

EFICIÊNCIA ECONÔMICA DO USO DO NITROGÊNIO EM PASTAGEM¹

PEDRO AFONSO ALMEIDA DE SALLES² e JOSÉ OTÁVIO NETO GONÇALVES²

RESUMO - Realizou-se a análise econômica do efeito do fator nitrogênio sobre uma pastagem de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.). Utilizou-se a curva de resposta de um experimento de campo, onde a gramínea foi submetida a cinco níveis de nitrogênio. Os resultados mostraram que a máxima eficiência técnica foi atingida com 154 kg/ha/ano de N; e a máxima eficiência econômica, com 86 kg/ha/ano de N. Para compensar a instabilidade da moeda, construiu-se uma tabela que relaciona a variação de preço insumo/produto com os respectivos níveis de máxima eficiência econômica no uso do fator, ou seja, para qualquer alteração na relação de preços, calculou-se uma nova dose ótima econômica.

Termos para indexação: eficiência econômica, curva de resposta, uso do N, azevém, função de produção.

ECONOMIC EFFICIENCY OF NITROGEN IN CULTIVATED PASTURES

ABSTRACT - The economic analysis of the effect of applied nitrogen on a rye-grass (*Lolium multiflorum* Lam.) pasture was done, utilizing five levels of nitrogen on a field experiment. The data showed that the maximum technical efficiency was reached with the utilization of 154 kg/ha/year of N and the highest economical efficiency with 86 kg/ha/year of N. Since the price of N varies frequently the alternative that was found for maintaining the relation between fertilizer and product up-to-date, a table that shows the highest economical efficiency for any price of nitrogen/product relationship was built. This means that, for any variation in the relation of prices fertilizer/product, one is able to find a new optimum level of nitrogen.

Index terms: economical efficiency, response curve, nitrogen utilization, rye-grass, economical analysis.

INTRODUÇÃO

As atividades ligadas ao setor primário têm importância vital para a economia do Rio Grande do Sul. Isto é constatado pela formação da renda interna do estado na qual a agropecuária participa com 35% de sua composição. O subsetor pecuário, que tem na bovinocultura a atividade predominante, ocupa mais de 60% da área utilizável do estado, com uma baixa densidade de 0,7 cabeças por hectare (Salles 1977).

Entretanto, a taxa de crescimento da bovinocultura não é compatível com a sua importância, pois tem sido inferior à das demais atividades do setor. Seus rendimentos por hectare mantiveram-se constantes nas últimas décadas, indicando que, durante o período estudado, os aumentos de produção foram causados por acréscimos de área, e não por aumento de produtividade.

Como a possibilidade de expansão geográfica é cada vez menor (Lessinger 1972), fez-se mister pesquisar outras alternativas que possam viabilizar o aumento da produção. Uma delas diz respeito à

ação dos fertilizantes no sentido de elevar a produtividade da terra utilizada no setor (Gonçalves 1979).

As principais limitações para o aumento da produtividade são provenientes da baixa fertilidade natural dos solos do estado, do uso inadequado dos fertilizantes, e da falta de estudos econômicos determinantes dos níveis ótimos nos quais cada fator é empregado.

Sabemos claramente que o elemento nitrogênio tem importância fundamental no processo biológico. E também, que as indústrias, que o sintetizam, utilizam de muita energia para transformar matérias fósseis não-renováveis (Alves 1979), o que apresentará tendência de elevação de preços. O presente trabalho teve como objetivo contribuir, através do estudo de funções de produção, em pastagem de azevém, para o uso mais lucrativo do fertilizante nitrogenado.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados foram de um trabalho de campo realizado na Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Bagé, da EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Foram estudados, durante dois anos, os efeitos dos níveis: 0, 50, 100, 150 a 200 kg/ha de nitrogênio, sobre a produção de matéria seca de azevém anual "comum" (*Lolium multiflorum* Lam.).

¹ Aceito para publicação em 22 de abril de 1980.

² Eng.^o Agr.^o M.Sc., Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE) - EMBRAPA, Caixa Postal 242, CEP 96.400 - Bagé, RS.

A Unidade situa-se na região sudoeste do Rio Grande do Sul. O solo é um Plano Vértico, da unidade de mapeamento Bagé. O delineamento experimental foi o de blocos completos ao acaso, com quatro repetições. A fonte de nitrogênio utilizada foi a uréia que tem 45% do elemento nitrogênio. Os efeitos dos tratamentos foram medidos através da produção de matéria seca, obtida em cortes efetuados periodicamente com uma segadeira de lâmina.

A análise dos resultados foi executada em duas fases principais. Na primeira, fez-se o ajustamento dos dados de níveis de nitrogênio e de produção de matéria seca de pastagem a uma função de produção, segundo o procedimento estatístico de regressão simples pelo método dos mínimos quadrados.

De todas as curvas que podem ser traçadas no diagrama de dispersão entre a produção de matéria seca de pastagem e as diversas doses de nitrogênio, o método dos mínimos quadrados indica qual dose tem a menor soma dos quadrados do erro. Esta é a equação que melhor se ajusta aos dados no modelo proposto (Johnston 1971).

Neste trabalho optou-se pelo modelo quadrático (polinômio do segundo grau) por ser este, segundo Lanzer (1970), Conagim (1967), Silva (1965), Saupe (1972), Gomes (1967), Heady (1964), o que melhor traduz a resposta das culturas à adubação. Autores como Heady (1964) e Reynaert (1967), entre outros, discutem o uso do modelo quadrático e sua adequação lógica, estatística e econômica na expressão das relações entre os fertilizantes e a produção dos vegetais.

A regressão foi processada no computador IBM 370, utilizando-se o sistema de análise estatística (SAS) disponível no Departamento de Métodos Quantitativos da EMBRAPA, em Brasília (Barr 1979).

Na segunda fase da análise, estimou-se a quantidade economicamente ótima de adubo nitrogenado a ser utilizado na pastagem de azevém. Para realizar a análise econômica do uso do fertilizante, utiliza-se a equação ajustada na primeira parte.

Considerou-se o valor do acréscimo de produção e o custo da dose em cada nível de adubação, sem levar em consideração os demais insumos. Na hipótese de uma decisão racional, o produtor utiliza o insumo variável, em quantidades adicionais, sempre que o aumento no valor da produção for maior que o acréscimo no custo. A máxima eficiência econômica (MEE) é atingida quando o fator é usado de modo a maximizar o lucro. Este ponto é identificado pela igualdade entre o produto físico marginal (PF Mg) e o quociente entre o preço do fator e o preço do produto.

$$PF \text{ Mg. } x_1 = P_{x_1} / P_y$$

O produto físico marginal representa a variação na produção, quando ocorre uma variação infinitesimal no fator variável empregado, isto é, a taxa de transformação do fator fertilizante (x_1) no produto pastagem (y).

Matematicamente calculou-se o produto físico marginal, derivando o produto físico total (dado pela equação

de regressão) em relação ao fator variável. Os preços do fertilizante e da matéria seca da pastagem foram os do mercado em novembro de 1979. Transformou-se a quantidade de matéria seca cortada em kg de carne de boi vivo, para efeito de valorização do produto, na seguinte relação: cada 20 kg de matéria seca é suficiente para produzir 1 kg de peso vivo em bovinos.

A quantidade de fertilizante que maximiza o lucro tem origem na equação simples: $L = R - C$, onde o lucro (L) é igual à receita (R) menos os custos (C).

A receita é igual ao preço do produto (V) multiplicado pela produção (Y). O custo é a soma do custo fixo (Fo) mais a quantidade de fertilizante (X) multiplicado pelo preço do fertilizante (F_1), ou seja:

$$L = VY - F_0 - F_1 X \quad (1)$$

A quantidade do fator que maximiza a produção é o nível de máxima eficiência técnica (MET) de uso do insumo. Calcula-se esta quantidade anulando-se o produto físico marginal (PFMg X_1) do fator variável. Neste ponto o produto físico total é máximo, porque não haverá variação no produto total, quando ocorrer variação infinitesimal no fator variável (X_1), isto é, a taxa de transformação do nitrogênio em pasto, neste ponto, é zero.

$$PFMg_{x_1} = 0$$

Espera-se que a MEE seja menor do que a MET, pois somente um fator gratuito poderia igualar este nível, e isto não ocorre naturalmente.

RESULTADOS

Na primeira fase do trabalho, a equação de regressão selecionada foi:

$$\hat{Y} = 2.939 + 34 X - 0,11 X^2 \quad (2)$$

em que \hat{Y} é a produção estimada de azevém em kg/ha de matéria seca, e X é o nível de nitrogênio (N) por ha.

As medidas estatísticas para avaliar a adequação do modelo proposto na investigação de causa e efeito são descritas na Tabela 1.

Na segunda fase, substituiu-se a produção (Y) na equação do lucro, equação (1), pela produção calculada através de equação de regressão (2).

$$L = V (2.939 + 34X - 0,11X^2) - F_0 - F_1 X \quad (3)$$

Determinou-se o nível do fator no qual a função lucro passa pelo seu valor máximo, derivando a equação (3) em relação a X, e igualando a zero, ou seja:

$$X = \frac{34}{0,22} - \frac{F_1}{0,22V} \quad (4)$$

que é a equação que nos indica a quantidade de nitrogênio (X) que maximiza o lucro do produtor, ou seja, o nível de máxima eficiência econômica (MEE) do uso do fator, nas condições do experimento analisado.

TABELA 1. Análise estatística da equação de regressão quadrática do efeito do nível de nitrogênio na produção de m.s. do azevém.

Teste do	Medida	Valor	Prob. Significância
Modelo	D.P.	694	-
Modelo	C.V.	14%	-
Modelo	C. Det. R ²	0,68	-
Modelo	F-teste	18,63	0,0001
Intercepto	E.P.E.*	326	-
Intercepto	T-Teste	9	0,0001
Termo linear	E.P.E.	7,7	-
Termo linear	T-Teste	4,4	0,0004
Termo quadrático	E.P.E.	0,03	-
Termo quadrático	T-Teste	3	0,0078

*Erro padrão da estimativa.

Observa-se que a dose ótima depende da relação de preço do insumo (F₁) e do produto (V). O nível ótimo econômico será aumentado quando o preço do produto (V) aumentar; e diminuído, quando o preço do insumo (F₁) aumentar.

Por exemplo, foi calculado o valor de X na atual relação de preços (novembro 1979) em que o kg de nitrogênio (F₁) vale Cr\$ 24,00, e o kg de carne de boi vivo, Cr\$ 32,00, ou seja, V = 1,6 guardada a relação 20:1 entre forragem e carne. O nível ótimo econômico do uso do adubo (X) encontrado foi de 86,36 kg/ha do nitrogênio. Isto equivale a uma adubação com 192 kg/ha de uréia. A aplicação de fertilizante nitrogenado deve ser subdividida em tantas vezes quantos forem os cortes ou o pastoreio da pastagem, devido às características e às possíveis combinações do nitrogênio, principalmente com o hidrogênio, que formam o composto volátil (NH₄).

A máxima eficiência técnica é obtida com 154,54 kg/ha/ano de N, ou seja, 343,42 kg/ha/ano de uréia.

A Fig. 1 representa os pontos de MEE e MET

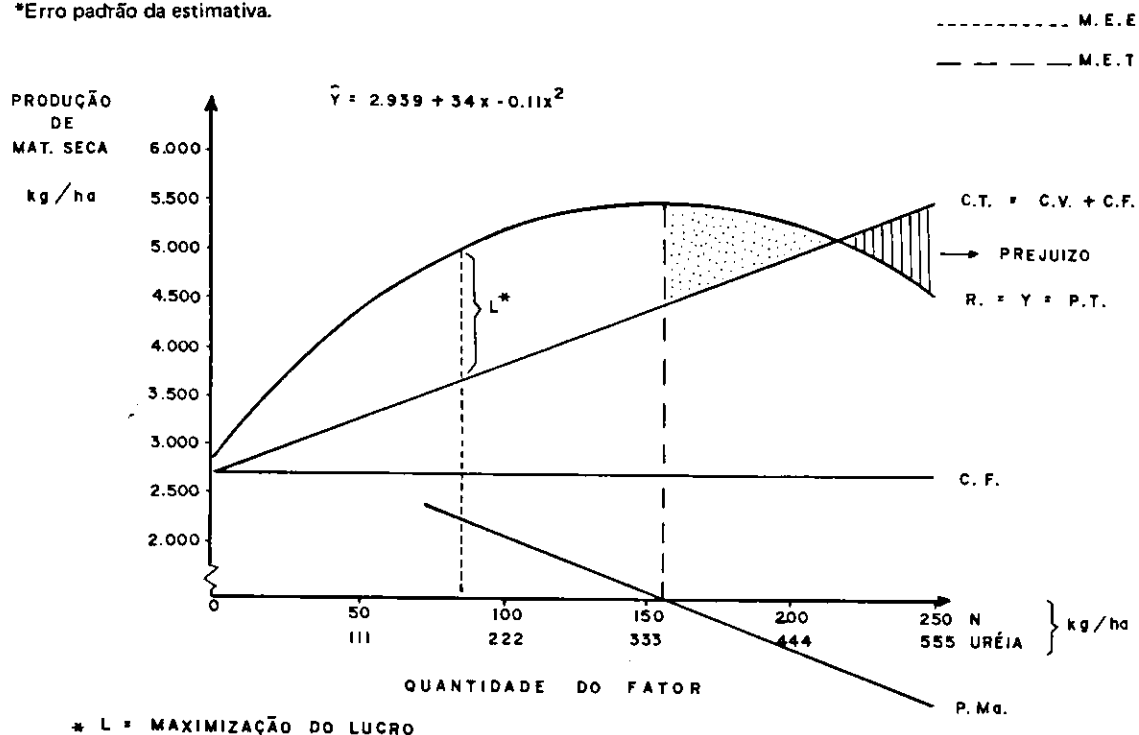


FIG. 1. Representação gráfica da determinação da dose ótima de fertilizantes a partir da sua curva de produção.

assim como as produções estimadas da pastagem em kg/ha/ano de matéria seca, para cada nível de N.

DISCUSSÃO

Sempre que houver alterações no preço do kg de carne de boi vivo, pago ao produtor, ou no preço do fertilizante, haverá deslocamento na dose ótima econômica (MEE). Admitindo-se estas variações, estudou-se o efeito das alterações no preço relativo entre o nitrogênio e a carne sobre o nível recomendado para o uso do nitrogênio.

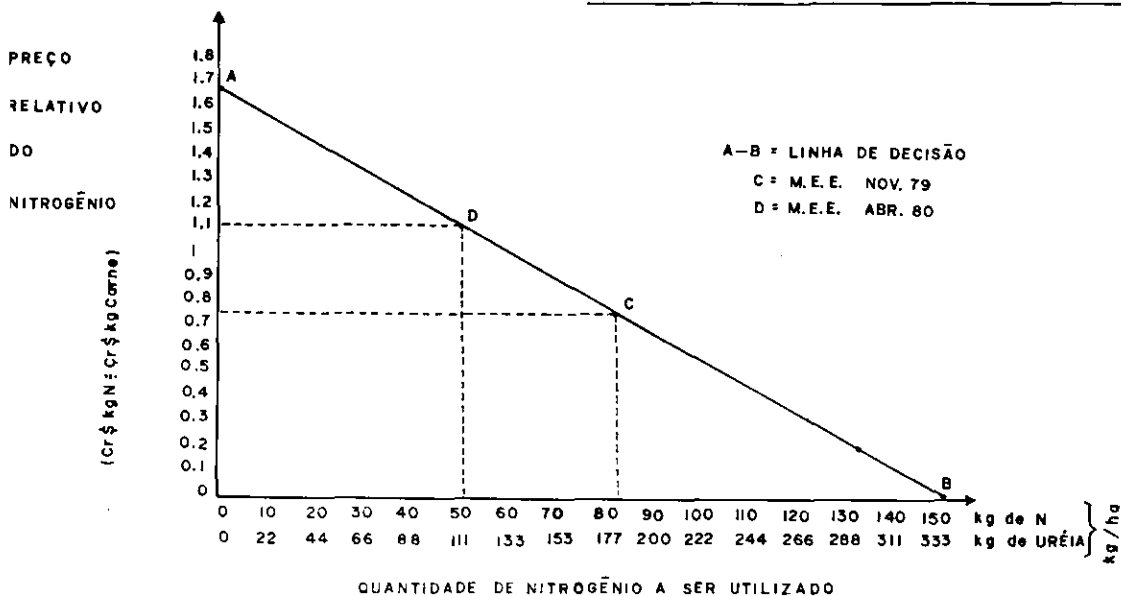
Em novembro de 1979, por exemplo, o preço relativo do N sobre a carne é $24 \div 32 = 0,75$. Comparando este valor com os da Tabela 2, e os da Fig. 2, o produtor determina a quantidade de nitrogênio ou uréia por ha, necessária para atingir o ponto mais alto de sua curva de lucro. Devido à instabilidade na política de preços, à inflação acelerada e à dependência externa do preço do petróleo (matéria prima na produção de nitrogenados), recomenda-se calcular a relação de preços no dia de compra do adubo.

Não será recomendado economicamente o uso

do nitrogênio na pastagem quando a relação for igual ou maior do que 1,7. Isto ocorre devido à queda do preço da carne ou ao aumento no preço do nitrogênio. A utilidade desta tabela é proporcional à oportunidade de seu uso, porque ela viabiliza o cálculo da MEE a cada época de adubação.

TABELA 2. Efeito da variação no preço relativo do Nitrogênio e da carne viva sobre o nível ótimo econômico do uso do fator Nitrogênio.

Relação dos preços Cr\$ kg N/Cr\$ kg carne	Quantidade em kg no nível ótimo econômico	
	N kg/ha	Uréia kg/ha
0,1	145	322
0,2	136	302
0,3	127	282
0,4	118	262
0,5	109	242
0,6	99	220
0,7	90	200
0,8	81	180
0,9	72	160
1,0	63	140



É o efeito das variações nos preços do insumo e do produto sobre o nível de máxima eficiência econômica (M.E.E.) no uso do fator.

FIG. 2. A linha de decisão do produtor determina a quantidade que deve ser aplicada na pastagem para maximizar o lucro de adubo na ocasião da compra.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E.R.A. A produtividade da agricultura. EMBRAPA, Brasília, 1979, p. 58.
- BAAR, J.H.; GOODNIGHT, J.H.; SALL, J.P.; BLAIR, W.H. & CHILKO, D.M. SAS user's guide 1979 edition. North Carolina, SAS Institute Inc., 1979. p. 494.
- CONAGIM, A. Investigación económica y experimentación agrícola. Montevideo, IICA, 1967.
- GOMES, F.P. & ZAGATTO, A.G. Aspectos econômicos da adubação. In: MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola; adubos e adubações. 2. ed. São Paulo, Agronômica "Ceres", 1967. p. 560-86.
- GONÇALVES, J.O.N. Nitrogênio e produção de matéria seca do azevém. *Pesq. agropec. bras.*, 14(1):47-51, 1979.
- HEADY, E.O. & DILLIN, J.L. Agricultural production functions. 2. ed. Ames, Iowa State University, 1964. 667 p.
- JOHNSTON, T. Métodos econométricos. São Paulo, Atlas, 1971. 318 p.
- LANZER, E.A. Análise econômica de um grupo de experimentos de fertilização e calagem do solo na cultura do trigo no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, UFRGS/IEPE, 1970. 117 p. Tese Mestrado.
- LESSINGER, E. Análise econômica do efeito residual do fósforo e do calcário num experimento com pastagem e trigo, através de função de produção, Vacaria, RS, 1965/70. Porto Alegre, UFRGS/IEPE, 1972. 100 p. Tese Mestrado.
- REYNAERT, E. Investigación económica y experimentación agrícola. Montevideo, IICA/OEA, 1967.
- SALLES, P.A.A. Análise econômica de dois experimentos de adubação e manejo de pastagem nativa e sua implicação na produtividade da pecuária. Porto Alegre, UFRGS/IEPE, 1977. 138 p. Tese Mestrado.
- SAUPE, W.E. Economic analysis of selected soil fertility experiment in Rio Grande do Sul. Porto Alegre, IEPE, 1972. Edição Preliminar.
- SILVA, P.R. Análise econômica do emprego de fertilizantes na cultura do feijoeiro, através da função de produção, Zona da Mata, MG. Viçosa, UFV, 1965. 61 p. Tese Mestrado.