

PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA NA SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill  
EM PRESENÇA DE FERTILIZANTES\*.

D.S. CORDEIRO \*\*  
J.R. SARRUGE \*\*\*  
H.P. HAAG \*\*\*  
G.D. DE OLIVEIRA \*\*\*

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido visando atingir o seguinte objetivo: produção de matéria seca em presença de fertilizantes aplicados ao solo.

Para verificar os parâmetros propostos, foi instalado um fatorial  $3^3$  com três repetições em solo da série Guamium, em Piracicaba usando-se a cultivar IAC-2. Foram aplicados no sulco os seguintes níveis de NPK: 0, 20 e 40 kg de N por ha; 0, 60 e 120 kg de  $P_2O_5$  por ha; 0, 30 e 60 kg de  $K_2O$  por ha. Foram coletadas amos-

---

\* Entregue para publicação em 25/02/80. Parte da Tese de doutoramento apresentada pelo primeiro autor à E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

\*\* Centro Nacional de Pesquisa de Soja, EMBRAPA, Londrina, PR.

\*\*\* Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

tras de plantas para determinação da matéria seca em intervalos de 21 dias, a partir da emergência até a queda parcial das folhas aos 105 dias de idade. O peso da matéria seca proveniente dos grãos da produção de cada unidade experimental também foi determinado.

#### Conclusões:

- a) os tratamentos com NPK afetaram o crescimento das plantas;
- b) a maior velocidade do crescimento ocorreu em torno dos 61 dias de idade da planta;
- c) a produção de grãos foi afetada somente pelas doses de fósforo aplicados ao solo.

#### INTRODUÇÃO

A produção de matéria seca, em presença de fertilizantes aplicados ao solo, tem fornecido subsídios interessantes como indicador do crescimento das plantas.

Assim, Cartter, Hopper & Togari, citados por HOWELL (1960), mostraram que o peso total da matéria seca e as concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio, continuam a aumentar até o período próximo à maturação. Depois desses períodos começa a haver um decréscimo no peso total da planta, ocorrendo o mesmo em relação ao peso das sementes.

HENDERSON & KAMPRATH (1970), utilizando um solo arenoso, verificaram que o acúmulo de matéria seca atinge seu ponto máximo aos 110-120 dias após a semeadura. A absorção máxima para os macronutrientes ocorre em torno dos 110 - 120 dias.

HANWAY & WEBER (1971) verificaram que a acumulação de

matéria seca nas diferentes partes das plantas de oito variedades são semelhantes.

No Brasil, MASCARENHAS (1972) constatou que entre 60 e 80 dias ocorre maior acúmulo de matéria seca na planta. O peso de matéria seca de vagens e sementes continua aumentando até a maturação, enquanto que na parte vegetativa, há diminuição após os 80 dias, devido às migrações dos nutrientes para as vagens e sementes e também pela queda de folhas. Diz ainda o autor que a maior intensidade de absorção de macronutrientes ocorre durante o período de 60 a 80 dias, que compreende o fim do período de florescimento, até o início da formação de vagens. Verificou ainda que mais de 50% da quantidade de matéria seca total são fornecidas aos 80 dias, bem como mais de 50% do total de potássio, cálcio, magnésio e enxofre acumularam-se durante este período. O nitrogênio e o fósforo, somente, alcançaram este valor no período compreendido entre 100 e 120 dias.

A curva de acumulação de nutriente, obtida por HANWAY & WEBER (1971), mostra que aproximadamente 40% do nitrogênio, 45% do fósforo e 40% do potássio são absorvidos antes de começar a formação de grãos, quando as partes vegetativas da planta estão no período de máxima absorção. Este mesmos autores estudaram a acumulação de matéria seca nas diferentes partes da planta, em condições de casa de vegetação, sob diferentes tratamentos com fertilizantes. Verificaram também que moderadas aplicações de fósforo e potássio, provocou pequeno acréscimo no peso das diversas partes da planta e na produção de grãos. Por outro lado, aplicações pesadas de KCl reduziram significativamente o peso das plantas e a produção de sementes. Os vários níveis de adubação nitrogenada aumentaram a produção de plantas não inoculadas.

Foi verificado por deMOOY *et alii* (1973) que no início do crescimento, a absorção de nutrientes é relativamente maior do que a acumulação de matéria seca, causando como consequência, uma elevada concentração dos mesmos. Em estádios posteriores, quando se inicia a translocação dos nutrientes para as sementes, a concentração, nos vários tecidos, começa a decrescer.

Os estudos básicos de nutrição mineral desta leguminosa são escassos, o que leva a pressupor que muitas informações devem ser obtidas para que se possa adubar racionalmente a cultura.

O presente trabalho foi desenvolvido para se obter a seguinte informação: efeito da adubação com níveis de nitrogênio, fósforo e potássio, no crescimento e produção da soja.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um solo da série Guamium (RANZANI *et alii* 1966), situada no município de Piracicaba, SP. Como delineamento experimental usou-se um fatorial  $3^3$  com três repetições, constituído dos seguintes tratamentos:

Elemento	Dose (kg/ha)			Fontes
N	0	20	40	Sulfato de amônio
P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0	60	120	Superfosfato triplo
K (K <sub>2</sub> O)	0	30	60	Cloreto de potássio

Além da adubação nitrogenada, as sementes foram inoculadas com *Rhizobium* específico. A interpretação da análise de solo indicam a necessidade da aplicação de 2,7 t de calcário dolomítico por hectare, que foram adicionados a lavoura após a lavra e incorporado ao solo na operação de gradeação.

O adubo foi colocado no sulco, do lado e abaixo da semente, sendo que todo o fósforo e potássio foram adicionados por ocasião do plantio. O nitrogênio, com um terço na semeadura, e dois terços quarenta e cinco dias após a emergência.

A variedade utilizada foi a IAC-2 de hábito de crescimento indeterminado. Amostras de plantas foram colhidas em intervalos de 21 dias a partir da emergência até a queda parcial das folhas, aos 105 dias de idade. O material coletado foi seco em estufa a 60-70°C, até peso constante.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

*Peso da matéria seca*

As médias de três repetições dos resultados obtidos do acúmulo de matéria seca (folha + hastes) em função da idade das plantas (em dias após a emergência) com três níveis de adubação, NPK, estão relacionados na Tabela 1.

A análise estatística dos resultados do peso da matéria seca aparece na Tabela 2.

Os dados do teste de Tukey aplicado à média dos resultados, obtidos da produção de matéria seca, estão na Tabela 3.

Os resultados mostram que a média do tratamento  $N_2P_0K_0$  deu menor produção de matéria seca que a média dos tratamentos que continham doses de 40 kg/ha de N, 120 kg/ha de  $P_2O_5$ , em presença de 30 a 60 kg/ha de  $K_2O$ . Quanto ao tratamento contendo 40 kg de N por ha ter fornecido produção inferior a testemunha, embora sem significância estatística, presume-se que tal efeito tenha sido provocado pela ineficiência para o desenvolvimento da cultura. Efeitos negativos da aplicação de nitrogênio no solo, para cultura de soja, foram constatados por ROSS (1960), deMOOY (1966), MIYASAKA *et alii* (1966), HANWAY & WEBER (1971) e RUBES (1974). Além desse fator, pode-se acrescentar o desequilíbrio nutricional da planta provocado pela ausência do fósforo e potássio no tratamento.

Aplicaram-se equações de regressão para se avaliar o crescimento da planta, até o fim de seu ciclo, com base no acúmulo de matéria seca, em intervalos de vinte e um (21) dias, a partir da emergência, até o desfolhamento parcial das plantas (105 dias). O grau da regressão foi escolhido pelo maior valor significativo, tendo como limite o 3º grau.

As médias estimadas do acúmulo de matéria seca, ponto de máximo acúmulo e ponto de inflexão, em relação a idade da planta, estão na Tabela 4 e na Figura 1.

Tabela 1 - Produção de matéria seca em função da idade das plantas sob três níveis de adubação, NPK, aplicados ao solo (Média de três repetições)

Tratamentos NPK	Peso da Matéria seca (g) por planta DIAS				
	21	42	63	84	105
000	0,48	3,60	12,57	23,91	21,83
001	0,41	3,09	13,57	25,80	17,93
002	0,41	3,32	14,18	21,29	23,41
010	0,53	4,17	11,84	26,74	19,64
011	0,48	3,64	11,97	28,00	29,07
012	0,52	3,93	11,11	18,96	19,00
020	0,55	4,90	15,68	24,07	27,17
021	0,60	5,33	17,89	30,00	27,54
022	0,56	3,85	11,31	26,56	20,12
100	0,43	3,20	11,90	24,71	27,91
101	0,36	2,78	10,48	23,00	22,84
102	0,40	3,01	15,00	23,13	27,98
110	0,55	3,90	14,26	30,26	31,05
111	0,55	4,44	18,16	27,07	28,46
112	0,45	3,03	12,55	26,60	26,32
120	0,56	4,42	17,23	26,68	32,01
121	0,55	3,62	13,86	28,27	17,47
122	0,58	4,21	14,30	26,33	25,90
200	0,42	3,00	11,01	18,95	13,93
201	0,47	3,71	11,80	20,82	30,01
202	0,46	3,62	13,46	23,00	33,02
210	0,57	3,93	16,00	20,06	31,23
211	0,52	3,67	16,67	25,18	21,75
212	0,53	3,82	10,04	19,69	30,57
220	0,53	4,27	17,37	29,50	27,47
221	0,64	4,41	17,08	31,90	32,60
222	0,58	4,12	15,70	25,60	40,63

Tabela 2 - Análise da variância do peso de matéria seca em função da idade da planta e de três níveis de adubação, NPK aplicados ao solo

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Fatorial	26	1.446,07	55,61	2,23*
Épocas	4	44.946,62	11.236,65	451,76**
Fatorial x época	104	2.258,74	24,87	n.s.
Resíduo	270	8.696,21	32,20	-
Total	404	57.675,65	-	-

C.V. = 40,84%

Tabela 3 - Médias de cinco épocas e três repetições do peso da matéria seca em relação aos tratamentos

Média dos tratamentos NPK em Gramas de Matéria seca					
222	17,33a	020	14,47ab	121	12,75ab
221	17,32a	122	14,27ab	010	12,59ab
021	16,27ab	102	13,90ab	002	12,52ab
120	16,18ab	112	13,80ab	202	12,51ab
110	16,00ab	000	13,67ab	022	12,48ab
220	15,83ab	100	13,62ab	001	12,16ab
111	15,73ab	201	13,26ab	101	11,89ab
210	15,35ab	211	13,36ab	012	10,71ab
011	14,63ab	212	12,96ab	200	9,46 b

Tukey 5% = 7,76

Tabela 4 - Pontos estimados de máximo acúmulo e inflexão do peso da matéria seca em função da idade da planta

Pontos estimados	Idade da Planta (dias)	Peso da matéria seca (g)
Ponto de máximo	96,86	27,25
Ponto de inflexão	61,63	13,66

$$Y = 14,39497 - 1,19196 X + 2,87196 \cdot 10^{-2} X^2 - 1,55310 \cdot 10^{-4} X^3$$

$$R^2 = 99,89$$

$$Y = 14,39497 - 1,19196 X + 2,87196 \cdot 10^{-2} X^2 - 1,55310 \cdot 10^{-4} X^3$$

$$R^2 = 99,89$$

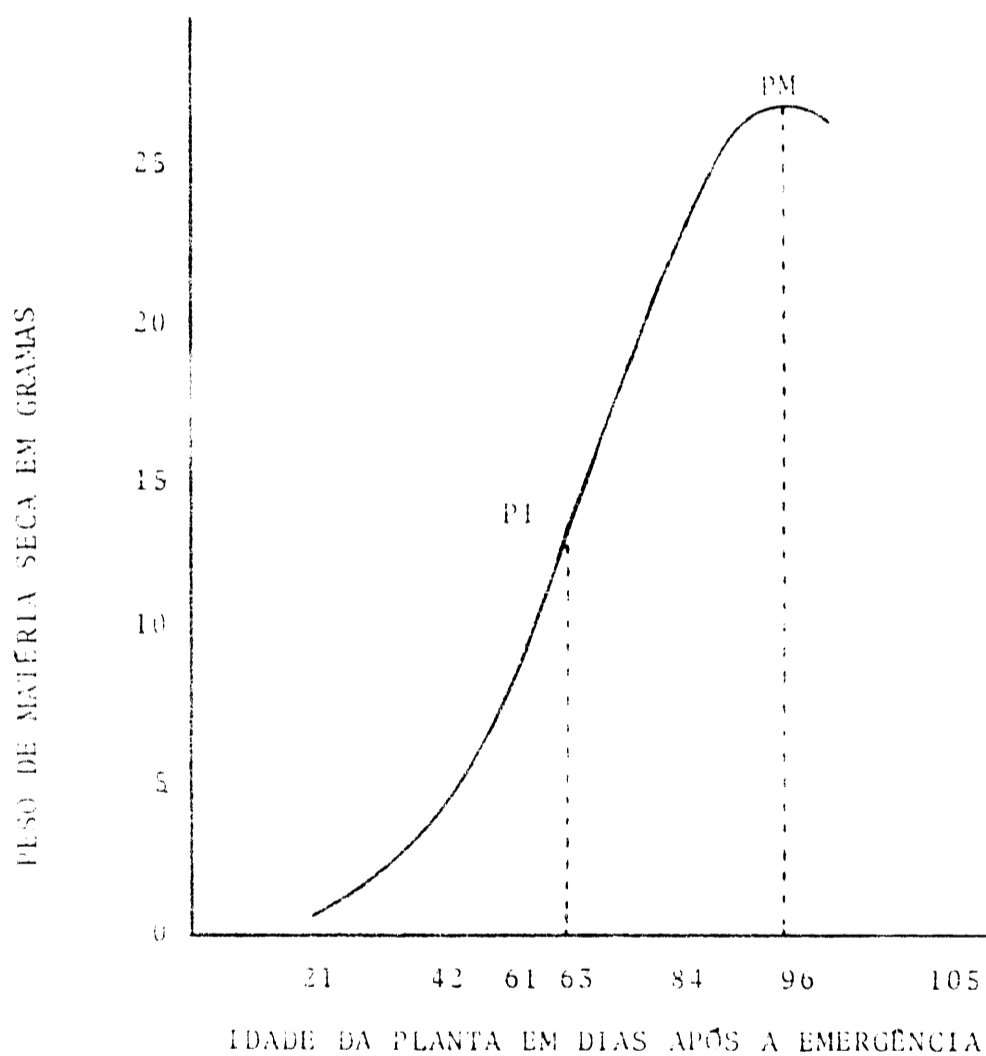


Figura 1 - Pontos de máximo acúmulo e ponto de inflexão do peso da matéria seca de plantas de soja em função da idade.



*Produção de grãos*

A produção de grãos, da parcela útil (9,60m<sup>2</sup>) de cada tratamento, foi pesada, e os valores encontrados, convertidos à peso de grãos, com 13% de umidade. Os resultados estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Produção de grãos de soja, em gramas da parcela útil (9,60m<sup>2</sup>) em função dos tratamentos NPK (Média de três repetições)

NPK	MÉDIAS (g)	NPK	MÉDIAS (g)	NPK	MÉDIAS (g)
000	1,146	100	1,498	200	1,346
001	1,313	101	1,546	201	1,280
002	1,293	102	1,390	202	1,473
010	1,545	110	1,650	210	1,426
011	1,446	111	1,520	211	1,646
012	1,366	112	1,526	212	1,538
020	2,017	120	1,706	220	1,596
021	1,623	121	1,490	221	1,727
022	1,786	122	1,456	221	1,713

Os resultados da produção de grãos, submetidos a análise estatística, estão apresentados na Tabela 6.

A análise mostra que houve efeito somente para as doses de fósforo aplicadas. Para os tratamentos com nitrogênio e potássio, e para as interações, não houve efeito significativo na produção.

O resultado do teste de TUKEY, aplicado às médias dos tratamentos com fósforo, aparece abaixo:

<u>Nível de Fósforo</u>	<u>Produção Média</u>
P <sub>0</sub>	1,388 a
P <sub>1</sub>	1,518 ab
P <sub>2</sub>	1,686 b
	(TUKEY) 5% = 0,185

Tabela 6 - Análise da variância dos resultados da produção de grãos de soja

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
N	2	0,0003	0,0002	N.S.
P	2	1,1561	0,5181	7,23**
K	2	0,0192	0,0096	N.S.
NP	4	0,4824	0,1206	N.S.
NK	4	0,2995	0,0574	N.S.
PK	4	0,1964	0,0591	N.S.
NPK	8	0,3602	0,4050	N.S.
Blocos	2	0,1609	0,0805	N.S.
Resíduo	52	4,1600	0,0800	N.S.
Total	80	6,7650	-	-

C.V. = 18,50%

Pode-se observar, pelos resultados, que houve aumento significativo na produção das plantas com dose de 120kg de  $P_2O_5$  por hectare, em relação à média das plantas, sem fósforo (testemunha).

Este resultado era esperado uma vez que o solo onde foi localizado o ensaio continha um teor de fósforo em torno de 0,08 e.mg de  $PO_4^{3-}$  / 100g de solo, considerado baixo, segundo GARGANTINI *et alii* (1970).

## CONCLUSÕES

Os tratamentos com NPK afetaram o crescimento das plantas de soja; a maior velocidade de crescimento ocorreu ao redor dos 61 dias de idade da planta; a produção de grãos foi afetada somente pelas doses de fósforo aplicadas.

## SUMMARY

INFLUENCE OF LEVELS OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM APPLIED TO SOIL ON GROWTH AND YIELD OF SOYBEAN (*Glycine max* (L.) MERRILL).

This study was conducted with the objective of determining the effects of levels of nitrogen, phosphorus and potassium applied to soil on growth and yield of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill).

A 3<sup>3</sup> factorial experiment with three replications was performed. The experimental area was located at Piracicaba (ESALQ), the soil belonging to the Guamium series. IAC-2, an indeterminate soybean cultivar, was used. N, P and K were applied in the rows at the levels of 0, 20 and 40 kg/ha (N), 0, 60 and 120 kg/ha (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), and 0, 30 and 60 kg/ha. (K<sub>2</sub>O). Plant samples were taken at 21 days intervals starting at emergence and continuing until partial fall of the leaves (105 days after emergence).

The following conclusions were reached: N, P and K had effect on the growth the soybean plants; the plants had their highest rate of growth 61 days after emergence; the production of grains was affected only by the levels of phosphorus applied to the soil

## LITERATURA CITADA

- De MOOY, C.J.; PESEK, J.; SPALDON, E., 1973. Mineral nutrition In: CALDWELL, B.E., **Soybean: Improvement, production and uses**, Madison, American Society of Agronomy 9:267-334.
- GARGANTINI, H.; COELHO, F.A.S.; VERLENGIA, F.; SOARES, S., 1970. **Levantamento de fertilidade dos solos do Estado de São Paulo**, Campinas, IAC, 32p.
- HANWAY, J.J.; WEBER, C.R., 1971. Accumulation of N, P and K by soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) plants. **Agronomy Jour.** 63: 406-408.

- HANWAY, J.J.; WEBER, C.R., 1971. N, P and K percentages in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) plant parts. **Agronomy Jour.** 63: 286-290.
- HANWAY, J.J.; WEBER, C.R., 1971a. Dry matter accumulation in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) plants as influenced by N, P and K fertilization. **Agron. Jour.** 63: 263-266.
- HENDERSON, J.B.; KAMPRATH, E.J., 1970. Nutrient and dry matter accumulation by soybeans. **N.C. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.** n<sup>o</sup> 197.
- HOWELL, R.W., 1960. Physiology of the soybean. **Advances in Agronomy** 12: 265-309.
- MASCARENHAS, A.A.A.; MIYASAKA, S., 1968. Efeito de doses crescentes de calcário, fósforo e potássio em solo latossolo roxo com vegetação de cerrado recém desbravado. **Bragantia** 27(25): 279-289.
- ROSS, J.P., 1959. Nitrogen fertilization on the response of soybeans infected with *Heterodera glycines*. **Soils and Fertilizers**, 1960 (23).
- RUBES, L., 1974. The effect of nitrogen and molybdenum on nodule formation in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) **Soils and Fertilizers** (34): 10.
- WELCH, C.D.; CALDWELL, A.C., 1962. Soybeans chlorosis from heavy fertilization. **Agronomy Jour.** 54: 425-427.
- WELCH, C.D.; HALL, N.S.; NELSON, W.L., 1949. Utilization of fertilizer and soil phosphorus by soybeans. **Soil Sci. Amer. Proc.** 14: 231-235.