

A INTERPRETAÇÃO ECONÔMICA DE UM ENSAIO DE ADUBAÇÃO DE *E. grandis*

FREDERICO PIMENTEL GOMES

CARLOS HENRIQUE GARCIA

IPEF

Caixa Postal - 530

13400 - Piracicaba - SP

ABSTRACT - This paper discusses the economic evaluation of data in an experiment of fertilization of *E. grandis*. The data prove that the best yields do not correspond to the largest economic results, especially when the interest of capital used is taken in consideration. The paper shows that the use of regression equations is essential, for the correct interpretation of experiments with fertilizers.

RESUMO - O trabalho apresenta uma avaliação econômica dos ganhos resultantes da aplicação de fertilizantes minerais na produção de florestas de *E. grandis*. Os dados demonstraram que os melhores resultados em produtividade não refletem necessariamente maiores ganhos econômicos. Esta diferença se acentua quando os resultados econômicos são capitalizados ao longo do tempo. O trabalho demonstra que a utilização de equações de regressão aliadas ao estudo econômico dos experimentos é essencial para a correta interpretação dos dados experimentais.

INTRODUÇÃO

O emprego de fertilizantes na produção florestal sempre foi merecedor de estudos e pesquisas. No entanto, observa-se que, de um modo geral, as pesquisas se restringem apenas à análise do efeito da fertilização sobre a produtividade da floresta. Desta forma, são relativamente comuns em silvicultura ensaios de adubação com níveis variados de nutrientes (N, P₂O₅ e K₂O, por exemplo) ou de uma fórmula completa, tal como 10-34-6. A interpretação correta desses experimentos exige o uso de equações de regressão, que permitam estimar a dose que dá a produção máxima de madeira. Mas este conhecimento não é suficiente, pois a adubação mais conveniente não é a que dá produção máxima, mas a que dá a receita líquida máxima. Assim sendo, o estudo econômico dos experimentos é essencial para evitar que sejam recomendadas práticas culturais economicamente ruins, pois o crescente aumento nos preços dos fertilizantes exige que os reflexos econômicos da adubação mineral na condução das florestas sejam revistos.

O presente trabalho exemplifica, com detalhes, como avaliar economicamente os ganhos resultantes do emprego de fertilizantes minerais na formação de florestas de *E. grandis* implantadas em Brotas, SP.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um experimento de adubação de **E. grandis**, no espaçamento de 3,0 x 2,0 metros, instalado em quatro blocos casualizados e avaliado aos 9 anos de idade. Os tratamentos constam de aplicações de fórmula 10-34-6 à razão de 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 e 350 g/planta. Cada parcela tinha 100 plantas, das quais 36 úteis, rodeadas por bordadura dupla. O nitrogênio foi aplicado sob a forma de sulfato de amônio, o fósforo era 1/3 solúvel em água e 2/3 solúveis em ácido cítrico, e o potássio foi fornecido sob a forma de cloreto.

Para estimação do volume sólido com casca usou-se a fórmula:

$$V = -17,0887 + 0,03625D^2H,$$

segundo o modelo obtido pela variável combinada de Spurr, e que predomina entre os modelos de estimativa de volume de madeira para celulose no Estado de São Paulo (COUTO & BASTOS, 1987).

O preço da madeira (w) se considerou equivalente a 8 dólares norte-americanos por estéreo (de pé) e se tomou como $t = 0,30$ dólares por quilograma de mistura utilizada. As despesas fixas de adubação correspondem a $m = 6,50$ dólares/ha.

Os dados de volume sólido com casca foram submetidos à análise da variância e, depois, usados na estimação de uma equação polinomial de regressão. Com esta, e tendo em vista os preços mencionados, realizou-se a análise econômica do experimento.

ANÁLISE DA VARIÂNCIA

A análise da variância dos dados de um volume sólido com casca forneceu os resultados a seguir.

TABELA 1 - Análise da variância dos dados de volume sólido com casca, em m³, de um ensaio de adubação de **E. grandis**, aos 9 anos de idade.

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Significância
Blocos	3	8.038,90	2.679,63	9,594	0,0003%
Tratamentos	7	12.834,01	1.833,43	6,56	0,0004%
Resíduo	21	5.865,44	279,31		
C.V. = 14,45%					

Como experimento se refere a tratamentos quantitativos (adubação) em mais de 2 níveis (8, neste caso), não devem as medidas ser comparadas pelo teste de Tukey ou por teste similar de comparação de médias. O caminho indicado é o estudo da regressão, com separação dos graus de liberdade relativos aos componentes linear e quadrático, pelo menos (PIMENTEL-GOMES, 1990). A análise da variância com esta modificação é mostrada na Tabela 2. Verifica-se, por ela, que é altamente significativo o efeito linear da adubação ($F = 38,00$). O efeito quadrático ($F = 1,75$) só é significativo ao nível de 14% e os Desvios de Regressão não são significativos.

TABELA 2

C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Significância
Regr. Linear	1	10.641,36	10.614,36	38,00	0,009%
Regr. Quadrática	1	489,76	489,76	1,75	0,144%
Desvio de Regr.	5	1.729,88	345,98	1,24	
(Tratamento)	(7)	(12.834,01)			
Resíduo	21	5.865,44	279,31		

ANÁLISE DE REGRESSÃO

Em função da metodologia utilizada, foram obtidas 3 equações de regressão. A primeira delas estima a produtividade (volume em st/ha) em função das doses de adubo aplicadas (Kg/ha), de onde se pode obter a produção máxima de madeira sem levar em consideração os valores econômicos envolvidos no processo.

As demais equações fornecem o valor da receita líquida em função das diferentes dosagens de adubo, permitindo assim, a determinação da dose econômica viável para a aplicação na floresta em estudo.

Nas condições expostas, a regressão linear seria perfeitamente adequada, do ponto de vista estritamente estatístico. Mas considerações agronômicas dão preferência a uma equação de segundo grau, que inclua os componentes linear e quadrático, pois esta equação descreve melhor a resposta à adubação quando o coeficiente do termo de segundo grau é negativo. Ora, a equação de regressão obtida é, nesse caso:

$$V = 81,89 + 0,2785X - 0,0003414X^2,$$

com V em estéreos/ha e X em g/planta da fórmula fertilizante. A derivada dessa função,

$$\frac{dV}{dX} = 0,2785 - 2 * 0,0003414 X,$$

igualada a zero nos dá o ponto de máximo, que é $X_0 = 408$ g/planta (680 Kg/ha), correspondente a uma produção máxima de $Y_0 = 138,7$ estéreos/ha.

A equação de regressão se transforma em:

$$(1) V = 81,89 + 0,1671 Z - 0,0001229 Z^2,$$

com Z expresso em Kg/ha da mistura, uma vez que temos

$$X = \frac{Z}{1,667}$$

Considerando-se que a metodologia para avaliação de projetos de investimento fundamenta-se nos custos e receitas de capital investido (CHICHORRO, 1987), utilizamos a equação da receita líquida na avaliação da produtividade.

Para obter a Receita Líquida (L) aplicamos a equação

$$(2) L = wV - m - tZ,$$

onde w é o preço do estéreo de madeira, t , o preço do Kg de mistura, m , representa as despesas fixas de adubação. Uma vez adotados os preços w , m e t em dólares, L será expresso na mesma moeda. Na verdade, porém, o ponto de máximo L da Receita Líquida L não depende de w e t , mas de sua relação

$$\frac{t}{w} = \frac{0,30}{8,00} = 0,0375,$$

que é um número abstrato, independente da unidade monetária adotada.

Combinando as equações (1) e (2), e após divisão por w , obtemos:

$$\begin{aligned} (3) U &= \frac{1}{w} L = V - \frac{m}{w} - \frac{t}{w} Z \\ &= 81,89 + 0,1671 Z - 0,0001229 Z^2 - \frac{m}{w} - 0,0375 Z \\ &= 81,89 + 0,1296 Z - 0,0001229 Z^2 - \frac{m}{w}, \end{aligned}$$

sendo

$$\frac{m}{w} = \frac{6,50}{8,00} = 0,81$$

Esta equação é válida, desde que haja adubação, isto é, se tivermos $Z > 0$, e então o termo constante m/w não influi sobre o valor do ponto de máximo Z^* . Mas, no caso de $Z = 0$, também se anula o valor de m .

O ponto de máximo da equação (3) é: $Z^* = 527$ Kg/ha, correspondente ao máximo $U^* = (116,06 - m/w) = 115,25$ estéreo/ha.

Salienta-se que a expressão m/w é o custo fixo da adubação, expresso em estéreos/ha de madeira.

Como a produção sem adubo é $U = V(Z = 0) = 81,89$ estéreos/ha, é claro que a adubação seria econômica desde que tivéssemos

$$\frac{m}{w} < 116,06 - 81,89,$$

ou seja

$$\frac{m}{w} < 34,17 \text{ estéreos/ha.}$$

Em resumo, se a despesa fixa (m) de adubação for muito alta, não convém adubar.

Para avaliar um investimento, considerando-se a variação do capital no tempo, deve-se fazer uso da taxa de juros (CHICHORRO, 1987). Somente desta forma pode-se avaliar a viabilidade de um projeto em longo prazo. Se adotarmos uma taxa de juros de 6% ao ano, o fator t/w se transformará, ao fim de 9 anos, em

$$\frac{t}{w} \left(1 + \frac{6}{100}\right)^9 = 0,0375 \times 1,6895 = 0,0634$$

e a equação (3) se transforma em:

$$H = \frac{1}{w} L$$

$$= 81,89 + 0,1671 Z - 0,0001229 Z^2 - \frac{m}{w} - 0,0634 Z$$

$$= 81,89 + 0,1037 Z - 0,0001229 Z^2 - \frac{m}{w}$$

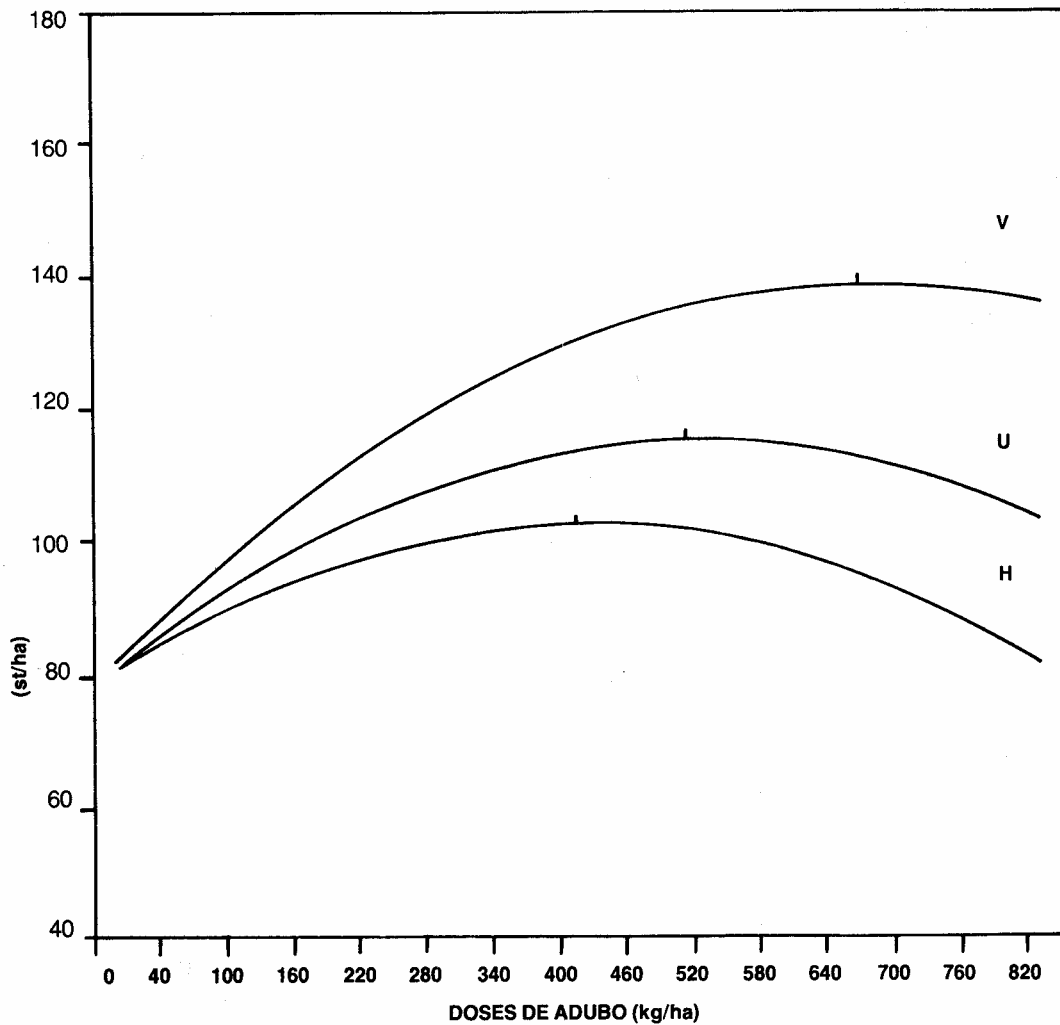


FIGURA 1 - Representação gráfica das variáveis V (volume total com casca), U (Receita Líquida em st/ha de madeira) e H (Receita Líquida em st/ha de madeira, considerados os juros do capital investido). Saliente-se que a consideração dos custos reduz o valor de ponto de máximo das curvas, que passa de 680 Kg/ha, no caso da variável V, para 527Kg/ha no caso da variável U, e, finalmente, se reduz a 422 Kg/ha quando trabalhamos com a variável H.

O ponto de máximo desta função é $Z+ = 422$ Kg/ha da mistura. O valor máximo de H é $H+ = 103,0$ estéreos/ha. Note-se que o valor de H corresponde à Receita Líquida por hectare medida em estéreos/ha de madeira.

Os pontos de máximo podem ser visualizados na Figura 1, que apresenta as curvas de produtividade e de Receita Líquida (st/ha) em função das dosagens de adubo, expressas em Kg/ha.

São mostrados na Tabela 3 os valores calculados pelas equações 1, 2 e 3, que estimam a produtividade volumétrica e as Receitas Líquidas expressas em st/ha em função das dosagens de adubo.

TABELA 3 - Valores de V (volume total com casca), U (Receita Líquida em st/ha de madeira) e H (Receita Líquida em st/ha de madeira, considerando os juros do capital investido). X é a dose da mistura fertilizante em g/planta.

X (g/planta)	Z (kg/ha)	V (st/ha)	U (st/ha)	H (st/ha)
0,0	0,0	81,89	81,08	81,08
50,0	83,35	94,96	91,02	88,86
100,0	166,70	106,33	99,26	94,95
150,0	250,05	115,98	105,80	99,32
200,0	333,40	123,94	110,62	101,99
250,0	416,75	130,18	113,74	102,95
300,0	500,10	134,71	115,15	102,20
350,0	583,45	137,54	114,95	99,74
400,0	666,80	138,66	112,85	95,58
450,0	750,15	138,08	109,14	89,71

CONCLUSÕES

À vista das análises feitas, concluímos:

A) A produção máxima de madeira, nas condições do experimento, se dá para a dose de 680 Kg/ha da mistura fertilizante, e corresponde a 138,7 estéreos/ha, o que dá um acréscimo de 56,8 estéreos/ha em relação ao plantio sem adubo.

B) Admitimos os preços de 8,00 dólares por estéreo de madeira, 0,30 dólar por Kg de mistura fertilizante, despesas fixas de 6,50 dólares/ha e, ainda, a taxa de juros de 6% ao ano, a Receita Líquida máxima, equivalente a 103,0 estéreos/ha, se dá para o nível de 422 Kg/ha de mistura fertilizante. A expressão m/w é o custo fixo da adubação, expresso em estéreos/ha de madeira.

Convém ressaltar que esses resultados são válidos para os preços adotados. Admitidos preços diversos, será necessário refazer os cálculos, o que pode, evidentemente, conduzir os valores discrepantes dos que obtivemos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHICHORRO, J. F. - **Avaliação econômica de experimentos de adubação de *E. grandis* no cerrado de Minas Gerais.** Viçosa, 1987. 135p. (Tese- Mestrado -UFV).

COUTO, H.T.Z. & BASTOS, N.L.M. .Modelos de equações de volumes e relações hipsométricas para plantio de Eucalyptus no Estado de São Paulo. **IPEF**, Piracicaba (37): 33-44, 1987.

PIMENTEL-GOMES, F. - **Curso de estatística experimental.** 12 ed. São Paulo, Nobel, 1990. 468p.

Riocell: Excelência do começo ao fim.

Instalada, no estado do Rio Grande do Sul, a Riocell é uma indústria brasileira que produz celulose e papel para o mercado internacional e nacional, exportando seus produtos para mais de 30 países. A Riocell consolidou esta forte imagem, graças a sua constante evolução, investindo permanentemente em avançada tecnologia, no desenvolvimento dos recursos humanos e no seu parque industrial, primando sempre pela mais alta qualidade de seus produtos, preservando suas vantagens competitivas em escala internacional.

A garça branca — marca da empresa, simboliza a alvura, o equilíbrio, a harmonia e a beleza das formas, transmitindo o conceito de excelência que a Riocell encontra ao somar as qualidades do seu processo.

Paralelamente a esta preocupação com seu conceito industrial, a Riocell sempre manteve uma grande consciência ambientalista e o cuidado de promover uma melhoria efetiva na qualidade de vida de sua gente.

