

3. Título: Avaliação econômica e análise de risco da aplicação de calcário na linha de semeadura na cultura da soja.

3.1. Pesquisadores: Ivo Ambrosi e José Renato Ben.

3.2. Objetivos:

Avaliar economicamente o efeito da aplicação de calcário finamente moído na linha de semeadura da soja, determinar as quantidades deste insumo que possibilita maximizar o lucro do agricultor e selecionar através da análise de biorisco a alternativa tecnológica que envolve menor risco para o produtor.

3.3. Metodologia:

Os dados utilizados são o resultado de um experimento, com a cultura da soja, realizado em solo Passo Fundo (Latossolo Vermelho Escuro Distrófico), durante os anos de 1977/78, 1978/79, 1979/80 e 1980/1981 e em solo Erexim (Latossolo Roxo Distrófico) nos anos de 1979/80 e 1980/81.

A partir dos resultados deste experimento, através da análise tabular, foram determinadas, a renda bruta o retorno bruto em Cr\$/ha e o retorno líquido por Cr\$ investido nos diferentes tratamentos.

Através da análise de regressão foram estimadas as funções de produção que serviram de base para a determinação da dose econômica de calcário na linha que maximiza o lucro do produtor e através da análise de biorisco, tornam possível a escolha da alternativa tecnológica que envolve menor possibilidade de risco para o produtor.

3.4. Resultados:

3.4.1. Resultados da análise tabular

Na Tabela 1 encontram-se os dados médios de rendimento de grãos em quatro anos de cultivo no solo Passo Fundo e 2 anos em solo Erexim, obtidos nos diferentes níveis de correção da acidez do solo e doses de calcário aplicadas na linha de semeadura.

A correção da acidez na dose recomendada (1 SMP), proporcionou um incremento de 1.615 e 1.032 kg/ha de grãos quando comparado com a ausência desta prática no solo Passo Fundo e Erexim, respectivamente.

A produtividade adicional com a aplicação de calcário na linha, na ausência da correção da acidez inicial, foi de 660 e 639 kg/ha para os níveis de 300 e 450 kg/ha de calcário, respectivamente para o solo Passo Fundo. Pa

ra o solo Erexim houve uma resposta menor em termos de acréscimo de produ tividade, ou seja, 210 kg/ha para uma dose de calcário na linha de 300 kg/ha e 481 kg/ha de grãos para 450 kg/ha de calcário (Tabela 1).

A Tabela 2 mostra a receita bruta total, o custo variável com o trata[~]mento, o retorno bruto, o valor total do diferencial e o retorno líquido por Cr\$ investido na aplica o de 4 níveis de calcário para a corre o da acidez do solo e diferentes doses de calcário na linha de semeadura da so ja.

O maior retorno líquido por Cr\$ investido foi conseguido com a aplica o de calcário na linha de semeadura, na ausência da corre o da acidez, porém, o valor total do diferencial foi bastante baixo (média de Cr\$ 7.209,00/ha). O segundo melhor retorno por Cr\$ investido foi para o nível 1/2 SMP com uma média de Cr\$ 3,13 por Cr\$ investido e um valor total médio do dife[~]rencial de Cr\$ 16.560,00 por hectare.

A taxa de retorno líquido e o valor total do diferencial possibilitam escolher este nível de corre o da acidez como o mais econ mico, ou seja, 1/2 SMP.

3.4.2. Resultados estatísticos da fun o de produ o

Após terem sido testados vários modelos, linear, quadrático e cúbico, a fun o que melhor se ajustou   realidade produtiva foi a do tipo Cobb-Douglas, cuja representa o  :

$$Y = A X_1^{b_1} X_2^{b_2} \dots X_n^{b_n} \quad \text{ou geneticamente}$$

$$Y = A \prod_{i=1}^n X_i^{b_i}$$

Onde:

Y = rendimento em kg/ha;

A = termo constante;

X_i = nível de utiliza o dos insumos;

b_i = coeficientes de regressão.

Os resultados da fun o ajustada estão na Tabela 3.

Tabela 1. Rendimento médio de grãos da cultura de soja obtidos nos diferentes níveis de correção da acidez e doses de calcário na linha. CNPT/EMBRAPA, Passo Fundo, 1981

Doses de calcário na linha kg/ha	Doses de calcário em t/ha							
	0 SMP		1/4 SMP		1/2 SMP		1 SMP	
	PF	EX	PF	EX	PF	EX	PF	EX
0	1046	1850	1583	1936	1971	2630	2661	2882
150	1356	2010	1918	2021	2446	2730	2712	3110
300	1706	2060	1924	2373	2410	2796	2552	3166
450	1685	2331	2026	2520	2608	2780	2618	3010

Fonte: BEN et alli-CNPT/EMBRAPA - Passo Fundo

PF-Média dos cultivos: 1977/78, 1978/79, 1979/80, 1980/81 em solo Passo Fundo (Latossolo Vermelho Escuro Distrófico)

EX-Média dos cultivos: 1979/80, 1980/81 em solo Erexim (Latossolo Roxo Distrófico)

Tabela 2. Renda bruta, retorno bruto e retorno líquido por Cr\$ investido nos diferentes níveis de correção da acidez e doses de calcário na linha, baseados em dados experimentais médios observados durante 4 anos em solo Passo Fundo e 2 anos em solo Erechim, CNPT/EMBRAPA, Passo Fundo, 1981

Níveis de calcário t/ha	Níveis de calcário kg/ha	Renda bruta Cr\$/ha ¹	Custo variável Cr\$/ha ¹	Retorno bruto Cr\$/ha	Valor total do diferencial Cr\$/ha	Retorno líquido do investimento como tratamento
0	0	24.532	0	24.532	-	-
	150	29.386	615	28.771	4.240	6,89
	300	34.054	1230	32.824	8.292	6,74
	450	35.473	1845	33.628	9.096	4,93
1/4 SMP	0	31.739	2437	29.302	4.770	1,96
	150	36.462	3052	33.410	8.878	2,91
	300	38.722	3667	35.055	10.523	2,87
	450	41.055	4282	36.773	12.241	2,86
1/2 SMP	0	40.906	4357	36.549	12.017	2,76
	150	47.422	4972	42.450	17.918	3,60
	300	47.403	5587	41.816	17.284	3,09
	450	49.793	6202	43.591	19.059	3,07
1 SMP	0	51.081	8476	42.605	18.073	2,13
	150	53.097	9091	44.006	19.474	2,14
	300	51.455	9706	41.749	17.217	1,77
	450	51.809	10321	41.488	16.956	1,64

Fonte: CNPT/EMBRAPA - Setor de Economia Rural - 1981

¹ em Cr\$ de julho de 1981.

Tabela 3. Resultados do ajustamento da função de produção agrícola

Variáveis	Coefficiente de regressão	Erro padrão
X ₁ (calcário na linha)	0,032114 ^a	0,004926
X ₂ (ano de cultivo)	-0,159229 ^a	0,05380
X ₃ (interação calcário x cultivo)	0,222539 ^a	0,012792
X ₄ (DUMMY para clima)	0,613003 ^a	0,077063
Interseção (log)	2,96596	

R² 0,6478F 174,29^a

Níveis de significância:

^a Significante, pelo menos ao nível de 1 %.

3.4.3. Considerações econômicas sobre a função de produção agrícola

Os valores das produtividades médias e marginais (Tabela 4) foram calculados a partir da função de produção ajustada. Esta função foi a Cobb-Douglas.

Verificou-se que para todas as variáveis o produto físico médio foi superior ao produto físico marginal, evidenciando que os recursos estão sendo aplicados no estágio racional de produção.

Numa função do tipo Cobb-Douglas, os coeficientes estimados representam, diretamente, as estimativas das elasticidades parciais. Entretanto, a importância relativa de cada um dos fatores que concorrem para a formação do valor da produção deve ser examinada não pela magnitude do coeficiente de elasticidade, mas pela taxa marginal de retorno (TMR) de cada um dos fatores. Assim, utilizando-se o valor do Produto Físico Marginal (VPF_M) do nível de uso desses fatores e dos preços médios desses fatores pode-se estimar as TMR (Tabela 5), que são dadas pela seguinte fórmula:

$$TMR = \left(\frac{VPF_M - P_{X_i}}{P_{X_i}} \right) 100$$

Tabela 4. Média das variáveis, valor do Produto Físico Médio (VPF_M) e valor do Produto Físico Marginal (VPF_M) das variáveis

Variáveis	Média aritmética	VPF _M	VPF _M
Renda bruta	28.700,00	-	-
X ₁ (calcário na linha)	225 kg	127,57	4,10
X ₃ (calcário x cultivo)	4,6 t	6.239,13	1.388,45

Tabela 5. Taxas Marginais de Retorno (TMR) para os Fatores de Produção. Passo Fundo, 1980

Variáveis	Cr\$/kg	TMR
X ₁ (calcário na linha)	4,10	0
X ₃ (calcário x cultivo)	1,40	-13,2

Com base nesses resultados conclui-se que a quantidade média de calcário utilizada na correção da acidez do solo deve ser reduzida e a quantidade média de calcário utilizada na linha de semeadura da soja encontra-se na dose ótima do uso.

Uma das características básicas da função Cobb-Douglas é que a taxa marginal de substituição (TMS) é uma função linear da razão dos insumos, ou seja, dada a razão dos insumos, a TMS é sempre constante para qualquer nível de produção para determinada razão de preços, isto é, ao longo do caminho de expansão. A implicação imediata é que a proporção em que os insumos devem ser usados é sempre a mesma para qualquer nível de produção, dada a razão dos preços dos insumos (1).

Na situação particular em que o somatório dos coeficientes de regressão é igual a 1, ($\sum_{i=1}^n b_i=1$), um aumento percentual nos recursos produz igual aumento percentual no produto, o que se denomina de retornos constantes à escala.

No presente estudo, em que o somatório dos coeficientes de regressão é menor do que 1, isto, quer dizer que a função é côncava e os retornos à escala são decrescente, existindo, portanto, um ponto de lucro máximo.

É possível, desta forma, estimar, em função de um dos recursos a participação dos demais recursos, em termos de proporções ótimas (1).

Considerando-se dois recursos, representados por X_i e X_j, respectivamente, tem-se:

$$X_i = \frac{P_j}{P_i} \cdot \frac{b_i}{b_j} \cdot X_j$$

ou seja, quantas unidades de X_j, dados os preços, correspondem a uma unidade de X_i. Se a quantidade de X_i e X_j é aumentada em proporções constantes, a taxa marginal de substituição permanece constante na proporção b_i/b_j, apesar de mudanças no nível de produção, dados os preços.

As proporções ótimas dos recursos, por unidade de área (ha), observaram as seguintes estimativas:

X₁ (calcário na linha) 230 kg/ha

X₃ (calcário x cultivo) 3,99 t/ha

3.4.4. Análise de bionisco (PACTA)

A análise de risco na teoria da produção é mais uma ferramenta que os economistas agrícolas se valem para proporcionar aos agricultores, informações econômicas adicionais, não somente sob o ponto de vista de rentabilidade, mas também ao risco que o agricultor estará correndo com a adoção de uma nova tecnologia lançada pela pesquisa.

Os agricultores geralmente consideram as alternativas tecnológicas de rivadas de trabalhos experimentais como as mais arriscadas, daí a importância que este tipo de análise assume na divulgação dos resultados de pesquisa (4).

O método aqui utilizado será o de HANOCH e LEVY (3) através do Programa de Análise Comparativa de Alternativas Tecnológicas (PACTA) descrito em DA CRUZ (2).

A partir dos dados de entrada, rendimento, custos e preço do produto de cada alternativa, são geradas distribuições de probabilidade cumulativas, destas variáveis, através do processo de Monte Carlo, bem como a distribuição da margem bruta correspondente a cada alternativa. Com base nestas distribuições de probabilidade cumulativas são impressos os intervalos de preço, rendimento e margem bruta de 5 em 5 % de probabilidade. As margens brutas das alternativas sob comparação são analisadas duas a duas (pairwise), sendo que a dominância em condições de risco (dominância estocástica) é analisada pelo Método de Hanoch e Levy descrito em Porto (5).

Os dados utilizados são os mesmos descritos na seção 3.3. acima.

As interações investigadas no experimento resultaram em 16 alternativas tecnológicas.

Estas alternativas combinadas duas a duas deram origem a 120 combinações diferentes.

3.5. Resultados e discussão

Na Tabela 6 constam os resultados de dominância em condições de risco das 16 alternativas avaliadas.

A Tabela 7 mostra os limites da margem bruta a Margem Bruta Determinística e o respectivo desvio padrão.

Na interpretação dos resultados da Tabela 6 observa-se que das 16 alternativas tecnológicas em apreço, apenas duas foram eficientes sob condições de risco que são elas: a alternativa com 1/2 SMP de calcário na correção da acidez e mais 150 kg/ha de calcário na linha de semeadura da soja e a alternativa com 1 SMP de calcário na correção da acidez e mais 150 kg/ha de calcário na linha de semeadura.

3.6. Conclusão

À luz dos resultados da análise tabular, análise de regressão e análise de risco é indiscutível que o melhor tratamento é aquele que utiliza 1/2 SMP de calcário na correção da acidez do solo com uma adição anual de calcário na linha de semeadura.

Em termos de maximização de lucros, as quantidades ótimas de insumo a ser utilizado, ficou demonstrado pela análise econômica da função de produção que o calcário deve ser empregado na base de 4 t/ha na correção da acidez e o calcário na linha de semeadura na base de 230 kg/ha.

3.7. Literatura citada

- AMBROSI, I. Produção e renda familiar em áreas de agricultura de subsistência no Estado de Sergipe. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1979. 62p. (Tese Mestrado).
- DA CRUZ, E.R. "PACTA-Programa de avaliação comparativa de tecnologias alternativas" - "Guia do Usuário". EMBRAPA-DDM, Mimeo., 7p., 1980.
- HONOCCH, G. and LEVY, H. "Efficient portfolio selection with quadratic and cubic utility". Jornal of Business, vol. 43; nº 2, p. 181-189, 1970.
- MOUTINHO, D.A. et al. "Tomada de decisão sob condições de risco em relação à nova tecnologia para a produção de feijão de corda". "Revista de Economia Rural", Brasília, 16(4):41-58, 1978.
- PORTO, V.H. da F.; CRUZ, E.R. da & INFELD, J.A. Metodologia para incorporação de risco em modelos de decisão usadas na análise comparativa entre alternativas: o caso da cultura do arroz irrigado. Pelotas, EMBRAPA-UEPAE-Pelotas, s.d. 25p.

Tabela 6. Dominância das alternativas tecnológicas em termos de margem bruta comparadas duas a duas (PAIRWISE) segundo o método de HANOCH e LEVY

Calcário em SMP	Doses de Filler	Calcário em SMP e Filler em kg/ha															
		0				1/4				1/2				1			
		0	150	300	450	0	150	300	450	0	150	300	450	0	150	300	450
0	0																
	150	1				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	300	1	1			1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	450	1	1	2		1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/4	0	1	1	0	0												
	150	1	1	1	2	1		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	300	1	1	2	1	1	2		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	450	1	1	1	1	1	1	1		2	0	0	0	0	0	0	0
1/2	0	1	1	1	1	1	1	1	2								
	150	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	2	2	2	1	1
	300	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0		0	0	0	2	1
	450	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1		1	0	1	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	0			0	2
	150	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1		1	1
	300	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	2	0	2	0		1
	450	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	

Fonte: CNPT/EMBRAPA - Setor de Economia Rural - 1981.

Obs.: A leitura deverá ser feita no sentido horizontal sendo que 0 significa que a primeira alternativa foi dominada pela segunda; 1 significa que a primeira alternativa domina segunda; 2 significa, dupla eficiência, ou seja, nenhuma das duas alternativas é inferior sob condições de risco.

Tabela 7. Intervalo da margem bruta, margem bruta determinística e desvio padrão

Calcário SMP	Doses de Filler kg/ha	Limite inferior	Limite superior	Margem bruta determinística	Desvio padrão
0	0	19	50.892	24.532	10.590,3
	150	3.269	54.204	28.771	10.261,5
	300	5.510	60.062	32.824	10.990,2
	450	783	66.382	33.628	13.215,8
1/4	0	6.932	51.610	29.302	9.001,0
	150	6.782	59.965	33.410	10.714,6
	300	203	69.810	35.055	14.023,2
	450	2.508	70.943	36.773	13.787,0
1/2	0	5.172	67.839	36.549	12.625,0
	150	12.590	72.226	42.450	12.014,7
	300	6.230	77.304	41.816	14.319,0
	450	6.977	80.104	43.591	14.732,6
1	0	5.501	79.606	42.605	14.929,4
	150	10.819	77.102	44.006	13.353,9
	300	7.435	75.967	41.749	13.806,7
	450	5.804	77.074	41.488	14.358,2

Fonte: CNPT/EMBRAPA - Setor de Economia Rural - 1982.