

EFEITO REGIONAL DO PREÇO DO FERTILIZANTE SOBRE A PRODUÇÃO DE TRIGO E SOJA, EM CONDIÇÕES DE RISCO

Valter José Stülp(*)

SINOPSE

Este estudo procurou estimar o efeito do preço do fertilizante sobre a produção de trigo e soja no Rio Grande do Sul, levando em consideração o risco devido à aleatoriedade dos rendimentos.

Para o atendimento do objetivo procedeu-se à programação estocástica de empresas representativas da região produtora de trigo e soja, para cinco níveis de preço do fertilizante.

Os resultados do estudo indicam que o efeito do preço do fertilizante é bem mais acentuado sobre a produção de trigo do que a de soja. Uma redução de 50% no preço deste insumo aumentaria a produção de trigo em 67% e a de soja em 16%. Um aumento de 100% no preço do fertilizante reduziria a produção de trigo e soja, respectivamente, em 76% e 29%. Estas variações na produção seriam ocasionadas principalmente através de mudanças na área e secundariamente por meio de alterações na produtividade por área.

SUMMARY

The purpose of this study was to estimate the effects of fertilizer price changes on wheat-soybeans production in Rio Grande do Sul. In estimating the responses to fertilizer price changes, the risk due to stochastic yields faced by farmers was considered.

Stochastic programming of farms, representative of the wheat-soybeans production region, was the method used to attain the objective of the study. The programming was performed for five fertilizer price levels.

The study indicates that effects of fertilizer price changes are greater on wheat output than on soybeans. A reduction of 50% on the fertilizer price would increase the output of wheat and soybeans by, respectively, 67% and 16%. A fertilizer price increase of 100% would reduce the output wheat by 76% and that of soybeans by 29%. These variations in output would occur mainly through changes in area and secondly through changes in productivity.

(*) Professor-Adjunto do Centro de Estudos e Pesquisas Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O autor agradece ao Dr. Edgar A. Lanzer pelas sugestões apresentadas.

EFEITO REGIONAL DO PREÇO DO FERTILIZANTE SOBRE A PRODUÇÃO DE TRIGO E SOJA, EM CONDIÇÕES DE RISCO

Valter José Stülp

1. INTRODUÇÃO

O governo brasileiro tem enfatizado aumentos na produção e produtividade do setor agrícola. Dois fatos suportam a lógica deste objetivo: primeiro, a produção agrícola deve acompanhar o crescimento da demanda interna para evitar pressões inflacionárias; segundo, as exportações de produtos agrícolas devem contribuir para o equilíbrio do balanço de pagamentos. A inflação e o déficit no balanço de pagamentos são, atualmente, dois dos principais problemas do país.

Neste contexto destaca-se a relevância do trigo e da soja. Ambos são importantes para o consumidor brasileiro e têm grande impacto sobre a balança comercial. O trigo é um dos principais produtos de importação e a soja um dos primeiros na pauta de exportações.

Os aumentos verificados até o presente na produção brasileira de trigo e soja são devidos, principalmente, a uma expansão da área cultivada. Porém, o esgotamento da fronteira agrícola no Rio Grande do Sul e Paraná, principais estados produtores, e as baixas produtividades por área, ainda observadas, sugerem que os incrementos na produtividade da terra serão cada vez mais decisivos para o aumento da produção de trigo e soja no sul do Brasil.

Aumentos na produtividade da terra requerem um maior uso de fertilizante. O produtor agrícola será induzido a usar mais fertilizante por área, se o seu preço, relativo ao do produto, diminuir.

Como medidas destinadas a reduzir o preço do fertilizante, a nível de produtor agrícola, pode-se citar o subsídio, que é uma medida política, e melhorias no sistema de transporte e comercialização do adubo.

Para julgar da conveniência econômica da adoção de qualquer medida destinada a reduzir o preço do fertilizante, visando, com isto a aumentar a produção agrícola, uma análise de benefício-custo social torna-se necessária. Esta análise só será possível se existirem informações sobre o efeito do preço do fertilizante na produção dos principais produtos agrícolas, como o trigo e a soja. E estas informações devem considerar o ambiente em que o produtor agrícola toma as suas decisões. Este é um ambiente de risco.

1.1 Objetivo

O objetivo do presente estudo é estimar o efeito regional do preço do fertilizante sobre a produção de trigo e soja e sobre seu próprio uso, levando-se em consideração o risco devido à aleatoriedade dos rendimentos.

A região considerada é a região produtora de trigo e soja no Rio Grande do Sul.

2. METODOLOGIA

O estudo baseou-se numa amostra aleatória de 254 empresas rurais dos municípios de Carazinho e Não-me-Toque, situadas na região produtora de trigo e soja no Rio Grande do Sul. O levantamento dos dados foi realizado pelo Centro de Estudos e Pesquisas Econômicas (IEPE) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Usou-se, neste estudo, a técnica da empresa representativa^{1/}. Para tanto, as empresas da amostra foram classificadas em grupos homogêneos e em relação a cada grupo foi determinada uma empresa representativa. Esta é a empresa média do grupo, com relação aos vários recursos. Ela representa um tipo de empresa da região, no que diz respeito à disponibilidade dos recursos terra, mão-de-obra, maquinaria e capital financeiro.

Consideraram-se, neste estudo, quatro variações no preço do fertilizante. Foram analisados dois aumentos, de 50% e de 100%, e duas diminuições, de 25% e de 50%, em relação a um preço básico, que é o preço anual médio de 1976.

As empresas representativas foram programadas com relação a cada um dos cinco níveis de preço do fertilizante, determinando-se as combinações ótimas de empreendimentos agrícolas. É considerada como sendo a combinação ótima de empreendimentos aquela que maximiza a renda esperada da empresa, sujeita à restrição de ser muito pequena a probabilidade de a renda cair abaixo de um nível mínimo de sobrevivência do agricultor.

Cada empresa representativa é a representante do conjunto das empresas rurais dos municípios de Carazinho e Não-me-Toque com características semelhantes às suas. O número de empresas neste conjunto foi determinado usando dados de censo (da FIBGE e do INCRA). Os resultados da programação de cada empresa representativa foram expandidos, multiplicando-os pelo número de empresas rurais do respectivo conjunto. A soma destes produtos, sobre todas as empresas representativas consideradas, é o resultado da programação a nível regional.

1/ Informações sobre a técnica da empresa rural representativa podem ser encontradas em BARKER e STANTON (1), CARTER (4), FRICK e ANDREWS (7) e SHARPLES (9).

Embora a programação regional se refira, diretamente, aos municípios de Carazinho e Não-me-Toque, não se espera que as empresas rurais dos outros municípios dessa região produtora de trigo e soja respondam muito diferentemente a um estímulo de preço. Se este é o caso, as estimativas obtidas neste estudo poderiam ser generalizadas para toda a região produtora de trigo e soja do Rio Grande do Sul.

2.1 Classificação das Empresas

Para determinação das empresas representativas houve necessidade de classificar, inicialmente, as empresas rurais da amostra em grupos homogêneos. Esta classificação foi feita através do método denominado AID ("Automatic Interaction Detection"), apresentado por SONQUIST e MORGAN (10).

O método AID requer a definição de uma variável dependente (ou explicada) e de uma ou mais variáveis independentes (ou explicativas). A variável dependente pode ser inteira ou contínua; as variáveis explicativas devem ser inteiras. Quando estas são contínuas, podem ser transformadas em inteiras pelo uso de intervalo ou classes. Este método divide a soma de quadrados total da variável dependente em dois componentes: a soma de quadrados dentro dos grupos e a soma de quadrados entre grupos. Os grupos são formados de modo que a soma de quadrados entre grupos seja máxima.

Os grupos originam-se de divisões binárias sucessivas sobre as variáveis explicativas. De todas as possíveis divisões iniciais, aquela que resultar na maior soma de quadrados entre os grupos é a primeira a ser executada. Isto dá origem a dois grupos de empresas. O processo divisório é repetido em relação a cada um destes dois grupos; e assim por diante. Ele somente termina quando certas restrições preestabelecidas são encontradas. Neste estudo foram especificadas as seguintes restrições:

- a) o número de empresas no grupo considerado para divisão deveria ser, no mínimo, 20;
- b) a razão entre a soma de quadrados no grupo considerado para divisão e a soma de quadrados total da amostra deveria ser, no mínimo igual a $\frac{1}{100.000}$;
- c) cada divisão deveria reduzir a soma de quadrados dentro dos grupos em, ao menos, 1% da soma de quadrados total.

A variável dependente considerada foi a renda da operação agrícola da empresa rural, mais a depreciação de máquinas, equipamentos e construções. Por renda da operação agrícola mais depreciação entendem-se as receitas totais em dinheiro, mais valor dos produtos consumidos pela família do agricultor, mais mudanças no inventário animal e menos gastos operacionais.

As variáveis explicativas usadas foram área com culturas, área com pastagens, mão-de-obra e característica de a empresa ter trator e/ou automotriz.

As 254 empresas rurais da amostra foram classificadas em cinco grupos homogêneos. Com relação a cada um destes grupos foi constituída a empresa representativa, havendo, portanto, cinco empresas a serem programadas. As suas principais características são apresentadas no quadro 1.

QUADRO 1. Principais características das cinco empresas representativas

Recurso	Empresa representativa				
	1	2	3	4	5
Área (ha):					
de cultivo	18,0	52,2	155,7	374,2	696,4
de pastagem	15,6	7,4	23,8	44,4	302,4
Mão-de-obra (dias-equivalente-homem por ano):					
familiar	696	840	780	447	360
contratada	34	111	465	1.170	1.695
Tratores	0	1	3	4	5
Automotrizes	0	(1) 20/77	1	2	3

Fonte: Dados básicos da pesquisa.

(1) Somente 20 empresas, do total das 77 empresas da amostra, neste grupo, têm automotriz.

2.2 Modelo de Programação

Para avaliar o impacto de variáveis de decisão política sobre a produção agrícola, os economistas têm usado, muitas vezes, modelos de análise que partem do pressuposto de que o agricultor procura maximizar a expectativa de lucro, sendo indiferente à sua variabilidade. No entanto, quando se inclui na análise uma atividade agrícola de alta variabilidade nos seus retornos, como é o caso do trigo no Rio Grande do Sul, o modelo de análise não pode deixar de incluir a variabilidade do lucro, se quiser chegar a previsões realistas. Por isto, neste trabalho é usado um modelo de programação baseado no conceito de fronteira E-V (Expectância e Variância dos retornos) desenvolvido por MARKOWITZ (8).

MARKOWITZ (8) definiu uma carteira de ações eficiente (poderia ser uma combinação de atividades agrícolas) como sendo aquela que apresentasse a menor variância dos retornos (V) para um dado valor esperado dos retornos (E), ou, então, que apresentasse o E máximo para um dado V. A fronteira E-V é um conjunto de carteiras eficientes (curva abc na figura 1).

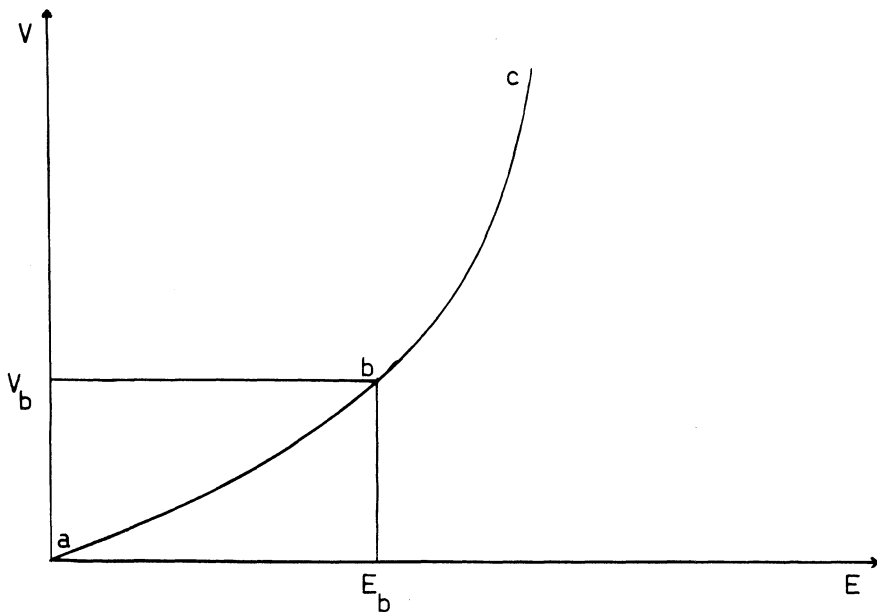


FIGURA 1. Fronteira E-V

A geração da fronteira E-V é formalizada com o seguinte problema de programação quadrática:

$$\text{Minimizar } V = X'QX \quad (I)$$

sujeito às seguintes restrições:

$$AX \leq b \quad (II)$$

$$q'X = E \quad (III)$$

$$X \geq 0 \quad (IV)$$

onde E é variado parametricamente. Para cada valor de E considerado, a expressão (I) é minimizada, determinando-se um ponto na fronteira E-V. Por Exemplo, em E_b o valor mínimo da função objetiva é V_b , sendo estas as coordenadas do ponto b na fronteira E-V (figura 1).

Nas expressões acima:

V = variância da renda da empresa rural;

E = expectância da renda da empresa rural;

X = vetor de atividades consideradas na programação;

Q = matriz de variância-covariância das rendas líquidas das atividades;

q = vetor das expectâncias de renda líquida das atividades;

A = matriz dos coeficientes de insumo-produto;

b = vetor de disponibilidade de recursos fixos pela empresa rural.

.BAUMOL (3) observou que uma carteira de ações que apresentasse uma alta variância dos retornos poderia ser relativamente segura, desde que o valor

esperado dos retornos também fosse alto. Ele apresentou um critério de eficiência chamado E-L. Neste critério, E continua com o mesmo significado acima, e $L = E - KS$ é o limite inferior de um intervalo de confiança para os retornos; S é o desvio-padrão dos retornos, ou seja, a raiz quadrada do mínimo V da expressão (I) dado E; K é uma constante selecionada de acordo com o limite inferior do intervalo de confiança desejado. Caso os retornos sejam normalmente distribuídos e o limite inferior do intervalo de confiança desejado seja de 97,5%, K será igual a 1,96.

Um conjunto de carteiras, ou combinações de atividades agrícolas, "E-L eficientes" é representado pela parte cde da curva abcde na figura 2, obtida a partir da figura 1 para um dado valor de K. Assim, por exemplo, as coordenadas do ponto b (figura 2) são E_b e L_b , sendo que $L_b = E_b - KS_b$ e $S_b = \sqrt{V_b}$. Contudo, a carteira de ações representada pelo ponto b não é eficiente porque é possível aumentar tanto E como L com um deslocamento em direção a c. Somente as carteiras, representadas pelos pontos da curva à direita de c, são eficientes. Do ponto c em diante, somente será possível aumentar a expectativa dos retornos (E), sacrificando a segurança, ou seja, diminuindo L.

O conjunto de carteiras eficientes de acordo com o critério de BAUMOL (3) (parte de cde da curva) é um subconjunto do conjunto de carteiras eficientes,

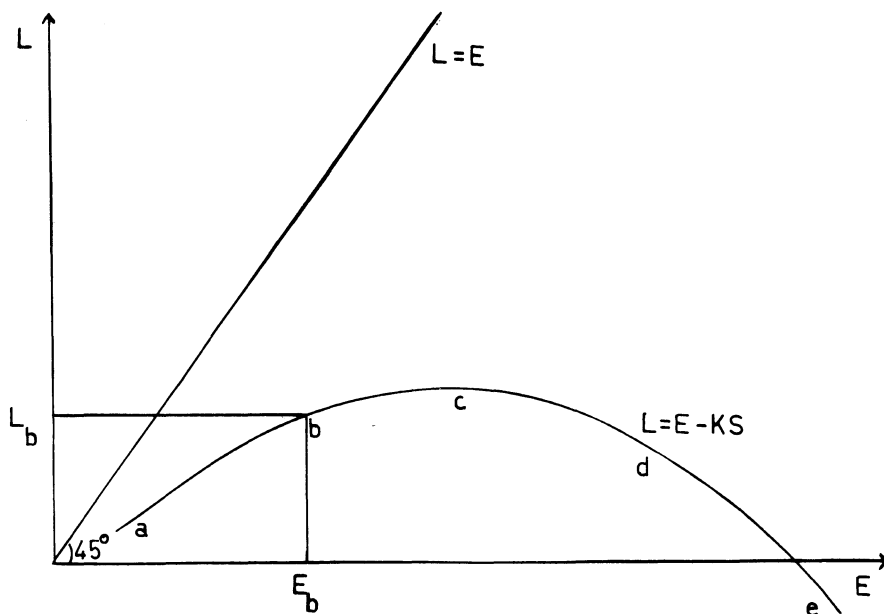


FIGURA 2. Conjunto de carteiras E-L eficientes

conforme MARKOWITZ (8) (curva abcde). Porém, o critério de BAUMOL (3) ainda não conduz à solução única, ou seja, à carteira ou à combinação ótima de atividades agrícolas.

O critério usado aqui para determinar uma solução única é o de BARRY e ROBISON (2). Este critério pressupõe que o produtor rural tenha uma função utilidade lexicográfica.

A utilidade lexicográfica é multidimensional, significando que dois ou mais objetivos podem ser considerados pelo produtor. Estes objetivos não são igualmente importantes e não existe compensação entre os mesmos. Seguindo FERGUSON (6), considerem-se duas alternativas para escolha: $Z^0 = (Z_1^0, Z_2^0, \dots, Z_n^0)$ e $Z^1 = (Z_1^1, Z_2^1, \dots, Z_n^1)$, e seja U a função utilidade. Estas alternativas podem ser duas combinações de atividades agrícolas. Considere-se, ainda, que a variável Z_1 (exemplo: sobrevivência) seja mais importante que Z_2 (ex.: renda); Z_2 seja mais importante que Z_3 ; e assim por diante. Então $U(Z^0) > U(Z^1)$, se $Z_1^0 > Z_1^1$, independente dos valores de Z^0 e Z^1 (para $i = 2, 3, \dots, n$). Quando $Z_1^0 = Z_1^1$ então $U(Z^0) > U(Z^1)$, se $Z_2^0 > Z_2^1$; e assim por diante.

Segundo ENCARNACION (5), a empresa, ou o produtor, pode estabelecer um nível mínimo para algumas variáveis. Considere-se que o nível mínimo Z_1^* seja estabelecido para a variável Z_1 . Então $U(Z^0) > U(Z^1)$, se $Z_1^0 \geq Z_1^*$ e $Z_1^1 < Z_1^*$, não importando os valores das outras variáveis. Ainda $U(Z^0) > U(Z^1)$, se $Z_1^1 > Z_1^0 \geq Z_1^*$, mas $Z_2^0 > Z_2^1$. Isto significa que, estando atendida a exigência mínima, o interesse se concentra na próxima variável em importância.

Neste estudo a utilidade lexicográfica U do produtor rural é considerada como sendo função de dois objetivos: Z_1 e Z_2 . Z_1 é um objetivo especificando que a renda da empresa deve exceder um nível mínimo crítico (L-min) com probabilidade P . Este nível L-min pode incluir gastos familiares, pagamento da mão-de-obra contratada permanente, impostos, custos variáveis de produção etc. O objetivo Z_1 é o mais importante.

O objetivo Z_2 é a maximização da renda, sendo o segundo mais importante. Portanto, de todas as combinações de atividades agrícolas que resultam numa renda maior que L-min, com a probabilidade P especificada, é selecionada aquela que apresenta a expectativa da renda (E) máxima. Todas as combinações de atividades representadas pelos pontos da curva entre a e d (figura 3) satisfazem o primeiro objetivo Z_1 . Destas combinações, a que apresenta a renda esperada máxima é representada pelo ponto d , sendo, portanto, a solução ótima.

O uso de mão-de-obra, de tratores e automotrizes, pelas diversas atividades, varia com os períodos do ano. Por isto, houve necessidade de dividir o ano em oito períodos^{2/}. As disponibilidades de mão-de-obra, de horas-trator e horas-automot-

2/ Os oito períodos são: 16 de maio a 30 de junho; 1.º de julho a 15 de setembro; 16 de setembro a 15 de outubro; 16 de outubro a 15 de novembro; 16 de novembro a 15 de dezembro; 16 de dezembro a fins de fevereiro; mês de março; e 1.º de abril a 15 de maio. O ano agrícola começa no 1.º período com o plantio de trigo e termina no último com a colheita de soja e milho.

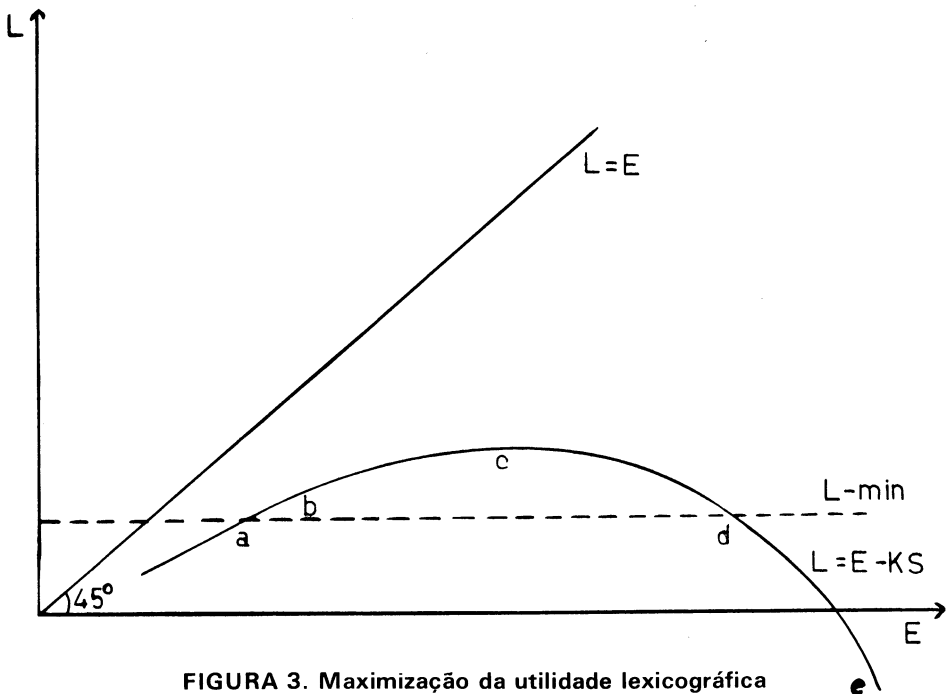


FIGURA 3. Maximização da utilidade lexicográfica

triz foram especificadas com relação a cada um destes períodos e para cada tipo de empresa. Foram considerados quatro tamanhos de trator e determinadas as disponibilidades em horas de cada tipo de trator.

A menor das cinco empresas representativas não possui trator. Pressupõe-se que nesta as tarefas de lavração, gradeação, transporte etc. seriam executadas por meio de tração animal, ou então alugando trator. Porém o recurso força animal não foi considerado limitante nesta empresa, nem foram estabelecidos limites para o aluguel de trator.

A disponibilidade de capital para cada tipo de empresa consistiu na soma dos recursos financeiros próprios com o crédito. Foi considerado somente o crédito bancário. O limite máximo de crédito para cada tipo de empresa era função do seu ativo, usando-se para a sua determinação as normas do Banco do Brasil.

Os gastos familiares, o salário da mão-de-obra contratada permanente e os impostos, que constituem o nível mínimo de renda ($L\text{-min}$) do produtor rural de cada empresa representativa, foram estimados a partir dos dados da amostra.

Os empreendimentos agropecuários incluídos na programação, portanto, considerados como opções ao agricultor da região, são trigo, soja, milho, gado e suínos. As atividades de produção consideradas na programação são baseadas

nestes empreendimentos e elas são apresentadas no quadro 2, no qual se pode verificar que as três atividades de trigo, incluídas na programação, caracterizam-se pelo nível de adubação. As doze atividades de soja consideradas caracterizam-se pelo plantio em sucessão com o trigo ou não, pelo período de plantio e pelo nível de adubação. As nove atividades de milho distinguem-se pelo período de plantio, pelo período de colheita e pelo nível de adubação.

Das duas atividades de gado incluídas na programação, uma, denominada de “cria-recria-engorda”, consiste em manter vacas de cria e touros, e criar os terneiros, vendendo-os como bois gordos com três a quatro anos. A outra atividade de gado, denominada de “recria-engorda”, consiste em adquirir novilhos de um ano e meio a dois anos de idade, vendendo-os como bois gordos de três a quatro anos de idade.

Quando o nível mínimo crítico de renda (L-min) for tão elevado que não exista nenhuma combinação de atividades que possa satisfazer Z_1 , a solução ótima é a combinação que estiver mais próxima de atender a este objetivo (ponto c na figura 3).

O valor de K, usado no presente estudo, foi 1,96. Este valor significa que em 97,5% das vezes a renda verificada estará acima do nível mínimo crítico, assumindo-se que ela seja normalmente distribuída. O horizonte de planejamento considerado foi um ano.

O nível mínimo crítico de renda, usado neste estudo, incluiu os gastos familiares anuais, o salário anual da mão-de-obra contratada permanente e os impostos. Como o conceito de renda da empresa usado foi o de renda líquida, os custos variáveis de produção não precisam ser especificados no valor L-min, porque já foram excluídos da renda líquida. Assim, se a renda líquida verificada era superior a L-min, os custos variáveis também estavam cobertos.

3. DADOS

O modelo de programação requer dados sobre as disponibilidades de recursos das empresas rurais (vetor b), sobre o nível mínimo de renda ou de “sobrevivência” do produtor rural (L-min), sobre os coeficientes de insumo-produto (matriz A), sobre a renda líquida esperada das atividades (vetor q) e, ainda, sobre as variâncias e covariâncias das rendas líquidas das atividades (matriz Q).

Os recursos considerados para cada tipo de empresa rural foram terra, mão-de-obra, capital (próprio e crédito), horas-trator e horas-automotriz. As disponibilidades destes recursos, para cada tipo de empresa, foram estimadas a partir dos dados da amostra.

Quanto à área de terra, foram incluídos dois tipos na programação: as pastagens naturais e a área cultivada. Foi considerada a possibilidade de transformação das pastagens em área cultivada, e vice-versa. Contudo, 20% da área de pastagem eram impróprios para culturas.

Houve necessidade de especificar três períodos de uso da terra cultivada. No

período que vai da segunda quinzena de novembro a meados de maio a terra cultivada pode ser ocupada pela soja, e de fins de maio a meados de outubro, pelo trigo. Porém, da segunda quinzena de outubro a meados de novembro, as duas culturas competem pela terra. Este último é o período ótimo para o plantio da soja, mas em meados de novembro algumas áreas ainda poderão continuar ocupadas pelo trigo. A semeadura da soja nestas áreas terá que ser feita em fins de novembro ou dezembro, com conseqüente redução no seu rendimento.

A única atividade suínos, incluída na programação, consiste em manter criadeiras e criar os leitões, vendendo-os para abate quando atingem o peso médio de 95 kg.

QUADRO 2. Atividades de produção consideradas na programação dos vários tipos de empresas rurais

(continua)

Número	Atividades
	Descrição
	I Trigo
1	Nível baixo de adubação
2	Nível médio de adubação
3	Nível alto de adubação
	II Soja
	A Não em sucessão
	A ₁ Plantada no período 16/10-15/11
4	Nível baixo de adubação
5	Nível médio de adubação
6	Nível alto de adubação
	A ₂ Plantada no período 16/11-15/12
7	Nível baixo de adubação
8	Nível médio de adubação
9	Nível alto de adubação
	B Em sucessão com trigo
	B ₁ Plantada no período 16/10-15/11
10	Nível baixo de adubação
11	Nível médio de adubação
12	Nível alto de adubação
	B ₂ Plantada no período 16/11-15/12
13	Nível baixo de adubação
14	Nível médio de adubação
15	Nível alto de adubação

QUADRO 2 (conclusão)

Número	Atividades
	Descrição
	III Milho
	A Plantado no período 16/09-15/10
	A ₁ Colhido em março
16	Nível baixo de adubação
17	Nível médio de adubação
18	Nível alto de adubação
	A ₂ Colhido no período 01/04-15/05
19	Nível baixo de adubação
20	Nível médio de adubação
21	Nível alto de adubação
	B Plantado no período 16/10-15/11
	Colhido no período 01/04-15/05
22	Nível baixo de adubação
23	Nível médio de adubação
24	Nível alto de adubação
	IV Gado
25	A Cria-recria-engorda
26	B Recria-engorda
27	V Suínos

Fonte: Dados básicos da pesquisa.

Parte dos dados sobre os coeficientes de insumo-produto das atividades (matriz A) foi obtida de um estudo de empresas rurais realizado pelo IEPE no município de Ibirubá-RS^{3/}. Os dados foram complementados através de consultas a técnicos com experiências na região.

Com base nos coeficientes de insumo-produto e considerando o conjunto de preços de produtos e insumos, vigentes em 1976, determinou-se a renda líquida esperada de cada atividade (vetor q).

As variâncias e covariâncias das rendas líquidas das atividades foram consideradas como função somente da variabilidade dos rendimentos físicos. Não foi incluída a estocasticidade dos preços dos produtos e dos custos.

3/ Ibirubá é município próximo a Não-me-Toque e o estudo é intitulado: "Repercussão econômico-social da recuperação de solos - Ibirubá - RS".

Estimativas sobre variâncias e covariâncias dos rendimentos físicos de trigo, soja e milho foram obtidas a partir de séries de 10 anos (1964-73) de rendimentos médios, a nível de município, fornecidas pela Fundação de Economia e Estatística (FEE) do Estado do Rio Grande do Sul. A variabilidade devida a uma possível mudança tecnológica foi excluída através da regressão da série de rendimentos físicos de cada cultura com relação ao tempo, e estimando-se as variâncias e covariâncias a partir dos resíduos destes ajustamentos.

Para estimar a variabilidade dos rendimentos das atividades de gado usou-se um processo de simulação. Com base em dados históricos obteve-se uma série de estimativas anuais sobre taxas de natalidade e mortalidade do gado, na região do estudo^{4/}. Com base nestas taxas simulou-se o número de animais, em cada categoria, que teriam sido vendidos anualmente, a partir de uma unidade da atividade (ex.: 100 vacas de cria), durante a série de anos considerada. A inferência sobre os pesos de venda destes animais foi feita usando uma série anual dos pesos de abate, dos animais de cada categoria, fornecida por um frigorífico da região. Por fim, excluiu-se a variabilidade nos rendimentos, devida a uma possível mudança tecnológica, usando o processo já descrito.

A covariância da renda líquida de suínos com as rendas líquidas das outras atividades é considerada como sendo zero.

A renda líquida (q) por unidade da atividade suínos é função do número de suínos terminados (h), peso médio dos suínos terminados (w), da conversão alimentar (v), do preço do quilo de suíno (p), do preço da ração (r) e dos outros custos que não a alimentação (c), ou seja:

$$q = h.w (p - r.v) - c$$

As variáveis estocásticas, nesta expressão, são h e v. Técnicos e criadores foram consultados para obter estimativas sobre um intervalo de confiança de 95% para estas duas variáveis. Supondo que a distribuição destas variáveis seja normal, este intervalo corresponderá a, aproximadamente, quatro desvios-padrão. Assim, estimaram-se as variâncias de h e v, e, portanto, a da renda líquida q^{5/}.

4. RESULTADOS

O efeito regional do preço do fertilizante sobre área, produção e produtividade (t/ha) de trigo, soja e milho é apresentado no quadro 3^{6/}.

-
- 4/ Estes dados foram obtidos na FEE, CONDEPE e Campanha Nacional de Combate à Febre Aftosa.
 - 5/ Maiores detalhes sobre fontes de dados, matrizes de insumo-produto, de covariância e vetor de restrições podem ser encontrados em STÚLP (11).
 - 6/ Cabe observar que, aos preços considerados, o empreendimento suínos não integrou nenhuma das soluções da programação. Gado somente integrou as soluções das empresas representativas maiores, e sua participação regional, em termos de valor total da produção, é muito pequena.

QUADRO 3. Variações na área, produção e produtividade regionais de trigo, soja e milho causadas por mudanças percentuais no preço do fertilizante

Mudança percentual no preço do fertilizante(1)	Valores de equilíbrio (índices)(2)								
	Área			Produção			Produtividade		
	Trigo	Soja	Milho	Trigo	Soja	Milho	Trigo	Soja	Milho
- 50	148,9	113,3	49,3	167,0	116,1	49,6	111,8	102,2	100,8
- 25	109,2	101,0	95,9	121,2	105,0	97,3	110,5	103,9	101,5
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100
+ 50	51,5	91,1	142,6	47,9	88,9	120,3	92,8	97,4	84,4
+100	29,8	74,3	159,4	24,0	71,0	134,5	80,3	95,3	84,4

Fonte: Dados básicos da pesquisa.

(1) As mudanças percentuais no preço do fertilizante são consideradas idênticas e concomitantes para os três tipos de fertilizante: nitrogenados, fosfatados e potássicos. Elas têm por base os preços médios de 1976. (2) Índices regionais obtidos da agregação dos planos ótimos para as cinco empresas representativas.

A produção de trigo e soja varia inversamente com o preço do fertilizante, enquanto que a de milho varia diretamente. Variações na produção de trigo e soja ocorrem, principalmente, através de mudanças na área cultivada, e, secundariamente, por meio de mudanças na produtividade. Ambas, área e produtividade de trigo e soja, variam inversamente com o preço do fertilizante.

A área de milho varia diretamente e a sua produtividade inversamente com o preço do fertilizante. Porém, o efeito da variação na área supera o efeito da mudança na produtividade, de modo que a produção de milho varia diretamente com o preço do fertilizante.

O efeito do preço do fertilizante é maior sobre a produção de trigo. Este, sendo uma cultura de inverno, é geralmente plantado em sucessão com a soja. Porém, a soja, quando sucede o trigo, é em grande parte semeada tardiamente, com conseqüente redução no seu rendimento e na sua renda líquida. A queda no preço do fertilizante aumenta a renda líquida do trigo. Quando esta se torna maior do que a redução na renda líquida da soja, por ser plantada tardiamente, torna-se vantajoso plantar as duas culturas em sucessão. A combinação destas culturas compete com o milho, que tem sua área e produção reduzidas. Ocorre o oposto quando o preço do fertilizante sobe. Neste caso, a soja, sem o trigo, é menos competitiva em relação ao milho, e este tem sua área e produção aumentadas.

Apesar do aumento na produção de trigo, devido à queda no preço do fertilizante ocorrer, principalmente, através de incrementos de área, não significa isto que haja um acréscimo expressivo de área às lavouras. O trigo simplesmente ocupará no inverno a área destinada à soja no verão. Assim, com um aumento de 100% no preço do fertilizante, somente 29% da área de soja seriam ocupados por trigo. Já com uma redução de 50% no preço do fertilizante, 94% da área de soja seriam ocupados por trigo.

Embora, em termos percentuais, as variações na produção de milho em função do preço do fertilizante sejam elevadas, em termos absolutos, quando comparadas com as mudanças no valor da produção de trigo e soja, elas são

pequenas. Quando o preço do fertilizante é reduzido em 50% há um aumento médio de, aproximadamente, Cr\$ 5,00 no valor da produção de trigo e soja para cada cruzeiro de redução no valor da produção de milho. Quando o preço do fertilizante é aumentado em 100% há uma redução média de, aproximadamente, Cr\$ 10,00 no valor da produção do trigo e soja para cada cruzeiro de aumento no valor da produção de milho.

O uso regional do fertilizante, em unidades físicas, varia inversamente com o seu preço (quadro 4). Com uma redução no preço, mais nitrogênio, fósforo e potássio são usados pelo trigo e a soja, e menos pelo milho. Contudo, o uso regional de cada tipo de fertilizante aumenta. Ocorre o inverso quando há um aumento no preço do fertilizante^{7/}.

QUADRO 4. Variações nas quantidades regionais usadas de cada tipo de fertilizante associadas a mudanças no seu preço

Mudança percentual no preço do fertilizante(1)	Quantidade de equilíbrio (índices)			
	Nitrogênio (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potássio (K ₂ O)	Total
- 50	215,3	133,3	158,2	150,4
- 25	174,4	115,1	132,3	127,2
0	100	100	100	100
+ 50	52,4	71,9	69,0	68,7
+100	40,9	54,8	52,6	52,5

Fonte: Dados básicos da pesquisa.

(1) As mudanças percentuais no preço do fertilizante são consideradas idênticas e concomitantes para os três tipos de fertilizante.

Tomando por base o preço e a quantidade do fertilizante no ponto médio de cada intervalo de preço, estimaram-se as elasticidades-preço da demanda regional por fertilizante (quadro 5).

Verificou-se que a demanda regional por fertilizante é inelástica no intervalo de preços considerado. Portanto, os gastos regionais com fertilizantes variam diretamente com o seu preço. Contudo, os valores de elasticidade-preço da demanda próximos da unidade indicam que estes gastos regionais não aumentariam muito com a elevação do preço do fertilizante.

O custo regional direto de um subsídio, necessário para diminuir o preço do fertilizante, a nível de produtor agrícola, em 25% ou 50%, foi comparado com o incremento que ele causaria na renda agrícola líquida regional. Por renda agrícola

7/ As quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio usadas aparecem distintas em cada atividade. A proporção entre estes três nutrientes é fixa numa mesma atividade, mas varia entre atividades. Portanto, a proporção entre as quantidades usadas destes nutrientes, a nível regional, depende da combinação de atividades que constitui a solução ótima.

líquida entende-se o valor da produção agrícola menos os custos variáveis de produção. Verificou-se que os incrementos regionais na renda agrícola líquida seriam de Cr\$ 1,24 e Cr\$ 1,30 para cada cruzeiro de custo direto do subsídio, necessário para reduzir o preço do fertilizante em, respectivamente, 25% e 50%.

QUADRO 5. Elasticidade-preço da demanda regional por fertilizante

Intervalo de variação do preço do fertilizante	Elasticidade-preço da demanda
De + 50% a + 100%	- 0,94
Do preço atual até + 50%	- 0,93
Do preço atual a - 25%	- 0,84
De - 25% a - 50%	- 0,42

Fonte: Dados básicos da pesquisa.

Por outro lado, se o governo aplicasse um imposto sobre o fertilizante de modo a elevar o seu preço a nível de produtor agrícola, haveria uma redução na renda agrícola líquida regional. Esta redução seria de Cr\$ 1,78 e Cr\$ 1,80 para cada cruzeiro de imposto recolhido que elevasse o preço do fertilizante em, respectivamente, 50% e 100%.

5. CONCLUSÕES

Os resultados do estudo indicam que o preço do fertilizante é um fator importante na consecução do objetivo brasileiro de auto-suficiência na produção de trigo. Parece existir um grande potencial para o aumento da produção de trigo no Rio Grande do Sul, através de reduções no preço do fertilizante. Por outro lado, um aumento da produção tritícola, através da expansão da cultura para novas áreas, poderá ser anulado pela redução da produção nas áreas tradicionais, se o fertilizante tiver o seu preço aumentado.

Há também uma relação inversa entre o preço do fertilizante e a produção regional de soja. Porém, o efeito deste preço sobre a produção de soja é menor do que sobre a do trigo.

A demanda regional por fertilizante é inelástica no intervalo de preços considerado (desde uma redução de 50% até um aumento de 100% em relação ao preço atual). Os gastos regionais com fertilizante variam no mesmo sentido do seu preço. Contudo, um aumento no preço, em até 100%, não vai aumentar muito estes gastos regionais, por ser a elasticidade-preço da demanda muito próxima da unidade.

Os benefícios regionais diretos de um subsídio no fertilizante parecem ser maiores do que os custos diretos. Para concluir, porém, sobre se o subsídio seria socialmente desejável, devem se incluir também os custos indiretos, como os

administrativos. Poderá ocorrer, ainda, que o subsídio no fertilizante seja socialmente desejável para a região produtora de trigo e soja, porém não para outras regiões. Seria difícil adotar um subsídio específico para uma região produtora.

6. LITERATURA CITADA

1. BARKER, R. & STANTON, B. F. Estimation and aggregation of firm supply functions. **Journal of Farm Economics**, (47): 701-12, 1965.
2. BARRY, P. J. & ROBISON, L. J. A practical way to select an optimum farm plan under risk: comment. **American Journal of Agricultural Economics**, (57): 128-31, 1975.
3. BAUMÓL, W.J. An expected gain-confidence limit criterion for portfolio selection. **Management Science**, (10): 174-82, 1963.
4. CARTER, H. O. Representative farms – Guides for decision making. **Journal of Farm Economics**, (45): 1448-55, 1963.
5. ENCARNACION, J.J. Constraints and the firm's utility function. **Review of Economic Studies**, (31): 113-9, 1964.
6. FERGUSON, C. E. The theory of multidimensional utility analysis relation to multiple-goal business behavior: a synthesis. **Southern Economic Journal**, (32): 169-75, 1965.
7. FRICK, G. E. & ANDREWS, R. A. Aggregation Bias and four methods of summing farm supply functions. **Journal of Farm Economics**, (47): 696-700, 1965.
8. MARKOWITZ, H. Portfolio selection. **The Journal of Finance**, (7): 77-91, 1952.
9. SHARPLES, J. A. The representative farm approach to estimation of supply response. **American Journal of Agricultural Economics**, (51): 353-61, 1969.
10. SONQUIST, J. A. & MORGAN, J. N. **The detection of interaction effects**. Monograph n. 35. Institute for Social Research, Universidade de Michigan, Michigan.
11. STÜLP, V.J. Effects of fertilizer prices under risk on the production of wheat and soybeans in Brazil. Tese de Ph. D. Universidade de Kentucky, 1977.