

## O IMPACTO DO SUBSÍDIO GOVERNAMENTAL SOBRE A UTILIZAÇÃO DE FERTILIZANTES CALCÁREO E FÓSFORO NA PRODUÇÃO DE SOJA.

The Impact of Governmental Subsidy on the Utilization of  
Fertilizer: Lime and Phosphorous in Soybean Production.

Paulo H. Kirst\* e Vincent Cusumano\*\*

### RESUMO

O presente trabalho mede o impacto do subsídio governamental sobre a utilização do calcário e fósforo na produção de soja. Utilizando o método de regressão múltipla, foi estimada uma função de produção. Analisando os resultados obtidos através dos princípios teóricos da economia da produção, chegou-se à conclusão que a máxima produção de soja (3.300 kg/Ha) é obtida com 8.348 kg/Ha de calcário e com 431 kg/Ha de  $P_2O_5$ . Considerando os preços dos insumos e produto para o mês de junho de 1975, as quantidades de insumos utilizados para obtenção da máxima eficiência econômica diminuem e o fósforo torna-se anti-econômico. Com a política governamental de subsidiar ao fósforo em 40%, os resultados indicam que uma utilização é econômica ao nível de 79,3 kg/Ha. Consequentemente, se estimou o efeito do subsídio sobre a renda agrícola e os custos. Os cálculos revelam que o lucro adicional para o agricultor seria entre Cr\$ 43,00 a Cr\$ 50,00 por hectare de soja.

### SUMMARY

The objective of this study was to estimate the impact of the present government program that subsidizes fertilizer prices in the amount of 40 percent of purchase price. A quadratic production function was estimated, utilizing the least squares technique of multiple regression analysis. These results were then interpreted using principles of production economics. Maximum technical efficiency was estimated at 3.300 Kilograms per hectare and was obtained when 8,348 Kg of lime and 432 Kg of  $P_2O_5$  were used per hectare. However, when market prices were considered, maximum economic efficiency levels decreased and the use of  $P_2O_5$  could not be economically justified.

On the other hand, considering the 40 percent governmental subsidy, the use of  $P_2O_5$  became justifiable. It was estimated that the impact of the 40 percent subsidy was to increase  $P_2O_5$  use by 79.3 kg/Ha. Additional income and costs that would also result from greater fertilizer use and increased soybean production were also estimated.

---

\* Professor de Economia Rural do Departamento de Educação Agrícola e Extensão Rural.

\*\* Professor Visitante do Departamento de Educação Agrícola e Extensão Rural e Economista Agrícola do Projeto "Oswaldo Aranha" — UNDP/FAO/BRA — 69/533.

## INTRODUÇÃO

Uma vez mais, o governo brasileiro leva ao agricultor um novo programa de subsídio. Em março de 1975, foi instituído o programa de subsídios no preço dos fertilizantes. Com este programa, o governo criou uma nova sistemática para a concessão de subsídios no preço dos fertilizantes, utilizados na produção agrícola\*. Especificamente o novo mecanismo permite que o agricultor absorva como custo apenas 60% do preço dos fertilizantes, BANCO DO BRASIL (1). Os programas de subsídios à agricultura, em geral, visam a modernização da agricultura através da utilização de insumos modernos, alcançando uma maior produtividade da terra.

O principal objetivo deste trabalho, portanto, foi o de avaliar o impacto potencial deste programa de subsídios, na utilização dos insumos (calcário e fósforo) na produção da soja. A necessidade de avaliar a influência dos insumos na cultura da soja motivou o estudo.

Nos últimos anos, a soja tornou-se uma das culturas mais importantes para a agricultura brasileira e, principalmente, para o Rio Grande do Sul. Entre 1962 e 1972, por exemplo, a área destinada ao cultivo de soja, aumentou mais que 8 (oito) vezes, sendo que a sua produtividade aumentou apenas 28%, GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (4). Considerando que, a possibilidade de expansão geográfica nas áreas apropriadas para o cultivo da soja está se aproximando do seu ponto máximo em prejuízo de outros produtos agropecuários tradicionais, no futuro só resta uma ação de elevar a produtividade da terra.

## MATERIAL E MÉTODO

Teoricamente, a decisão das quantidades de insumos a utilizar na produção agrícola para a maximização do lucro dos agricultores, leva em consideração a tecnologia empregada e os preços relativos de cada insumo e produto. BISHOP & TOUSSAINT (2).

Portanto, para alcançar os objetivos do presente trabalho, primeiramente, foi estimada uma função de produção que relacionasse o efeito do calcário e fósforo na produção de soja. Em segundo lugar consideraram-se os coeficientes técnicos da função de produção obtida, para determinar a máxima eficiência técnica\*. Uma vez estimadas as quantidades de calcário e fósforo para alcançar a máxima produção da soja, foram considerados os preços do produto e insumos, vigentes em junho de 1975.

---

\* O subsídio para a modernização da agricultura brasileira iniciou com a criação do Fundo de Estimulo Financeiro à utilização de Fertilizantes e Suplementos Minerais (FUNFERTIL) e em 1969 com o Fundo Especial de Desenvolvimento Agrícola (FUNDAG) PAIVA et AlII (8).

\* A máxima eficiência técnica (máxima produção de soja) requer como condição necessária (livre concorrência), que a produtividade física marginal de um insumo seja igual a outro insumo e que este deva ser igual a zero. Igualmente, a maximização do lucro requer que a produtividade física marginal de um insumo seja igual a relação  $P_x/P_y$ , onde  $P_x$  = preço do insumo,  $P_y$  = preço do produto FERGUSON (3).

Isto permitiu estimar a máxima eficiência econômica na utilização dos insumos sem levar em consideração a política governamental de subsídio e os preços dos fertilizantes.

Logo após, calcularam-se as quantidades de calcáreo e fósforo que seriam recomendadas para maximizar os lucros dos agricultores, sendo que, desta vez, considerou-se o subsídio de 40%. Na tabela 1 apresentam-se os preços existentes no mercado de Santa Maria durante o mês de junho de 1975.

Foram estes os preços utilizados para a determinação da máxima eficiência econômica e consequentemente o impacto do subsídio governamental.

**Tabela 1** — Preços dos insumos e produto utilizados na análise econômica em Cr\$, junho/75 em Santa Maria.  
(fonte: ASCAR — Santa Maria — RS)

ESPECIFICAÇÃO	JUNHO 1975	1975 *
Soja/Saco de 60 Kg	75,00	75,00
Superfosfato triplo/Kg	3,20	1,20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Kg	7,11	4,27
Calcáreo/Kg	0,15	0,15

\* Preços de 1975, considerando 40% de Subsídio Governamental.

Para estimar a função de produção utilizou-se o seguinte modelo conceitual:

$$(1) Y = f(X_1, X_2)$$

Onde:

Y = O nível de produção de soja medido em Kg/Ha.

X<sub>1</sub> = Nível de calcáreo em Kg/Ha.

X<sub>2</sub> = Nível de fósforo em Kg/Ha.

Como existem muitas formas matemáticas da função e a escolha particular, depende do conhecimento prévio da superfície de resposta (HEADY (6)), foram testados 3 modelos alternativos mais usados em estudos desta natureza (HAVER (5)).

Os modelos testados foram os seguintes:

Modelo potência 3/2:

$$(2) Y = b_0 + b_1 X_1^{3/2} + b_2 X_2^{3/2} + b_3 X_1^{3/2} X_2^{3/2} + b_4 X_2^{3/2} + b_5 X_1 X_2$$

Modelo quadrático:

$$(3) Y = b_0 + b_1 X_1^2 + b_2 X_2^2 + b_3 X_1^2 X_2^2 + b_4 X_2^2 + b_5 X_1 X_2$$

Modelo raiz quadrada:

$$(4) Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 \sqrt{X_1} + b_4 \sqrt{X_2} + b_5 \sqrt{X_1 X_2}$$

Optou-se pelo modelo quadrático porque foi o que mais se aproximou dos critérios pré-estabelecidos, isto é, coeficiente de determi-

-2

nação múltipla ajustado ( $R$ ) maior que os demais calculados para os outros modelos. Além disso, os sinais dos parâmetros da função escolhida concordaram com os princípios da economia da produção.

As unidades de análise foram 100 parcelas da Estação Experimental da Secretaria da Agricultura de Júlio de Castilhos em solos tipo "Júlio de Castilhos" (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA (7)).

As 100 parcelas foram identificadas usando o método experimental de arranjo fatorial completo  $5 \times 5$ , com quatro repetições.

O calcáreo foi aplicado a lanço em outubro de 1972, com as seguintes dosagens: 0 — 3000 — 6000 — 9000 e 12.000 Kg/Ha.

A adubação fosfatada foi efetuada no dia da semeadura com os seguintes níveis de fósforo 0 — 100 — 200 — 300 e 400 Kg de  $P_2O_5$ /Ha, sob a forma de superfosfato triplo. Utilizou-se a variedade de soja Bragg na densidade populacional de 20 plantas por metro linear, com espaçamento de 60 cm entre as fileiras. A inoculação das sementes foi feita com inoculantes específicos. Os resultados da adubação se apresentam na tabela 2.

**Tabela 2** — Valores médios de análise de solo para o pH e P em experimentos de calcáreo e fósforo em soja.  
Secretaria da Agricultura — Júlio de Castilhos (RS) 1973.

CALCAREO T/ha  P O Kg/Ha	0	3	6	9	12
	0	100	200	300	400
pH	5,8	6,2	6,4	6,6	6,7
P (ppm)	7,1	14,0	24,2	41,2	54,5

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho se apresentam nas tabelas 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

Primeiramente, a tabela 3 mostra os resultados da análise de regressão múltipla, do modelo escolhido. Analisando os dados obtidos verifica-se o poder explicativo do modelo fornecido pelo coeficiente de determinação múltipla ( $R^2$ ). As variáveis consideradas explicam 53% da variação total observada na produção de soja.

**Tabela 3** — Resultados da análise de regressão múltipla (função de produção — soja)

ESPEIFICAÇÃO	COEFICIENTE DE REGRESSÃO	DESVIO PADRÃO	TESTE (T)
Constante	1679		
Fosfato $P_2O_5$ em Kg/Ha	4,1471	1,07	3,87***
Calcáreo em Kg/Ha	0,1694	0,0356	4,75***
(Fosfato) <sup>2</sup>	— 0,0051	0,0023	2,22**
(Calcáreo) <sup>2</sup>	— 0,000011	0,00000264	4,23***
Fosfato X Calcáreo	0,000035		0,05

$R^2 = 54\%$

$R^2 = 52\%$

F = 22,09

\*\*\* = Significativo ao nível de 99%

\*\* = Significativo ao nível de 95%

Observa-se, também, a importância relativa de cada variável através do teste "T". A variável calcáreo apresentou um coeficiente de regressão de 0,1694 e um teste "T" de 4,75. Isto indica que este insumo é importante na determinação da produtividade da terra no cultivo da soja. Em cada tonelada de calcáreo aplicado, mantendo as outras variáveis constantes, a produção da soja aumenta em 169,4 Kg/Ha.

O fósforo aplicado na forma de  $P_2O_5$  apresentou um coeficiente de regressão de 4,1471. Este coeficiente, é significativo ao nível de 99%, implicando um aumento na produção da soja de 414,7 Kg/Ha ao utilizar-se 100 Kg de  $P_2O_5$ .

Chama-se atenção para o fato de que os sinais dos coeficientes de regressão das variáveis, calcáreo e fósforo elevados ao quadrado, são negativos. Isto indica a concordância deste resultado com a lei dos rendimentos decrescentes na utilização destes insumos.

A interação calcáreo e fósforo aparentemente não é importante na determinação da produtividade da terra, nesta cultura e nestas condições do solo (verificar tabela 2). O coeficiente de regressão calculado é quase zero e é estatisticamente insignificante. Aparentemente estes dois insumos poderiam ser substituídos na cultura da soja.

Na tabela 4, as quantidades destes insumos, que seriam recomendadas para a obtenção da máxima eficiência técnica na produção de soja, são apresentadas. Alcança-se esta eficiência com 432 Kg/ $P_2O_5$  e com aproximadamente 8,3 toneladas de calcáreo.

**Tabela 4** — Quantidades de insumos recomendadas para alcançar a máxima eficiência técnica na produção de soja em solo tipo Júlio de Castilhos.

INSUMOS	QUANTIDADES EM Kg/Ha
Fosfato ( $P_2 O_5$ )	432
Calcáreo	8.438
Superfosfato Triplo	960

As quantidades, calculadas, de insumos para a obtenção da máxima eficiência econômica estão contidas na tabela 5.

**Tabela 5** — Quantidades recomendadas de insumos para a obtenção da máxima eficiência econômica em kg/ha, considerando os preços\* vigentes no mercado de Santa Maria em junho de 1975.

INSUMOS	Sem efeito residual	Com efeito residual 3 anos	Com efeito residual 5 anos
Calcáreo	2.012	5.673	6.405
Fosfato ( $P_2 O_5$ )	— 147	—132	— 129

\* Preços de 75:

Soja: 75,00/Saco

Calcáreo: 150,00/ton

Fosfato: 7,11/Kg

Determinando as quantidades de insumos a recomendar para a eficiência econômica, com os preços de 1975, a quantidade de calcáreo a utilizar seria de 2012 Kg/Ha. Mas se considerar o efeito residual de 3 anos e 5 anos, teria-se um aumento na utilização de 5673 Kg/Ha e 6405 Kg/Ha, respectivamente.

A utilização do fósforo não é economicamente viável, pois os sinais das quantidades a recomendar são negativos. Este fato é devido ao seu alto preço em relação ao preço da soja.

Para mostrar o efeito da política governamental de oferecer um subsídio na compra de fertilizantes, os preços vigentes em 1975 foram ajustados. Na tabela 6 mostram-se as quantidades recomendadas para a obtenção da máxima eficiência econômica, considerando esta política de ajuda financeira. Comparando estas quantidades recomendadas para o ano de 1975, sem efeito residual e subsídio (tabela 5), verifica-se que a utilização do calcáreo aumentaria de 2012 Kg/Ha para 2358 Kg/Ha. Isto representa um acréscimo na utilização do calcáreo, de quase 17%.

**Tabela 6** — Quantidades recomendadas de insumos para obtenção da máxima eficiência considerando o subsídio governamental de 40% — 1975.

INSUMOS	Quantidades em Kg/Ha	Com efeito residual 3 anos	Com efeito residual 5 anos
Calcáreo	2.358	6.280	6.757
Fosfato (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	79,30	92,82	94,46
Superfosfato Triplo	176,22	206,27	209,91

Preços considerados:

Soja: 75,00/Saco

Calcáreo: 150,00/ton

Fosfato: 4,27/Kg

Superfosfato Triplo: 1,92/Kg

Entretanto, também, observa-se que o subsídio tem efeito não só no preço do fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) como também na sua utilização na cultura da soja. Com um subsídio de 40% é economicamente viável a utilização deste insumo.

A quantidade recomendada para a máxima eficiência econômica deste insumo é calculado em 79,30 Kg/Ha, ou seja 176,22 Kg/Ha de superfosfato triplo. Considerando o efeito residual do calcáreo, estas quantidades de insumos aumentariam.

Em geral, a presente política do governo teria como consequência o maior uso do calcáreo e do fósforo e o aumento na produtividade da terra. As produtividades totais da soja se apresentam na tabela 7.

A máxima produção de soja é de 3.300 Kg/Ha com a aplicação de 432 Kg/ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 8.348 Kg/ Calcáreo por hectare. Considerando os efeitos dos preços de insumos e produto, constata-se um decréscimo na produção total por hectare. Por exemplo, em 1975 a máxima eficiência econômica, sem efeito residual, é obtida quando a produção de soja alcança 1976 Kg/Ha, ou seja, 1324 Kg/Ha menos que a máxima eficiência técnica. Este nível aumenta, quando o efeito residual é considerado. Com o subsídio governamental, a máxima eficiência econômica sem efeito residual é de 2.323 Kg/Ha de soja.

Este nível de produção estimado representa um acréscimo no nível de produção de 347 Kg/Ha ou de 17,6 por cento. Com efeito residual de 3 e 5 anos, o rendimento por hectare de soja plantada, aumentaria de 2.670 e 2.690, respectivamente. Finalmente, comparando o nível de produção de soja obtido na máxima eficiência técnica e eficiência econômica, sem efeito residual, constata-se que existe uma diferença de aproximadamente 1.000 Kg/Ha de soja.

**Tabela 7** — Rendimentos de soja (kg/ha) com diferentes níveis de calcáreo e fósforo (kg/ha) para o solo de Júlio de Castilhos.

ESPECIFICAÇÃO	RENDIMENTO DE SOJA Kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg/ha	Ca Kg/ha
(Sem Subsídio Governamental)			
Máxima Eficiência Técnica	3.300	432	8.348
M. E. E.* Sem Efeito Residual	1.976	—	2.012
M. E. E. Com Efeito Residual 3 Anos	2.289	—	5.673
M. E. E. Com Efeito Residual 5 Anos	2.316	—	6.405
(Com Subsídio Governamental)			
M. E. E. Sem Efeito Residual	2.323	79,3	2.358
M. E. E. Com Efeito Residual 3 Anos	2.670	92,8	6.280
M. E. E. Com Efeito Residual 5 Anos	2.690	94,5	6.757

#### FUNÇÃO DE PRODUÇÃO:

$$Y = 1679 + 4,1471P + 0,1694Ca - 0,0051 P^2 - 0,000035Ca$$

\* M.E.E. — Máxima Eficiência Econômica.

Comparando a renda adicional que obteria o agricultor utilizando as diferentes quantidades de fertilizantes, e conseqüentemente maior rendimento por ha, observa-se na tabela 8, que a produção aumentaria em 347 Kg/Ha de soja, se ele utilizasse as quantidades de insumos recomendadas para a máxima eficiência econômica.

Esta quantidade calculada sem considerar o efeito residual, traria um acréscimo de Cr\$ 433,50 de renda adicional por hectare.

Considerando o efeito residual do calcáreo e o acréscimo na produção, a renda adicional para o agricultor seria de Cr\$ 476,25 e Cr\$ 467,25, com o efeito residual de 3 e 5 anos.

Na tabela 9 encontram-se os custos adicionais que se teria, utilizando maiores quantidades de insumos, devidos à política governamental.

Nota-se que o custo adicional varia de Cr\$ 390,51 a Cr\$ 417,08, dependendo do efeito residual do calcáreo. Comparando estas quantidades com a renda adicional pode-se concluir que o lucro adicional seria de Cr\$ 42,99/ha, no caso de não haver um efeito residual do calcáreo, Cr\$ 49,64/ha e 50,15/ha com efeito residual de 3 e 5 anos respectivamente. O impacto da política governamental é positivo segundo estes resultados. Porém deve-se mencionar que estas quantidades são superestimadas, devido a não serem considerados no cálculo de custos adicionais o emprego de maior quantidade de insumos e a produção de maiores quantidades de soja.



**Tabela 8 — Efeito calculado do subsídio governamental sobre a renda agrícola, de soja em solo tipo Júlio de Castilhos.**

ESPECIFICAÇÃO	NÍVEL DE PRODUÇÃO EM Kg/ha			Renda Adicional em Cr\$/ha*
	Sem Subsídio	Com Subsídio	Acréscimos na Produção	
Sem efeito residual no Calcário	1.976	2.323	347	433,50
Com 3 anos de efeito residual no Calcário	2.289	2.670	381	476,25
Com 5 anos de efeito residual no Calcário	2.316	2.690	374	467,25

\* Supõe-se que o preço da soja é de Cr\$ 75,00 por saco de 60 Kg.

**Tabela 9 — Efeito calculado do subsídio governamental sobre o custo total do agricultor, de soja em solo tipo Júlio de Castilhos.**

ESPECIFICAÇÃO	NÍVEL DE UTILIZAÇÃO				Custo adicional em Cr\$ *	Total
	S/Subsídio	Calcário C/Subsídio	Fósforo S/Subsídio	C/Subsídio	Calcário	Fósforo
Sem efeito residual no Calcário	2.012	2.358	0	79,3	51,90	338,61
Com 3 anos de efeito residual no Calcário	5.673	6.280	0	92,8	30,35	396,26
Com 5 anos de efeito residual no Calcário	6.405	6.757	0	94,5	13,56	403,52
						417,08

\* Utilizando os preços vigentes em junho — 1975 em Santa Maria (RS).

**CONCLUSÕES:**

Analisando os resultados, conclui-se que:

- 1 — O calcáreo e o fósforo tem um efeito positivo significativo na cultura da soja.
- 2 — Para a soja é possível a substituição do calcáreo pelo fósforo e vice versa neste tipo de solo.
- 3 — É anti-econômica a utilização do fósforo na máxima eficiência econômica.
- 4 — Considerando-se o subsídio governamental a utilização do fósforo se torna econômica.
- 5 — O impacto da política governamental no lucro adicional do agricultor foi estimado entre 43,00 e 50,00/ha.

**LITERATURA CITADA:**

- 1 — BANCO DO BRASIL, Regulamento do Programa de Subsídios ao Preço de Fertilizantes, Art. 1 e Art. 2, 1975.
- 2 — BISHOP, C. F., & TOUSSAINT, W. D. **Introducción Al Análisis de Economía Rural**. México, Editora Limusa, 1974, 262 p.
- 3 — FERGUSON, C. E., **Micro Economic Theory**. Homewood Illinois, Richard Irwin, 1969, 504 p.
- 4 — GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, Secretaria da Indústria e Comércio, **Perfil Setorial da Soja — 1974**. Porto Alegre, Maio 1974, 78 p.
- 5 — HAVER, Cecil B., Economic Interpretation of Production Function Estimates. In: HEADY, E., JOHNSON, G. and HARDIN, C., **Resource Productivity Returns to Scale and Farmaize**. Ames, Iowa, Iowa State University Press, 1956, p. 146-150.
- 6 — HEADY, Earl, Production Function From a Random Sample of Farms. **Journal of Farm Economics**, 27: 989-1004, 1956.
- 7 — MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado Del Rio Grande do Sul, Primeira Etapa Planalto — Rio-Grandense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2: 71-209, 1967, 209 p.
- 8 — PAIVA, R. M., SCHATTAN, S., & TRENCH, C. F. **Setor Agrícola do Brasil**, São Paulo, Secretaria da Agricultura, 1973, 456 p.