

## ESTIMAÇÃO DE PERDAS ACUMULADAS DE NUTRIENTES EM PASTAGENS POR MEIO DA FUNÇÃO LOGÍSTICA

ALFREDO R. FREITAS<sup>1,2</sup>, ODO PRIMAVESI<sup>1</sup>, ANA CÂNDIDA PRIMAVESI<sup>1</sup>, LUCIANO A. CORREA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pesquisador da EMBRAPA/ CPPSE, Caixa Postal 339, CEP: 13560-970, São Carlos, SP.

<sup>2</sup> Bolsista do CNPq.

**RESUMO:** A função de crescimento monomolecular Logística  $y_t = A(1 - Be^{-Kt}) + e_t$ , foi usada para estimar perdas acumuladas de amônia a partir de adubo nitrogenado ( $y_t$ ) aplicado superficialmente em pastagens; na função, A representou a perda máxima possível de amônia ocorrida no período, K a taxa constante do padrão de perdas de amônia, em função do tempo t, em dias, após a aplicação do adubo e B não possui interpretação biológica. A função estimou adequadamente as perdas de amônia, pois os valores dos coeficientes de determinação foram superiores a 88,0%.

**Palavras-chave:** função de crescimento monomolecular, modelo logístico, perdas acumuladas de amônia, pastagens

estimation of accumulated PASTURE NUTRIENTS loss BY Logistic FUNCTION

**ABSTRACT:** The monomolecular growth function Logistic  $y_t = A(1 - Be^{-Kt}) + e_t$ , was used to estimate accumulated ammonia losses in time t ( $y_t$ ), from urea applied to the soil surface. In this function A was the maximum possible loss of ammonia in the period; K was the rate constant of the loss pattern of ammonia, B is unimportant biologically. The function did adequately estimate the loss of ammonia since the coefficients of determination were greater than 88.0%.

**KeyWords:** monomolecular growth function, Logistic model, accumulated loss of ammonia, pasture.

### Introdução

Dados consistindo de medidas tomadas sobre os indivíduos e/ou unidades experimentais em função do tempo são comuns na agricultura, e geralmente podem ser interpretados por meio de modelos não-lineares. A função de crescimento monomolecular logística  $y_t = A(1 - Be^{-Kt}) + e_t$  (RICHARDS, 1959; DRAPER e SMITH, 1980), por exemplo, com  $y_t$  variando de  $A(1 - B)$  para,  $t=0$ , até A, para  $t \rightarrow \infty$ , tem características desejáveis para estimar a resposta ( $y_t$ ) em função do tempo t em situações em que a assíntota (A) é atingida rapidamente e a taxa de crescimento  $K(A - y_t)$  declina linearmente com o aumento de A. O objetivo do trabalho foi estimar perdas acumuladas de amônia a partir de adubo nitrogenado aplicado superficialmente em pastagens utilizando-se essa função.

### MATERIAL E MÉTODOS

As perdas de amônia foram obtidas de um trabalho de adubação conduzido na Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, em área de pastagem coastcross, estabelecida há três anos, em latossolo vermelho escuro (LE), explorada intensivamente sob pastejo rotativo, com quatro dias de ocupação e 24 de descanso. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, quatro repetições, com cinco doses de nitrogênio: 0-25-50-100-200 kg/ha, repetidas em cinco épocas consecutivas, de novembro de 1998 a abril de 1999. Em cada época, as perdas por volatilização, em percentagem, foram avaliadas por 30 dias, por meio de coletores (NOMMIK, 1973), e as análises da amônia em laboratórios realizadas segundo BREMNER e KEENEY (1966). Nesse experimento, para a produção de matéria seca foi considerada parcela de 40 m<sup>2</sup> (2 x 20 m) com área útil de 6 m<sup>2</sup>, sendo a avaliação das perdas de amônia (y) feita em área de 284 cm<sup>2</sup>, obtidas de acordo com a fórmula  $y = ((\text{perda} - \text{resíduo})/\text{inicial}) * 100$ , foram analisadas de acordo com o modelo:  $y_{ijkl} = \mu + b_i + D_j + R_a + E_k + (DE)_{jk} + R_b + P_l + (DP)_{jl} + (EP)_{kl} + (DEP)_{jkl} + R_c$  em que:  $y_{ijkl}$  = perdas de amônia no i-ésimo dia de avaliação, na k-ésima época, na j-ésima dose de adubação e no l-ésimo bloco;  $\mu$  = efeito médio geral;  $b_i$ ,  $D_j$ ,  $E_k$ ,  $P_l$  são os efeitos principais de bloco, dose, época e período de avaliação, respectivamente;  $(DE)_{jk}$ ,  $(DP)_{jl}$ ,  $(EP)_{kl}$ ,  $(DEP)_{jkl}$ , os efeitos de interação;  $R_a$ ,  $R_b$ ,  $R_c$ , o erro atribuído às parcelas, subparcelas e subsubparcelas, respectivamente. Dentro de cada combinação dose X época, foram estimadas as perdas acumuladas de amônia por meio da função não-linear  $y_t = A(1 - Be^{-Kt}) + e_t$  em que,  $y_t$  representa a perda acumulada até o dia t, sendo a perda no dia t dada por  $dy_t/dt = K(A - y_t)$ ; a função  $y_t$  é igual a  $A(1 - B)$ , para  $t = 0$  e igual a A, para  $t \rightarrow \infty$ ; A é um fator de escala, em que diferentes valores de A muda o eixo vertical na Figura; K reflete o dia de início das perdas, muda a curva horizontalmente e B é um fator de escala, sendo que variação nos valores de B mostra os pontos em que a curva corta o eixo vertical. A análise de variância e o ajuste da função não-linear foram realizadas por meio do procedimento GLM e NLIN do SAS, respectivamente (SAS, 1993)

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou significância ( $P < 0,0001$ ) para todos os efeitos, indicando ser necessário o desdobramento da interação tripla Épocas x Doses x Períodos. Assim, foi realizado o ajuste da função não-linear em cada combinação épocas x Doses, para estimar a perda acumulada de amônia em função do período de avaliação, ou seja, a variável

independente da função. As estimativas dos parâmetros necessárias para se estimar as perdas em função do período de observação, em dias, estão no Quadro 1. Observa-se que a função estimou adequadamente as perdas de amônia, pois com exceção da Época=1 e Dose=25, os valores dos coeficientes de determinação foram superiores a 90,0%. Na Figura 1 (A-E), sendo que A até E estão associados épocas 1 a 5, respectivamente, estão representados, em ordem decrescente de perdas, os quatro intervalos de confiança (IC) com 5% de probabilidade, associados às doses de 25, 50, 100 e 200 kg/ha de nitrogênio, respectivamente. Independentemente da época e da dose aplicada, as perdas de amônia ocorrem até aproximadamente o oitavo dia de aplicação da uréia no solo. Nesse período, há sobreposição dos IC para cada combinação época x dose, indicando perdas de amônia semelhantes entre as doses de adubo. Após esse período, quando se obtém a perda máxima acumulada de amônia, ou seja, a assíntota da função (A), verifica-se, para todas as épocas, significância ( $P < 0,05$ ) entre as doses quanto às perdas, exceto na época 2, em que há coincidência de resposta das doses 25 e 50 kg/ha. Na época 1, a diferença maior se verifica na dose de 200/ha em relação às demais, as quais diferem das doses de 100 e 200. Nas demais épocas, há diferença entre as doses, sendo que na 4, sendo que maior semelhança de respostas nas doses de 50 e 100 kg/ha na época 4, e de 100 e 200 kg/ha na época 5.

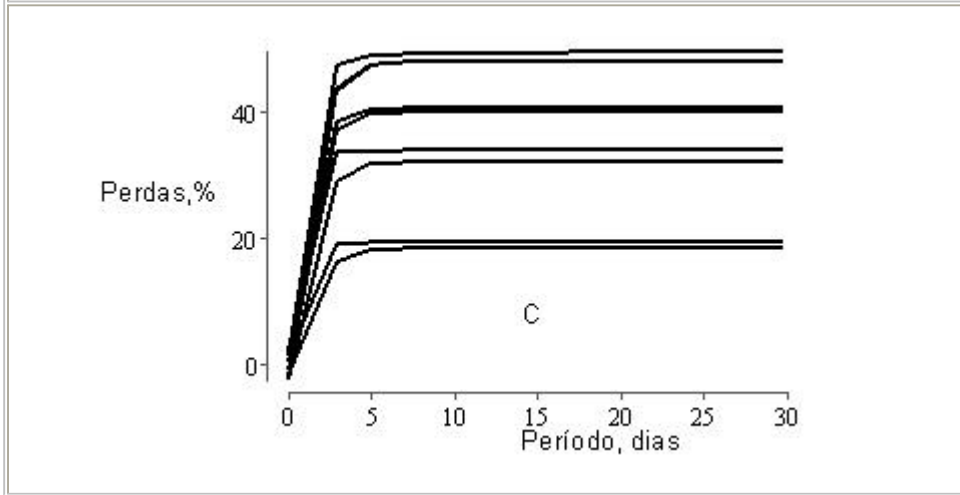
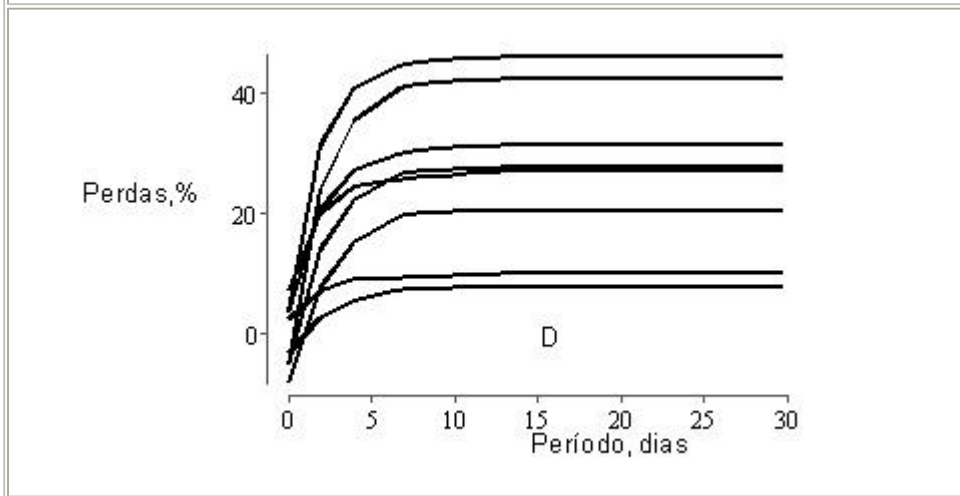
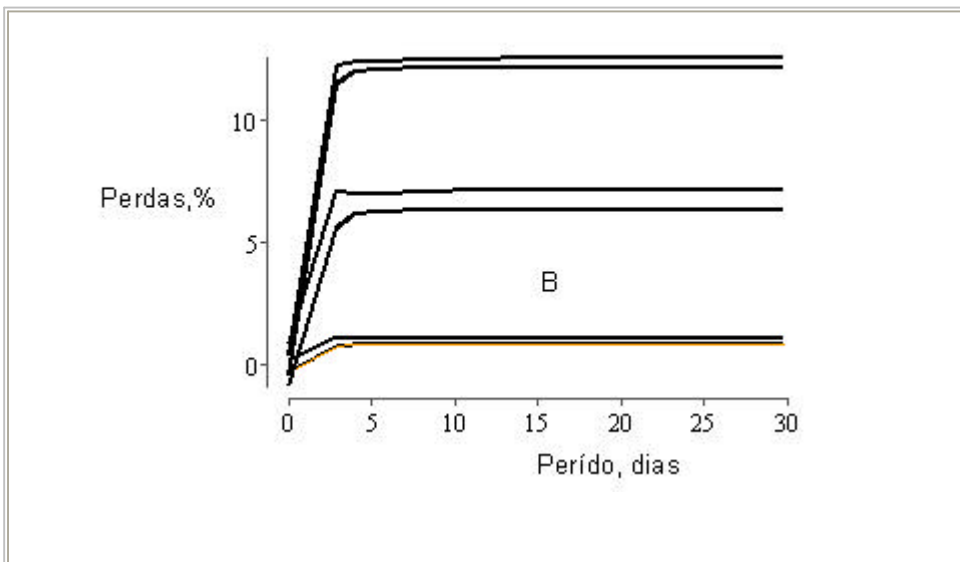
## CONCLUSÕES

A função estimou adequadamente as perdas de amônia, pois os valores dos coeficientes de determinação foram superiores a 88,0%.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BREMNER, J.M., KEENEY, D.R. 1966. Determination and isotope ratio analysis of different forms of nitrogen in soils. III. Exchangeable ammonium, nitrate and nitrate by steam distillation methods. *Soil Sci. Am Proc.*, 30():577-582.
2. DRAPER, N.R., SMITH, H. *Applied regression analysis*. New York: John Wiley, 1981. 709p.
3. NOMMIK, H. The effect of pellet size on the ammonia loss from urea applied to forest soils. *Plant and Soil*, v.39, p.309-318, 1973
4. RICHARDS, F.J. a flexible growth function for empirical use. *J. of Experimental Botany.*, v.10, n.29, p.290-300, 1959.
5. SANDLAND, R.L.; MCGILCHRIST. Stochastic growth curve analysis. *Biometrics*, v.35, n.1, p.255-272, 1979
5. SAS INSTITUTE. SAS/STAT User's guide: statistics, versão 6, v.2, 4. ed. Cary, 1993b.

25 kg/ha de N				50 kg/ha de N				100 kg/ha de N				200 kg/ha de N			
A	B	K	R <sup>2</sup>	A	B	K	R <sup>2</sup>	A	B	K	R <sup>2</sup>	A	B	K	R <sup>2</sup>
Época 1															
19,90	0,99	1,22	0,87	30,48	0,99	1,76	0,99	37,50	0,99	1,83	0,99	42,16	0,99	1,60	0,99
Época 2															
1,11	1,00	2,66	0,99	3,33	1,00	2,74	0,99	6,80	1,00	2,84	0,98	12,45	1,00	3,16	0,99
Época 3															
19,24	0,99	2,65	0,99	33,29	0,99	2,97	0,99	40,64	0,99	2,84	0,98	49,03	0,99	2,73	0,99
Época 4															
9,12	1,03	0,85	0,89	24,23	1,03	0,91	0,90	30,14	1,03	0,91	0,90	44,99	1,01	0,99	0,98
Época 5															
23,65	1,00	0,53	0,97	24,05	1,02	0,45	0,89	37,62	1,00	0,48	0,89	53,13	1,00	0,62	0,98



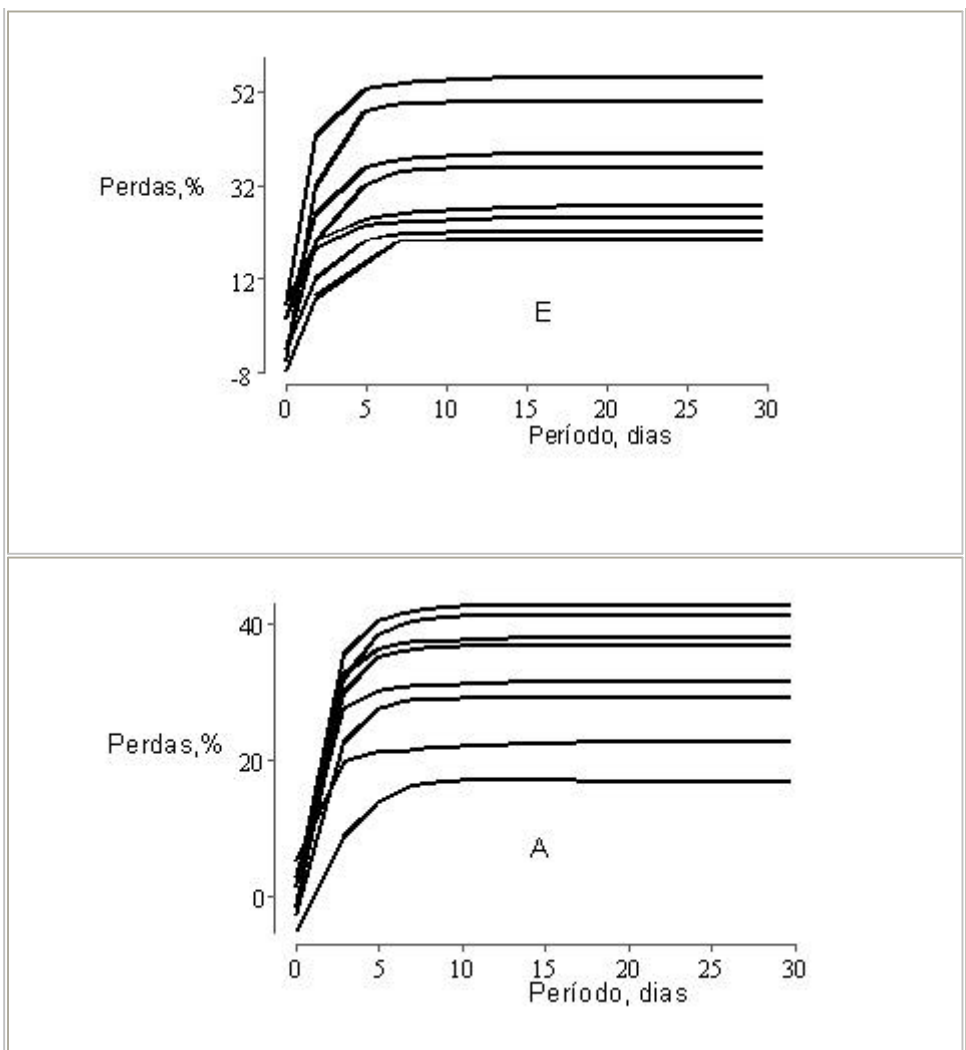


Figura 1- As Figuras de A até E indicam, respectivamente, épocas de 1 a 5. Em cada uma delas estão representados quatro intervalos de confiança (IC) com 5% de probabilidade, das estimativas de perdas acumuladas de amônia, em percentagem. Os IC, ordem decrescente de perdas, correspondem, respectivamente às doses de 25, 50, 100 e 200 kg/ha de nitrogênio. Na época 2, há coincidência de resposta das doses 25 e 50 kg/há