

CONTRIBUIÇÃO À FISIOLOGIA DA NUTRIÇÃO MINERAL NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA SOJA (*Glycine max.* L. Merrill).

Victor Hugo da Silva e Souza

Departamento de Biologia. Centro de Ciências Naturais e Exatas. UFSM. Santa Maria, RS.

Nelcindo Nascimento Terra

Departamento de Tecnologia e Ciências dos Alimentos. Centro de Ciências Rurais. UFSM. Santa Maria, RS.

Osmar Souza dos Santos

Departamento de Fitotecnia. Centro de Ciências Rurais. UFSM. Santa Maria, RS.

RESUMO

O presente trabalho objetivou, estudar o acúmulo de matéria seca e a absorção de nutrientes pela soja (*Glycine max.* L. Merrill). Três variedades (Bragg, IAS-2 e Santa Rosa) tiveram seu comportamento fisiológico observado em três tipos de solo (Santa Maria, São Pedro e Vacacaí), do Rio Grande do Sul.

Na primeira parte do trabalho procurou-se avaliar o comportamento das variedades, determinando-se a variação de peso fresco, peso seco e percentagens de proteína bruta, obtendo-se informes sobre amostragens, idade da planta, estádios de desenvolvimento e ciclo vegetativo. Na segunda parte, observou-se teores de absorção de alguns macro e micronutrientes e suas amplitudes.

Nas partes aéreas houve acúmulo de macro e micronutrientes, não se observando, entretanto, grandes oscilações nas quantidades de elementos absorvidos. O fósforo foi absorvido contínua e constantemente até a formação da semente. Quanto ao potássio, observou-se uma absorção completa antes da maturação, enquanto que o cálcio e o magnésio foram se acumulando gradualmente.

SUMMARY

SOUZA, V.H.S.; TERRA, N.N. and SANTOS, O.S., 1979. Contribution to the Physiology of Mineral Nutrition in the Growth and Development of Soybean (*Glycine max.* L. Merrill). *Ciência e Natura*(1):121-136.

The aim of this work was to study the accumulation of dry material and absorption of nutrients by soybean. Three varieties (Bragg, IAS-2 and Santa Rosa) had their physiological behavior observed in three kinds of soil (Santa Maria, São Pedro and Vacacaí) of Rio Grande do Sul.

In the first stage of the work we seek to estimate the

behavior of the varieties, ordering the variation of fresh-weight, dry-weight and the percentage of water, obtaining informations about samples. age of the plant, stages of development, vegetative cycle and productiveness. In the second stage, we observed the percentage of absorption of some macro and micronutrients and their amplitudes, calculating their simple correlations and equations of significant regressions.

In aerial portions there were accumulations of macro and micronutrients, but do not observing great oscillations in quantity of absorbed elements. Phosphorus (P) was continually and constantly absorbed, until the formation of the seed. We observed that potassium (K) was completely absorbed before maturation, whereas calcium(Ca) and Magnesium (Mg) were gradually accumulated.

INTRODUÇÃO

Por ser a soja uma leguminosa influenciada pela latitude, temperatura, umidade e outras condições do meio, sua produção depende, entre outros fatores, de um bom suprimento de nutrientes no solo.

EPSTEIN (2) diz que, plantas de variedades diferentes da mesma espécie, crescendo lado a lado no mesmo solo, em condições idênticas apresentam, com frequência, grandes variações na sua composição mineral. Tais diferenças não indicam necessariamente, que a variedade com quantidades maiores de algum elemento nas suas folhas tenha um mecanismo mais eficiente para a absorção ou a translocação, podendo indicar somente que a variedade tem um sistema radicular maior ou mais finamente ramificada e, por conseguinte, explora o solo mais eficientemente.

Dados quantitativos sobre concentrações de nutrientes em várias partes da planta nos seus sucessivos estádios de desenvolvimento e a influência de diferentes fatores nesta concentração são fornecidos pelos trabalhos de EPSTEIN (2), HAMMOND (3), HANWAY & WEBER (4), HENDERSON & KAMPRATH (5), deMOOY et al (1) e SCOTT & ALDRICH(12).

No Brasil, MALAVOLTA et al (6), MASCARENHAS (7), MIYASAKA (9) e SANTOS (11) observaram o comportamento de diferentes variedades de soja em diferentes ambientes, informando sobre o acúmulo de matéria seca, curso de absorção e distribuição de nutrientes nos estádios de desenvolvimento e produção de soja.

O objetivo do presente trabalho foi obter dados sobre o acúmulo de matéria seca, percentagens de proteína bruta, absorção e amplitudes de alguns macro e micronutrientes durante o crescimento e desenvolvimento de três variedades de soja em três solos diferentes nas mesmas condições de temperatura, umidade e luminosidade.

MATERIAL E METODOS

Condições do Meio

Dos experimentos desenvolvidos em Santa Maria, cidade situada na "Depressão Central" do Rio Grande do Sul, foram selecionadas três variedades de soja e cultivadas em três unidades de mapeamento de solo, Santa Maria (SM), São Pedro (SP) e Vacacaí (V) cujas características são mostradas nas Tabelas I e II. Os fatores meteorológicos são encontrados na Figura 1.

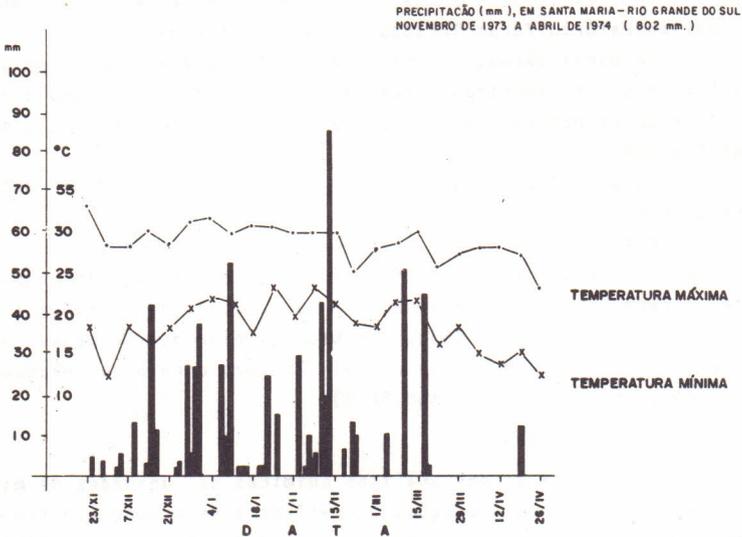


Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm), Temperaturas máxima e mínima em Santa Maria - RIO GRANDE DO SUL, no período de 23 de novembro de 1973 a 26 de abril de 1974.

Delineamento e Parcelas Experimentais

Utilizou-se o delineamento de blocos completos casualizados com quatro repetições e três variedades como tratamento.

As amostras, constituídas da parte aérea das variedades, foram coletadas em intervalos de duas semanas no período compreendido entre 23 de novembro de 1973 a 26 de abril de 1974.

Variedades Estudadas

Optou-se pelas variedades 'Bragg', 'IAS-2' e 'Santa Rosa', variedades de soja recomendadas para cultivo no Rio Grande do Sul.

Características Estudadas

Procurou-se determinar as seguintes características: informações sobre amostragens, idade das plantas e estágio

de desenvolvimento das três variedades em três solos diferentes;
a variação de peso seco e peso fresco;
a percentagem de proteína bruta na matéria seca dos legumes das três variedades, da floração até a colheita, e,
os teores de sete elementos minerais na parte aérea das três variedades nos três solos.

Análises de Laboratório

As plantas coletadas na primeira hora da manhã foram cortadas a cinco centímetros acima do solo e colocadas em sacos de papel. No laboratório foram lavadas, secadas e pesadas.

Da parte aérea, constituída da planta total acima do solo, a partir da quinta amostra, foram separadas flores e legumes para a determinação de percentagens de proteína bruta, efetuadas pelo método de Kjeldahl.

Para o preparo da solução mineral foi utilizado o método descrito por SOUZA (14).

Das hastes e folhas foram feitas análises de sete elementos minerais, segundo as seguintes técnicas: o cálcio, o magnésio, o cobre, o ferro e o zinco pela leitura em espectrofotômetro de absorção atômica (PERKIN-ELMER 303), o fósforo, colorimetricamente pelo vanadato-molibdato, e o potássio, pela leitura direta da solução em fotômetro de Chama (ZEISS - mod.PF-5).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros das análises químicas das unidades de mapeamento de solos após as adubações corretivas e de manutenção são mostrados nas Tabelas I e II e indicam que os solos Santa Maria (SM) e Vacacaí (V) oferecem algumas vantagens, quais sejam, maior retenção de água e melhor controle de erosão.

Os dados da Figura 1, da temperatura e precipitação pluviométrica ocorridas durante o ciclo 1973-74, indicam que o período sazonal foi favorável durante o ciclo da soja, sem excessos de chuvas, sendo considerado um ano normal para a produção. Ocorreu, porém, uma deficiência pluviométrica no plantio, prejudicando o crescimento das plantas. A precipitação ocorrida de 21/12/73 a 15/02/74 foi bastante esparsa, favorecendo a floração.

A Tabela III nos dá informações sobre amostragens, idade das plantas e estágio de desenvolvimento das três variedades de soja 'Bragg', 'IAS-2' e 'Santa Rosa', nas três unidades de mapeamento de solos: Santa Maria (SM), São Pedro (SP) e Vacacaí (V), em Santa Maria, local onde foram conduzidos os experimentos. Todas receberam as mesmas intensidades de temperatura, precipitação pluviométrica e lumi

TABELA I. ANÁLISE QUÍMICA DOS SOLOS ANTES DA INSTALAÇÃO DO PRIMEIRO ENSAIO COM SOJA*.

Unidade de mapeamento de solo	pH 1:1	P ppm	K ppm	M.O. %	Al ⁺⁺⁺ me/100g	Mn ppm	N.C. ** t/ha
Santa Maria (SM)	4,7	2,2	73	5,2	2,44	5,2	11,6
São Pedro (SP)	4,7	5,5	40	4,5	1,68	4,7	9,0
Vacacaí (V)	4,9	8,3	50	4,3	1,16	3,7	3,9

* Dados obtidos do Laboratório de Análises de Solo do Departamento de Agricultura. C.C.R. - UFSM.

**Necessidade de Calcário determinada pelo método SMP, modificada segundo MIELNICZUK et al (8).

TABELA II. ANÁLISE QUÍMICA DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO DE SOLOS APÓS AS ADUBAÇÕES CORRETIVAS E DE MANUTENÇÃO NA DATA DA INSTALAÇÃO DOS EXPERIMENTOS (23/11/73)*.

Parâmetros	Santa Maria(SM)	São Pedro(SP)	Vacacaí (V)
pH (em água, 1:1)	5,5	6,2	6,4
% de matéria orgânica	3,8	2,5	3,7
Fósforo (ppm)	-	-	-
(Método de Mehlich)	7,5	9,0	9,0
Potássio (mE/100g)	-	-	-
(Método de Mehlich)	6,9	6,9	5,3
Cálcio + Magnésio (mE/100g)	-	-	-
(extração com KCl)	4,2	1,7	1,3
% de saturação de alumínio	-	-	-
(extração com KCl)	2,44	1,68	1,16

* Dados obtidos do Laboratório de Análises de Solo do Departamento de Agricultura. C.C.R. - UFSM.

TABELA III. DATA DAS ANOSTRAGENS, IDADE E ESPALHO DE DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DE TRÊS VARIEDADES DE SOJA: 'BRAGG', 'IAS-2' E 'SANTA ROSA' EM TRÊS UNIDADES DE MAPEAMENTO DE SOLOS, SANTA MARIA(SM), SÃO PEDRO (SP) E VACCAÍ (V), EM SANTA MARIA, RS (1923/73).

Epoca da coleta da amostra (dias)	Idade das plantas (dias)	E S T A D I O D E D E S E N V O L V I M E N T O																		
23/11/73	-	- Data de semeadura.																		
07/12/73	14	- Plantas com 10-12 cm de altura.																		
21/12/73	28	- Plantas bem desenvolvidas.																		
04/01/74	42	Santa Maria (SM)																		
18/01/74	56	'Bragg'	'IAS-2'	'Santa Rosa'	'Bragg'	São Pedro(SP)	'IAS-2'	'Santa Rosa'	'Bragg'	Vaccai (V)	'IAS-2'	'Santa Rosa'								
01/02/74	70	- Floreção inicial.	- 50% floreção inicial.	- vegetativo.	- Floreção inicial.	- 50% floreção inicial.	- vegetativo.	- Floreção inicial.	- 50% floreção inicial.	- vegetativo.	- Floreção inicial.	- 50% floreção inicial.	- vegetativo.	- Floreção inicial.	- 50% floreção inicial.	- vegetativo.	- Floreção inicial.	- 50% floreção inicial.	- vegetativo.	- Floreção inicial.
15/02/74	84	- Completa florescência e aparecimento de algumas vagens.	- Vagens plenamente visíveis.	- 50% floreção inicial.	- Muitas flores e aparecimento das primeiras vagens.	- Completa florescência, 54 vagens em desenvolvimento.	- Muitas flores e algumas vagens.	- Muitas flores e algumas vagens.	- 95 vagens em desenvolvimento.	- 110 vagens completas e algumas flores.	- Vagens em desenvolvimento.	- Início da florescência.								
01/03/74	98	- 132 vagens em desenvolvimento.	- 155 vagens em desenvolvimento.	- Completa florescência.	- 56 vagens em desenvolvimento.	- 84 vagens completas e algumas flores.	- 105 vagens em desenvolvimento.	- 120 vagens em desenvolvimento.	- 142 vagens completas e secas.	- 95 vagens em desenvolvimento.	- 110 vagens completas e algumas flores.	- Algumas flores.								
15/03/74	112	- 106 vagens com feijões tomando forma.	- 104 vagens completamente desenvolvidas.	- 146 vagens em desenvolvimento.	- 148 vagens em desenvolvimento.	- 115 vagens em desenvolvimento.	- 105 vagens em desenvolvimento.	- 88 vagens em desenvolvimento.	- 209 vagens em desenvolvimento.	- 210 vagens em desenvolvimento.	- 210 vagens em desenvolvimento.									
29/03/74	126	- 95 vagens bem desenvolvidas, queda de folhas.	- 91 vagens completas e vagens não desenvolvidas.	- 215 vagens, folhas começam a cair.	- 97 vagens bem desenvolvidas.	- 116 vagens bem desenvolvidas e com feijões verdes.	- 279 vagens em desenvolvimento.	- 99 vagens em desenvolvimento.	- 143 vagens completas e 10 em desenvolvimento.	- 366 vagens em desenvolvimento.										
12/04/74	140	- 95 vagens maduras.	- 85 vagens maduras.	- 140 vagens em desenvolvimento.	- 120 vagens maduras e 48 n/desenvolv.	- 161 vagens completas e secas.	- 142 vagens completas e secas.	- 93 vagens em desenvolvimento.	- 144 vagens completas e 100 vagens secas e 53 n/desenvolv.	- 231 vagens em desenvolvimento.										
26/04/74	154	- 87 v. completas e 92 cas, 14 n/desenv.	- 85 vagens completas e secas, 9 n/desenv.	- 162 vagens completas e 16 n/desenvolv.	- 86 v. maduras e 82 cas, 13 n/desenv.	- 161 vagens completas e secas.	- 206 vagens completas e secas.	- 69 vagens completas e 9 n/desenvolv.	- 197 vagens completas e secas.											

nosidade, mostrando que as variedades se desenvolveram com a mesma taxa de crescimento, com graduais diferenças de desenvolvimento e que estas diferenças aumentam com a época, confirmando os trabalhos de HANWAY & WEBBER (4).

As Tabelas IV, V e VI indicam o acúmulo de matéria fresca e matéria seca da parte aérea das variedades estudadas, mostram que o peso seco das plantas foi similar em todas as variedades, sob as condições deste experimento de campo, que o aumento de peso continuou por todo o período mesmo na época da queda das folhas compensado por novas folhas e carboidratos translocados para o desenvolvimento das sementes confirmando os trabalhos de HANWAY & WEBBER (4), HENDERSEN & KAMPRATH (5), MASCARENHAS (7), DeMOOY, PESEK & SPALDON (1) e SCOTT & ALDRICH (12).

As percentagens de proteína bruta encontradas na matéria seca dos frutos da soja mostram um aumento constante até a colheita, nas três variedades e nos três solos diferentes. Das amostras constituídas de três repetições de cada tratamento, vê-se que na média das variedades os teores pouco se modificaram, embora todas as plantas tenham recebido os mesmos tratamentos, quer de manutenção quer de radiação solar (Tabela VII).

Os resultados de concentração de nutrientes são mostrados nas Tabelas VIII, IX e X.

Paralelamente à produção de matéria seca, a absorção de nutrientes é rápida durante os estágios iniciais. Mais tarde a concentração de nutrientes geralmente decai, mostrando que a maior parte irá se localizar nas sementes maduras, por translocação.

As amplitudes encontradas mostram que os teores mínimos e máximos para o fósforo, o potássio, o cálcio, o magnésio, o ferro, o cobre e o zinco foram respectivamente, 0,07-1,00%; 0,20-2,30%; 0,700-1,009%; 0,305-0,471%; 111-793ppm; 6,3-22,6ppm e 6,0-42,0ppm.

Na emergência o fósforo, o potássio e o ferro são rapidamente translocados das sementes para as plântulas, mostrando curvas de absorção muito semelhantes. O período da grande demanda começa antes da floração, continuando até o completo desenvolvimento, com a formação das vagens. É observada a diluição desses elementos após a floração, com um comportamento fisiológico idêntico em todas as variedades estudadas.

Com o avanço da idade fisiológica, os teores de fósforo e de potássio são mais baixos, porém, o cálcio e o magnésio diminuem muito pouco, mostrando sua pouca mobilidade no interior da planta, confirmando os trabalhos de HAMMOND (3), segundo o qual, as folhas caídas apresentavam teor elevado de cálcio e magnésio e baixo teor

TABELA IV. MATÉRIA FRESCA E MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA DAS VARIEDADES DA SOJA 'BRAGG', 'IAS-2' E 'SANTA ROSA' NA UNIDADE DE MAPEAMENTO DE SOLO SANTA MARIA (SM), NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO.

Epoca da Coleta da amostra	' BRAGG '		' IAS-2 '		' SANTA ROSA '	
	Materia fresca (g)	Matéria seca (g)	Matéria fresca (g)	Matéria seca (g)	Matéria fresca (g)	Matéria seca (g)
07/12/73	0,68	0,28	0,86	0,20	0,43	0,20
12/12/73	4,89	0,75	5,38	0,73	5,16	1,00
04/01/74	38,15	7,64	32,07	5,59	41,67	7,59
18/01/74	65,55	13,20	60,92	12,40	61,18	11,75
01/02/74	97,13	22,93	138,39	32,64	102,38	22,99
15/02/74	91,45	22,47	176,77	44,88	109,69	25,07
01/03/74	161,13	61,61	284,74	74,61	300,80	51,79
15/03/74	239,90	66,06	206,20	51,77	418,90	88,09
29/03/74	250,05	78,39	116,66	52,40	278,16	81,24
22/04/74	123,40	69,58	115,37	68,60	222,92	65,45
26/04/74	85,48	45,30	93,98	54,92	139,33	77,63

TABELA V. MATÉRIA FRESCA E MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA DAS VARIEDADES DA SOJA 'BRAGG', 'IAS-2' E 'SANTA ROSA' NA UNIDADE DE MAPEAMENTO DE SOLO SÃO PEDRO (SP), NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO.

Epoca da Coleta da amostra	' BRAGG '		' IAS-2 '		' SANTA ROSA '	
	Matéria fresca (g)	Matéria seca (g)	Matéria fresca (g)	Matéria seca (g)	Matéria fresca (g)	Matéria seca (g)
07/12/73	0,86	0,25	1,16	0,18	0,64	0,15
21/12/73	6,79	1,00	6,23	1,02	5,59	0,78
04/01/74	64,51	10,73	40,40	7,22	56,14	8,85
18/01/74	101,52	17,79	85,36	8,46	104,66	19,79
01/02/74	96,84	24,07	158,06	39,36	116,72	27,81
15/02/74	109,23	27,07	128,42	33,27	153,46	36,89
01/03/74	109,96	24,94	157,47	42,34	402,89	96,91
15/03/74	387,70	87,49	339,80	95,74	254,30	55,51
29/03/74	158,79	53,44	170,56	64,79	219,20	63,70
12/04/74	152,81	57,26	172,85	77,48	234,92	66,72
26/04/74	140,03	58,15	140,03	98,19	139,75	74,60

TABELA VI. MATÉRIA FRESCA E MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA DAS VARIEDADES DA SOJA 'BRAGG', 'IAS-2' e 'SANTA ROSA' NA UNIDADE DE MAPEAMENTO DE SOLO VACACAI (V), NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO.

Epoca da Coleta da amostra	' BRAGG '		' IAS-2 '		' SANTA ROSA '	
	Matéria fresca (g)	Matéria seca (g)	Matéria fresca (g)	Matéria seca (g)	Matéria fresca (g)	Matéria seca (g)
07/12/73	0,64	0,17	1,32	0,24	0,31	0,15
21/12/73	6,89	0,76	6,29	0,92	4,16	0,71
04/01/74	32,04	4,97	35,45	6,23	26,25	4,83
18/01/74	46,49	9,45	77,66	13,21	58,00	11,29
01/02/74	183,37	41,03	101,78	21,63	127,65	26,00
15/02/74	157,19	39,13	126,56	27,39	180,15	40,07
01/03/74	255,93	61,73	201,24	46,43	286,14	63,58
15/03/74	237,10	54,14	301,40	74,85	437,90	90,10
29/03/74	257,38	85,61	140,02	43,20	353,35	93,85
12/04/74	243,56	83,40	130,35	74,04	321,73	92,87
26/04/74	72,02	45,68	99,71	63,14	174,70	104,88

TABELA VII. PERCENTAGENS DE PROTEÍNA BRUTA ENCONTRADAS NA MATÉRIA SECA DOS LEGUMES DA SOJA NAS TRÊS VARIETADES E NOS TRÊS SOLOS ESTUDADOS*.

Época da Coleta da amostra	Solo Santa Maria (SM)			Solo São Pedro (SP)			Solo Vacacaí (V)		
	'Bragg'	'IAS-2'	'Santa Rosa'	'Bragg'	'IAS-2'	'Santa Rosa'	'Bragg'	'IAS-2'	'Santa Rosa'
01/02/74	-	-	-	-	-	-	-	15,17	-
15/02/74	-	18,40	-	18,76	18,16	-	17,37	15,38	18,82
01/03/74	21,51	22,50	16,11	20,11	20,97	15,61	21,77	20,97	19,99
15/03/74	26,97	26,47	20,01	25,87	28,57	18,82	26,72	29,65	22,07
29/03/74	30,15	31,43	27,39	30,98	29,88	24,00	27,96	29,98	26,21
12/04/74	31,76	31,85	30,69	30,63	30,05	27,74	30,43	30,87	29,60
26/04/74	31,22	34,76	33,27	33,79	35,74	36,76	33,82	35,76	30,03

* Análises efetuadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da U.F.S.M.

TABELA VIII. CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA DA VARIEDADE DE SOJA 'BRAGG'
 NOS TRÊS SOLOS: SANTA MARIA(SM), SÃO PEDRO(SP) E VACACAI(V).

Epoca da Coleta da amostra	P (%)			K (%)			Ca (%)			Mg (%)			Fe (ppm)			Cu (ppm)			Zn (ppm)		
	(SM)	(SP)	(V)	(SM)	(SP)	(V)	(SM)	(SP)	(V)	(SM)	(SP)	(V)	(SM)	(SP)	(V)	(SM)	(SP)	(V)	(SM)	(SP)	(V)
07/12/73	0,93	0,83	0,65	1,32	1,11	1,68	1,00	0,95	0,03	0,43	0,30	0,39	493	525	336	20,0	22,6	10,7	20,0	11,3	13,0
21/12/73	0,87	0,73	0,25	0,66	0,94	1,88	0,95	1,01	0,96	0,39	0,44	0,44	287	518	486	11,4	10,1	09,1	15,3	26,9	27,7
04/01/74	0,41	0,50	0,12	1,37	2,15	2,20	1,01	1,01	1,00	0,46	0,45	0,46	299	442	392	16,9	16,9	10,1	24,6	24,0	13,0
18/01/74	0,45	0,30	0,12	0,50	1,78	1,08	0,98	1,00	1,00	0,41	0,41	0,43	256	348	287	16,6	13,3	11,4	25,0	32,9	25,8
01/02/74	0,72	0,32	0,70	0,55	0,55	1,49	0,93	0,99	1,00	0,42	0,46	0,45	199	172	208	12,2	13,7	06,3	17,6	21,1	22,8
15/02/74	0,80	0,53	0,52	0,55	0,93	2,30	1,00	1,00	1,00	0,44	0,41	0,41	153	177	250	14,0	10,7	10,5	17,7	28,1	29,2
01/03/74	0,30	0,30	0,30	0,53	0,61	0,94	1,00	1,01	1,01	0,43	0,40	0,45	186	196	392	11,0	10,5	13,7	20,6	18,8	25,1
15/03/74	0,50	0,40	0,25	0,42	0,79	0,73	1,00	1,00	1,00	0,42	0,41	0,42	170	213	392	16,9	12,0	09,8	17,3	23,7	31,7
29/03/74	0,37	0,36	0,22	0,43	0,22	0,52	0,86	0,86	0,90	0,33	0,40	0,40	132	237	305	12,5	10,7	12,0	20,6	21,1	23,4
12/04/74	0,30	0,10	0,26	0,20	0,20	0,20	0,81	0,80	0,80	0,33	0,35	0,35	474	208	297	15,0	09,4	10,3	20,3	15,3	21,9
26/04/74	0,31	0,10	0,25	0,23	0,23	0,29	0,75	0,81	0,80	0,36	0,36	0,31	334	223	246	14,2	12,0	11,8	24,0	21,9	28,1

TABELA IX. CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA DA VARIEDADE DE SOJA 'IAS-2'
NOS TRÊS SOLOS: SANTA MARIA(SM), SÃO PEDRO(SP) E VACACAÍ(V).

Epoca da Coleta da amostra	P(%)			K(%)			Ca(%)			Mg(%)			Fe(ppm)			Cu(ppm)			Zn(ppm)		
	(SM)	(SP)	(V)	(SM)	(SP)	(V)	(SM)	(SP)	(V)	(SM)	(SP)	(V)	(SM)	(SP)	(V)	(SM)	(SP)	(V)	(SM)	(SP)	(V)
07/12/73	1,00	0,70	0,70	1,22	1,03	1,88	0,99	0,81	0,93	0,47	0,43	0,47	793	237	348	15,0	18,9	13,7	25,1	15,8	30,4
21/12/73	0,93	0,70	0,75	0,83	1,58	1,85	1,00	1,00	0,98	0,45	0,40	0,46	311	275	250	08,2	11,1	14,0	23,4	26,4	20,5
04/01/74	0,26	0,18	0,49	1,22	2,10	0,75	1,01	1,01	0,99	0,46	0,46	0,47	293	299	256	13,7	10,1	13,0	28,1	20,0	29,9
18/01/74	0,55	0,28	0,87	0,88	2,30	1,14	0,98	0,98	0,93	0,45	0,45	0,44	184	397	268	10,5	10,5	18,0	26,4	15,3	14,7
01/02/74	0,73	0,21	0,89	0,90	1,68	1,13	1,00	1,00	0,76	0,44	0,45	0,43	189	172	180	08,5	15,3	11,2	38,3	15,8	13,8
15/02/74	0,87	0,14	0,16	0,83	1,41	1,91	1,00	1,01	1,00	0,43	0,45	0,42	153	237	201	09,2	10,1	16,9	22,3	23,4	20,5
01/03/74	0,90	0,13	0,33	0,46	1,63	0,78	1,00	1,01	0,99	0,43	0,45	0,45	191	189	299	14,5	14,0	12,7	19,1	25,1	17,3
15/03/74	0,25	0,16	0,62	0,23	1,68	1,03	1,01	1,01	1,00	0,43	0,43	0,44	189	311	317	09,8	12,0	16,6	24,6	42,0	14,7
29/03/74	0,28	0,13	0,40	0,20	0,68	0,52	1,01	1,01	0,95	0,38	0,35	0,37	247	220	448	15,5	16,6	12,4	26,6	34,7	36,4
12/04/74	0,43	0,38	0,27	0,20	0,27	0,42	0,85	0,81	0,85	0,34	0,34	0,35	337	436	401	09,2	11,8	14,3	33,4	18,3	17,8
26/04/74	0,28	0,15	0,15	0,29	0,32	0,25	0,85	0,75	0,80	0,31	0,32	0,32	283	336	312	12,8	09,4	12,7	17,6	14,7	20,5

TABELA X. CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA DA VARIEDADE DE SOJA 'SANTA ROSA'
 NOS TRÊS SOLOS: SANTA MARIA(SM), SÃO PEDRO(SP) E VACACAI(V).

Epoca da Coleta da amostra	P(%)			K(%)			Ca(%)			Mg(%)			Fe(ppm)			Cu(ppm)			Zn(ppm)		
	(SM)	(SP)	(V)	(SM)	(SP)	(V)	(SM)	(SP)	(V)	(SM)	(SP)	(V)	(SM)	(SP)	(V)	(SM)	(SP)	(V)	(SM)	(SP)	(V)
07/12/73	0,93	0,73	0,56	0,93	1,00	1,68	0,96	0,97	0,80	0,39	0,40	0,38	380	317	423	16,0	20,3	17,9	18,8	26,8	16,5
21/12/73	0,83	0,73	0,76	0,75	1,03	1,43	0,73	1,00	1,00	0,43	0,40	0,45	111	250	250	09,8	11,7	10,5	15,6	20,5	25,0
04/01/74	0,83	0,21	0,66	0,82	1,30	0,94	1,01	1,00	1,00	0,44	0,42	0,44	299	280	209	07,2	16,6	07,7	26,9	27,6	28,4
18/01/74	0,81	0,22	0,73	1,34	2,30	1,32	1,00	1,00	1,00	0,44	0,40	0,40	311	311	373	14,3	10,7	07,7	27,0	27,7	18,8
01/02/74	0,87	0,09	0,20	0,90	0,95	1,50	1,01	1,01	1,00	0,44	0,44	0,45	189	176	345	10,5	15,3	10,3	33,4	14,1	10,4
16/02/74	0,93	0,12	0,15	0,81	1,13	1,73	1,01	1,00	1,00	0,44	0,40	0,40	177	153	317	10,1	12,4	12,0	22,3	17,6	06,0
01/03/74	0,10	0,09	0,98	0,98	2,18	2,20	1,00	1,01	1,01	0,44	0,45	0,42	208	232	392	08,5	12,4	18,6	41,0	20,0	35,0
15/03/74	0,10	0,12	0,39	1,22	2,30	0,67	0,91	1,01	0,96	0,43	0,55	0,47	150	201	290	15,5	12,4	12,1	11,0	28,7	17,3
29/03/74	0,28	0,23	0,27	0,32	1,00	0,87	1,01	1,01	1,00	0,33	0,32	0,36	201	147	208	09,8	10,1	16,6	26,3	38,8	19,3
12/04/74	0,33	0,10	0,20	0,71	0,66	0,20	0,80	0,91	0,85	0,35	0,50	0,38	263	366	311	08,6	11,7	20,6	25,1	17,6	15,8
26/04/74	0,33	0,07	0,11	0,22	0,66	0,22	0,70	0,80	0,76	0,31	0,33	0,32	161	200	278	11,9	18,9	14,0	26,4	24,6	14,1

de fósforo e potássio.

A translocação dos nutrientes para o desenvolvimento das amostras leva a um severo esgotamento do nutriente em outras partes da planta. Isto está de acordo com os resultados de HAMMOND (3), HANWAY & WEBBER (4), MALAVOLTA e outros (6), DeMOODY e outros (1) e SCOTT & ALDRICH (12).

Para os demais elementos as concentrações foram constantes e estáveis até a colheita, mostrando um paralelismo entre o desenvolvimento da soja e sua composição química elementar. Tanto os macro como os micronutrientes estudados mostraram estar dentro das amplitudes citadas na literatura, confirmando, EPSTEIN (2), MASCARENHAS (7), MIYASAKA & MASCARENHAS (9) e SMALL & OHLROGGE (13).

CONCLUSÕES

1. O acúmulo de matéria seca nos diversos estádios de desenvolvimento apresentou uma taxa constante em cada variedade, mas diferente entre variedades apesar de estarem na mesma localidade em solos diferentes com temperatura, umidade e luminosidade idênticas à cultura da soja.

2. Nas partes aéreas houve acúmulo de macro e micronutrientes, não se observando grandes oscilações nas quantidades de elementos absorvidos.

3. Os níveis dos elementos minerais na soja associam-se ao órgão, à fase de desenvolvimento e às características de mobilidade do próprio elemento.

4. Os teores dos elementos estudados na soja estavam dentro dos limites citados na literatura.

5. O fósforo foi absorvido contínua e constantemente até a formação da semente; para o potássio observou-se uma absorção completa antes da maturação; entretanto o cálcio e o magnésio foram-se acumulando gradualmente.

6. A matéria seca dos frutos da soja continua a aumentar até a maturação, mostrando um acúmulo na porcentagem de proteína bruta.

7. Ulteriores estudos sobre a nutrição mineral da soja são necessários para se obter melhores dados de relações entre o conteúdo de nutrientes dos frutos e tecido foliar.

AGRADECIMENTOS

Aos Professores George Hall, Hélio Brenner e Thereza Grassioli que auxiliaram na concretização deste trabalho.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. DeMOOY, C.J.; PESEK, J. & SPALDON, E. Soybeans: Improvement, Production and Uses. *Agronomy* (16). Ed. B.E. Caldwell p.267, 1973.
2. EPSTEIN, E. *Mineral Nutrition of Plants : Principles and Perspectives*. Wiley International Edition, p.63, 1972.
3. HAMMOND, L.C. Rate of Nutrient Uptake by Soybeans on two Iowa Soils. *Ames. Iowa*. 104pp (M.S. Thesis, Iowa State University), 1949.
4. HANWAY, J.J. & WEBBER, C.R. Dry Matter accumulation in eight Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) varieties. *Agron.J.* 63: 227-270, 1971.
5. HENDERSEN, J.B. & KAMPRATH, E.J. Nutrient and dry matter accumulation by soybeans. North Carolina Agric. Exp. Sta. 27p. (*Tech. Bull.* 197) 1970.
6. MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; DE MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In.: *Nutrição Mineral a Adubação de Plantas Cultivadas*. Ed. *Pioneira*. São Paulo. p.558:581, 1974.
7. MASCARENHAS, H.A.A. Acúmulo de matéria seca, absorção e distribuição de elementos, durante o ciclo vegetativo da soja. Campinas. Instituto Agronômico. *Bol. Téc.* 6: 1-48, 1973.
8. MIELNICZUK et al. Recomendações de Adubo e Cálcareo para os solos e culturas do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, UFRGS. *Bol. Téc.* 2: 29, 1969.
9. MIYASAKA, S. & SILVA, J.G. da. Melhoramento da Soja II. Melhoramento por hibridação. *Bragantia, Campinas*, 17(16): 213-224, 1958.
10. MIYASAKA, S. & MASCARENHAS, H.A.A. Nutrição Mineral da Soja. In.: *A Soja no Brasil Central*. Ed. *Fundação Cargill*. p. 57-83, 1977.
11. SANTOS, O.S. dos. & VIEIRA, C. Comportamento de dez variedades de soja em diferentes ambientes do Estado do Rio Grande do Sul. *Rev. Experimentiae, Viçosa*, 20(4): 89-116, 1975.
12. SCOTT, W.O. & ALDRICH, S.R. Fertilizer for Soybeans. In: *Modern Soybean Production*. Ed. S. & A. Publication. Illinois, p.67-99, 1970.
13. SMALL, Jr., H.G. & OHLROGGE, A.J. Plant analysis as an aid in fertilizing Soybeans and greamts. In: Walsh, L.M., ed. *Soil testing and plant analysis*. Madison, *Soil Science of America*. p. 315-327, 1973.
14. SOUZA, V.H.S. Variações no teor de alguns elementos minerais nas folhas e frutos de Café (*Coffea arabica* L. var. 'Mundo Novo'). *Rev. Ceres, Viçosa*, 22(123), 1975.

Recebido em outubro, 1979; aceito em outubro, 1979.