

Alterações antrópicas nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico

Marcos Antonio Camacho da Silva *, José Frederico Centurion **,
Estevão Vicari Mellis ***

* Prof. Assistente da Unidade Universitária de Aquidauana/UEMS, Rodovia Aquidauana/Cera, km 11. Caixa Postal 25. CEP 79200-000, Aquidauana (MS), Brasil. E-mail: camacho@uems.br

** Departamento de Solos e Adubos, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, CEP 14884-900, Jaboticabal (SP), Brasil. E-mail: jfcentur@fcav.unesp.br

*** Doutorando em Fitotecnia. Departamento de Fitotecnia, ESALQ/USP.

Resumo

O ato de cultivar a terra consecutivamente com espécies econômicas altera várias propriedades do solo, dentre as quais, as químicas. Com o objetivo de estudar estas alterações em Latossolo Vermelho distrófico epieutrófico, causadas pelo cultivo contínuo de cana-de-açúcar e de algodão, selecionaram-se três áreas (mata, cana-de-açúcar e algodão) adjacentes, no município de Jaboticabal (SP). Em cada área, foram coletadas, aleatoriamente, sete amostras (compostas por cinco pontos), nas camadas de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm. Foram avaliados: pH (CaCl₂), concentração de matéria orgânica, P (resina), cátions (K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺), acidez potencial (H⁺+Al³⁺), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V). O manejo adotado no cultivo da cana-de-açúcar e do algodão proporcionou degradação das propriedades químicas do solo, exceto do fósforo.

Palavras-chave adicionais: práticas de manejo; fertilidade do solo; cana-de-açúcar; algodão.

Abstract

SILVA, M. A. C. da; CENTURION, J. F.; MELLIS, E. V. Anthropical changes in the chemical properties of Haplustox. *Científica*, Jaboticabal, v.32, n.2, p.152-157, 2004.

The act of consecutively cultivating the earth with economical species alters several properties of the soil, including chemical ones. With the objective of studying these alterations in a Haplustox (Red Latosol), caused by the continuous cultivation of sugar cane and cotton, three adjacent areas were selected in the municipal district of Jaboticabal, São Paulo state, Brazil (native forest, sugar cane and cotton) to accomplish the comparisons. In each area, seven samples composed by five points each were randomly collected. In different depths (0-10, 10-20, 20-30, and 30-40 cm) the pH (CaCl₂), organic matter, P (resin), bases (K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺), potential acidity (H⁺+Al³⁺), sum of bases (SB), cation exchange capacity (CEC) and base saturation (V) were appraised. The management adopted in the cultivation of the sugar cane and cotton resulted in degradation of the analyzed soil chemical properties with the exception of phosphorus.

Additional keywords: management practices; soil fertility; sugar cane; cotton.

Introdução

O solo é a fonte fornecedora de combustível que faz as máquinas, homens e animais funcionarem, viverem, caminharem e exercerem outras atividades. É desse elemento finito da natureza que o homem retira, direta ou indiretamente, o seu alimento, vestuário e habitação. O solo deve ser fértil, para atender às demandas da população, em quantidade e qualidade (CORRÊA, 2001). Segundo CORRÊA (2001), a degradação de um solo pode ser provocada pelo esgotamento da fertilidade, com a realização continuada de cultivos e queimadas sucessivas; erosão acelerada; contaminação por fertilizantes e/ou pesticidas; compactação ou salinização.

A remoção da vegetação nativa, acompanhada da

aplicação de fertilizantes e corretivos, ocasiona alterações nas propriedades do solo e interfere no rendimento das culturas, assim como na conservação do solo e do ambiente (SANCHEZ, 1976; COOTE & RAMSEY, 1983; SCOOT & WOOD, 1989). Tem-se observado que essas alterações ocorrem nas características morfológicas (PRADO & CENTURION, 2001), físicas (ROSA JÚNIOR et al., 1988) e químicas do solo (SANCHEZ et al., 1983).

A perda de matéria orgânica, devida ao cultivo, é favorecida pelo aumento da exposição do solo, que propicia erosão e aumento da taxa de decomposição (BOWMAN et al., 1990). Concomitantemente à perda de carbono (C), tem-se observado redução da capacidade de troca catiônica (CTC) de solos cultivados, quando comparados a áreas adjacentes sob mata (BRAMS, 1971;

CHAN et al., 1992; CASAGRANDE & DIAS, 1999). Em algumas condições de manejo, entretanto, SILVA & RIBEIRO (1995) e SILVA & RIBEIRO (1998) observaram que a concentração de C do solo diminui apenas nos anos subseqüentes à substituição da mata pelo cultivo de cana-de-açúcar, alcançando, posteriormente, novo equilíbrio, com concentrações de C do solo próximas às originais.

As principais alterações químicas relativas à implantação e manutenção de uma cultura em áreas de vegetação natural referem-se ao aumento do pH (SANCHEZ et al., 1983) e à redução do Al trocável e da saturação por Al, especialmente em solos álicos (GOLDIN & LAVKULICH, 1988).

O conhecimento das modificações químicas do solo, causadas pelo cultivo contínuo, pode fornecer subsídios para a adoção de práticas de manejo que permitam incrementar o rendimento das culturas, minimizando os danos ambientais. Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar as alterações nas propriedades químicas do solo, causadas pelo cultivo contínuo de cana-de-açúcar e cultura anual (algodão).

Material e métodos

O solo estudado é um Latossolo Vermelho distrófico típico epieutrófico, textura média, A moderado, no município de Jaboticabal (SP). Foram selecionadas três áreas adjacentes homogêneas, sendo a primeira sob mata (considerada como condição natural), a segunda sob cultivo de cana-de-açúcar e a terceira sob cultivo de algodão. As coordenadas geográficas locais são 21° 15' S e 48° 16' W, e as médias de temperatura, precipitação e insolação dos últimos 30 anos encontram-se na Tabela 1.

A cana-de-açúcar cultivada na área foi plantada em 1996. O preparo do solo para o plantio foi realizado com arado de discos e grade pesada; em seguida, foi realizada subsolagem. A adubação utilizada foi de 413 kg ha⁻¹ da fórmula 20-5-20, no plantio, não havendo aplicação de qualquer outro tipo de fertilizante. Não houve necessidade de calagem quando da implantação da cultura, de acordo com o preconizado por RAIJ et al. (1996). Esta área é cultivada com cana-de-açúcar há, aproximadamente, 30 anos.

O algodão cultivado na área é da variedade Coodetec 404 e foi semeado em novembro de 2000. O preparo do solo constituiu-se da utilização de arado de disco + grade pesada + grade niveladora. A correção da acidez foi realizada durante o preparo do solo, seguindo recomendações de RAIJ et al. (1996). Na adubação de semeadura, foram utilizados 223 kg ha⁻¹ da fórmula 5-25-25 e, na adubação de cobertura, aplicaram-se 273 kg ha⁻¹ da fórmula 18-0-27. Esta área vem sendo utilizada com cultura anual há trinta anos; na safra de 1999-2000,

Tabela 1 – Valores de temperaturas máxima (T_{max}), mínima (T_{min}) e média (T_m), precipitação e insolação, no município de Jaboticabal, no período de 1971-2000. *Table 1 – Values of maximum temperature (T_{max}), minimum temperature (T_{min}) and mean temperature (T_m), rainfall and sunlight at Jaboticabal, São Paulo, Brazil, from 1971 to 2000.*

Mês/ Month	T_{max}	T_{min}	T_m	Precipitação/ Rainfall	Insolação/ Sunlight
	°C				
Janeiro/ January	30,1	19,8	24,3	239,5	195,2
Fevereiro/ February	30,6	19,8	24,3	201,9	189,3
Março/March	30,3	19,2	23,9	165,6	211,2
Abril/ April	29,0	17,2	22,3	77,0	230,0
Mai/ May	26,8	14,5	20,1	49,5	228,1
Junho/ June	26,0	12,8	18,6	27,8	223,0
Julho/ July	26,6	12,5	18,8	25,3	248,4
Agosto/ August	28,7	14,1	20,8	26,5	240,3
Setembro/ September	28,5	16,0	22,2	66,4	198,7
Outubro/ October	30,6	17,9	23,6	122,5	221,4
Novembro/ November	30,4	18,8	23,9	167,4	215,0
Dezembro/ December	29,7	19,5	24,0	255,2	185,2
Médial/ Mean	28,9	16,8	22,2	1424,6	2585,8

Fonte/ Reference: DEPARTAMENTO de Ciências Exatas (2005).

a cultura explorada foi a do amendoim e, na safra de inverno, a do sorgo.

A mata foi representada por área com vegetação natural, caracterizada como floresta estacional semidecidual tropical subcaducifólia.

A amostragem de solo foi realizada nos dias 29 e 30-3-2001, sendo tiradas sete amostras compostas por cinco pontos, escolhidos aleatoriamente, nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm. As amostras de solo foram retiradas nas entrelinhas.

As análises químicas do solo foram realizadas de acordo com RAIJ et al. (1987). Foi determinado o valor do pH (em CaCl₂), teor de matéria orgânica (M.O.), fósforo (P), cátions trocáveis (K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺) e acidez potencial (H⁺+Al³⁺), e calculados os valores de soma das bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases (V%).

A análise estatística foi realizada considerando-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas e sete repetições (sete amostras compostas). A parcela principal foi constituída pelo uso do solo (mata, cana-de-açúcar e algodão) e as

subparcelas, pelas profundidades de amostragem do solo. Foi realizada análise de variância e, quando significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

Resultados e discussão

A Tabela 2 apresenta os valores do coeficiente de variação (CV) para as variáveis independentes, e os valores do F calculados e seus respectivos níveis de significância. A análise de variância mostra que houve diferença significativa para todas as variáveis analisadas.

Os valores de CV estão abaixo da média daqueles encontrados por WILDING et al. (1994) para pH, M.O., Ca²⁺, Mg²⁺, CTC e saturação por bases. O CV do K⁺ encontrado para a variável uso do solo está acima da média, porém WILDING et al. (1994) demonstraram uma

amplitude de 7 a 160% para análises dentro de um mesmo horizonte e/ou camada do solo. POCA Y (2000) verificou uma variação em valores CV para K⁺ entre 46 e 48% em estudo de variabilidade espacial conduzido em latossolos sob a cultura da cana-de-açúcar na região de Jaboticabal. O alto valor do CV é influenciado de maneira bastante expressiva pelos dados obtidos das amostras retiradas na mata (Figura 1), onde a variação foi bastante elevada, sendo, então, calculado o CV de 91% para a variável potássio, quando comparados os diferentes usos do solo.

A menor variação nos solos cultivados pode ser devida à "homogeneização" do solo em consequência do manejo empregado, especialmente durante o preparo para plantio da cana-de-açúcar e a semeadura do algodão. Da mesma forma, o comportamento da soma de bases apresentou grande variabilidade, pois os valores da Tabela 2 para esta variável estão acima daqueles

Tabela 2 – Coeficientes de variação (CV) e valores do teste F para propriedades do solo. *Table 2 – Coefficients of Variation (CV) and values of F test for soil properties.*

Propriedades/ <i>Properties</i>	CV		F calculado/ <i>Calculated F</i>		
	Uso do solo/ <i>Land use</i>	Profundidade/ <i>Depth</i>	Uso do solo/ <i>Land use</i>	Profundidade/ <i>Depth</i>	Interação/ <i>Interaction</i>
	-----%-----				
pH	7,55	4,36	27,79**	42,33**	7,25**
M.O.	23,14	7,99	121,88**	249,63**	44,23**
P	23,63	19,52	126,41**	337,79**	60,80**
K ⁺	91,14	19,47	9,04**	22,50**	2,38*
Ca ²⁺	39,51	12,98	27,39**	196,96**	43,92**
Mg ²⁺	37,80	16,11	87,51**	96,49**	34,73**
H ⁺ +Al ³⁺	31,96	16,62	19,50**	16,01**	12,17**
SB	67,85	61,73	11,24**	4,74**	2,68**
CTC	17,91	6,36	77,13**	196,75**	36,74**
V (%)	19,89	11,86	31,70**	40,23**	5,81**

** e * são indicativos de significância a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. *** and *: significant at the 1% and 5% probability levels respectively.*

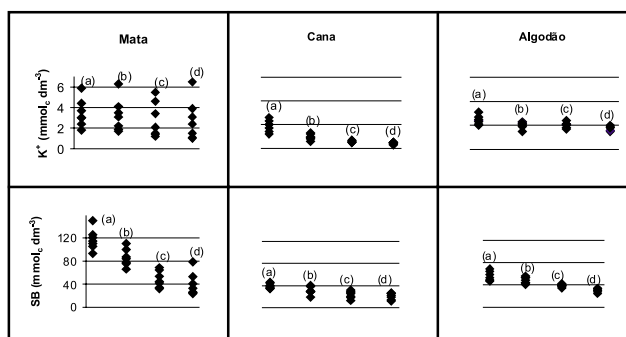


Figura 1 – Dispersão dos resultados obtidos de potássio e soma de bases dentro das profundidades de 0-10 (a), 10-20 (b), 20-30 (c) e 30-40 cm (d), nos diferentes usos do solo. *Figure 1 – Dispersion of potassium values and sum of bases within depths 0-10 (a), 10-20 (b), 20-30 (c) and 30-40 cm (d) in different soil uses (native forest, sugar cane and cotton).*

encontrados por POCA Y (2000), que são 32,5 e 45,6%.

Para as variáveis P e acidez potencial (H⁺+Al³⁺), assim como para SB, foram observados valores semelhantes aos relatados por POCA Y (2000).

Os valores de pH e saturação por bases do solo foram alterados significativamente em função do cultivo com cana, sendo esta diferença não encontrada na área sob cultivo de algodão (Figura 2). Pelo manejo adotado na cana-de-açúcar (planta semiperene), que necessita de corretivos em menores quantidades que a área sob algodão, nota-se que os valores desses dois atributos da fertilidade do solo são inferiores aos observados na cotonicultura.

O pH teve menores valores em maior profundidade na mata e na cana, onde as maiores contribuições dadas são na superfície, e apresentou-se praticamente estável no algodão, demonstrando a intensidade de

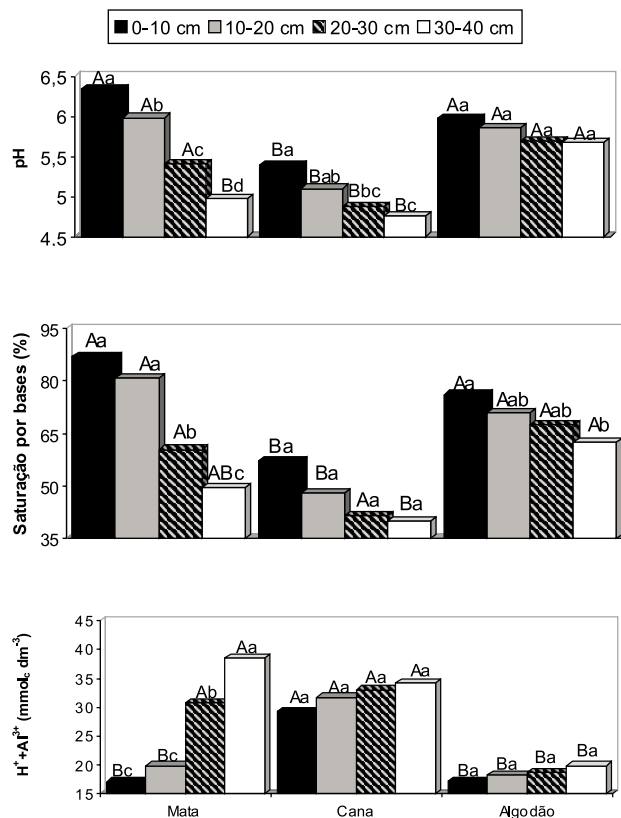


Figura 2 – Valores de pH, saturação por bases e acidez potencial (H⁺+Al³⁺), em função do uso do solo e da profundidade. As letras maiúsculas comparam o uso do solo dentro de uma mesma profundidade, e as letras minúsculas comparam as profundidades dentro do mesmo uso do solo, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. *Figure 2 – Values of pH, base saturation and potential acidity (H⁺+Al³⁺) as a function of soil use (native forest, sugar cane and cotton) and depth. Capital letters compare soil uses within the same soil depth, and small letters compare depths within the same soil use, by the Tukey test at the 5% probability level.*

mecanização nas camadas de solo estudadas. Os valores de saturação por bases foram descendentes à medida que aumentou a profundidade das camadas avaliadas nas áreas de mata nativa e com culturas anuais, enquanto, na área manejada com cana-de-açúcar, não foram encontradas diferenças significativas.

A maior variação em profundidade foi evidenciada na área de vegetação nativa, tanto para valores de pH como de saturação por bases (V%), revalidando a forte correlação entre estas duas propriedades do solo, conforme relatado por vários autores (CATANI & GALO, 1955; RAIJ et al., 1968; CAIRES et al., 2000), e demonstrando a influência da matéria orgânica sobre essas propriedades. O comportamento da V% está intimamente ligado à CTC e aos cátions Ca²⁺ e Mg²⁺.

A acidez potencial não apresentou mudanças em função da profundidade nas áreas exploradas por culturas anuais e semiperenes, provavelmente por causa da aplicação de corretivos que atingiram todas as camadas estudadas, enquanto, na área da mata, esta propriedade

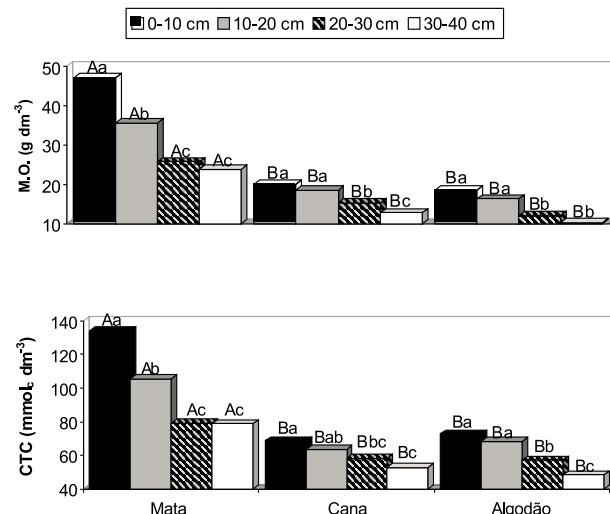


Figura 3 – Valores de matéria orgânica (M.O.) e capacidade de troca de cátions (CTC) em função do uso do solo e da profundidade. As letras maiúsculas comparam o uso do solo, e as letras minúsculas comparam as profundidades, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. *Figure 3 – Values of organic matter (M.O.) and cationic exchange capacity (CTC) as a function of soil use (native forest, sugar cane and cotton) and depth. Capital letters compare soil uses, and small letters compare depths, by the Tukey test at the 5% probability level.*

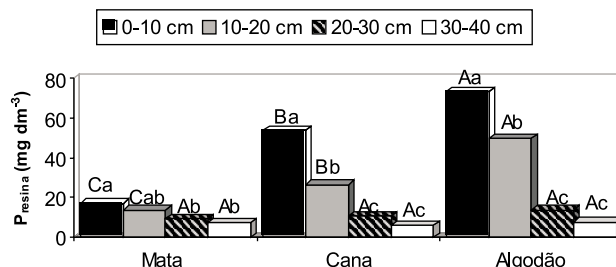


Figura 4 – Concentrações de P em função do uso do solo e da profundidade. As letras maiúsculas comparam o uso do solo, e as letras minúsculas comparam as profundidades, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. *Figure 4 – Concentrations of phosphorus as a function of soil use (native forest, sugar cane and cotton) and depth. Capital letters compare soil uses, and small letters compare depths, by the Tukey test at the 5% probability level.*

do solo apresentou valores ascendentes à medida que aumentou a profundidade das camadas avaliadas.

A concentração da M.O. no solo com mata foi superior àquelas encontradas nas áreas com cana e algodão, pois, nas condições de vegetação natural, há maior acúmulo de restos vegetais, proporcionando o acúmulo também de matéria orgânica no solo. Na Figura 3, é possível observar a dependência da capacidade de troca de cátions (CTC) em função da M.O., tendência também observada por CORRÊA et al. (2001) e CASAGRANDE & DIAS (1999), que estudaram a influência do cultivo de cana-de-açúcar sobre as propriedades químicas do solo. Segundo BRAMS (1971), o decréscimo da CTC pode ser atribuído a alterações na quantidade de matéria orgânica e no pH. Com os teores de argila semelhantes, ou seja, 252, 253 e 241 kg kg⁻¹, respectivamente para mata, cana e algodão (camada

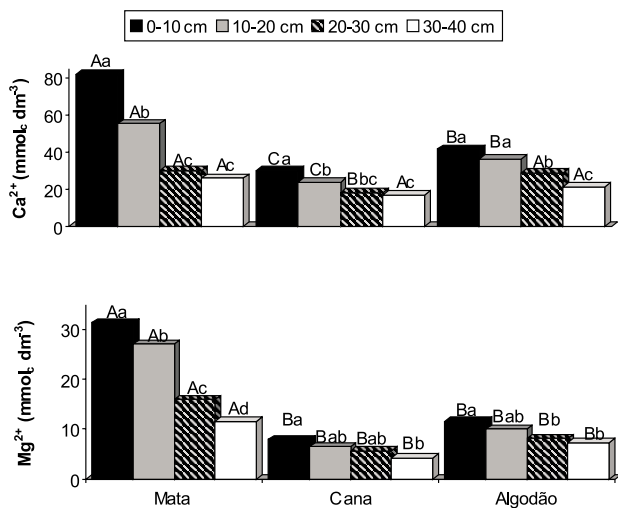


Figura 5 – Concentrações de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) trocáveis em função do uso do solo e da profundidade. As letras maiúsculas comparam o uso do solo, e as letras minúsculas comparam as profundidades, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. *Figure 5 – Concentrations of exchangeable calcium (Ca^{2+}) and magnesium (Mg^{2+}) as a function of soil use (native forest, sugar cane and cotton) and depth. Capital letters compare soil uses, and small letters compare depths, by the Tukey test at the 5% probability level.*

de 0-40 cm), a CTC desses solos demonstrou grande variação, principalmente em função da matéria orgânica.

Os valores de fósforo (P) encontrados nas camadas de 20-30 e 30-40 cm não diferiram em função do uso do solo (Figura 4), indicando que estas concentrações podem ser originais do solo ou as mesmas que se encontravam quando o solo ainda não era explorado economicamente.

Pode-se, ainda, constatar que o manejo utilizado provocou mudanças na concentração de P apenas nas camadas mais superficiais (0-10 e 10-20 cm), principalmente na área cultivada com cultura anual (algodão), pois a utilização de fertilizante fosfatado é maior e mais freqüente, assim como o revolvimento superficial do solo, o que levaria o P para a camada imediatamente abaixo da superfície (10-20 cm). Esse fato pode ser ainda explicado pela baixíssima movimentação vertical deste elemento, visto que o fósforo dificilmente é lixiviado nessas condições.

Os teores de cálcio (Ca^{2+}) foram significativamente maiores na mata que na cana e no algodão, exceto na camada de 30-40 cm (Figura 5), onde não houve diferença significativa. Isso pode ser explicado pelo fornecimento deste elemento ao solo via matéria orgânica, o que explica, também, sua variação em profundidade na mata. A variação do elemento em profundidade na cana-de-açúcar e no algodão foi relativamente menor.

O comportamento do magnésio (Mg^{2+}) foi semelhante ao do Ca^{2+} , uma vez que, nas áreas cultivadas, estes nutrientes são incorporados ao solo pelas mesmas práticas agrícolas (normalmente, a calagem).

Entretanto, o Mg^{2+} apresentou, relativamente ao Ca^{2+} , melhor distribuição em maior profundidade.

Conclusões

O uso contínuo do solo pelo cultivo de cana-de-açúcar e de algodão tendem a modificar as propriedades químicas do solo.

Os teores de fósforo são mais elevados quanto mais intensivo for o manejo, como é o caso da cultura do algodão.

As mudanças ocorridas no solo estão altamente correlacionadas com o teor de matéria orgânica, especialmente a CTC, a acidez potencial e os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} .

Referências

- BOWMAN, R. A.; REEDER, J. D.; LOBER, R. W. Changes in soil properties in a Central Plains Rangeland soil after 3, 20, and 60 years of cultivation. *Soil Science*, Baltimore, v.150, p.851-857, 1990.
- BRAMS, E. A. Continuous cultivation of West African soils: organic matter diminution and effects of applied lime and phosphorus. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.35, p.401-414, 1971.
- CAIRES, E. F.; BANZATTO, D. A.; FONSECA, A. F. Calagem na superfície em sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.24, p.161-169, 2000.
- CASAGRANDE, J. C.; DIAS, N. M. P. Atributos químicos de um solo com mata natural e cultivado com cana-de-açúcar. *STAB – Açúcar, Alcool e Subprodutos*, Piracicaba, v.17, p.35-37, 1999.
- CATANI, R. A.; GALLO, J. R. Avaliação da exigência de calcário dos solos de São Paulo mediante a correlação entre o pH e a saturação por bases. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v.30, p.49-60, 1955.
- CHAN, K. Y.; ROBERTS, W. P.; HEEMAN, D. P. Organic carbon and associated soil properties of a red earth after 10 years of rotation and different stubble and tillage practices. *Australian Journal of Soil Research*, Victoria, v.30, p.71-83, 1992.
- COOTE, D. R.; RAMSEY, J. F. Quantification of the effects of over 35 years of intensive cultivation on four soils. *Canadian Journal of Soil Science*, Ottawa, v.63, p.1-14, 1983.

- CORRÊA, A. **Uso adequado de solos agrícolas.** Disponível em: <<http://www.altircorrea.cnps.embrapa.br>>. Acesso em: 13 jun.2001.
- DEPARTAMENTO de Ciências Exatas. **Estação agroclimatológica.** Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/departamentos/cienciasexatas/caract/estacao/est_normal.htm>. Acesso em: 18 jan.2005.
- GOLDIN, A.; LAVKULICH, L. M. Historical land clearing in the fraser lowland of British Columbia and Washington State: effects on soil genesis. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.52, p.473-476, 1988.
- POCAY, V. G. **Relações entre pedofoma e variabilidade espacial de atributos de Latossolos sob cultivo de cana-de-açúcar.** 2000. 177f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2000.
- PRADO, R. M.; CENTURION, J. F. Alterações na cor e no grau de floculação de um Latossolo Vermelho-Escuro sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.36, p.197-203, 2001.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M. E.; LOPES, A. S.; BATAGLIA, O. C. **Análise química do solo para fins de fertilidade.** Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.
- RAIJ, B. van.; SACCHETTO, M. T. D.; IGUE, T. Correlações entre o pH e o grau de saturação por bases nos solos com horizonte B textural e horizonte B latossólico. *Bragantia*, Campinas, v.27, p.193-200, 1968.
- ROSA JÚNIOR, E. J.; SILVA, T. C. A.; COSTA, L. M. Efeito de sistemas e tempo de manejo sobre algumas características físicas de um Latossolo Roxo distrófico no município de Ponta Porã, MS. *Revista Científica*, Campo Grande, v.3, p.26-32, 1988.
- SANCHEZ, P. A. **Properties and management of soils in the tropics.** New York: John Willey, 1976. 619p.
- SANCHEZ, P. A.; VILLACHICA, J. H.; BANDY, D. E. Soil fertility dynamics after clearing a tropical rainforest in Peru. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.47, p.1171-1178, 1983.
- SCOTT, H. D.; WOOD, L. S. Impact of crop production on the physical status of a Typic Albaqualf. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.53, p.1819-1825, 1989.
- SILVA, A. J. N.; RIBEIRO, M. R. Caracterização de um Latossolo Amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no estado de Alagoas: propriedades químicas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.22, p.291-299, 1998.
- SILVA, M. S. L.; RIBEIRO, M. R. Influência do cultivo contínuo da cana-de-açúcar nas propriedades químicas de solos argilosos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.30, p.389-394, 1995.
- WILDING, L.P.; BOUMA, J.; GOSS, D. W. Impact of spatial variability on interpretive modeling. In: BRYANT, R. B.; ARNOLD, R. W. (Ed.). **Quantitative modeling of soil forming processes.** Madison: Soil Science Society of America, 1994. p.61-75. (Special publication, 39).