CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES PELA
CULTURA DO GERGELIM (*Sesamum indicum*, L.), CULTIVAR
VENEZUELA.

ROMILDO ALBUQUERQUE DOS SANTOS

Orientador: Prof. Dr. HENRIQUE PAULO HAAG

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 1982

A meus queridos e inesquecíveis pais,
MANOEL e *MARIA*, pelo carinho, compreensão, paciência e o muito que fizeram pelos meus estudos, afetuosamente,

AGRADEÇO.

A meus filhos, *ROGÉRIO* e *RÔGER*, sustentáculos da minha fortaleza de espírito e, à minha esposa *ZENIR*, baluarte incansável, tolerante, operosa e prudente, com sentimentos do mais puro amor,

DEDICO.

A minha inigualável e profunda gratidão, aos meus avós, pais, irmãos, sogros, cunhados, tios, sobrinhos e primos,

OFEREÇO.

Homenagem à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz",
pelos seus 81 anos de existên-
cia, em prol da Ciência Agronô-
mica.

Homenagem à Universidade Federal
do Piauí e, mui especialmente,
ao Centro de Ciências Agrárias,
empenhados na formação da Elite
Agronômica do Estado.

*"Na infância, aguava as folhas dos vegetais no jardim da sua
casa e sentia-se bem alegre".*

MIDA

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. *Henrique Paulo Haag*, incansável pesquisador, pela eficiente orientação, dedicação, apoio moral e material.
- Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, pela amizade e excelente convívio.
- Ao companheiro e amigo, Prof. Dr. *Gilberto Diniz de Oliveira*, (*in memoriam*) pela sincera amizade e consciente participação no decorrer do Curso de Pós-Graduação.
- Ao Prof. Dr. *Keigo Minami*, do Departamento de Agricultura e Horticultura - ESALQ/USP, pela eficaz colaboração na condução do experimento de campo.
- Ao meu irmão *Joaquim Albuquerque dos Santos*, pela incansável, incontestável e sadia participação em várias etapas do trabalho.
- Aos funcionários *Mirtes Ventura Sesso*, *Lourdes Aparecida Dario*, *Lúcia Helena S. Pavan*, *Francisco Carlos Antonioni*, *Adilson Fernandes Boldrin*, *Airton Negreiros Coelho* e *Mary Alves de Oliveira*, do Departamento de Química (Nutrição Mineral de Plantas), pela eficiente ajuda, amizade e responsabilidade na análise química das plantas.

- Aos funcionários de campo do Departamento de Agricultura e Horticultura - ESALQ/USP, pela atenção, carinho e dedicação na condução dos trabalhos de campo.
- Aos companheiros de Pós-Graduação, pelo incentivo, colaboração e solidariedade no decorrer do Curso.
- Ao Eng^o Agr^o *Valter João Diehl* e *Maria Helena San Juan*, pela rigorosa análise dos dados em computação eletrônica.
- À Prof.^a Dr.^a *Marisa Regitano*, do Departamento de Tecnologia Rural - ESALQ/USP, pela amizade e criteriosas análises das sementes.
- Ao Técnico de Laboratório de Solos, Sr. *Vinicius Ferraz*, pelas análises químicas realizadas e profícuas discussões.
- À minha amiga e colega *Márcia Inês Martin da Silveira Lopes*, pela amizade, solidariedade e frutíferas discussões técnico-científicas.
- Aos Professores *Afrânio Piauiense de Souza* e *Antônio da Paixão de F. e Silva*, do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Piauí, pela participação efetiva e sincera, nas análises estatísticas.
- Aos Colegas e Professores da Universidade Federal do Piauí, e especialmente, do Centro de Ciências Agrárias e da Pro-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, pelo entusiasmo e facilidades oferecidas.

- Aos Dirigentes da *Universidade Federal do Piauí*, do *Centro de Ciências Agrárias* e do *Departamento de Fitotecnia*, pela confiança e creditibilidade na obtenção deste título.
- À *Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (U.E.P.A.E TERESINA)*, pela consideração dos seus técnicos, doação das sementes para esta pesquisa e, em particular, ao colega Valdenir Ribeiro, pela orientação estatística.
- Aos funcionários das bibliotecas, *Central* - ESALQ - Piracicaba e *Setorial* - U.F.Pi - C.C.A., pelo maravilhoso convívio, apoio e facilidades oferecidos.
- Aos funcionários Sr. *Alfredo J. F. de Mello* (CENA) e *Tekla E. Klar* (ESALQ), pela paciência, dedicação e excelente trabalho de datilografia.
- À Srt.^a *Maria Elisabeth Ferreira de Carvalho*, pela valiosa colaboração nas referências bibliográficas.
- À *ESALQ-USP* - Piracicaba, pela afetuosa acolhida e realização dos cursos.
- A todos aqueles que, direta e/ou indiretamente, contribuíram para a execução desta pesquisa.
- E, principalmente a *Deus*, que nos alimentou e fortificou espiritualmente, condicionando-nos a vencer os obstáculos permitindo a realização desta modesta pesquisa.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	xiv
SUMMARY	xvii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1. Crescimento	15
4.2. Macronutrientes	17
4.2.1. Nitrogênio	18
4.2.2. Fósforo	19
4.2.3. Enxôfre	21
4.2.4. Potássio	22
4.2.5. Cálcio	24
4.2.6. Magnésio	25
4.3. Micronutrientes	27
4.3.1. Boro	27
4.3.2. Cobre	28
4.3.3. Ferro	30
4.3.4. Manganês	32
4.3.5. Zinco	33
5. CONCLUSÕES	36
6. LITERATURA CITADA	39

LISTA DE TABELAS

	Página
Nº 1. Resultados da Análise da terra	9
Nº 2. Observações pluviométricas e termométricas (período Dezembro/81 - Abril/82).	10
Nº 3. Comportamento técnico e fenológico do cultivar Venezuela, nos estádios de desenvolvimento.	12
Nº 4. Quantidade de matéria seca nos órgãos do cultivar Venezuela e respectiva Análise de Variância.	43
Nº 5. Equações de regressão, coeficiente de determinação, pontos de mínimo, inflexão e máximo, da matéria seca contida nos órgãos do cultivar Venezuela.	44
Nº 6. Concentração e acúmulo de Nitrogênio nos órgãos do cultivar Venezuela e respectiva Análise de Variância.	45

Nº 7. Equações de regressão, coeficiente de <u>deter</u> <u>minação</u> , pontos de <u>mínimo</u> , <u>inflexão</u> e <u>máxi</u> <u>mo</u> , da concentração e acúmulo de Nitrogênio, nos órgãos do cultivar Venezuela, em função da idade da planta.	46
Nº 8. Concentração e acúmulo de Fósforo nos ór gãos do cultivar Venezuela e respectiva Aná lise de Variância.	47
Nº 9. Equações de regressão, coeficiente de <u>deter</u> <u>minação</u> , pontos de <u>mínimo</u> , <u>inflexão</u> e <u>máxi</u> <u>mo</u> , da concentração e acúmulo de Fósforo, nos órgãos do cultivar Venezuela, em função da idade da planta.	48
Nº 10. Concentração e acúmulo de Enxofre nos órgãos do cultivar Venezuela e respectiva Análise de Variância.	49
Nº 11. Equações de regressão, coeficiente de <u>de</u> <u>terminação</u> , pontos de <u>mínimo</u> , <u>inflexão</u> e <u>máximo</u> , da concentração e acúmulo de Enxo fre, nos órgãos do cultivar Venezuela, em função da idade da planta.	50

Nº 12. Concentração e acúmulo de Potássio nos órgãos do cultivar Venezuela e respecti <u>va</u> Análise de Variância.	51
Nº 13. Equações de regressão, coeficiente de determinação, pontos de mínimo, inflexão e máximo, da concentração e acúmulo de Potássio nos órgãos do cultivar Venezue <u>la</u> , em função da idade da planta.	52
Nº 14. Concentração e acúmulo de cálcio, nos órgãos do cultivar Venezuela e res <u>pecti</u> va Análise de Variância.	53
Nº 15. Equações de regressão, coeficiente de determinação, pontos de mínimo, inflexão e máximo, da concentração e acúmulo de cálcio, nos órgãos do cultivar Vene <u>zue</u> la, em função da idade da planta.	54
Nº 16. Concentração e acúmulo de Magnésio, nos órgãos do cultivar Venezuela e respecti <u>va</u> Análise de Variância.	55

Nº 17. Equações de regressão, coeficiente de determinação, pontos de mínimo, inflexão e máximo, da concentração e acúmulo de Magnésio, nos órgãos do cultivar <u>Venezuela</u> , em função da idade da planta.	56
Nº 18. Concentração e acúmulo de Boro, nos órgãos do cultivar <u>Venezuela</u> e respectiva Análise de Variância.	57
Nº 19. Equações de regressão, coeficiente de determinação, pontos de mínimo, inflexão e máximo, da concentração e acúmulo de Boro, nos órgãos do cultivar <u>Venezuela</u> , em função da idade da planta.	58
Nº 20. Concentração e acúmulo de Cobre nos órgãos do cultivar <u>Venezuela</u> e respectiva Análise de Variância.	59
Nº 21. Equações de regressão, coeficiente de determinação, pontos de mínimo, inflexão e máximo, da concentração e acúmulo de Cobre, nos órgãos do cultivar <u>Venezuela</u> , em função da idade da planta.	60

Nº 22. Concentração e acúmulo de Ferro nos órgãos do cultivar Venezuela e respec tiva Análise de Variância.	61
Nº 23. Equações de regressão, coeficiente de determinação, pontos de mínimo, infle xão e máximo, da concentração e acúmu lo de Ferro, nos órgãos do cultivar Ve nezuela, em função da idade da planta.	62
Nº 24. Concentração e acúmulo de Manganês nos órgãos do cultivar Venezuela e res pectiva Análise de Variância.	63
Nº 25. Equações de regressão, coeficiente de determinação, pontos de mínimo, infle xão e máximo, da concentração e acúmu lo de Manganês, nos órgãos do cultivar Venezuela, em função da idade da plan ta.	64
Nº 26. Concentração e acúmulo de Zinco nos órgãos do cultivar Venezuela e respec tiva Análise de Variância.	65

Nº 27. Equações de regressão, coeficiente de determinação, pontos de mínimo, infle ção e máximo, da concentração e acúmulo de Zinco, nos órgãos do cultivar Vene- zuela, em função da idade da planta.	66
--	----

CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES PELA CULTURA DO GERGELIM
(*Sesamum indicum*, L.), CULTIVAR VENEZUELA.

Candidato: ROMILDO ALBUQUERQUE DOS SANTOS

Orientador: Prof. Dr. HENRIQUE PAULO HAAG

RESUMO

Tendo-se como objetivo conhecer o comportamento nutricional da cultura de Gergelim (*Sesamum indicum*, L.), instalou-se um ensaio no campo experimental do Departamento de Agricultura e Horticultura, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, visando analisar o crescimento, determinar as concentrações, calcular a acumulação de nutrientes e avaliar a exportação pela colheita do cultivar Venezuela, em diferentes estádios de desenvolvimento.

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

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

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 e micronutrientes, com exceção do molibdênio e cloro, assim como a quantidade de matéria seca.

Concluiu-se que:

a) até os 112 dias a produção de matéria seca foi de 14,00 toneladas por hectare;

b) a matéria seca acumulada nas folhas tem representação quadrática, nos caules é sigmoidal e nos frutos linear;

c) a concentração dos nutrientes foi sempre maior nas folhas do que nos caules, com exceção apenas do potássio;

d) a acumulação dos nutrientes foi sempre maior nas folhas do que nos caules, com exceção do potássio e do zinco;

e) a concentração dos nutrientes 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%).

Fe(772,46ppm) > Mn(311,83ppm) > Zn(117,20ppm) > B(95,33ppm) > Cu(22,99ppm) .

Caule:

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

Fe(528,08ppm) > Mn(148,41ppm) > B(72,28ppm) > Zn(65,09ppm) > Cu(15,89ppm) .

Fruto:

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

Fe(282,24ppm) > B(41,04ppm) > Mn(30,87ppm) > Zn(22,04ppm) > Cu(16,33ppm) .

f) a acumulação total dos nutrientes pela planta inteira foi crescente com a idade até os 112 dias, com exceção do P, K e B nas folhas e Ca, B e Fe 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).

Fe(134,42) > Mn(21,64) > Zn(10,54) > B(8,01) > Cu(3,81).

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(245,54).

Fe(67,17) > B(3,92) > Mn(3,75) > Zn(2,67) > Cu(1,54).

CONCENTRATION AND ACCUMULATION OF NUTRIENTS IN SESAME PLANT
(*Sesamum indicum* L.), CV. VENEZUELA.

Candidate: ROMILDO ALBUQUERQUE DOS SANTOS

Adviser: Prof. Dr. HENRIQUE PAULO HAAG

SUMMARY

In order to obtain

- the growth rate of sesame plant;
- the concentration of macro and micronutrients in different organs of the plant;
- the accumulation of nutrients by the entire plant;
- the exportation of nutrients through the pods.

A field trial was execute at Piracicaba (SL: 22°41'31" and WL: 47°38'01"), SP. Brazil in a soil classified as Terra Roxa Estruturada (Alfissol), Serie Luiz de Queiroz.

Plants (4 replications) with 28, 40, 52, 64, 76, 88, 100 and 112 days olds after emergency were collected and divided into leaves, stems and pods. The material was dried at 80°C and analysed for macro and some micronutrients.

The main conclusions are:

- at 112 days the maximum dry matter production obtained was 14.00 t/ha;
- the accumulation of dry matter by the leaves attends a quadratic equation, for the stems a sigmoide and linear equation for the pods;
- the accumulations of the nutrients were always higher in the leaves than in the stems with the exception of K and Zn;
- the concentration of the nutrients in the leaves, stems and pods, obeyed the following order:

Leaves:

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

Fe(772 ppm) > Mn(311 ppm) > Zn(117 ppm) > B(95 ppm) > Cu(23 ppm).

Stems:

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

Fe(528.08ppm) > Mn(148.41ppm) > B(72.28ppm) > Zn(65.09ppm) > Cu(15.89 ppm).

Pods:

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

Fe(282.24ppm) > B(41.04ppm) > Mn(30.87ppm) > Zn(22.04ppm) > Cu(16.33ppm).

- the total accumulation of nutrients by the entire plant was increased with the age until 112 days except for P, K and B in the leaves and Ca, B and Fe in the stems.
 - the accumulation of nutrients by the plants (mg) at the final growth stage were:
- N(5391.70) > K(4075.26) > Ca(2759.85) > P(986.72) > Mg(667.97) > S(647.01).
- Fe(134.42) > Mn(21.64) > Zn(10.64) > B(8.01) > Cu(3.81).

1. INTRODUÇÃO

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

Sua origem ainda não está suficientemente definida, variando as afirmativas dos especialistas entre as regiões da Ásia e da África.

No século XVI chegou ao Brasil através de colonizadores portugueses, procedentes do continente asiático, nos Estados Unidos, pelos escravos negros advindos do conti-

nente africano, nos fins do século XVII e, posteriormente, irradiou-se em outras regiões.

Existem cultivares de Gergelim com características próprias quanto à produtividade, porte, ramificação, forma, tamanho e cor dos frutos e sementes, cor das flores, resistência à pragas e moléstias, resistência à seca, maturação uniforme, 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).

A cultura do Gergelim possui condições de expansão no nordeste brasileiro, face aos seguintes aspectos:

- a) existem cultivares selecionados em outros países, onde são cultivados em condições de semi-aridez semelhantes às do nordeste;
- b) seu processo de exploração agrícola é relativamente fácil, não exigindo tecnologia sofisticada;
- c) a disponibilidade de mão-de-obra no Nordeste teria mais uma alternativa de ocupação

possibilitando mais uma opção ao agricultor da região, contribuindo para a tão desejada diversificação da produção agrícola;

d) contribuiria para reduzir a ociosidade das indústrias de oleaginosas, pois a capacidade de processamento do parque industrial é superior à oferta de matéria prima;

e) proporcionaria divisas ao nordeste e ao Brasil, graças às possibilidades do mercado externo.

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 lhe confere um rendimento agrícola de 600 kg/ha.

Pesquisas efetuadas por VOSE (1963) e EPSTEIN (1972), evidenciaram as possibilidades de selecionarmos plantas com capacidade diferente de absorver, translocar ou utilizar eficientemente os nutrientes, em função dos inúmeros genótipos formadores de um cultivar.

O presente trabalho, objetiva averiguar o comportamento do cultivar Venezuela, nos seguintes aspectos:

- a) produção de matéria seca;
- b) absorção de nutrientes (nitrogênio, fósforo, enxofre, potássio, cálcio, magnésio, boro, cobre, ferro, manganês e zinco), em diversos estádios de desenvolvimento;
- c) exportação de nutrientes pela colheita.

2. REVISÃO DE LITERATURA

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

Por outro lado, são completamente omissas no que se refere a sua nutrição mineral.

Assim, PAL e BANGARAYY (1958), obtiveram o quadro sintomatológico das carências de nitrogênio, fósforo e potássio, cultivando o gergelim em soluções nutritivas.

BASCONES e RITAS (1961a), obtiveram o quadro sintomatológico das carências de nitrogênio, fósforo, potássio,

cálcio e magnésio cultivando o cultivar Aceitera em solução nutritiva omitindo os elementos. O quadro assemelha-se em muito aos obtidos por outros autores em outras culturas. Analisando as folhas das plantas com sintomas de carências os mesmos autores apresentam como sendo inadequada a concentração de 2,00%N, 0,20%P, 0,88%K, 0,60%Ca e 0,15%Mg, expressos em matéria seca.

BASCONES e RITAS (1961b), estudando a extração de nutrientes por uma cultura de gergelim, cultivar Aceitera, expressa por uma crescente produção de matéria seca, verificaram que o acúmulo foi mais elevado nas cápsulas, seguidos dos caules, folhas e raízes. No final do ciclo foi alcançada uma produção de 10 t/ha de matéria seca, contendo 120 kg de nitrogênio, 32 kg de fósforo e 137 kg de potássio. A relação entre os elementos N:P:K foi de 1,0 : 0,2 : 1,1, produzindo um rendimento de 2.200 kg de sementes por hectare.

Pesquisa conduzida no Brasil por NEPTUNE *et alii* (1962), utilizando o cultivar Venezuela em soluções nutritivas, mostrou que a absorção de nutrientes obedeceu a seguinte ordem crescente P, Mg, S, K, Ca e N. Observou-se, ainda, que o melhor índice de pH nas soluções nutritivas 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 em confronto com outras oleaginosas, o que concorda com os dados de BASCONES e RITAS (1961a). 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.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 1981/1982, no campo experimental pertencente ao Departamento de Agricultura e Horticultura, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo.

O solo foi classificado como Terra Roxa Estruturada, Série "Luiz de Queiroz" (RANZANI *et alii*, 1966), e vem sendo cultivado por anos consecutivos com hortaliças. Os componentes da sua análise química, conforme CATANI *et alii* (1974), encontram-se na tabela 1.

Tabela 1. Resultados da Análise Química do Solo (Amostras - 20 cm de profundidade).

pH (H ₂ O)	C%	Matéria orgânica (%)	PO ₄ ^{3-*}	H ⁺	Teor trocável**			
					K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺
4,9	1,17	2,01	2,63	11,62	0,22	6,02	0,75	0,76

*Solução de H₂SO₄ - 0,05N

** e.mg/100 g de T.F.S.A.

As análises dos micronutrientes evidenciaram os seguintes teores: cobre - 18,53 ppm; ferro - 79,97 ppm; manganês - 93,15 ppm e zinco - 10,38 ppm (Extrator TRITIPLEX V)

O município de Piracicaba situa-se na Região Sudeste do Estado de São Paulo e apresenta as coordenadas geográficas, conforme a Enciclopédia dos Municípios Brasileiros (1957): Latitude Sul 22°41' 31''; Longitude Oeste 47° 38' 01'' e Altitude de 540 metros. O clima é do tipo Cwa - mesotérmico subtropical úmido, com estiagem no inverno, sendo que a temperatura do mês mais quente é superior à 22°C e a do mês mais frio é inferior à 18°C (SETZER, 1966).

Os dados de distribuição hídrica e de tempera

tura durante o período das observações da cultura e, os referentes a anos anteriores, encontram-se na tabela 2.

Tabela 2. Observações Pluviométricas e Termométricas. Período Dezembro/1981 - Abril/1982^{*}.

Meses	Média de 10 anos (Dezembro/71 - Abril/81)		Dezembro/1981 - Abril/1982	
	Precipitação	Temperatura	Precipitação	Temperatura
Dezembro	220	24,2	212	23,6
Janeiro	250	23,7	260	23,2
Fevereiro	210	24,8	221	25,4
Março	135	23,5	132	23,7
Abril	127	25,2	125	26,7

*Fonte - Posto Agrometeorológico do Departamento de Física e Meteorologia - ESALQ/USP, Piracicaba.

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

As sementes de Gergelim (*Sesamum indicum*, L.), foram adquiridas na Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE - TERESINA).

O cultivar é bastante ramificado, com matura

ção uniforme, ciclo de 120-150 dias e de melhor adaptação às condições de clima seco. A planta permanece verde e suas sementes ao amadurecer são de cor castanha clara, com 49,10% de óleo e um peso de mil sementes de 2,84 gramas (CANECHIO e TELLA, 1957; SANTOS, 1980).

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

A emergência das plântulas ocorreu aos 5 dias da semeadura.

Foram semeadas duas fileiras de 20 metros lineares, que após o desbaste (33 dias da semeadura) permaneceram com 4 plantas por metro linear.

Decorridos 28 dias da emergência das plântulas procedeu-se o desbaste (1^a época de amostragem) e, em intervalos regulares de 12 dias, coletou-se órgãos das plantas (folhas, caules e frutos) até 112 dias (frutificação), integrando oito estádios de desenvolvimento do cultivar.

O processo de amostragem foi realizado de tal forma, que houvesse outras quatro plantas competitivas na fileira.

leira (duas de cada lado da planta amostrada).

Para uma melhor visualização, estão expostos na tabe
la 3, os aspectos técnicos e fenológicos do cultivar.

Tabela 3. Aspectos técnicos de ensaio e fenológicos do cul-
tivar (1981/1982).

DATAS	IDADE	COMPORTAMENTOS TÉCNICOS E FE- NOLÓGICOS	AMOSTRAGEM (ÉPOCAS)	PLANTAS AMOSTRADAS/ REPETIÇÃO	CULTIVAR VENEZUELA
11/12/81	-	Semeadura	-	-	-
16/12/81	5	Emergência das plântulas	-	-	-
13/1/82	28	Desbaste <u>1</u> / Altura média das plantas (cm)	I	10	12
25/1/82	40	Filotaxia (folhas)	II	4	Indefinida (Opostas na base, irrê- gular no <u>a</u> pice)
6/2/82	52	Florescimento	III	2	Inicial (algumas flores)
18/2/82	64	Florescimento (cor)	IV	2	muitas flo- res (bran- ca)
2/3/82	76	Florescimento; Frutificação (Tipo)	V	2	muitas flo- res; alguns frutos (cápsula)
14/3/82	88	Florescimento Frutificação (Cor dos frutos)	VI	2	70% flores 30% frutos (verde)
26/3/82	100	Ídem	VII	2	10% flores 90% frutos (verde)
7/4/82	112	Estado das folhas, caules e frutos	VIII	2	verde

1/ Permanência de 1 planta por cova.

Durante a execução do ensaio, o cultivar em estudo mostrou-se vigoroso, não tendo havido necessidade de tratos fitossanitários e irrigação suplementar.

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

As análises químicas para os macronutrientes e micronutrientes, exceto molibdênio e cloro, foram determinadas conforme os métodos descritos por SARRUGE e HAAG (1974).

Os dados foram analisados para:

- análise de variância referente às quantidades de matéria seca, às concentrações e acúmulo dos macronutrientes e micronutrientes, nos órgãos amostrados (folha, caule e fruto), do cultivar Venezuela, conforme as épocas de desenvolvimento da planta;
- ajuste de equações de regressão, para as quantidades de matéria seca, concentração e acúmulo de macronutrientes e micronutrientes, dos órgãos amostrados do cultivar Vene

zuela, bem como os respectivos pontos de mí
nimo, inflexão e máximo (quando existentes).
A escolha das equações recaiu sempre sobre
aquela cujo componente mais elevado foi signii
ficativo aos níveis de 1% e/ou 5% de probabii
lidades.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Crescimento

Os dados sobre o crescimento das plantas, expressos pela acumulação de matéria seca nos órgãos do cultivar, encontram-se na tabela 4, 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 5.

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.

Infer-se daí que o acúmulo de matéria seca na fase vegetativa é mais lento que na final, o que concorda com VIETS (1962), com a cultura da soja. 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 (Tabela 2).

A fase vegetativa (folha + caule), com sua inicial velocidade de acumulação aos 47,20 dias (11,23 g/pl), acelerou-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 e 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, carência 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 se mentes em relação à parte vegetativa e às raízes, varia com a latitude, tipo de solo, clima e cultivar.

Por ocasião da frutificação, a planta acumulou a matéria seca, linearmente, não atingindo o máximo aos 112 dias comportando 123,47 g/pl e/ou 4,938,8 kg/ha (cálculos baseados em 40.000 plantas/ha).

O comportamento dos órgãos amostrados (folhas, caules e frutos) e da planta inteira até aos 112 dias (última amostragem) evidenciou uma curva de crescimento em termos de acumulação de matéria seca, semelhante àquela descrita em BAS CONES & RITAS (1961b).

4.2. 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.

4.2.1. Nitrogênio

A concentração e o acúmulo de nitrogênio, pe los ôrgãos amostrados do cultivar, em função do estágio de de senvolvimento, encontram-se na tabela 6, bem como as respectivas análises de variância.

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

Aos dados de concentração e acúmulo, foram ajus tadas equações de regressão, evidentes na tabela 7.

Para as folhas que apresentaram concentrações de 3,32% aos 44,36 dias(mínima), 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 sigmoidal típica, ca racterística de ôrgão em crescimento (STEWART, 1968). Estes dados estão de acordo com BASCONES & RITAS (1961a), em pesqui sas com a cultura do Gergelim (*Sesamum indicum*, L.), que encontra-ram a maior taxa de frequência nas concentrações de 3,5% ã 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.

A presença do nitrogênio nos caules, condicionou o ajuste de equações do 1º grau, não atingindo a máxima concentração aos 28 dias da emergência das plântulas com 1,48%. A sua acumulação representou-se por uma equação de regressão do 2º grau, com um mínimo aos 36,23 dias (30,33 mg/pl) e até os 112 dias alcançou 698,80 mg/pl e/ou 27,952 kg/ha.

O nutriente contido nos frutos da cultura, evidenciou teores mínimos aos 102,63 dias com 1,29% e máximos aos 88 dias, com 2,09%, 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, não atingindo seu máximo 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.

4.2.2. Fósforo

A concentração e o acúmulo de fósforo pelos órgãos amostrados do cultivar, em função do estágio de desenvol-

vimento, encontram-se na tabela 8, bem como as respectivas análises de variância.

É evidente a significância ao nível de 1% de probabilidades, 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 9.

À 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/planta e, o maior acúmulo ocorreria aos 117,40 dias com 252,96 mg/planta, inferindo-se daí um período crítico de 42,20 dias de intensa acumulação. A quantidade extraída no início 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 acúmulo. 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 9,642 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.

4.2.3. Enxofre

A concentração e o acúmulo de enxofre, pelos órgãos amostrados do cultivar, em função do estágio de desenvolvimento, encontram-se na tabela 10, 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 11.

Nas folhas, a concentração foi máxima calculada aos 64,78 dias com 0,30%, não atingindo o máximo acúmulo até os 112 dias com 125,10 mg/planta, dados estimados por equações de regressão do 2º grau e do 1º grau, respectivamente.

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.

4.2.4. Potássio

A concentração e o acúmulo de potássio, pelos órgãos amostrados do cultivar, em função do estágio de desenvolvimento, encontram-se na Tabela 12, 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 13.

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 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 de 1,86% decorridos 88 dias, com sua acumulação não atingindo o máximo até aos 112 dias, evidenciando 1747,70 mg/planta, valores estimados através das equações de regressão do 1º grau.

4.2.5. Cálcio

A concentração e o acúmulo de cálcio, pelos órgãos amostrados do cultivar, em função do estágio de desenvolvimento, encontram-se na tabela 14, bem como as respectivas análises de variância.

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

Aos dados de concentração e acúmulo, foram ajustadas equações de regressão, expressas na tabela 15.

Nas folhas do cultivar, em função dos estádios de desenvolvimento, a concentração do nutriente condicionou o ajuste da equação de regressão do 3º grau, atingindo um máximo aos 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.

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 os 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 (ANÔNIMO, s.d.).

4.2.6. Magnésio

A concentração e o acúmulo de magnésio pelos órgãos do cultivar, em função do estágio de desenvolvimento, encontram-se na tabela 16, 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 17.

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 e 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 1º grau, não atingindo o seu máximo até os 112 dias da emergência das plântulas, com valor estimado em 215,44 mg/planta.

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 à soja (ANÔNIMO, s.d.).

4.3. Micronutrientes

4.3.1. Boro

A concentração e o acúmulo de boro, pelos órgãos amostrados do cultivar, em função do estágio de desenvolvimento, encontram-se na tabela 18, bem como as respectivas análises de variância.

Os dados revelaram a significância ao nível de 1% de probabilidades para as folhas, caules e frutos.

Aos dados de concentração e acúmulo, foram ajustadas equações de regressão, consoante a tabela 19.

A concentração de boro nas folhas foi máxima aos 100 dias com 95,33 ppm, enquanto sua acumulação foi acelerada aos 76,70 dias com 1,77 mg/planta atingindo o máximo aos 112,87 dias, com 3,62 mg/planta, valores estimados através da equação de regressão do 3º grau. Este período crítico de 36 dias, corresponde às fases de florescimento e frutificação da planta, acumulando 50% das exigências nutricionais. Infer-se daí, que os outros 50% são absorvidos desde a emergência até o ponto de inflexão (76,70 dias), o que se torna prático recomendar, que este nutriente esteja disponível às plantas a partir dos 28 dias.

A concentração máxima nos caules, ocorrida aos 45,62 dias foi de 72,28 ppm e sofreu inflexão aos 73,53 dias com 43,46 ppm, sob ajuste da equação de regressão do 3º grau. A acumulação de boro neste órgão com valores estimados por equação de regressão do 3º grau, após apresentar um máximo aos 52 dias com 0,47 mg/planta, decresceu rápida aos 57,35 dias, com 0,46 mg/planta através do ponto de inflexão estimado, fase coincidente com o início do florescimento.

A acumulação pelos frutos até os 112 dias foi de 3,92 mg/planta, superior àquela absorvida pelas folhas e, foi representada por equação de regressão do 1º grau. A sua concentração também foi linear, apresentando aos 88 dias da emergência das plântulas valores correspondentes a 41,04 ppm.

Por comparação com outras culturas, o gergelim evidenciou concentrações de boro superiores à soja e inferiores ao algodão e amendoim (ANÔNIMO, s.d.)

4.3.2. Cobre

A concentração e o acúmulo de cobre, pelos órgãos amostrados, em função do estágio de desenvolvimento, encontram-se na tabela 20, bem como as respectivas análises de variância.

O teste "F" evidenciou efeitos significativos, ao nível de 1% de probabilidades, para a acumulação do nutrien

te nos órgãos amostrados. A mesma significância ocorreu para a concentração no caule, enquanto que os resultados não diferiram entre si para as concentrações nas folhas e nos frutos.

Aos dados de concentração e acúmulo, foram ajustadas equações de regressão, conforme a tabela 21.

Foram ajustadas equações de regressão do 2º grau, para a concentração e acúmulo do nutriente nas folhas. Aos 71,37 dias da emergência, estimou-se o máximo de concentração em 22,99 ppm, enquanto sua acumulação até os 112 dias foi estimada em 1,30 mg/planta.

A absorção do nutriente, portanto, é crescente com a idade da planta até o período final da amostragem (112 dias), à semelhança do crescimento mensurado em matéria seca, e torna-se prático que o nutriente esteja disponível às plantas desde a época do desbaste (28 dias da emergência).

As equações de regressão do 1º grau são indicativas das concentrações do nutriente nos caules e frutos, assim como na acumulação pelos frutos, que não atingiu o máximo até os 112 dias com 1,54 mg/planta.

Nos caules da planta, foi ajustada equação de regressão do 2º grau para a acumulação do cobre, evidenciando uma absorção de 0,97 mg/planta após 112 dias da emergência, enquanto para a concentração aos 28 dias (15,89 ppm)

ajustou-se equação de regressão do 1º grau.

Nos frutos, a concentração foi de natureza linear apresentando 16,33 ppm aos 88 dias e sua acumulação não atingiu o máximo até os 112 dias com 1,54 mg/planta.

No período de amostragem das plantas, verificou-se a superioridade de acúmulo pelos frutos quando comparados com a parte vegetativa, indicando a mobilidade do nutriente conforme as exigências da planta.

4.3.3. Ferro

A concentração e acúmulo de ferro, pelos órgãos amostrados, em função do estágio de desenvolvimento, encontram-se na tabela 22, bem como as respectivas análises de variância.

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

Aos dados de concentração e acúmulo, foram ajustadas equações de regressão, consoante a tabela 23.

A concentração do ferro nas folhas apresentou-se máxima aos 61,67 dias com 772,46 ppm decrescendo conforme a idade da planta, aos 75,38 dias (P.I.), valores estimados por equação de regressão do 2º grau. Neste órgão, a

acumulação do nutriente foi estudada pelo ajuste da equação de 3º grau, com um ponto de inflexão aos 59,73 dias com 10,61 mg/planta e atingindo um máximo aos 112 dias com 64,70 mg/planta. Infere-se daí que o período crítico é de 52 dias, coincidindo inclusive com o início do florescimento e intensa frutificação.

No caule da planta, a concentração de 528,08 ppm foi alcançado aos 28 dias da emergência, sendo sua acumulação aos 60,77 dias correspondente a 2,46 mg/planta e atingindo um ponto máximo aos 51,96 dias com 2,55 mg/planta. Percebe-se neste órgão amostrado que o ferro teve a mínima acumulação durante o período de desenvolvimento da cultura, sendo estes dados decorrentes do ajuste da equação de regressão do 3º grau.

A concentração e o acúmulo de ferro pelos frutos, ajustados por equações de regressão do 2º grau, evidenciaram seus teores máximos, até os 112 dias da emergência, com 282,24 ppm e um acúmulo correspondente a 67,17 mg/planta. Percebe-se que acúmulo de ferro pelos frutos foi superior àquele das folhas e caule, indicando a translocação do nutriente.

A concentração de ferro na cultura do gergelim apresentou-se significativamente superior àquela encontrada na soja. (ANÔNIMO, s.d.)

4.3.4. Manganês

A concentração e o acúmulo de manganês, pelos órgãos amostrados do cultivar, em função do estágio de desenvolvimento, encontram-se na tabela 24, bem como as respectivas análises de variância.

Os efeitos foram significativos ao nível de 1% de probabilidades para a acumulação do nutriente nos órgãos amostrados, bem como para a concentração nas folhas. Para concentrações nos caules a significância foi de 5% de probabilidades, não diferindo entre si, estatisticamente, a concentração nos frutos.

Aos dados de concentração e acúmulo, foram ajustadas equações de regressão, conforme a tabela 25.

Foram ajustadas equações de regressão de 2º grau para a concentração e acúmulo do manganês nas folhas da planta.

Decorridos 28 dias da emergência das plântulas a concentração nas folhas foi de 311,83 ppm, enquanto seu ponto de máxima acumulação não foi atingido até aos 112 dias com 11,30 mg/planta.

Nos caules, o manganês evidenciou uma concentração de 148,41 ppm aos 28 dias, valor estimado por equa-

ção de regressão do 1º grau, enquanto a acumulação inflexionou-se aos 54,91 dias com 0,81 mg/planta, sendo crescente até os 112 dias de coleta com seu ponto máximo de 6,59 mg/planta. Verifica-se um período crítico de 57 dias, coincidindo com o início do florescimento até a intensa frutificação.

Por ocasião da frutificação, a concentração não foi significativa, sendo ajustada equação de regressão do 1º grau para a respectiva acumulação, não sendo esta atingida no seu ponto máximo até os 112 dias com 3,75 mg/planta. A acumulação pelos frutos através de valores estimados foi menor do que os encontrados nas folhas e/ou nos caules.

A concentração do manganês na cultura do gergelim foi superior àquelas encontradas nas culturas de algodão, soja e inferior aos níveis adequados para o amendoim.

(ANÔNIMO, s.d.)

4.3.5. Zinco

A concentração e o acúmulo de zinco, pelos órgãos amostrados do cultivar, em função do estágio de desenvolvimento, encontram-se na tabela 26, bem como as respectivas análises de variância.

Apenas para a concentração nos frutos, o teste "F" não revelou significância, enquanto para a concentração nas folhas, caules e acúmulo nos órgãos amostrados, os

efeitos foram significativos ao nível de 1% de probabilidades.

Aos dados de concentração e acúmulo, foram ajustadas equações de regressão, conforme a tabela 27.

A presença do nutriente nas folhas condicionou o ajuste de regressão do 2º grau, para a concentração e acúmulo de zinco.

A concentração evidenciou um máximo aos 28 dias de emergência, decrescendo com a idade da planta, enquanto sua acumulação até os 112 dias foi de 2,44 mg/planta.

Nos caules, foi ajustada equação de regressão do 3º grau para a concentração do nutriente, mostrando aos 87,20 dias da emergência, valores máximos estimados em 65,09ppm (fase de 70% florescimento e 30% frutificação).

Os acúmulos de zinco nos caules da planta, ajustou-se equação de regressão do 2º grau, e seu valor estimado em 5,43 mg/planta, foi atingido aos 112 dias da emergência das plântulas.

Nos frutos, a concentração não diferiu entre si nas épocas amostradas, enquanto sua acumulação representou-se por equação de regressão do 1º grau e o seu ponto máximo não foi atingido até os 112 dias, com 2,65 mg/planta.

Percebe-se que a acumulação de zinco nos frutos foi menor do que aquela contida nos caules e maior do que nas folhas.

A concentração encontrada no gergelim apresentou superioridade frente ao nível do algodoeiro. (ANÔNIMO, s. d.)

5. CONCLUSÕES

A produção de matéria seca até os 112 dias foi de 344,40 gramas por planta e/ou 14,00 toneladas/hectare.

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

A concentração de macronutrientes e micronutrientes 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%).

Fe(772,46ppm) > Mn(311,83ppm) > Zn(117,20ppm) > B(95,33ppm) > Cu(22,99ppm).

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

Fe(528,08ppm)>Mn(148,41ppm)>B(72,28ppm)>Zn(65,09ppm)>Cu(15,89ppm)..

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

Fe(282,24ppm)>B(41,04ppm)>Mn(30,87ppm)>Zn(22,04ppm) > Cu(16,33ppm)..

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

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).

Fe(64,70) > Mn(11,30) > B(3,62) > Zn(2,44) > Cu(1,30)..

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

Mn(6,59)> Zn(5,43)>Fe(2,55) > Cu(0,97) > B(0,47)..

fruto: N(1931,10)>K(1747,70)>Ca(528,68)>P(492,69)>S(260,67)>Mg(245,54).

Fe(67,17) > B(3,92) > Mn(3,75) > Zn(2,67) > Cu(1,54)..

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).

Fe(134,42) > Mn(21,64) > Zn(10,54) > B(8,01) > Cu(3,81)..

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

6. LITERATURA CITADA

- ANÔNIMO, s/data. Níveis adequados de nutrientes em algumas culturas. Universidade Federal do Ceará. Centro de Ciências Agrárias. Fortaleza, 1 p. |Resumo|.
- BASCONES, L. e J.L. RITAS, 1961a. La nutrición mineral del ajonjolí. I. Sintomas visuales de deficiencia y diagnóstico foliar. *Agronomia Tropical*, Maracay, 11(1):17-32.
- _____ e _____, 1961b. La nutrición mineral del ajonjolí. II. Extracción total de nutrientes. *Agronomia Tropical*, Maracay, 11(2):93-101.
- CANECHIO, V. e TELLA, R. de 1957. Instruções para a cultura do Gergelim. *O Agrônomo*, Campinas, 9(7/8):13-16.
- CATANI, R.A. e A.O. JACINTHO, 1974. Análise química para avaliar a fertilidade do solo. *Boletim Técnico Científico* nº 37. E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, Brasil, 57p.
- CORDEIRO, D.S., 1977. Efeitos da 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.; J. PESEK e E. SPALDON, 1973. Mineral Nutrition. In: CALDWELL, B.E., ed. *Soybeans: Improvement, production and uses*. Madison, Wisc., American Society of Agronomy. p.267-352.
- EPSTEIN, E., 1972. *Mineral nutrition of plants: principles and perspectives*. John Wiley, New York, London, 412p.
- FAO PRODUCTION YEARBOOK, 1982. Rome, v. 35, 306p.
- GACHON, L., 1972. La cinétique de l'absorption des éléments nutritifs majeurs chez le Tournesol. *Annales Agronomiques* Paris, 23(5):547-566.
- HENDERSON, J.B. e E.J. KRAMPRATH, 1970. Nutrient and dry matter accumulation by soybeans. *Agricultural Technical Bulletin*, North Carolina, Experiment Station, Raleigh, n° 197, 27 p.
- 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. 100p. (Tese de Doutorado).
- MAZZANI, B., 1965. *Mejoramiento del ajonjolí en Venezuela*. Maracay, Ministério de Agricultura y Cria, Centro de Investigaciones Agronômicas. 127p.

- NEPTUNE, A.L.; N.P. SABINO e F.PIVA NETO, 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|.
- PAL, N.L. e BANGARAYYA, M., 1958. Deficiency symptoms in *Sesamum indicum*, L. Central Tobacco Res. Inst., RAJAHMUNDRY, ANDHRA STATE. *Indian Journal Agricultural Science*, New Delhi, 28(4):607-611.
- RANZANI, G.; O. FREIRE e T. KINJO, 1966. *Carta de Solos do Município de Piracicaba*. Piracicaba, ESALQ/USP, Centro de Estudos de Solos. 85p.
- ROBINSON, R.G., 1970. Sunflower data of planting and chemical composition at various growth stages. *Agronomy Journal*, Madison, 62(1): 665-666.
- SANTOS, R.A. dos. 1980. Observações técnico-científicas dos estádios de desenvolvimento da cultura do Gergelim (*Sesamum indicum*, L.). Departamento de Fitotecnia - C.C.A. - U.F.Pi. - 10p.
- SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG, 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ/USP, Departamento de Química. 56p.
- SETZER, J., 1966. *Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo*. São Paulo, Instituto Geológico e Geográfico. 61p.

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 Jr., F.G., 1962. Fertilizers and the efficient use of water. *Advances in Agronomy*, New York, 14:223-264.

VOSE, P.B., 1963. Varietal differences in plant nutrition. *Herbage Abstracts*, Aberystwyth, 33:1-13.

Tabela 4 - 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			76
	g/pl ^{2/}	kg/ha ^{3/}	g/pl	kg/ha	g/pl	kg/ha	g/pl	kg/ha	g/pl	kg/ha
Folha	1,67 ^{4/}	67,00d	2,87d	115,00d	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	1752,50
Continuação										
Órgão	Idade das plantas									
	88			100			112			
	g/pl	kg/ha	g/pl	kg/ha	g/pl	kg/ha	g/pl	kg/ha	g/pl	kg/ha
Folha	20,70bc	828,00bc	57,20a	2288,00a	63,50a	2540,00a	63,92**	63,92**	13,89	555,77
Caulo	40,67c	1626,80c	91,66b	3666,50b	154,77a	6230,55a	171,62**	169,56**	19,63	794,28
Fruto	15,73c	629,50c	55,75b	2230,00b	129,01a	5860,50a	351,42**	351,43**	12,10	484,16
TOTAL	77,10	3084,30	204,61	8184,50	347,28	13931,05	-	-	-	-
Valores										
F										
D.M.S.5/										
C.V.										

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 probabilidades.

Tabela 5 - 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^2	Mínimo (dias)	Inflexão (dias)	Máximo (dias)
Folha	$\hat{Y}_{F1}^{1/} = 6,621 - 0,402 x + 0,00822 x^2$	0,90	24	-	-
	$\hat{Y}_{F2}^{2/} = 264,858 - 16,085 x + 0,328 x^2$	0,91	24	-	-
Caule	$\hat{Y}_{C1}^{1/} = -53,134 + 3,697 x - 0,0780 x^2 + 0,000550 x^3$	0,99	-	47	-
	$\hat{Y}_{C2}^{2/} = -2193,299 + 151,974 x - 3,194 x^2 + 0,0224 x^3$	0,99	-	47	-
Fruto	$\hat{Y}_{Fr1}^{1/} = -405,145 + 4,719 x$	0,97	-	-	-
	$\hat{Y}_{Fr2}^{2/} = -16205,833 + 188,791 x$	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.

Tabela 6 - 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		
	z ^{2/}	mg/pl	3/ kg/ha ^{4/}	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl	kg/ha
Folha	3,60a ^{5/}	60,18e	2,40	3,63a	107,76de	4,31	3,50a	290,70de	11,62	3,41ab	732,00cd	29,28
Caula	1,45a	26,81c	1,07	1,30ab	41,95c	1,67	1,25abc	81,35c	3,25	0,98cd	114,23c	4,56
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
Continuação												
Órgão	Idade das Plantas											
	88			100			112			Valores		
	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl	kg/ha	F	D.M.S. ^{6/}	C.V.
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
Caula	0,82de	332,33b	13,29	0,60ef	541,23a	21,64	0,43f	681,63a	27,26	28,12**	39,58**	0,31
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
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 probabilidades.

Tabela 7 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (r^2), pontos de mínimo, inflexão e máximo (dias), da concentração (%) e do acúmulo de Nitrogênio (mg/planta), nos órgãos do cultivar Venezuela, em função da idade das plantas.

Órgãos	Equações	r^2	Mínimo (dias)	Inflexão (dias)	Máximo (dias)
Folha	$\hat{Y}_c = 7,685 - 0,238 x + 0,00411 x^2 - 0,0000214 x^3$	0,80	44	64	83
	$\hat{Y}_a = -712,631 + 22,093 x$	0,82	-	-	-
Caulo	$\hat{Y}_c = 1,809 - 0,0116 x$	0,93	-	-	-
	$\hat{Y}_a = 182,832 - 8,416 x + 11,611 x^2$	0,99	36	-	-
Fruto	$\hat{Y}_c = 40,796 - 0,769 x + 0,00375 x^2$	0,99	102	-	-
	$\hat{Y}_a = -6273,454 x + 73,255 x$	0,91	-	-	-

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

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

Tabela 8 - 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		
	% ^{2/}	mg/pl ^{3/}	kg/ha ^{4/}	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	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	4,40
Caulo	0,33abc	6,25c	2,50	0,44a	14,36c	0,54	0,35ab	23,20c	0,92	0,26bcd	29,68c	1,13
Fruto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	0,89	15,09	2,85	0,93	30,27	1,20	0,83	57,15	2,27	0,78	129,87	5,18
Continuação												
Órgão	Idade das Plantas											
	88			100			112			Valores		
	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	F	D.M.S. ^{6/}	C.V.
Folha	0,53a	107,59c	4,20	0,36b	301,41a	12,05	0,10c	227,02b	9,08	28,65**	50,33**	0,16
Caulo	0,24bcd	95,02b	3,84	0,22cd	203,66a	8,14	0,14d	227,11a	9,08	11,29**	53,75**	0,13
Fruto	0,30a	47,19c	1,88	0,39a	218,81b	8,75	0,38a	492,69a	19,70	3,87	110,65**	0,09
TOTAL	1,07	250,80	10,00	0,97	723,83	28,94	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 probabilidades.

Tabela 9 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (r^2), pontos de mínimo, inflexão e máximo (dias), da concentração (%) e do acúmulo de Fósforo (mg/planta), nos órgãos do cultivar Venezuella, em função da idade das plantas.

Órgãos	Equações	r^2	Mínimo (dias)	Inflexão (dias)	Máximo (dias)
Folha	$\hat{Y}_c \frac{1}{\quad} = 1,441 - 0,0537 x + 0,000949 x^2 - 0,00000520 x^3$	0,99	45	60	76
	$\hat{Y}_a \frac{2}{\quad} = 149,702 - 9,452 x + 0,183 x^2 - 0,000813 x^3$	0,90	32	75	117
Caule	$\hat{Y}_c = 0,481 - 0,00281 x + 0,0368 x^2$	0,90	-	-	-
	$\hat{Y}_a = 85,561 - 3,865 x + 0,0469 x^2$	0,95	41	-	-
Fruto	$\hat{Y}_c = -3,413 + 0,0727 x - 0,000347 x^2$	0,99	-	-	104
	$\hat{Y}_a = 1913,451 - 52,455 x + 0,355 x^2$	0,98	73	-	-

$\hat{Y}_c$ = concentração em porcentagem.

$\hat{Y}_a$ = acumulação em miligramas por planta.

Tabela 10 - Concentração e acúmulo de enxofre, nos órgãos do cultivar Venezuela, em função do estágio de desenvolvimento das plantas
(Média de 4 repetições)

Idade das Plantas- ^{1/}																					
Órgão	28			40			52			64			76								
	z	mg/pl	3/ kg/ha ^{4/}	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl	kg/ha						
Folha	0,23bc ^{5/}	3,90e	0,15	0,23bc	6,82e	0,27	0,30ab	21,37de	0,25	0,32a	68,55c	2,74	0,30ab	85,04bc	3,40						
Caulo	0,18a	3,61d	0,14	0,18a	6,33d	0,25	0,18a	12,02d	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	33,39	1,35	0,54	94,40	3,77	0,54	123,91	4,95						
Continuação																					
Valores																					
Órgão	88			100			112			F			D.M.S. ^{6/}			C.V.					
	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl	kg/ha	z	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	28,87	1,18	69,44**	0,11	54,32	24,41	29,51
Caulo	0,22a	90,69c	3,62	0,20a	192,11b	7,68	0,16a	259,80a	10,35	8,04**	215,72**	0,05	33,65	13,06	12,32	-	-	-	-	-	-
Fruto	0,19a	31,06c	1,24	0,19a	108,05b	4,32	0,21a	275,80a	11,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	0,65	171,96	6,86	0,61	428,81	17,14	0,56	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 probabilidades.

Tabela 11 - 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	$\hat{Y}_c = 0,0709 + 0,00715 x - 0,0000551 x^2$	0,80	-	-	64
	$\hat{Y}_a = -46,190 + 1,529 x$	0,92	-	-	-
Caule	$\hat{Y}_c = 0,0762 + 0,00416 x - 0,0000289 x^2$	0,58	-	-	71
	$\hat{Y}_a = 113,957 - 5,21 x + 0,0583 x^2$	0,98	44	-	-
Fruto	$\hat{Y}_a = -881,432 + 10,197 x$	0,95	-	-	-

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

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

Tabela 12 - 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	
	z ^{2/}	mg/pl ^{3/}	kg/ha ^{4/}	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl
Folha	3,21ab ^{5/}	53,65b	2,14	3,21ab	92,36b	3,69	3,59a	297,59b	11,90	3,47a	694,56ab
Caula	6,19a	115,23d	4,60	5,62a	181,69cd	7,26	5,50a	357,82cd	14,31	4,51b	524,95cd
Fruto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	9,40	168,88	6,74	8,83	274,05	10,95	9,09	655,41	26,21	7,98	1219,51
Continuação											
Órgão	Idade das Plantas										
	88			100			112			112	
	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl
Folha	2,41bc	499,89ab	19,99	1,98c	1088,84a	43,55	1,08d	694,40ab	27,77	26,34**	7,79**
Caula	1,37c	557,31c	22,29	1,08c	995,35b	39,81	0,95c	1523,59a	60,94	120,11**	26,88**
Fruto	1,83a	288,20c	11,52	1,68a	938,91b	37,55	1,38b	1779,33a	71,17	10,30**	210,40**
TOTAL	5,61	1345,40	63,80	4,74	3023,10	120,91	3,41	3997,32	159,88	-	-
Valores											
	F			D.M.S. ^{6/}			C.V.				
	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl
Folha	2,41bc	499,89ab	19,99	1,98c	1088,84a	43,55	1,08d	694,40ab	27,77	26,34**	7,79**
Caula	1,37c	557,31c	22,29	1,08c	995,35b	39,81	0,95c	1523,59a	60,94	120,11**	26,88**
Fruto	1,83a	288,20c	11,52	1,68a	938,91b	37,55	1,38b	1779,33a	71,17	10,30**	210,40**
TOTAL	5,61	1345,40	63,80	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 da mesma letra, não diferem entre si, estatisticamente.

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

Tabela 13 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (r^2), 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^2	Mínimo (dias)	Inflexão (dias)	Máximo (dias)
Folha	$\hat{Y}_c \frac{1}{c} = 1,332 + 0,0837 x - 0,000770 x^2$	0,93	-	-	54
	$\hat{Y}_a \frac{2}{a} = 261,092 - 28,902 x + 0,850 x^2 - 0,000496 x^3$	0,91	20	57	93
Caulo	$\hat{Y}_c = 1,464 + 0,297 x - 0,00559 x^2 + 0,000257 x^3$	0,97	109	72	35
	$\hat{Y}_a = 348,766 - 11,126 x + 0,182 x^2$	0,97	30	-	-
Fruto	$\hat{Y}_c = 3,539 - 0,0190 x$	0,96	-	-	-
	$\hat{Y}_a = -5210,911 + 62,130 x$	0,99	-	-	-

$\hat{Y}_c \frac{1}{c}$ = concentração em porcentagem.

$\hat{Y}_a \frac{2}{a}$ = acumulação em miligramas por planta.

Tabela 14 - 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			76
	2/	3/	4/							
	mg/pl	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%
Folha	1,45d ^{5/}	24,43d	0,97	1,95cd	56,10d	2,24	1,73d	118,11cd	4,72	2,00cd
									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
									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
									599,11	23,55
									727,59	29,09
Continuação										
Órgão	Idade das Plantas									
	88			100			112			
	2/	3/	4/							
	mg/pl	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	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
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
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
TOTAL	4,69	1145,20	45,80	3,86	2460,10	98,39	3,10	2414,29	96,56	-
									-	-
									-	-
Órgão	Valores									
	F			D.M.S. ^{6/}			C.V.			
	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%	mg/pl	kg/ha	%

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 probabilidades.

Tabela 15 - 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 Venezuella, em função da idade da planta.

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

$\hat{Y}_c$ = concentração em porcentagem.

$\hat{Y}_a$ = acumulação em miligramas por planta.

Tabela 16 - 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		
	z ^{2/}	mg/pl ^{3/}	kg/ha ^{4/}	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl	kg/ha
Folha	0,41ab ^{5/}	6,96c	0,27	0,45ab	12,92c	0,51	0,38bc	26,63c	1,06	0,44ab	95,84b	3,83
Caula	0,31bc	5,89b	0,23	0,44a	14,37b	0,57	0,40ab	25,94b	1,03	0,38ab	44,51b	1,78
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
Continuação												
Órgão	Idade das Plantas											
	88			100			112			Valores		
	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl	kg/ha	z	mg/pl	kg/ha	F	D.M.S. ^{6/}	C.V.
Folha	0,48a	100,30b	4,01	0,43ab	246,12a	9,04	0,31c	202,02a	8,08	9,84**	49,45**	0,07
Caula	0,16de	67,01b	2,60	0,26cd	240,03a	9,60	0,10e	168,72a	6,74	24,77**	19,95**	0,11
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
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 = 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 probabilidades.

Tabela 17 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (r^2), pontos de mínimo, inflexão e máximo (dias), da concentração (%) e do acúmulo de Magnésio (mg/planta), nos órgãos do cultivar Venezucla, em função da idade das plantas.

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

$\hat{Y}_c$ = concentração em porcentagem.

$\hat{Y}_a$ = acumulação em miligramas por plantas.

Tabela 19 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (r^2), pontos de mínimo, inflexão e máximo (dias), da concentração (ppm) e do acúmulo de Boro (mg/planta), nos órgãos do cultivar Venezuella, em função da idade das plantas.

Órgãos	Equações	r^2	Mínimo (dias)	Inflexão (dias)	Máximo (dias)
Folha	$\hat{Y}_c = -604,46 + 49,66 x - 1,27 x^2 + 0,013 x^3 - 0,0000496 x^4$	0,92	-	-	-
	$\hat{Y}_a = 4,710 - 0,267 x + 0,00448 x^2 - 0,0000195 x^3$	0,91	40	76	112
Caule	$\hat{Y}_c = -106,133 + 9,199 x - 0,146 x^2 + 0,000662 x^3$	0,80	101	73	45
	$\hat{Y}_a = -2,503 + 0,158 x - 0,00277 x^2 + 0,0000161 x^3$	0,92	62	57	52
Fruto	$\hat{Y}_c = -73,125 - 0,364 x$	0,72	-	-	-
	$\hat{Y}_a = -11,627 + 0,138 x$	0,99	-	-	-

$\hat{Y}_c$ = concentração em partes por milhão.

$\hat{Y}_a$ = acumulação em miligramas por planta.

Tabela 20 - Concentração e acúmulo de cobre 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		
	2/ ppm	3/ mg/pl	4/ kg/ha	ppm	mg/pl	kg/ha	ppm	mg/pl	kg/ha	ppm	mg/pl	kg/ha
Folha	14,75a	0,02d	0,0008	20,00a	0,05d	0,0020	19,25a	0,13d	0,005	26,75a	0,52c	0,020
Caula	16,50a	0,04c	0,0016	15,00a	0,05c	0,0020	11,00b	0,34bc	0,013	11,00b	0,11c	0,004
Fruto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	31,25	0,06	0,0024	35,00	0,10	0,0040	30,25	0,47	0,018	37,75	0,63	0,024
Continuação												
Órgão	Idade das Plantas											
	88			100			112			Valores		
	ppm	mg/pl	kg/ha	ppm	mg/pl	kg/ha	ppm	mg/pl	kg/ha	ppm	mg/pl	C.V.
Folha	24,25a	0,59c	0,023	19,75a	1,35a	0,054	16,25a	1,02b	0,040	1,34	71,54**	15,92
Caula	8,00bcd	0,48abc	0,019	6,75cd	0,75ab	0,030	4,50d	0,96a	0,038	23,56**	9,74**	3,90
Fruto	16,50a	0,25c	0,010	14,00a	0,77b	0,030	12,50a	1,60a	0,067	3,67	205,17**	4,16
TOTAL	48,75	1,32	0,052	40,50	2,87	0,117	33,25	3,58	0,142	-	-	-

1/ Dias após emergência - desbaste.

2/ ppm = partes por milhão.

3/ mg/pl = 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 (Tukey) - 5% de probabilidades.

Tabela 21 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (r^2), pontos de mínimo, inflexão e máximo (dias), da concentração (ppm) e do acúmulo de cobre (mg/planta), nos órgãos do cultivar Venezuella, em função da idade das plantas.

Órgãos	Equações	r^2	Mínimo (dias)	Inflexão (dias)	Máximo (dias)
Folha	$\hat{Y}_c = 1,896 + 0,587 x - 0,00408 x^2$	0,56	25	-	71
	$\hat{Y}_a = 0,143 - 0,00847 x + 0,000168 x^2$	0,97	-	-	-
Caule	$\hat{Y}_c = 19,680 - 0,135 x$	0,96	-	-	-
	$\hat{Y}_a = 0,366 - 0,0142 x + 0,000175 x^2$	0,87	40	-	-
Fruto	$\hat{Y}_c = 31,000 - 0,166 x$	0,98	-	-	-
	$\hat{Y}_a = -4,740 + 0,0561 x$	0,98	-	-	-

1/ $\hat{Y}_c$ = concentração em partes por milhão.

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

Tabela 22 - Concentração e acúmulo de ferro 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		
	ppm ^{2/}	mg/pl ^{3/}	kg/ha ^{4/}	ppm	mg/pl	kg/ha	ppm	mg/pl	kg/ha	ppm	mg/pl	kg/ha
Folha	30,00 d ^{5/}	0,15e	0,006	320,25cd	0,90e	0,036	760,00b	5,27de	0,210	866,25ab	18,87c	0,754
Caula	579,25a	0,99b	0,039	455,00ab	1,43b	0,057	387,50ab	2,51b	0,100	211,25	2,36b	0,094
Fruto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	609,25	1,14	0,045	757,25	2,33	0,093	1147,50	7,78	0,310	1077,50	21,23	0,848
Continuação												
Órgão	Idade das Plantas											
	88			100			112			Valores		
	ppm	mg/pl	kg/ha	ppm	mg/pl	kg/ha	ppm	mg/pl	kg/ha	ppm	mg/pl	ppm
Folha	718,75b	14,81cd	0,592	595,00bc	34,02b	1,360	1060,75a	67,17a	2,686	25,67**	86,92**	298,23
Caula	68,00c	2,78b	0,111	58,25c	5,23b	0,209	70,25c	11,24a	0,449	11,42**	8,17**	273,33
Fruto	105,50b	1,64b	0,065	79,75b	4,31b	0,172	282,25a	67,17a	2,696	95,29**	2188,03**	44,60
TOTAL	892,25	19,23	0,768	733,00	43,56	1,741	1413,25	145,58	5,821	-	-	-

1/ Dias após emergência - desbaste.

2/ ppm = partes por milhão.

3/ mg/pl = 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 probabilidades.

Tabela 23 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (r^2), pontos de mínimo, inflexão e máximo (dias), da concentração (ppm) e do acúmulo de Ferro (mg/planta), nos órgãos do cultivar Venezuella, em função da idade das plantas.

Órgãos	Equações	r^2	Mínimo (dias)	Inflexão (dias)	Máximo (dias)
Folha	$\hat{Y}_c \frac{1}{=} -2,998,027 + 158,936 x - 2,180 x^2$	0,90	89	75	61
	$\hat{Y}_a \frac{2}{=} -68,581 + 3,809 x - 0,01623 x^2 + 0,000348 x^3$	0,99	-	59	-
Caulo	$\hat{Y}_c = 708,138 - 6,430 x$	0,91	-	-	-
	$\hat{Y}_a = -11,860 + 0,738 x - 0,0124 x^2 + 0,0000681 x^3$	0,95	51	60	69
Fruto	$\hat{Y}_c = 7268,638 - 151,142 x + 0,792 x^2$	0,99	95	-	-
	$\hat{Y}_a = 1821,130 - 39,066 x + 0,208 x^2$	0,99	93	-	-

$\hat{Y}_c$ = concentração em partes por milhão.

$\hat{Y}_a$ = acumulação em miligramas por planta.

Tabela 24 - Concentração e acúmulo de manganês 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			
	2/	3/	4/		ppm	mg/pl	kg/ha		ppm	mg/pl	kg/ha	
Folha	342,25 a	0,56c	0,022	202,50ab	0,58c	0,023	237,25ab	1,67bc	0,066	194,00b	3,83b	0,153
Caula	179,75 a	0,33c	0,013	71,25ab	0,22c	0,008	148,00ab	0,94c	0,037	103,00ab	1,26c	0,050
Fruto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	522,00	0,89	0,035	273,75	0,80	0,031	385,25	2,61	0,103	297,00	5,09	0,203
Continuação												
Órgão	Idade das Plantas											
	88				100				112			
	ppm	mg/pl	kg/ha		ppm	mg/pl	kg/ha		ppm	mg/pl	kg/ha	
Folha	169,25b	3,44bc	0,137	198,25b	11,36a	0,454	165,50b	10,48a	0,419	4,26**	38,91**	136,22
Caula	37,50b	1,50c	0,060	44,75ab	4,06b	0,162	41,25b	6,51a	0,260	3,20*	21,06**	137,26
Fruto	27,25a	0,41c	0,016	30,00a	1,66b	0,066	30,50a	3,91a	0,156	0,23	161,31**	14,23
TOTAL	234,00	5,35	0,213	273,00	17,08	0,682	237,25	20,90	0,835	-	-	-
Valores												
	F				D.N.S. ^{6/}				C.V.			
	ppm	mg/pl	kg/ha		ppm	mg/pl	kg/ha		ppm	mg/pl	kg/ha	
	4,26**	38,91**	136,22	3,14	27,98	29,49						
	3,20*	21,06**	137,26	2,22	67,04	47,83						
	0,23	161,31**	14,23	0,55	24,64	13,99						
	-	-	-	-	-	-						

1/ Dias após emergência - desbaste.

2/ ppm = partes por milhão.

3/ mg/pl = 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.N.S. = diferença mínima significativa (Tukey) - 5% de probabilidades.

Tabela 25 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (r^2), pontos de mínimo, inflexão e máximo (dias), da concentração (ppm) e do acúmulo de manganês (mg/planta), nos órgãos do cultivar Venezuela, em função da idade das plantas.

Órgãos	Equações	r^2	Mínimo (dias)	Inflexão (dias)	Máximo (dias)
Folha	$\hat{Y}_c \frac{1}{=} 481,939 - 7,221 x + 0,0409 x^2$	0,76	88	-	-
	$\hat{Y}_a \frac{2}{=} 1,308 - 0,0661 x + 0,00138 x^2$	0,85	23	-	-
Caulo	$\hat{Y}_c = 189,027 - 1,450 x$	0,65	-	-	-
	$\hat{Y}_a = -4,343 + 0,276 x - 0,00500 x^2 + 0,0000303 x^3$	0,98	-	55	-
Fruto	$\hat{Y}_a = -12,605 + 0,146 x$	0,97	-	-	-

$\hat{Y}_c \frac{1}{=} =$ concentração em partes por milhão.

$\hat{Y}_a \frac{2}{=} =$ acumulação em miligramas por planta.

Tabela 26 - Concentração e acúmulo de zinco 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
	2/ ppm	2/ mg/pl	2/ kg/ha ^{4/}	ppm	mg/pl	kg/ha	ppm	mg/pl	kg/ha	64
Folha	82,50a	0,13d	0,005	74,25ab	0,20d	0,008	52,25bc	0,35cd	0,014	40,25c
Caulo	121,00a	0,36c	0,014	93,50ab	0,63c	0,025	52,25b	0,90bc	0,036	38,25b
Fruto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	203,50	0,49	0,019	167,75	0,93	0,033	104,50	1,25	0,040	78,50
Continuação										
Órgão	Idade das Plantas									
	88			100			112			112
	ppm	mg/pl	kg/ha	ppm	mg/pl	kg/ha	ppm	mg/pl	kg/ha	112
Folha	42,50c	0,87c	0,034	49,25bc	2,81a	0,112	32,50c	2,05b	0,082	6,53**
Caulo	50,75b	2,65b	0,106	38,00b	4,93a	0,197	38,75b	5,06a	0,202	10,23**
Fruto	22,00a	0,33c	0,013	21,75a	1,33b	0,053	21,25a	2,73a	0,107	0,03
TOTAL	115,25	3,85	0,153	109,00	9,07	0,362	92,50	9,84	0,393	-
Valores										
	F			D.M.S. ^{6/}			C.V.			
	ppm	mg/pl	kg/ha	ppm	mg/pl	kg/ha	ppm	mg/pl	kg/ha	
Folha	6,53**	57,49**	55,64	0,58	39,42	24,44				
Caulo	10,23**	22,55**	136,56	1,84	59,16	35,86				
Fruto	0,03	47,01**	8,10	0,69	18,93	23,94				
TOTAL	-	-	-	-	-	-				

1/ Dias após emergência - desbaste.

2/ ppm = partes por milhão.

3/ mg/pl = 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 (Tukey) - 5% de probabilidades.

Tabela 27 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (r^2), pontos de mínimo, inflexão e máximo (dias), da concentração (ppm) e do acúmulo de zinco (mg/planta), nos órgãos do cultivar Venezucla, em função da idade das plantas.

Órgãos	Equações	r^2	Mínimo (dias)	Inflexão (dias)	Máximo (dias)
Folha	$\hat{Y}_c^{1/} = 206,013 - 3,749 x + 0,0206 x^2$	0,92	90	-	-
	$\hat{Y}_a^{2/} = 0,135 - 0,00804 x + 0,000255 x^2$	0,91	15	-	-
Caulo	$\hat{Y}_c^3 = 932,917 - 32,260 x + 0,397 x^2 - 0,00162 x^3$	0,95	75	81	87
	$\hat{Y}_a^2 = 1,109 - 0,0443 x + 0,000740 x^2$	0,95	30	-	-
Fruto	$\hat{Y}_a = -8,550 + 0,100 x$	0,99	-	-	-

$\hat{Y}_c^{1/}$ = concentração em partes por milhão.

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