ha	mg/pl	kg/ha	kg/ha	mg/pl	kg/ha	kg/ha
Folha	0,56a5/	8,84e	0,35	0,49ab	15,91e	0,63	0,48ab	33,95de	1,35	0,52a	100,19cd	4,00	0,52ab	147,12	5,88
Caulo	0,33abc	6,25c	2,50	0,44a	14,36	0,54	0,35ab	23,20c	0,92	0,26bcd	20,68	1,18	0,26bcd	42,16bc	1,68
Fruto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	0,89	15,09	2,85	0,93	30,27	1,20	0,83	57,15	2,37	0,78	129,87	5,18	0,78	189,28	7,56

  

Órgão	Idade das Plantas												Valores					
	88			100			112			F			D.M.S.6/			C.V.		
	2/	3/	4/	2/	3/	4/	2/	3/	4/	2/	3/	4/	2/	3/	4/	2/	3/	4/
	mg/pl	kg/ha	kg/ha	mg/pl	kg/ha	kg/ha	mg/pl	kg/ha	kg/ha	mg/pl	kg/ha	kg/ha	mg/pl	kg/ha	kg/ha	mg/pl	kg/ha	kg/ha
Folha	0,53a	107,59c	4,30	0,36b	301,41a	12,05	0,10c	227,02b	9,08	28,65**	50,33**	0,16	68,82	15,97	24,97	-	-	-
Caulo	0,24bcd	96,20c	3,84	0,22cd	203,66a	8,14	0,14d	227,11a	0,96	11,29**	53,75**	0,13	56,12	19,63	29,86	-	-	-
Fruto	0,30a	47,19c	1,88	0,39a	218,81b	8,75	0,38a	492,69a	19,80	3,87**	110,65**	0,09	84,37	13,15	16,89	-	-	-
Total	1,07	250,80	10,00	0,97	723,80	20,94	0,62	946,82	37,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1/ Dias após emergência - desbaste  
 2/ Concentração em porcentagem.  
 3/ Acumulação em miligramas por planta.  
 4/ kg/ha = quilogramas por hectare (40.000 plantas).  
 5/ Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, estatisticamente.  
 6/ D.M.S. = diferença mínima significativa (Tukey) - 5% de probabilidade.

Tabela 8 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (r<sup>2</sup>), pontos de mínimo, inflexão e máximo (dias), da concentração (%) e do acúmulo de fósforo (mg / planta), nos órgãos do cultivar Venezuela, em função da idade das plantas.

Órgãos	Equações	r <sup>2</sup>	Mínimo (dias)	Inflexão (dias)	Máximo (dias)
Folha	$\bar{\gamma}_c^{1/} = 1,441 - 0,0537x + 0,000949x^2 - 0,00000520x^3$	0,99	45	60	76
	$\bar{\gamma}_a^{2/} = 149,702 - 9,452x + 0,183x^2 - 0,000813x^3$	0,90	32	75	117
Caulo	$\bar{\gamma}_c = 0,481 - 0,00281x$	0,90	-	-	-
	$\bar{\gamma}_a = 85,561 - 3,865x + 0,0469x^2$	0,95	41	-	-
Fruto	$\bar{\gamma}_c = -3,413 + 0,0727x - 0,000347x^2$	0,99	-	-	104
	$\bar{\gamma}_a = 1913,451 - 52,455x + 0,355x^2$	0,98	73	-	-

$\bar{\gamma}_c$  = concentração em porcentagem.

$\bar{\gamma}_a$  = acumulação em miligramas por planta

dias com 252,96 mg/planta inferindo-se daí um período crítico de 42,20 dias de intensa acumulação. A quantidade extraída na fase da velocidade de absorção, corresponde a 50% da máxima acumulação, o que na prática deve-se recomendar um suprimento de fósforo disponível após 40 dias da emergência, assegurando assim as exigências nutricionais das fases de florescimento e frutificação da cultura.

O fósforo no caule condicionou equação de regressão do 2º grau para a concentração e acumulação. Aos 28 dias da emergência das plantas a concentração do nutriente foi máxima com 0,40%, enquanto a acumulação neste órgão do cultivar não atingindo o máximo aos 112 dias, apresentou-se com 241,07 mg/pl e/ou 9,641 kg/ha.

A concentração máxima de 0,40% foi encontrada nos frutos decorridos 104,79 dias da emergência das plantas, e, através dos valores estimados da equação de regressão do 2º grau sua acumulação até os 112 dias atingiu 492,69 mg/pl e/ou 19,707 kg/ha.

### Enxofre

A concentração e o acúmulo de enxofre, pelos órgãos amostrados do cultivar, em função do estágio de desenvolvimento, encontram-se na Tabela 9, bem como as respectivas análises de variância.

O teste "F" evidenciou um comportamento não significativo para a concentração do nutriente nos caules, e uma significância ao nível de 1% de probabilidade para as folhas e os frutos.

Aos dados de concentração e acúmulo foram ajustadas equações de regressão, assinaladas na Tabela 10.

Nas folhas, a concentração foi máxima calculada aos 64,78 dias com 0,30% com o respectivo acúmulo máximo aos 112 dias com 125,10 mg/planta, dados estimadas por equações de regressão do 2º grau respectivamente.

Tabela 9 - Concentração e acúmulo de enxofre, nos órgãos do cultivar Venezuela, em função do estágio de desenvolvimento das plantas (Média de 4 repetições)

Órgão	Idade das Plantas 1/														
	28		40		52		64		76						
	% 2/	mg/pl 3/	kg/ha 4/	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha			
Folha	0,23bc5/	3,90e	0,15	0,23bc	6,82e	0,27	0,30ab	21,37de	0,85	0,32a	68,55a	2,74	0,30ab	85,04bc	3,40
Caulo	0,18a	3,61d	0,14	0,18a	6,33d	0,25	0,18a	12,03d	0,48	0,22a	25,85d	1,03	0,24a	38,87cd	1,55
Fruto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	0,41	7,51	0,29	0,41	13,15	0,52	0,48	33,29	1,35	0,54	94,40	3,77	0,54	123,91	4,95

  

Órgão	Idade das Plantas						Valores								
	88		100		112		F		D.M.S.		6/		C.V.		
	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha
Folha	0,24bc	50,21cd	2,00	0,22c	128,65a	5,14	0,19c	122,40ab	4,89	9,34**	31,20**	0,07	41,12	11,84	28,67
Caulo	0,22a	90,69c	3,62	0,20a	192,11b	7,68	0,16a	259,60a	10,39	1,18	69,44**	0,11	54,32	24,41	29,51
Fruto	0,19a	31,06c	1,24	0,19a	108,05b	4,32	0,21a	275,80a	11,03	8,04**	215,72**	0,05	33,65	13,06	12,32
Total	0,65	171,96	6,86	0,61	428,81	17,14	4,56	658,00	26,31	-	-	-	-	-	-

1/ Dias após emergência - desbaste.  
 2/ Concentração em porcentagem  
 3/ Acumulação em miligramas por planta  
 4/ kg/ha = quilogramas por hectare (40.000 plantas).  
 5/ Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, estatisticamente.  
 6/ D.M.S. = diferença mínima significativa (Tukey) - 5% de probabilidade.

Tabela 10 - Equações de regressão, coeficientes de determinação ( $r^2$ ), pontos de mínimo, inflexão e máximo (dias), da concentração (%) e do acúmulo de enxofre (mg/planta), nos órgãos do cultivar Venezuela, em função da idade das plantas.

Órgãos	Equações	$r^2$	Mínimo (dias)	Inflexão (dias)	Máximo (dias)
Folha	$\bar{y}_c^{1/}$ = $0,0709 + 0,00715x - 0,0000551x^2$	0,80	-	-	64
	$\bar{y}_a^{2/}$ = $-460,190 + 1,529x$	0,92	-	-	-
Caule	$\bar{y}_c$ = $0,0762 + 0,00416x - 0,0000289x^2$	0,58	-	-	71
	$\bar{y}_a$ = $113,957 - 5,21x + 0,0583x^2$	0,98	44	-	-
Fruto	$\bar{y}_a$ = $-881,432 + 10,197x$	0,95	-	-	-

$\bar{y}_c^{1/}$  = concentração em porcentagem.

$\bar{y}_a^{2/}$  = acumulação em miligramas por planta

Nos caules, a concentração foi de 0,22% ocorrendo aos 71,88 dias da emergência e o acúmulo foi crescente até aos 112 dias com 261,24 mg/planta, dados estimados por equação de regressão do 2º grau.

A acumulação nos frutos originou equação de regressão do 1º grau, não evidenciando o seu máximo até aos 112 dias com 260,17 mg/planta, todavia, a concentração do nutriente não obteve efeito significativo no período de amostragem.

### Potássio

A concentração e o acúmulo de potássio, pelos órgãos amostrados do cultivar, em função do estágio de desenvolvimento, encontram-se na Tabela 11, bem como as respectivas análises de variância.

Os valores de "F" expressam a significância ao nível de 1% de probabilidade para as folhas, caules e frutos.

Aos dados de concentração e acúmulo foram ajustadas equações de regressão, conforme a Tabela 12.

Nas folhas a concentração foi máxima calculada aos 54,35 dias da emergência com 3,60%, tendo-se ajustado a uma equação de regressão do 2º grau, enquanto sua acumulação condicionou equação do 3º grau, com um pico aos 93,35 dias com 933,12 mg/planta. O início da velocidade de absorção ocorreu aos 57,06 dias com 458,15 mg/planta, originando um período crítico de 36,29 dias correspondentes à 50% da acumulação máxima estimada. Esta fase corresponde a 30% do início do florescimento e 70% da frutificação e é semelhante à curva descrita pela acumulação da matéria seca.

No caule, a concentração do nutriente foi máxima aos 35,17 dias com 6,14%, tendo-se inflexionada aos 72,34 dias com 3,49%, para decrescer aos 109 dias, estando condicionada a sua equação do 3º grau. O acúmulo do

Tabela 11 - Concentração e acúmulo de potássio, nos órgãos do cultivar Venezuela, em função do estágio de desenvolvimento das plantas (Média de 4 repetições).

Órgão	Idade das Plantas 1/														
	28			40			52			64			76		
	Σ2/	mg/pl 3/	kg/ha 4/	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha
Folha	3,21ab <sup>5/</sup>	53,65b	2,14	3,21ab	92,36b	3,69	3,59a	297,59b	11,90	3,47a	694,56ab	27,78	3,71a	1073,38a	42,43
Caulo	6,19a	115,23d	4,60	5,62a	181,69cd	7,26	5,50a	357,82cd	14,31	4,51	524,95cd	20,99cd	3,59b	571,59c	22,86
Fruto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	9,40	168,88	6,74	8,83	274,05	10,95	9,09	655,41	26,21	7,98	1219,51	48,77	7,30	1544,97	65,79

  

Órgão	Idade das Plantas												Valores						
	88			100			112			F			D.M.S. 6/			C.V.			
	Σ	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%
Folha	2,41bc	499,89ab	19,99	1,98c	1088,84a	43,55	1,08d	694,40ab	27,77	26,34**	7,79**	0,64	681,25	12,70	52,40				
Caulo	1,37c	557,31c	22,29	1,08c	995,35b	39,81	0,95c	1523,59a	60,94	120,11**	26,88**	0,93	415,87	11,07	29,45				
Fruto	1,83a	288,20c	11,52	1,68a	938,91b	37,55	1,38b	1779,33a	71,17	10,30**	210,40**	0,28	203,57	8,87	10,28				
Total	5,61	1345,40	35,80	4,74	3023,10	120,91	3,41	3997,32	159,88	-	-	-	-	-	-				

1/ Dias após emergência - desbaste

2/ Concentração em porcentagem.

3/ Acumulação em miligramas por planta.

4/ kg/ha = quilogramas por hectare (40.000 plantas).

5/ Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, estatisticamente.

6/ D.M.S. = diferença mínima significativa (Tuley) - 5% de probabilidade.

Tabela 12 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (r<sup>2</sup>), pontos de mínimo, inflexão e máximo (dias), da concentração e do acúmulo de potássio (mg/planta), nos órgãos do cultivar Venezuela, em função da idade das plantas.

Órgãos	Equações	r <sup>2</sup>	Mínimo (dias)	Inflexão (dias)	Máximo (dias)
Folha	$\bar{Y}_c^{1/} = 1,332 + 0,0837x - 0,000770x^2$	0,93	-	-	54
	$\bar{Y}_a^{2/} = 261,092 - 28,902x + 0,850x^2 - 0,000496x^3$	0,91	20	57	93
Caulo	$\bar{Y}_c = 1,464 + 0,297x - 0,00559x^2 + 0,000257x^3$	0,97	109	72	35
	$\bar{Y}_a = 348,766 - 11,126x + 0,182x^2$	0,97	-	-	-
Fruto	$\bar{Y}_c = 3,539 - 0,0190x$	0,96	-	-	-
	$\bar{Y}_a = -52,0,911 + 62,130x$	0,99	-	-	-

1/  $\bar{Y}_c$  = concentração em porcentagem.

2/  $\bar{Y}_a$  = acumulação em miligramas por planta.

nutriente no caule originou o ajuste de equação do 2º grau, para explicar o seu máximo aos 112 dias com 1394,80 mg/planta.

Na frutificação, o nutriente apresentou uma concentração máxima aos 88 dias com 1,86%, com sua acumulação não atingindo o máximo até aos 112 dias, evidenciando .. 1747,70 mg/planta, valores estimados através da equação de regressão do 1º grau.

### **Cálcio**

A concentração e o acúmulo de cálcio, pelos órgãos amostrados do cultivar, em função do estágio de desenvolvimento, encontram-se na Tabela 13, bem como as respectivas análises de variância.

Nas folhas, caules e frutos da planta, a variabilidade foi significativa ao nível de 1% de probabilidade.

Aos dados de concentração e acúmulo, foram ajustadas equações de regressão, expressas na Tabela 14.

Nas folhas do cultivar, em função dos estágios de desenvolvimento, a concentração do nutriente condicionou o ajuste da equação de regressão do 3º grau, atingindo a um máximo dos 97,71 dias com 2,91% tendo ocorrido sua inflexão aos 67,22 dias com 2,22%. A acumulação do nutriente neste órgão apresentou um pico aos 112 dias com valor estimado em 1.770,20 mg/planta através do ajuste da equação de regressão do 2º grau.

A concentração do cálcio nos caules da planta, condicionou o ajuste da equação de regressão do 2º grau com 1,36% aos 58,10 dias da emergência, enquanto a acumulação pelo órgão da planta representada pela equação de regressão do 3º grau, evidenciou um período crítico de 28,84 dias. Esta fase crítica teve início aos 68,83 dias com 223,56 mg/planta e foi crescente até aos 97,67 dias com 460,97 mg/planta, inferindo-se daí que a planta extrai 50% das suas necessidades.

Tabela 13 - Concentração e acúmulo de cálcio, nos órgãos do cultivar Venezuela, em função do estágio de desenvolvimento das plantas (Média de 4 repetições).

Órgão	Idade das Plantas 1/														
	28		40		52		64		76						
	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl			
		kg/ha		kg/ha		kg/ha		kg/ha		kg/ha		kg/ha			
Folha	1,45d <sup>5/</sup>	24,43d	0,97	1,95cd	56,10d	2,24	1,73d	118,11cd	4,72	2,00cd	422,95bc	16,91	1,95cd	546,64b	21,86
Caulo	0,98bc	18,39d	0,73	1,20ab	34,18d	1,36	1,34a	87,72cd	3,50	1,42a	166,16bcd	6,64	1,15ab	180,95bcd	7,23
Fruto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	2,43	42,82	1,70	3,15	90,28	3,60	3,07	205,83	8,22	3,42	589,11	23,55	3,10	727,59	20,09

  

Órgão	Idade das Plantas												Valores		
	88		100		112		F		D.M.S. <sup>6/</sup>		C.V.				
	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%		
		kg/ha		kg/ha		kg/ha		kg/ha		kg/ha		kg/ha			
Folha	3,32a	687,84b	27,51	2,96ab	1695,51a	67,82	2,52bc	1606,82a	64,27	21,25**	81,79**	0,65	344,30	12,43	22,81
Caulo	0,96bc	392,07b	15,68	0,68c	640,69a	25,62	0,17d	278,79bc	11,15	32,96**	16,85**	0,33	238,70	14,26	45,36
Fruto	0,41a	65,29b	2,61	0,22b	123,90b	4,95	0,41a	528,68a	21,14	10,21**	263,07**	0,13	61,45	19,66	13,00
Total	4,69	1145,20	45,80	3,86	2460,10	98,39	3,10	2414,29	96,56	-	-	-	-	-	-

1/ Dias após emergência - desbaste  
 2/ Concentração em porcentagem  
 3/ Acumulação em miligramas por planta  
 4/ kg/ha = quilogramas por hectare (40.000 plantas).  
 5/ Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, estatisticamente.  
 6/ D.M.S. = diferença mínima significativa (Tukey) - 5% de probabilidade.

Tabela 14 - Equações de regressão, coeficientes de determinação ( $r^2$ ), pontos de mínimo, inflexão e máximo (dias), da concentração (%) e do acúmulo de cálcio (mg/planta), nos órgãos do cultivar Venezuela, em função da idade da planta.

Órgãos	Equações	$r^2$	Mínimo (dias)	Inflexão (dias)	Máximo (dias)
	$\gamma_c^{1/} = 3,806 - 0,138x + 0,00254x^2 - 0,000125x^3$	0,90	37	67	97
Folha	$\gamma_a^{2/} = 190,503 - 13,231x + 0,244x^2$	0,92	27	-	-
	$\gamma_c = -0,0147 + 0,0473x - 0,000407x^2$	0,98	-	-	58
Caulo	$\gamma_a = 986,700 - 57,953x + 1,021x^2 - 0,00494x^3$	0,80	39	68	97
	$\gamma_c = 13,416 - 0,263x + 0,00131x^2$	0,99	100	-	-
Fruto	$\gamma_a = 10213,420 - 221,098x + 1,202x^2$	0,99	91	-	-

1/  $\gamma_c$  = concentração em porcentagem.

2/  $\gamma_a$  = acumulação em miligramas por planta.

O período de 28,84 dias correspondente ao intervalo do ponto de inflexão ao de máximo acúmulo, torna-se mais crítico face ao florescimento e frutificação da planta.

Nos frutos, a concentração de cálcio não apresentou efeito significativo, tendo-se apresentado com 0,41% e o ajuste da equação de regressão foi do 2º grau. Para a acumulação do nutriente, os valores estimados pela equação de regressão do 2º grau não atingiu o máximo até aos 112 dias quando absorveu 528,68 mg/planta.

A concentração de cálcio encontrada no gergelim, evidenciou valores superiores àquela da cultura de soja e inferiores ao algodoeiro.

### Magnésio

A concentração e o acúmulo de magnésio pelos órgãos do cultivar, em função do estágio de desenvolvimento, encontram-se na Tabela 15, bem como as respectivas análises de variância.

O teste "F" apresentou valores significativos ao nível de 1% de probabilidades, para as folhas, caules e frutos, com exceção apenas para a concentração nos frutos.

Aos dados de concentração e acúmulo, foram ajustadas equações de regressão, conforme a Tabela 16.

A concentração do nutriente nas folhas originou equação de regressão do 3º grau com inflexão aos 63,10 dias e 0,43% e o ápice atingido aos 82,76 dias com 0,45%, dados semelhantes aos de BASCONES & RITAS (1961b), em que observou uma maior frequência de 0,45% de magnésio em 68 amostras de gergelim. A acumulação do nutriente ajustou-se equação do 2º grau, não atingindo o seu máximo até os 112 dias da emergência das plântulas, com valor estimado em 215,44 mg/planta.

Tabela 15 - Concentração e acúmulo de magnésio, nos órgãos do cultivar Venezuela, em função do estágio de desenvolvimento das plantas (Média de 4 repetições).

Órgão	Idade das Plantas 1/														
	28			40			52			64			76		
	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha
Folha	0,41ab <sup>2/</sup>	6,95	0,27	0,45ab	12,92c	0,51	0,38bc	26,63c	1,06	0,44ab	95,84b	3,83	0,40b	110,42b	4,41
Caulo	0,31bc	5,89b	0,23	0,44a	14,37b	0,57	0,40ab	25,94b	1,03	0,38ab	44,51b	1,76	0,35abc	53,51b	2,14
Fruto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	0,72	12,85	0,50	0,89	27,29	1,08	0,78	52,57	2,09	0,82	140,35	5,61	0,75	183,93	6,55

  

Órgão	Idade das Plantas																	
	88			100			112			F			D.M.S. 6/			C.V.		
	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha
Folha	0,48a	100,39b	4,01	0,43ab	246,12a	9,84	0,31c	202,02a	8,08	9,84**	49,45**	0,07	58,18	7,63	24,82			
Caulo	0,16de	67,01b	2,68	0,26cd	240,03a	9,60	0,10a	168,72a	6,74	24,77**	19,95**	0,11	86,98	15,74	47,93			
Fruto	0,21a	33,38c	1,33	0,19a	109,74b	4,38	0,20a	257,42a	10,29	0,46**	319,48**	0,04	25,16	11,53	9,54			
Total	0,85	200,69	8,02	0,88	595,89	23,82	0,61	628,16	25,11	-	-	-	-	-	-			

1/ Dias após emergência - desbaste

2/ Concentração em porcentagem

3/ Acumulação em miligramas por planta

4/ kg/ha = quilograma por hectare (40.000 plantas).

5/ Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, estatisticamente.

6/ D.M.S. = diferença mínima significativa (Tukey) - 5% de probabilidade.

Tabela 16 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (r<sup>2</sup>), pontos de mínimo, inflexão e máximo (dias), da concentração (%) e do acúmulo (mg/planta) nos órgãos do cultivar Venezuela, em função da idade das plantas.

Órgãos	Equações	r <sup>2</sup>	Mínimo (dias)	Inflexão (dias)	Máximo (dias)
	$\bar{Y}_c^{1/} = 0,730 - 0,0182x + 0,000319x^2 - 0,0000168x^3$	0,85	43	63	83
Folha	$\bar{Y}_a^{2/} = -91,993 + 2,745x$	0,85	-	-	-
	$\bar{Y}_c = -0,202 + 0,0298x - 0,000431x^2 + 0,00000171x^3$	0,82	119	83	48
Caule	$\bar{Y}_a = 31,750 - 1,703x + 0,0291x^2$	0,87	29	-	-
	$\bar{Y}_c = 0,857 - 0,0126x + 0,0000607x^2$	0,99	104	-	-
Fruto	$\bar{Y}_a = -799,991 + 9,335x$	0,96	81	-	-

1/  $\bar{Y}_c$  = concentração em porcentagem.

2/  $\bar{Y}_a$  = acumulação em miligramas por plantas.

A presença do magnésio nos caules das plantas evidenciou teores de 0,27% aos 83,93 dias da emergência tendo sido crescente aos 48,63 dias com 0,42%, dados estimados por equação de regressão do 3º grau. O nutriente acumulado nos caules não atingiu o máximo até os 112 dias de amostragem e foi estimado em 206,99 mg/planta com ajuste de equação de regressão do 2º grau.

A concentração presente nos frutos foi semelhante entre si, nos períodos amostrados de 88 dias, 100 dias e 112 dias, com valor médio de 0,20%, enquanto sua acumulação ajustada por equação de regressão do 1º grau, portanto, de natureza linear, não atingiu o máximo até os 112 dias, comportando 245,54 mg/planta.

A concentração de magnésio na planta de gergelim foi superior ao algodoeiro e inferior ao nível encontrada na soja.

## CONCLUSÕES

A produção de matéria seca até os 112 dias foi de 344,40 gramas por planta.

A matéria seca acumulada nas folhas foi representada por equação de regressão do 2º grau, nos caules evidenciou configuração sigmoideal, e nos frutos, linear.

A concentração de macronutrientes foi sempre maior nas folhas do que nos caules, com exceção do potássio.

A concentração de nutrientes até aos 112 dias obedeceu à seguinte ordem decrescente:

folha: N(3,97%) > K(3,60%) > Ca(2,91%) > P(0,54%) > Mg(0,45%) > S(0,30%).

caule: K(6,14%) > N(1,48%) > Ca(1,36%) > Mg(0,42%) > P(0,40%) > S(0,22%).

fruto: K(1,86%) > N(1,61%) > Ca(0,41%) > P(0,40%) > Mg  
(0,21%) > S(0,20%).

A acumulação dos macronutrientes foi sempre maior nas folhas do que nos caules, com exceção apenas do potássio.

A planta evidenciou o máximo acúmulo (mg/planta) na seguinte ordem decrescente:

folha: Ca(1770,70) > N(1761,80) > K(933,12) > P(252,96) > Mg(215,44) > S(125,10).

caule: K(1394,80) > N(698,80) > Ca(460,97) > S(261,24) > P(241,07) > Mg(206,99).

fruto: N(1931,10) > K(1747,70) > Ca(529,68) > P(492,69) > S(260,67) > Mg(295,54).

A acumulação pela planta inteira (mg/planta) foi em ordem decrescente:

N(5391,70) > K(4075,26) > Ca(2759,85) > P(986,72) > Mg(667,97) > S(647,01)

A acumulação dos macronutrientes foi crescente com a idade das plantas até os 112 dias, com exceção do P e K nas folhas e Ca nos caules.

#### SUMMARY

MINERAL NUTRITION OF SESAME PLANTS (*Sesamum indicum* L.). I - CONCENTRATION AND ACCUMULATION OF MACRONUTRIENTS UNDER FIELD CONDITIONS

A field experiment was set in Piracicaba (SL: 22°41'31" and LW: 47°38'01"), State of São Paulo, Brazil, in a soil classified as "Terra Roxa Estruturada (Al físsol), Série Luiz de Queiroz", in order to study: the

growth rate of sesame plants; the concentration of macro nutrients in the different plant organs; the accumulation of macronutrients by the whole plant, and the exportation of macronutrients through the pods. Plants (4 replicat - ions) with 28, 40, 52, 64, 76, 88, 100, and 102 days from emergence were collected and divided into leaves, stems and pods. The material was dried at 80°C and analysed for macronutrients. The results were as follows: at 112 days de maximum dry matter production obtained was 344.4 g per plant; the accumulation of dry matter by the leaves corresponds to a quadratic equation, while it is sigmoidal for the stems and linear for the pods; the accumulation of macronutrients was always higher in the leaves than in the stems, except for K; the concentration of macronutrients in the leaves, stems and pods occurred in the following order:

Leaves: N(3.97%) > K(3.60%) > Ca(2.91%) > P(0.54%) > Mg  
(0.45%) > S(0.30%).

Stems: K(6.14%) > N(1.48%) > Ca(1.36%) > Mg(0.42%) > P  
(0.40%) > S(0.22%).

Pods: K(1.86%) > N(1.61%) > Ca(0.41%) > P(0.40%) > Mg  
(0.21%) > S(0.20%).

The total accumulation of macronutrients by the whole plant increased with aging until 112 days except for P and K in the leaves and Ca in the stems; the accumulation of macronutrients (mg) at the final growth stage was:

N(5391.70) > K(4075.26) > Ca(2759.85) > P(986.72) > Mg  
(667.97) > S(647.01)

## LITERATURA CITADA

- BASCONES, L.; RITAS, J.L., 1961a. La nutrición mineral del ajonjolí. I. Síntomas visuales de deficiencia y diagnóstico foliar. *Agronomía Tropical*. 11(1): 17 - 32.
- BASCONES, L.; RITAS, J.L., 1961b. La nutrición mineral del ajonjolí. II. Extracción total de nutrientes. *Agronomía Tropical* 11(2): 93-101.
- CORDEIRO, D.S., 1977. **Efeito de adubação NPK na absorção, translocação e extração de nutrientes pela soja** (*Glycine max* (L.) Merrill), Piracicaba, SP., ESALQ/USP, 143p. (Tese de Doutorado).
- DE MOOY, C.J.; PESEK, J.; SPALDON, E., 1973. Mineral nutrition. In CALDWELL, B.E. ed. **Soybeans; improvement, production and use**, Madison, Wisc., American Society of Agronomy, p. 267-334.
- FAO PRODUCTION YEARBOOK, 1982. Rome, v. 35, 306 p.
- GACHON, L., 1972. La cinétique de l'absorption des éléments nutritifs majeurs chez le Tournesol. *Annales Agronomiques* 23(5): 547-66.
- HENDERSON, J.B.; KRAMPRATH, E.J., 1970. Nutrient and dry matter accumulation by soybeans. **Agricultural Technical Bulletin**, North Carolina, Experiment Station, Raleigh, nº 197.
- MASCARENHAS, H.A.A., 1972. **Acúmulo de matéria seca, absorção e distribuição de elementos na soja, durante o seu ciclo vegetativo**, Piracicaba, SP., ESALQ/USP, 100 p. (Tese de Doutorado).
- MAZZANI, B., 1965. **Mejoramiento del ajonjolí en Venezuela**, Maracay, Ministerio de Agricultura y Cría, Centro de Investigaciones Agronômicas, 127 p.

- NEPTUNE, A.L.; SABINO, N.P.; PIVA NETO, F., 1962. Efeito do valor pH sobre o crescimento e composição química do gergelim, cultivado em solução nutritiva. In: II Congresso Latino-Americano de Ciência do Solo e X Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, ESALQ/USP, Piracicaba, 1p. |Resumo|.
- RANZANI, G.; FREIRE, O.; KINJO, T., 1966. **Carta de solos do município de Piracicaba**, Piracicaba, ESALQ/USP, Centro de Estudos de Solos, 85 p.
- ROBINSON, R.C., 1970. Sunflower data of planting and chemical composition at various growth stages. **Agronomy Journal** 665-6.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P., 1974. **Análise química em plantas**, Piracicaba, ESALQ/USP, Departamento de Química, 56 p.
- STEWART, F.C., 1968. **Concepts of growth and development the scope of the problem. Growth and organization in plants**, Ithaca, Addison-Wesley Publishing, 37 p.
- VIETS, F.G., 1962. Fertilizers and the efficient use of water. **Advances in Agronomy** 14: 223-64.