

Modelagem matemática para correção da acidez do solo por aveia-preta (*avena strigosa*)

Mathematical modeling for soil acidity correction through (avena strigosa)

Carlos Yoshio Tomita

Aluno do curso de Especialização em Métodos Quantitativos Aplicados na FAI

Luiz Roberto Almeida Gabriel

Livre Docente, FCT/UNESP – Presidente Prudente (orientador)
Professor na FAI

Resumo

Foi avaliado, em Londrina (PR), o efeito de vinte espécies de plantas para adubação verde e resíduos de culturas no pH e Al do solo. Os materiais vegetais aumentaram o pH do solo e diminuíram os teores de Al extraído com as soluções de KCl e CuCl₂. O máximo valor de pH ocorreu aos 10-20 dias de incubação, diminuiu gradativamente estabilizando-se aos 120 dias em nível superior ao da testemunha. Os resíduos de leguminosas causaram os maiores acréscimos de pH. A redução do teor de Al foi associada com o aumento do pH e complexação orgânica. O sistema de EDO que rege o modelo para correção da acidez do solo através de aveia-preta no período compreendido entre 0-120 dias é dado por:

$$\frac{d(pH_{ap}(t))}{dt} = k pH_{ap}(t), \text{ onde } K \text{ é uma constante para } 0 \leq t \leq 120 \text{ dias}$$

Palavras-chave

modelagem matemática - adubação verde - matéria orgânica – pH

Abstract

The effect of two crop residues and twenty plant species utilized as green manure on soil pH and Al was studied in Londrina, State of Paraná, Brazil. All plant materials increased soil pH and decreased KCl-Al and CuCl₂-Al

Um problema real não pode ser representado de maneira exata, em toda sua complexidade, por uma equação matemática ou um sistema de equações. No entanto, se trabalharmos com as variáveis essenciais do fenômeno observado, o modelo matemático que simula tal fenômeno poderá levar as soluções bastante próximas daquelas observadas na realidade. É muito frequente, em se tratando de modelar um fenômeno ou um experimento qualquer, obtermos equações que envolvam as “variações” das quantidades (variáveis) presentes e consideradas essenciais. Desta forma, as leis que regem tal fenômeno são traduzidas por equações de variações.

Quando estas variações são instantâneas, o fenômeno se desenvolve continuamente e as equações matemáticas são denominadas equações diferenciais, ao passo que se as variáveis forem discretizadas, isto é, funções de uma rede de pontos, em que temos as médias das variações, então as equações que descrevem o fenômeno serão denominadas equações das diferenças (BASSANEZI; JÚNIOR, Ferreira, 1988).

O objetivo do presente trabalho foi o de obter um modelo matemático para o comportamento do pH do solo depois da aplicação do material vegetal obtido a partir da aveia-preta.

Material e Métodos

Material vegetal - Utilizaram-se as seguintes espécies de plantas: aveia-preta (*Avena strigosa*), azevém (*Lolium multiflorum*), colza (*Brassica napus*), centeio (*Secale cereale*), chícharo (*Lathyrus sativus*), capim-colonião (*Panicum maximum*), crotalária (*Crotalaria mucronata*), ervilhaça-comum (*Vicia sativa*), espérgula (*Spergula arvensis*), girassol (*Helianthus annuus*), tremoço-branco (*Lupinus albus*), palha de milho (*Zea mays*), palha de trigo (*Triticum aestivum*), serradela (*Ornithopus sativus*), nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*), mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*), mucuna-anã (*Stizolobium deeringianum*), guandu (*Cajanus caian*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) e feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis*). Acrescentaram-se dois tratamentos: casca de café e serragem de pínus.

As plantas foram coletadas em áreas experimentais do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), após ciclo completo, retirando-se uma amostra do material vegetal produzido em 1 m² na parte central de cada parcela, e transferindo-as para o laboratório, onde foram secas em estufa a 65°C por 48 horas, moídas e passadas em peneira de 1,0 mm. Subamostras foram utilizadas para análise química (Quadro 1), sendo o delineamento experimental de campo em blocos ao acaso com três repetições.

Soluções de trabalho: prepararam-se soluções de HCl e NaOH nas seguintes concentrações 0,001; 0,005; 0,010; 0,020; 0,040; 0,060; 0,080; 0,100 e 0,120N.

Solo: coletaram-se amostras compostas formadas por cinco amostras simples da camada superficial (0-20 cm) de um latossolo roxo distrófico (LRd), um latossolo roxo álico (LRa) e um cambissolo álico (Ca). No laboratório, as amostras foram secas ao ar, moídas e passadas em peneira de 2 mm, sendo as subamostras utilizadas para análise química (Quadro 2).

Resultados e Discussão

Análise geométrica e diferencial do crescimento de aveia preta. Resultados práticos

Quadro 3 - pH do solo sob efeito da aveia-preta em função do tempo

Dias	pH
0	4,7
10	4,9
20	4,8
30	4,7
40	4,6
50	4,4
60	4,4
120	4,5

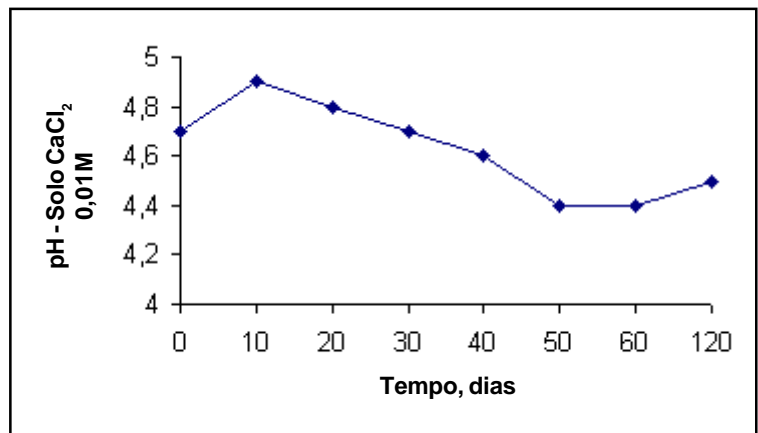


Figura 3: Efeito da aveia-preta em função do tempo

Modelagem matemática do pH do solo resultante do efeito da aveia-preta no período de 0 a 10 dias. Neste período a taxa de variação do pH da aveia-preta é uma constante, isto é:

$$\frac{d(pH_{ap}(t))}{dt} = a \Rightarrow d(pH_{ap}(t)) = a dt \Rightarrow \int d(pH_{ap}(t)) = \int a dt \Rightarrow pH_{ap}(t) = at + b \quad (1)$$

$$\text{Para } t = 0, \text{ sabemos que } pH_{ap}(0) = 4,7 \quad (2)$$

$$\text{Para } t = 10, \text{ sabemos que } pH_{ap}(10) = 4,9 \quad (3)$$

Substituindo (2) e (3) em (1), temos:

$$4,7 = 0 a + b \Rightarrow b = 4,7$$

$$4,9 = 10 a + b \Rightarrow 4,9 = 10 a + 4,7 \Rightarrow a = 0,02$$

Portanto: $pH_{ap}(t) = 0,02t + 4,7$

Modelagem matemática do pH do solo resultante do efeito da aveia-preta no período de 10 a 30 dias. Neste período a taxa de variação do pH da aveia-preta é uma constante, isto é:

$$\frac{d(pH_{ap}(t))}{dt} = c \Rightarrow d(pH_{ap}(t)) = c dt \Rightarrow \int d(pH_{ap}(t)) = \int c dt \Rightarrow pH_{ap}(t) = ct + b \quad (4)$$

cerca de 4,3%. Essa variação pode ser percebida através das soluções que representam o modelo matemático, onde a equação relativa a esse período representa uma reta.

Embora os efeitos sejam de curta duração, o material vegetal obtido da aveia-preta pode constituir importante melhorador da fertilidade dos solos ácidos, pelo menos na fase inicial da próxima cultura utilizada no sistema de rotação.

Referências

ASGHAR, M.; KANEHIRO, Y. **Effects of sugar-cane trash and pineapple residue on soil pH, redox potential, extractable Al, Fe and Mn.** Trop. Agric., Trinidad, 57(3):245-258, 1980.

BASSANEZI, R. C.; FERREIRA JÚNIOR, W. C. **Equações diferenciais com aplicações.** São Paulo: Ed. Harbra, 1988, 588 p.

BRONSON, R. **Moderna introdução às equações diferenciais**, tradução: FARIAS, A.A, São Paulo: McGraw-Hill do Brasil Ltda. 1977, 313 p.

BROWN B. A. et al. **Soil reactions at various depths as influenced by time since application and amounts of limestone.** Soil Sci. Soc. Am. Proc., 20:518-522, 1956.

CHAVES, J. C. D.; PAVAN, M.A.; MIYAZAWA, M. **Redução da acidez subsuperficial em coluna de solo.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 23:(5) 469-476, 1988.

FRANCHINI, J. C. et al. **Alterações químicas em solos ácidos após a aplicação de resíduos vegetais.** R. Bras. Ci. Solo, 23:533-542, 1999.

HOYT, P. B.; TURNER, R. C. **Effect of organic materials added to very acid soils on pH, aluminum, exchangeable NH₄, and crop yields.** Soil Sci., Baltimore, 119:227-237, 1975.

HUE, N. V. **Correcting soil acidity of a highly weathered ultisol with chicken manure and sewage sludge.** Comm. Soil Sci. Pl, Anal., New York, 23:241-264, 1992.

HUE, N. V.; AMIEN, I. **Aluminum detoxification with green manures.** Comm. Soil Sci. Pl. Anal., New York, 20:1499-1511, 1989.

HUE, N. V.; CRADDOCK, G. R.; ADAMS, F. **Effect of organic acids on aluminum toxicity in sub-soils.** Soil Sci. Soc. Am., Madison, 50:28-34, 1986.

MESSICK, D. L., ALLEY, M. M.; ZERLAZNY, L. W. **Movement of calcium and magnesium in ultisolo from dolomitic limestone.** Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, 48:1096-1101, 1984.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F. de M. **Análise química de material vegetal.** Londrina, IAPAR, 1992. 17p. (IAPAR, Circular, 74)

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; CALEGARI, A. **Efeito de material vegetal na acidez do solo.** R. Bras. Ci. Solo, 17:411-416, 1993.

PAVAN, M. A. **Manejo da calagem em pomares estabelecidos de macieira.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 27(2):271-276, 1992.

PAVAN, M. A. **Efeito do pH do solo na produção de maçã no Paraná.** Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, 14(2):139-144, 1992.

PAVAN, M. A.; BINGHAM, F. T.; PRATT, P. F. **Redistribution of exchangeable calcium, magnesium and alumi-**