

INFLUÊNCIA DO CULTIVO CONTÍNUO DA CANA-DE-AÇÚCAR EM PROPRIEDADES MORFOLÓGICAS E FÍSICAS DE SOLOS ARGILOSOS DE TABULEIRO NO ESTADO DE ALAGOAS⁽¹⁾

M. S. L. da SILVA⁽²⁾ & M. R. RIBEIRO⁽³⁾

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o efeito do cultivo contínuo da cana-de-açúcar em propriedades de solos de tabuleiro, foram selecionados quatro talhões da Usina Santa Clotilde, município de Rio Largo (AL), sendo um coberto por vegetação de mata nativa e os demais, cultivados por períodos de 5, 15 e 25 anos. Os solos foram caracterizados morfologicamente e nas amostras, coletadas por horizontes, foram determinadas a granulometria, umidade a -1/3 e -15 bar, densidade do solo, estabilidade de agregados, porosidade total, macro- e microporosidade. Os resultados mostraram: (a) que os solos têm uma morfologia similar, exceto para o horizonte superficial, onde a utilização agrícola promoveu o desenvolvimento de um horizonte Ap, com transição abrupta para o horizonte BA subjacente, e (b) que, com relação às propriedades físicas, nas condições de solo e manejo das áreas estudadas, o cultivo contínuo da cana-de-açúcar não alterou de forma expressiva as características dos solos, podendo ser observadas, apenas, pequenas modificações restritas ao horizonte superficial.

Termos de indexação: cana-de-açúcar, cultivo contínuo, propriedades morfológicas e físicas, solos de tabuleiros.

SUMMARY: *INFLUENCE OF CONTINUOUS SUGARCANE CROPPING ON MORPHOLOGICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF CLAY SOILS AT ALAGOAS STATE, BRAZIL*

The objective of this work was to determine the effect of continuous sugarcane cropping on some properties of Low Coastal plateau soils. Four sites were selected at Santa Clotilde Mill, Rio Largo, State of Alagoas, involving a native forest area and sugarcane fields cultivated for periods of time of five, fifteen and twenty-five years. The soils were morphologically characterized, and the samples were taken from each horizon to determine particle-size analysis, -1/3 and -15bar retention moisture, bulk density, aggregate stability, macro and microporosity. The results showed that the soils have a similar morphology, except for the surface horizon, where the cultivation promoted the development of an Ap horizon with an abrupt transition to the underlying BA horizon. With relation to the physical properties evaluated, the results suggested that, under the management practices used in the studied area, continuous sugarcane cropping has not expressively changed the soil characteristics. Only small changes were observed in the surface horizon.

Index terms: sugarcane, continuous-cropping, morphological and physical soil properties, Low Coastal plateau soils.

⁽¹⁾ Parte da tese apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), para obtenção do título de Mestre. Apresentado no XXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Recife (PE), julho de 1989. Recebido para publicação em janeiro de 1990 e aprovado em setembro de 1992.

⁽²⁾ Pesquisadora do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Caixa Postal 23, CEP 56300-000 Petrolina (PE).

⁽³⁾ Professor Adjunto do Departamento de Agronomia da UFRPE, Dois Irmãos, CEP 50670-910 Recife (PE). Bolsista do CNPq.

INTRODUÇÃO

Para maximização da produção agrícola, é necessário, entre outras ações, adotar práticas de manejo que visem à manutenção ou ao melhoramento das propriedades físicas do solo. O uso de fertilizantes, o melhoramento vegetal e o controle de pragas e doenças não manterão alto nível de produtividade se ocorrer degradação significativa das condições físicas dos solos.

O preparo do solo por aração e gradagem, com uso freqüente de cultivadores, é realizado, na maioria das vezes, fora das condições ideais de umidade, provocando alterações nas propriedades do solo, com ênfase para sua estrutura, principalmente no que diz respeito à distribuição do tamanho de agregados estáveis em água (Byrnes et al., 1982). O cultivo contínuo pode causar danos às propriedades físicas e conseqüente redução da porosidade total e macroporosidade e aumento da densidade do solo e microporosidade (Silva, 1980; Machado & Brum, 1978; Gill & Miller, 1980; Cintra et al., 1983).

O Estado de Alagoas ocupa o terceiro lugar em produção de cana-de-açúcar no Brasil (IBGE, 1990), caracterizando-se por apresentar uma agricultura de caráter contínuo, com a utilização intensiva de máquinas e implementos agrícolas, favorecida pelo relevo plano dos baixos platôs costeiros (tabuleiros).

A falta de dados precisos sobre as alterações físicas dos solos submetidos ao cultivo intensivo da cana-de-açúcar, nessas áreas, tem dificultado a identificação dos fatores responsáveis pelo decréscimo da produtividade, bem como a implantação de práticas de manejo mais adequadas à manutenção das condições agrícolas dos solos. Este decréscimo da produtividade pode, também, ser atribuído a outras causas, além da fertilidade e das alterações físicas do solo, tais como: degeneração de variedades, raquitismo das soqueiras, pragas e doenças e carência de água, caracterizada por veranicos, visto que a região tem boa pluviosidade.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o grau de modificação de algumas propriedades morfológicas e físicas, em solos submetidos ao cultivo intensivo com cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

As áreas pesquisadas encontram-se na Usina Santa Clotilde, no município de Rio Largo, Zona Úmida Costeira do Estado de Alagoas, em dois solos: um, Podzólico Amarelo Tb álico latossólico A moderado textura média/argilosa fase floresta subperenifólia relevo plano (perfil não cultivado) e outro Podzólico Amarelo Tb distrófico latossólico A moderado textura média/argilosa fase floresta subperenifólia relevo plano (perfis cultivados).

Quatro tratamentos, caracterizados por diferentes anos de cultivo, foram utilizados para avaliação das propriedades físicas do solo, e receberam as se-

guintes denominações: TN - solo em condição natural (sob vegetação de mata) e T5, T15 e T25 - solos com 5, 15 e 25 anos de cultivo respectivamente. Todos os tratamentos se situavam na mesma posição topográfica de topo de baixo platô costeiro. A cada quatro anos, antes do novo plantio, efetuavam-se duas gradagens semipesadas, duas intermediárias e duas de acabamento, além da aplicação de macro- e micronutrientes. Anualmente, fazia-se o enleiramento do palhicho, uma tríplice operação, que consiste em adubação, cultivo e escarificação, além de uma a duas capinas. Aplicavam-se torta de filtro e vinhoto.

Em cada área estudada (tratamento), foi aberta uma trincheira, complementada por duas tradagens aleatórias dos dois horizontes superficiais (A e BA), totalizando três repetições por tratamento. Após a descrição morfológica dos perfis, procedeu-se à coleta das amostras deformadas e indeformadas em todos os horizontes, até a profundidade de 2,0m. As amostras indeformadas foram utilizadas para determinação da densidade do solo e da microporosidade. As análises efetuadas seguiram as recomendações do Manual de Métodos de Análises de Solos (EMBRAPA, 1979), conforme discriminação a seguir: a densidade do solo foi determinada pelo método do torrão parafinado; a densidade de partículas, pelo do balão volumétrico, utilizando-se álcool etílico para determinação do volume das partículas; a microporosidade, pelo método do funil de Buchner, aplicando-se sucção correspondente a uma coluna de água de 60cm; a porosidade total foi calculada a partir dos valores da densidade do solo e de partículas, segundo a fórmula $Pt = (1 - da/dr) \times 100$; a macroporosidade foi calculada pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade; as umidades a -1/3 e -15 bar foram determinadas em amostras deformadas, utilizando-se a "panela de pressão" com placa porosa, conforme Richards (1954); a agregação e a estabilidade de agregados, pelo peneiramento por via úmida; a distribuição do tamanho de partículas, pelo método da pipeta, usando hidróxido de sódio como dispersante, e a matéria orgânica foi calculada a partir do carbono orgânico.

Com a finalidade de testar a significação das variações das propriedades em profundidade e, principalmente, em função do tempo de cultivo, foi feita a análise da variância, de acordo com Gomes (1978), nos 40cm iniciais de cada tratamento, correspondente aos horizontes A e BA, os quais são mais vulneráveis às modificações provocadas pelas práticas agrícolas e onde as coletas foram feitas com três repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Propriedades morfológicas

Os solos estudados apresentam morfologia muito semelhante, sem grandes modificações em função do tempo de cultivo, a não ser no horizonte superficial. Os quatro perfis estudados apresentam seqüência de horizontes A ou Ap, BA, Bt1, Bt2 e Bt3 com perfis muito profundos e, eventualmente, mais subdivisões no Bt (Bt4). O perfil sob vegetação de mata (TN)

apresenta caracteristicamente um horizonte orgânico (O) de 4cm de espessura, constituído por restos vegetais pouco decompostos. Este horizonte se constitui na principal diferença entre o perfil não cultivado e os demais tratamentos, onde as operações de cultivo o incorporam ao A subjacente, formando o horizonte Ap. As transições, claras ou graduais e planas, no horizonte A do perfil não cultivado, apresentam-se abruptas e planas ou onduladas, após cultivo, transições características do horizonte Ap. As transições entre BA e Bt são graduais e, entre os subhorizontes do Bt, são difusas para todos os tratamentos.

A espessura do horizonte superficial não apresenta variação expressiva entre o solo virgem e os cultivados, passando de 22cm, no tratamento TN, para 18-20cm nos perfis cultivados. A espessura do BA também é muito uniforme, tendo o seu limite inferior entre 40 e 45cm.

O horizonte superficial (A ou Ap) tem coloração muito uniforme, bruno-escuro ou bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/3 ou 3/2), quando úmido, pas-

sando a bruno-acinzentado (10YR 5/2), quando seco, em todos os tratamentos.

O horizonte BA apresenta, nos quatro perfis, inclusive no TN, coloração brunada (10YR 5/3, úmido), com mosqueado pouco ou comum, pequeno e distinto, bruno-forte (7,5YR 5/6 ou 5/8), refletindo uma restrição de drenagem, devido à compacidade. Não se observa, portanto, nenhuma diferença entre o perfil sob vegetação nativa e os perfis cultivados. Os subhorizontes do Bt apresentam também cores muito semelhantes em todos os tratamentos, geralmente bruno-amarelado, amarelo-brunado ou amarelo-avermelhado.

A estrutura do horizonte superficial do perfil TN é fraca pequena a média granular e em blocos subangulares, ao passo que, na maioria dos perfis cultivados, apresentou-se moderada pequena a média granular e fraca pequena a média blocos subangulares. Embora tenham estruturas muito semelhantes, percebe-se uma tendência ao melhor desenvolvimento da estrutura granular nos perfis cultivados, prova-

Quadro 1. Composição granulométrica dos diversos horizontes dos tratamentos estudados

Horizonte		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	C
Símbolo	Profundidade					
	cm	%				
TN (mata nativa)						
A	0-22	45Aa	18Aa	09Ca	28Ab	2,01Aa
BA	22-40	38Ab	16Ab	03Bb	43Ca	0,84Ab
Bt1	40-80	28	14	10	48	0,54
Bt2	80-140	22	13	13	52	0,73
Bt3	140-190	22	11	15	52	0,44
T5 (5 anos de cultivo)						
Ap	0-20	47ABa	15ABa	14Ba	24ABb	1,91Aa
BA	20-40	32Bb	14Bb	10Ab	44BCa	0,92Ab
Bt1	40-75	31	12	04	53	0,51
Bt2	75-110	28	11	06	55	0,52
Bt3	110-150	23	09	10	58	0,56
Bt4	150-200	21	07	12	60	0,38
T15 (15 anos de cultivo)						
Ap	0-18	44Ba	14Ba	20Aa	22Bb	1,77Aa
BA	18-45	35Bb	13Bb	04Bb	48ABa	1,05Ab
Bt1	45-85	30	12	08	50	0,71
Bt2	85-150	29	12	07	52	0,62
Bt3	150-200	28	11	06	55	0,38
T25 (25 anos de cultivo)						
Ap	0-20	45ABa	15ABa	16Ba	24ABb	1,70Aa
BA	20-40	31Ab	14Bb	07Bb	48Aa	0,80Ab
Bt1	40-85	30	14	06	50	0,62
Bt2	85-150	28	13	08	51	0,52
Bt3	150-200	23	09	14	54	0,57

As médias na mesma linha, dentro de uma mesma profundidade, seguidas de letras maiúsculas iguais, e as médias na mesma coluna, dentro de profundidades diferentes, seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem significativamente ao nível de 5%.

velmente em consequência do abundante sistema radicular fasciculado da cana-de-açúcar, favorecendo esse tipo de estrutura.

Os demais horizontes não apresentam diferenças estruturais entre os tratamentos. O BA tem estrutura fraca pequena a média blocos subangulares nos quatro perfis e o Bt1, estrutura geralmente maciça moderadamente coesa e coesa no perfil sob vegetação de mata.

Os quatro perfis (tratamentos) estudados apresentam maior adensamento na faixa de 20 a 85cm, que corresponde aos horizontes BA/Bt1, verificando-se o máximo de coesão no Bt1. Este adensamento parece ser de origem genética, pois foi observado com a mesma intensidade no perfil não cultivado, já constatado por outros autores para Latossolos Amarelos e outros solos de tabuleiro (Jacomine et al., 1975 e Panoso, 1976).

O horizonte superficial apresenta-se ligeiramente duro ou duro, e friável nos perfis estudados. BA e

Bt1 possuem consistência muito dura e firme e Bt2 e Bt3, consistência muito dura, quando secos, e friável, quando úmidos, em todos os perfis.

Propriedades físicas

Pela composição granulométrica (Quadro 1), verifica-se uma predominância da fração argila, exceto nos horizontes A e BA, onde predomina a fração areia, e que o teor de argila aumenta em profundidade nos quatro perfis, resultando em uma relação textural que varia entre 1,7 e 2,3, caracterizando a presença do horizonte B textural, resultados que concordam com os obtidos por Nunes (1982), com solo similar.

Foi também observada uma redução do teor de argila no horizonte superficial entre o tratamento TN e os demais (Quadro 1), provavelmente por não ter sido efetuada a eliminação da matéria orgânica no pré-tratamento para análise granulométrica, como normalmente recomendado.

Quadro 2. Densidade do solo e de partículas, porosidade total, micro- e macroporosidade, capacidade de campo (-1/3 bar), ponto de murcha permanente e água disponível dos diversos horizontes dos tratamentos estudados

Horizonte		Densidade		Porosidade			Retenção de umidade		Água disponível
Símbolo	Profundidade	Solo	Partículas	Micro-	Macro-	Total	-1/3	-15	
	cm	g/cm ³		%			bar		%
TN (mata nativa)									
A	0-22	1,27Ab	2,55Aa	30,1Aa	19,8Aa	50Aa	15,79Aa	10,72Ab	5,07Aa
BA	22-40	1,42Aa	2,56Aa	30,8Aa	13,2Aa	44Aa	19,63Aa	14,29Aa	5,34Aa
Bt1	40-80	1,52	2,56	-	-	41	25,04	17,04	8,00
Bt2	80-140	1,51	2,59	-	-	42	26,41	17,95	8,46
Bt3	140-190	1,52	2,57	-	-	41	25,37	17,73	7,64
T5 (5 anos de cultivo)									
Ap	0-20	1,37Aa	2,58Aa	31,3Aa	15,7ABa	47Aa	16,20Ab	10,93Ab	5,27Aa
BA	20-40	1,40Aa	2,60Aa	31,2Aa	15,8Aa	46Aa	21,19Aa	15,93Aa	5,26Aa
Bt1	40-75	1,50	2,60	-	-	42	23,75	17,80	5,95
Bt2	75-110	1,54	2,57	-	-	40	24,26	17,55	6,71
Bt3	110-150	1,50	2,55	-	-	41	24,75	19,11	5,64
Bt4	150-200	1,53	2,57	-	-	40	25,68	19,40	6,28
T15 (15 anos de cultivo)									
Ap	0-18	1,43Aa	2,56Aa	33,3Aa	9,7Ba	43Aa	17,84Ab	11,99Ab	5,85Aa
BA	18-45	1,44Aa	2,58Aa	32,3Aa	11,7Aa	44Aa	22,42Aa	15,21Aa	7,21Aa
Bt1	45-85	1,57	2,57	-	-	39	25,81	17,59	8,22
Bt2	85-150	1,56	2,62	-	-	40	26,56	18,42	8,14
Bt3	150-200	1,57	2,60	-	-	40	27,86	19,52	8,34
T25 (25 anos de cultivo)									
Ap	0-20	1,40Aa	2,55Aa	32,9Aa	12,6ABa	45Aa	18,97Ab	12,03Ab	6,94Aa
BA	20-40	1,46Aa	2,56Aa	33,1Aa	10,8Aa	43Aa	23,21Aa	16,04Aa	7,17Aa
Bt1	40-85	1,55	2,60	-	-	40	25,23	18,47	6,76
Bt2	85-150	1,53	2,58	-	-	41	26,73	18,42	8,31
Bt3	150-200	1,55	2,57	-	-	40	26,17	17,72	8,45

As médias na mesma linha, dentro de uma mesma profundidade, seguidas de letras maiúsculas iguais, e as médias na mesma coluna, dentro de profundidades diferentes, seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem significativamente ao nível de 5%.

Os teores de areia diminuem com a profundidade e os valores de silte são baixos nos quatro tratamentos.

A variação da densidade do solo com a profundidade (Figura 1) é bastante uniforme: a zona de maior adensamento acha-se abaixo de 65cm, para todos os

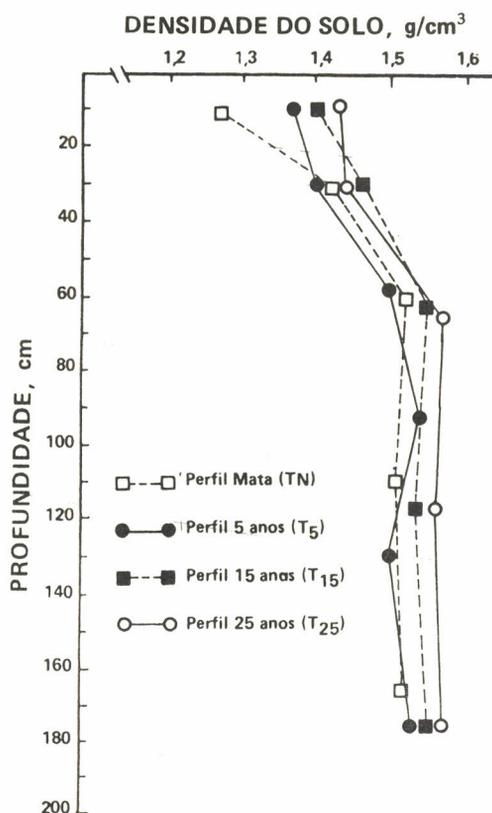


Figura 1. Distribuição relativa da densidade do solo, com a profundidade, nos quatro tratamentos (perfis) estudados.

tratamentos, e a maior variação da densidade do solo com o cultivo se verificou no horizonte A, que apresenta valor bem menor no tratamento TN do que nos cultivados. Este crescimento da densidade do solo com a profundidade foi observado por vários autores, como Gomes et al. (1978), Machado et al. (1981), Moura (1981), Cintra et al. (1983) e Fernandes et al. (1983), e se deve, entre outras causas, à diminuição dos teores de matéria orgânica e ao peso das camadas superiores (Camargo, 1983).

A diferença de densidade observada entre A e BA, no tratamento TN, diminui nos tratamentos cultivados, em virtude do aumento na densidade do horizonte superficial, ao passo que no BA não se observa nenhuma tendência lógica de aumento (Quadro 2). Esta ausência de variação na densidade do solo do horizonte BA (22-40cm) vem demonstrar que não houve influência do cultivo contínuo da cana-de-açúcar na compactação de camadas subsuperficiais, o que também foi constatado na determinação das características morfológicas. O adensamento em subsuperfície é, portanto, ao que tudo indica, uma característica genética dos solos estudados.

De maneira geral, os quatro tratamentos se comportaram relativamente iguais no que se refere ao parâmetro porosidade total, não tendo sido verificada nenhuma alteração marcante nem com o tempo nem com a profundidade (Quadro 2). Observa-se apenas uma diferença no horizonte superficial entre o perfil não cultivado e os cultivados. A maior porosidade foi constatada no horizonte A do tratamento TN (50%). No que se refere à macro- e à microporosidade, verifica-se um comportamento uniforme tanto com relação ao tempo como à profundidade.

Tanto para a capacidade de campo (-1/3 bar) como para o ponto de murcha permanente (-15 bar),

Quadro 3. Percentagem de agregados retidos nas peneiras de 2,0; 1,0; 0,5 e 0,25mm, agregação e estabilidade de agregados para fração 0,5mm nos tratamentos estudados

Horizonte	Diâmetro das peneiras, mm				Agregação	Estabilidade de agregados
	4-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25		
%						
TN (mata nativa)						
A	20,0	20,5	25,7	18,6	35,7	92,4
BA	10,4	18,5	35,0	18,3	27,9	90,2
T5 (5 anos de cultivo)						
Ap	23,4	18,2	32,0	16,9	35,8	90,5
BA	12,7	16,2	27,5	19,9	27,9	90,2
T15 (15 anos de cultivo)						
Ap	14,6	14,8	32,4	19,2	23,9	88,4
BA	10,5	12,5	33,0	19,6	22,2	87,2
T25 (25 anos de cultivo)						
Ap	12,6	11,9	29,9	21,5	21,4	87,5
BA	8,2	12,8	37,1	22,6	19,1	90,9

percebe-se que houve um aumento com a profundidade e um comportamento quase uniforme no que se refere ao tempo de cultivo (Quadro 2). O aumento da capacidade de campo (-1/3 bar) e do ponto de murcha permanente (-15 bar) com a profundidade está relacionado com o aumento dos percentuais de argila. No que se diz respeito à água disponível, observa-se que há uma tendência de aumento com o tempo de cultivo, principalmente no que se refere aos tratamentos T15 e T25, os quais apresentaram valores mais altos.

Pelo quadro 3, percebe-se que houve um decréscimo da percentagem de agregados maiores que 1,00mm (macroagregados) do horizonte A para o BA em todos os tratamentos. Isso pode ser explicado pela presença da matéria orgânica (Quadro 1), cujos teores são maiores no horizonte A, promovendo, desta forma, maior agregação na camada superficial, o que foi também constatado por Moura (1981) e Macedo (1987). Verifica-se também uma tendência de redução da quantidade de macroagregados com o tempo de cultivo, tanto para o horizonte A como para o BA, refletindo a influência do cultivo que requer aração, gradagem e tratamentos culturais, contribuindo, dessa forma, para a desagregação da estrutura. Apesar de não haver uma tendência clara de aumento de microagregados maiores que 0,25mm em profundidade, esta tendência pode ser observada com os agregados maiores que 0,5mm. Da mesma forma, parece clara a tendência de aumento de microagregados com o tempo de cultivo.

Quanto ao índice de estabilidade de agregados, teve um comportamento semelhante ao da percentagem de agregação. Para ambos, verifica-se que as modificações da estrutura só começam a ser detectadas a partir do tratamento T15, com pequena redução tanto na agregação como na estabilidade.

CONCLUSÕES

Nas condições de manejo adotado nas áreas estudadas, o cultivo da cana-de-açúcar não alterou de forma expressiva as características morfológicas e físicas dos solos, podendo ser observadas, apenas, pequenas modificações restritas ao horizonte superficial. Desta forma, pode-se concluir que não houve danos expressivos provenientes do cultivo contínuo e que a elevada compactação das camadas subsuperficiais dos solos é conseqüência de adensamento de natureza genética.

LITERATURA CITADA

- BYRNES, W.R.; McFEE, W.W. & STEINHARDT, G.C. Soil compaction related to agricultural and construction operations. West Lafayette, Purdue University, 1982. 164p. (Purdue University - Station Bulletin, 397)
- CAMARGO, O.A. de Compactação do solo e desenvolvimento de plantas. Campinas, Fundação Cargill, 1983. 44p.
- CINTRA, F.L.D.; MIELNICZUK, J. & SCOPEL, I. Caracterização do impedimento mecânico em Latossolo Roxo do Rio Grande do Sul. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 7(1):323-327, 1983.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo, Rio de Janeiro, Manual de métodos de análises de solo. Rio de Janeiro, 1979. 227p.
- FERNANDES, B.; GALLOWAY, H.M.; BRONSON, R.O. & MANNERING, J.V. Efeito de três sistemas de preparo do solo na densidade aparente, na porosidade total e na distribuição dos poros, em dois solos. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 7:329-333, 1983.
- GILL, W.R. & MILLER, R.D. A method for study of the influence of mechanical impedance and the growth of seedling roots. Soil Sci. Soc. Am. Proc., Madison, 20(2):154-157, 1980.
- GOMES, A.S.; PATELLA, J.F. & PAULLETTTO, E.A. Efeito de sistemas de cultivo sobre a estrutura de um solo podzólico vermelho-amarelo. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 2:17-21, 1978.
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 7.ed. Piracicaba, Nobel, 1978. 430p.
- IBGE. Anuário Estatístico do Brasil-1990. Rio de Janeiro, 1990. v.50, p.338.
- JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTE, A.C.; PESSOA, S.C.P. & SILVEIRA, C.O. da. Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado de Alagoas. Recife, EMBRAPA-SNLCS, 1975. 531p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim Técnico, 25; SUDENE. Série Recursos de Solos, 5.)
- MACEDO, M.M. de L. Estabilidade de agregados de solos da Zona da Mata de Pernambuco por diferentes métodos. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1987. 91p. (Tese de Mestrado)
- MACHADO, J.A. & BRUM, A.C.R. Efeito do sistema de manejo em algumas propriedades físicas do solo. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 2:81-84, 1978.
- MACHADO, J.A.; SOUZA, D.M. de P. & BRUM, A.C.R. Efeito de anos de cultivo convencional em propriedades físicas do solo. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 5:187-189, 1981.
- MOURA, A.R.B. de. Efeito de sistemas de manejo na cultura do milho (*Zea mays* L.) e sobre algumas propriedades físicas e químicas de um Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico distrófico fase terraço. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1981. 116p. (ESAM. Coleção Mossoroense, Série A, 24) (Tese de Mestrado.)
- NUNES, E. Natureza dos solos de superfície terciários do Rio Grande do Norte e aspectos pedogenéticos associados. Rio Claro, Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho", 1982. 96p. (Tese de Mestrado.)
- PANOSO, A.L. Latossolo Vermelho-Amarelo de Tabuleiro do Espírito Santo: formação, características e classificação. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Escola Superior de Agricultura, 1976. 116p. (Tese de Livre Docência.)
- RICHARDS, L.A. Diagnosis and improvement of saline alkali soil. New York, Salinity Lab., 1954. 160p. (Handbook, 60.)
- SILVA, I. de F. da. Efeitos de sistemas de manejo e tempo de cultivo sobre propriedades físicas de um Latossolo. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1980. 60p. (Tese de Mestrado.)