

CARACTERIZAÇÃO DE LATOSSOLO AMARELO SOB CULTIVO CONTÍNUO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE ALAGOAS: ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS E FÍSICOS⁽¹⁾

A. J. N. da SILVA⁽²⁾ & M. R. RIBEIRO⁽³⁾

RESUMO

Foram estudados os efeitos do cultivo contínuo da cana-de-açúcar nas principais propriedades físicas e morfológicas de um latossolo amarelo argiloso da região dos tabuleiros costeiros do estado de Alagoas. Quatro talhões foram selecionados na Usina Caeté, município de São Miguel dos Campos (AL), em janeiro de 1995; um com vegetação nativa (Tn) e os demais cultivados por períodos de dois (T2), dezoito (T18) e vinte e cinco (T25) anos. Os solos foram caracterizados morfológicamente e, nas amostras de cada horizonte, foram determinados granulometria, grau de floculação, umidade a $-0,034$ MPa e $-1,52$ MPa, densidade do solo e das partículas, macroporosidade e porosidade total. Foram coletadas amostras indeformadas dos horizontes A, AB e BA de cada perfil para determinação de condutividade hidráulica saturada, microporosidade e densidade do solo. Os resultados mostraram que o uso agrícola dos solos causou mudanças na morfologia do horizonte superficial com o desenvolvimento de um horizonte Ap, apresentando transição abrupta para o horizonte AB subjacente e perda de estrutura. Em relação às propriedades físicas, os resultados indicaram que o cultivo contínuo causou diminuição no conteúdo de argila, nos horizontes superficiais, e um aumento significativo, nos horizontes subsuperficiais. Após evidente impacto negativo nas propriedades físicas com o primeiro plantio da cana-de-açúcar, o manejo adotado promoveu novo equilíbrio, com recuperação parcial da porosidade total e sensível aumento no conteúdo de água disponível. Por outro lado, o uso agrícola promoveu significativa redução na condutividade hidráulica saturada do horizonte superficial, quando comparado com o solo sob vegetação nativa.

Termos de indexação: latossolo amarelo, propriedades físicas, compactação, cultivo contínuo, cana-de-açúcar.

⁽¹⁾ Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, para obtenção do grau de Mestre em Agronomia - Ciência do Solo. Trabalho apresentado no XXVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Rio de Janeiro (RJ), 20 a 26 de julho de 1997. Recebido para publicação em setembro de 1996 e aprovado em outubro de 1997.

⁽²⁾ Engenheiro-agrônomo, aluno do curso de Mestrado em Agronomia-Ciência do Solo da UFRPE. Rua Bom Jardim, nº 125, BL 1, aptº 303, Jardim Brasil I, CEP 53230-520 Olinda (PE).

⁽³⁾ Professor Adjunto do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, CEP 52171-900 Recife (PE). Bolsista do CNPq.

SUMMARY: *CARACTERIZATION OF XANTHIC FERRALSOL UNDER CONTINUOUS SUGARCANE CROPPING IN ALAGOAS STATE, BRAZIL: MORPHOLOGICAL AND PHYSICAL ATTRIBUTES*

The effects of continuous sugarcane cropping on the physical and morphological properties of a clayey xanthic ferralsol were studied in the region of the Low Coastal Tablelands of Alagoas State, Brazil. Four sites were selected at Caeté mill, São Miguel dos Campos, State of Alagoas, Brazil, involving a native forest (Tn), and sugarcane fields, cultivated for periods of two (T2), eighteen (T18) and twenty-five (T25) years. The soils were morphologically characterized, and samples were taken from each horizon to determine particle size distribution, degree of flocculation, moisture at - 0.034 MPa and - 1.52 MPa, soil bulk and particle densities, macroporosity and calculated total porosity. Undisturbed samples of the A, AB and BA horizons of each profile were collected to determine microporosity, saturated hydraulic conductivity and soil bulk density. The results showed that the agricultural use promoted morphological changes with the development of an Ap horizon showing abrupt transition to the underlying AB horizon and lack of structure. In relation to physical properties, the results indicated that the cultivation decreased the clay content of the surface horizon and increased significantly that of the sub-surface horizon. After an evident negative impact on physical properties after the first crop, the management practices promoted a new equilibrium, with increases in total porosity and water availability. On the other hand, the agricultural use resulted in a significant reduction of the saturated hydraulic conductivity in the surface horizon, when compared to the virgin forest site.

Index terms: Clayey xanthic ferralsol, physical properties, soil compaction, continuous-cropping, sugarcane.

INTRODUÇÃO

Nos últimos vinte anos, as áreas plantadas com a cultura da cana-de-açúcar têm-se expandido, consideravelmente, no Brasil, que é hoje o maior produtor mundial dessa cultura, com uma área de cultivo calculada em 4,2 milhões de hectares, em 1994, e uma produção de 240 milhões de toneladas de cana, 9,5 milhões de toneladas de açúcar e 12 bilhões de litros de álcool (Orlando Filho et al., 1995). Tal desempenho reflete um vasto programa de produção de álcool a partir da cana-de-açúcar, que vem sendo desenvolvido no País desde 1974.

O cultivo contínuo e o preparo do solo para o plantio provocam diversas alterações nas suas propriedades físicas, resultando na degradação da estrutura do solo. A velocidade dessa degradação pode ser acelerada pelo uso intensivo do solo, sendo comum a presença de camada compactada em subsuperfície ou ocorrência de crostas superficiais (Correia, 1985a; Cerri et al, 1991; Meek et al., 1992; Corsini, 1993; Goves et al., 1994).

As modificações importantes ocorridas em solos que sofreram compactação dizem respeito ao aumento da resistência mecânica à penetração radicular, à redução da aeração (McAfee 1989; Perez Filho et al., 1993), a alterações na disponibilidade e fluxo de água, calor e nutrientes. Em determinado tempo e local, um desses fatores pode tornar-se importante para o desenvolvimento das plantas, dependendo do tipo de solo, condição climática, espécie e estágio de desenvolvimento da planta (Camargo, 1983; Farias et al., 1985).

Vários trabalhos mostram que o manejo inadequado e o tempo de cultivo contínuo afetam a porosidade do solo e, em particular, a sua macroporosidade. Romero

de Carvalho et al. (1991) e Silva & Ribeiro (1992), estudando o efeito de vários anos de cultivo convencional com cana-de-açúcar, verificaram que, nos solos com maior tempo de cultivo, a porosidade diminuía e, com maior evidência, a macroporosidade. A condutividade hidráulica saturada também sofre alterações expressivas com o cultivo contínuo, pois está intimamente associada com o volume dos poros, especialmente os chamados macroporos ou poros não-capilares, responsáveis pela drenagem, percolação e aeração do solo (Correia, 1985b).

Os solos utilizados no cultivo da cana-de-açúcar no Brasil vão desde areias quartzosas a latossolos, sendo estes últimos, juntamente com os podzólicos, os mais representativos. No Estado de Alagoas, grande parte das áreas cultivadas com a cana-de-açúcar estão incluídas em solos de tabuleiros costeiros. Considerando a sua extensão, a incorporação dos tabuleiros ao sistema produtivo resultou em grandes benefícios à economia regional, principalmente na produção da cana-de-açúcar.

As deficiências naturais existentes nos solos de tabuleiros foram contornadas pelo desenvolvimento de práticas e tecnologias aparentemente adequadas. No entanto, nos últimos anos, verificou-se que as técnicas de cultivo empregadas pelos agricultores e empresas do ramo poderiam provocar danos às propriedades desses solos, que mostram forte coesão natural em subsuperfície, o que pode favorecer a formação de camadas compactadas, com reflexos na porosidade total, macroporosidade, estrutura e fluxo de água.

A frequência com que se têm detectado níveis altos de compactação em solos cultivados com cana-de-açúcar,

bem como outros tipos de degradação, requer o desenvolvimento de pesquisas para entender os mecanismos que regem o processo. O objetivo deste trabalho foi quantificar as modificações de algumas propriedades físicas e morfológicas de um latossolo amarelo argiloso cultivado com cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em áreas localizadas na Usina Caeté, no município de São Miguel dos Campos, microrregião homogênea nº 119 do litoral de Alagoa (Jacomine, 1975).

Com base em levantamento pedológico detalhado feito na usina Caeté, em 1993, foram selecionados quatro perfis de latossolo amarelo coeso A moderado textura argilosa, representativos de áreas com vegetação nativa e cultivadas com cana-de-açúcar por diferentes períodos de tempo.

As parcelas, com diferentes tempos de cultivo, foram comparadas entre si e em relação a uma testemunha absoluta, representada por solo em condições naturais (vegetação nativa). Os perfis receberam as seguintes identificações: Tn-solo em condição natural (vegetação nativa); T2-solo com 2 anos de cultivo; T18-solo com 18 anos de cultivo, e T25-solo com 25 anos de cultivo. Todos os perfis situam-se numa mesma posição topográfica de topo plano de baixo platô costeiro.

Em condições naturais, o latossolo amarelo se caracteriza por uma seqüência de horizontes Oo, A, AB, BA, Bw₁ e Bw₂, com transições graduais e planas, nos horizontes A e AB, e difusas e planas, a partir do horizonte BA. Caracteristicamente, apresenta um fino manto de restos vegetais pouco decompostos, que constitui a camada Oo, a qual se seque um horizonte A, de coloração bruno-acinzentada muito escura, quando úmido, textura franco argilo arenosa e estrutura forte pequena a média granular. O horizonte AB revela coloração bruno-escura, quando úmido, textura franco argilo-arenosa e estrutura moderada pequena a média granular e fraca pequena a média blocos subangulares. O horizonte BA apresenta coloração bruno-amarelada, textura argila arenosa, estrutura maciça coesa e consistência muito dura e firme. O horizonte Bw, subdividido nos horizontes Bw₁ e Bw₂, apresenta coloração bruno-amarelada, no Bw₁, e amarelo-brunada com mosqueado vermelho, no Bw₂; a textura é argilosa e a estrutura é fraca pequena a média blocos subangulares, com aspecto maciço poroso no Bw₂. A descrição morfológica dos quatro perfis estudados baseou-se em Lemos & Santos (1984).

Nas áreas cultivadas, foi adotado o seguinte manejo. No primeiro plantio e a cada 6 anos, quando da renovação, foram feitas duas gradagens pesadas e abertura dos sulcos com sulcador. Também foi feita, nessa ocasião, uma adubação N-P-K, de acordo com análise do solo. Anualmente, foram administradas adubações de cobertura, feitas com base na análise

do solo, e que tem dado, em média, cerca de 495 kg ha⁻¹ da fórmula 16-00-24, além de 1-2 capinas e aplicação de herbicidas. Também foram aplicados cerca de 400 m³ ha⁻¹ de vinhaça pelo método de aspersão.

Após a descrição morfológica dos perfis, procedeu-se à coleta das amostras em todos os horizontes. Para determinar granulometria do solo, as amostras foram pré-tratadas, secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras com abertura de 2 mm para obtenção da TFSA (Terra Fina Seca ao Ar). Para relacionar os resultados em TFSE (Terra Fina Seca em Estufa), usou-se um fator de correção para expressar a relação entre a massa de TFSA e TFSE. Também foram coletadas amostras indeformadas para determinações de densidade do solo, porosidade e condutividade hidráulica saturada.

As análises físicas foram feitas no laboratório de Física do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, segundo métodos descritos no Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 1979).

Os parâmetros determinados foram: densidade do solo com anel volumétrico; densidade das partículas com balão volumétrico; microporosidade com amostras indeformadas, utilizando o funil de Buchner; porosidade total, segundo Vomocil (1965); macroporosidade, pela expressão proposta por Grohmann (1960); granulometria, pelo método da pipeta; argila dispersa em água; capacidade de campo e ponto de murcha permanente, conforme Richards (1954); água disponível e condutividade hidráulica saturada, em amostras indeformadas, através de permeâmetro, descrito por Lima (1986), e conforme a equação de Darcy-Williams, descrita por Klute & Dirksen (1986).

Tratamento Estatístico

Estudaram-se as variações das propriedades do solo com o tempo de cultivo e com a profundidade por meio de um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 3 x 3, segundo Silva & Silva (1982), correspondente a quatro diferentes tempos de cultivo, três profundidades e três repetições. Os tratamentos de interesse estudados foram determinados na elaboração do experimento e considerados como fatores fixos. Quando o tempo de cultivo e/ou profundidade e a interação entre eles mostraram-se significativos no teste "F", a comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, para cada caso, usando-se o software SANEST (Zonta & Machado, 1980).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atributos Morfológicos

Todos os perfis foram classificados como latossolo amarelo álico coeso A moderado textura argilosa fase floresta subperenifolia relevo plano e apresentaram seqüência de horizontes A, AB, BA, Bw₁ e Bw₂. O perfil sob floresta nativa (Tn) mostra um horizonte orgânico

(Oo) de três centímetros de espessura, formado por detritos vegetais pouco decompostos. Dadas as operações necessárias ao cultivo da cana-de-açúcar, o horizonte Oo nativo da mata foi queimado e/ou incorporado ao horizonte A subjacente, ajudando na formação do horizonte Ap nos perfis cultivados. Os horizontes superficiais e subsuperficiais não apresentaram variações expressivas com relação às suas cores e espessuras.

As principais modificações morfológicas devidas ao cultivo contínuo dos solos estudados foram observadas com relação à transição e estrutura dos horizontes superficiais. A transição passou de gradual, no horizonte A do perfil sob mata nativa, para clara ou abrupta, no horizonte Ap dos perfis cultivados. Com relação à estrutura, o horizonte superficial do perfil Tn sob mata nativa apresentou uma estrutura forte pequena a média granular, enquanto o Ap do perfil T2 apresentou estrutura fraca pequena a média granular e blocos subangulares e maciça moderadamente coesa, evidenciando o efeito do impacto imediato do desmatamento e cultivo no grau de estrutura do solo. Observa-se, porém, que, através dos anos (perfis T18 e T25), o cultivo proporcionou ligeira melhora no grau de estrutura em relação ao perfil T2, passando para fraca a moderada pequena a média granular e blocos subangulares, o que pode ser atribuído, provavelmente, ao sistema radical fasciculado da cana-de-açúcar e ao seu caráter semi perene, com movimentação do solo a cada quatro ou seis anos.

O horizonte AB mostrou tendência de degradação do grau e tipo da estrutura com o cultivo, apresentando estrutura fraca a moderada pequena a média blocos subangulares e granular no perfil sob vegetação nativa (Tn) e maciça moderadamente coesa (perfil T2) ou fraca pequena a média blocos subangulares (perfis T18 e T25) nos solos cultivados, refletindo, também, o efeito do cultivo e a conseqüente compactação. O aspecto coeso é observado nos quatro perfis estudados a partir dos 35 centímetros. Nos perfis cultivados, esse fenômeno ocorre desde o horizonte Ap, que apresenta, nas entrelinhas, estrutura com aspecto maciço moderadamente coeso, em virtude do cultivo. Entretanto, a coesão subsuperficial do horizonte BA, que ocorre também no perfil sob vegetação nativa, indica adensamento de origem genética, como comentam Panoso (1976) e Silva & Ribeiro (1992).

Em todos os perfis, os horizontes superficiais apresentam-se ligeiramente duros ou duros e friáveis a muito friáveis, o horizonte AB possui, consistência dura a muito dura e friável, e os horizontes BA mostram-se muito duros e firmes em todos os perfis. Os horizontes subsuperficiais (Bw₁ e Bw₂) revelam consistência dura a muito dura, quando secos, e friável, quando úmidos, em todos os perfis.

Atributos Físicos

Granulometria: O quadro 1 mostra os resultados da granulometria nos quatro perfis estudados. Com relação à profundidade, os conteúdos de argila aumentaram, significativamente, em todos os perfis,

enquanto os teores de silte aumentaram apenas no perfil Tn; por sua vez, os teores de areia grossa decresceram, significativamente, nos quatro perfis estudados, enquanto a areia fina diminuiu apenas nos perfis T18 e T25.

Com relação ao tempo de cultivo, também foram observadas mudanças expressivas nos teores das frações granulométricas. O conteúdo de argila caiu, significativamente, após 18 e 25 anos de cultivo contínuo, nos horizontes superficiais, e aumentou, nos horizontes AB e BA. A redução gradativa do teor de argila, com o tempo de cultivo no horizonte superficial, e o seu aumento com a profundidade resultaram na elevação da relação textural. Esse acréscimo pode ter sido influenciado pelo cultivo, que favorece a eluviação de argila do horizonte superficial, tendo em vista que os perfis estudados ocupam a mesma posição topográfica de topo plano de tabuleiro.

O aumento do conteúdo de argila, considerando a profundidade nos quatro perfis, e o aumento com o tempo de cultivo, nos horizontes AB e BA, favoreceram o aumento da microporosidade e retenção de água do solo, com conseqüente redução da condutividade hidráulica, como será discutido adiante.

Densidade do solo e das partículas: O quadro 2 mostra as variações da densidade do solo, considerando o tempo de cultivo e a profundidade. Observa-se aumento significativo nos valores da densidade do solo nos horizontes A e AB, aos 2 anos de cultivo (perfil T2), em relação ao solo sob vegetação nativa. Tais valores decresceram, significativamente, até atingir, após 25 anos de cultivo, valores semelhantes aos verificados no solo sob mata virgem. No horizonte BA, não houve mudanças com o tempo de cultivo, visto que a densidade do solo já se apresentava alta no solo virgem, comprovando a origem pedogenética da coesão desse horizonte. Tais resultados evidenciam a ocorrência de grande impacto com a remoção mecânica da vegetação natural e primeiro plantio da cana-de-açúcar, aumentando, drasticamente, a densidade do solo aos dois anos, nos horizontes superficiais (A e AB). Ao longo dos anos, o sistema radicular fasciculado da cultura e o seu caráter semiperene, com movimentação do solo apenas a cada seis anos, favoreceram a recuperação da densidade do solo para valores próximos à situação do solo virgem. Nesses solos, percebe-se compactação nos horizontes Ap e AB, aos dois anos de cultivo, causada por meios mecânicos, com destruição dos agregados do solo e posterior aproximação das partículas. No entanto essa compactação foi recuperada, parcialmente, aos 18 e 25 anos de cultivo.

Porosidade total, macro e microporosidade: O quadro 2 mostra as percentagens da porosidade total, macro e microporosidade nos horizontes estudados. Observa-se variação no volume de poros do solo, com clara predominância de microporos, exceto no horizonte superficial do perfil Tn, cujos valores de macro e microporos são praticamente iguais. No horizonte superficial do perfil sob mata nativa (Tn), as condições naturais favoreceram o desenvolvimento da macroporosidade, enquanto o valor obtido no perfil

Quadro 1. Granulometria do solo nos quatro perfis estudados

Horizonte		Frações granulométricas			
Símbolo	Espessura	Areia grossa	Areia fina	Argila	Silte
	m	g kg ⁻¹			
Tn = Perfil sob mata nativa					
A	0,0-0,15	420Aa	150Ba	340Ab	90Ab
AB	0,15-0,35	410Aa	150Ba	330BCb	110ABab
BA	0,35-0,80	310Ab	150Ba	420Ba	120Aa
Bw ₁	0,80-1,45	280	140	450	130
Bw ₂	1,45-2,05	270	140	460	130
T2 = Perfil com 2 anos de cultivo					
A	0,0-0,17	430Aa	140Ba	330ABb	100Aa
AB	0,17-0,35	420Aa	150Ba	310Cb	120Aa
BA	0,35-0,70	310Ab	150Aa	420Ba	120Aa
Bw ₁	0,70-1,40	300	140	450	110
Bw ₂	1,40-2,05	300	130	460	110
T18 = Perfil com 18 anos de cultivo					
A	0,0-0,20	360Ba	220Aa	310BCc	110Aa
AB	0,20-0,40	320Bb	190Ab	360Ab	130Aa
BA	0,40-0,80	260Bc	150Ac	480Aa	110Aa
Bw ₁	0,80-1,40	260	130	500	110
Bw ₂	1,40-2,00	250	150	490	110
T25 = Perfil com 25 anos de cultivo					
A	0,0-0,17	370Ba	230Aa	300Cc	100Aa
AB	0,17-0,35	350Bb	210Ab	350Ab	90Ba
BA	0,35-0,70	250Bc	160Ac	490Aa	100Aa
Bw ₁	0,70-1,30	240	150	490	120
Bw ₂	1,30-2,00	230	150	510	110

Letras maiúsculas comparam tempos de cultivos diferentes na mesma profundidade. Letras minúsculas comparam profundidades dentro do mesmo tempo de cultivo. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

T25 (0,228 m³ m⁻³) revela que o manejo do solo a longo prazo favoreceu o desenvolvimento da macroporosidade na superfície a níveis próximos do solo sob condições naturais.

Os valores de porosidade total caíram, significativamente, no primeiro plantio da cana-de-açúcar (perfil T2), nos horizontes Ap e AB. A partir daí, houve uma recuperação da porosidade total, provavelmente devida à condição semiperene e ao sistema radicular da cana-de-açúcar, chegando aos 25 anos de cultivo com uma porosidade total semelhante à do solo virgem. Os valores da macroporosidade tiveram a mesma tendência que a porosidade total, caindo, significativamente, aos dois anos de cultivo e recuperando aos 25 anos.

Apesar de o conteúdo de argila do horizonte superficial (Ap) ter diminuído com o tempo de cultivo, a microporosidade aumentou nos perfis T18 e T25, provavelmente em consequência do aumento do conteúdo de areia fina, que compensou, em parte, a perda de argila. Verificou-se aumento significativo da microporosidade com a profundidade em todos os perfis (Quadro 2), em decorrência do aumento do teor

de argila, que leva, como comenta Dixon (1991), à formação de poros pequenos e à conseqüente redução dos macroporos. Esse aumento da microporosidade em profundidade aumenta a capacidade de retenção de água e restringe o fluxo da água nesses horizontes.

Capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP) e água disponível: Observa-se, no quadro 3, que a CC e o PMP aumentaram, significativamente, após os 18 e 25 anos de cultivo, nos horizontes A, AB e BA, em relação ao solo virgem. Também se verificam aumentos significativos com a profundidade devidos ao aumento da microporosidade e redução da macroporosidade. As variações significativas da CC e PMP com o tempo de cultivo e com a profundidade confirmam as variações verificadas nos conteúdos de argila nas mesmas direções.

A água disponível aumentou, significativamente, nos horizontes superficiais, após 18 e 25 anos de cultivo, e com a profundidade. Tais aumentos acompanham a mesma direção dos aumentos de argila (Quadro 1) e microporosidade (Quadro 2). A única restrição ocorre no horizonte A, onde a água disponível aumenta com o tempo de cultivo, apesar do decréscimo de argila

Quadro 2. Densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade dos horizontes coletados nos quatro perfis de latossolo amarelo

Horizonte		Densidade do solo	Porosidade		
Símbolo	Espessura m		Micro	Macro	Total
		Mg m ⁻³	m ³ m ⁻³		
Tn = Perfil sob mata nativa					
A	0,0-0,15	1,26Cc	0,261ABc	0,260Aa	0,522Aa
AB	0,15-0,35	1,31Cb	0,312ABb	0,205Ab	0,517Aa
BA	0,35-0,80	1,42Aa	0,347Aa	0,123Ac	0,471Bb
Bw ₁	0,80-1,45	1,31			0,509
Bw ₂	1,45-2,05	1,30			0,513
T2 = Perfil com 2 anos de cultivo					
Ap	0,0-0,17	1,54Aa	0,252Bc	0,173Ca	0,426Cb
AB	0,17-0,35	1,57Aa	0,288Bb	0,135Bb	0,423Cb
BA	0,35-0,70	1,44Ab	0,338Aa	0,134Ab	0,473Ba
Bw ₁	0,70-1,40	1,36			0,491
Bw ₂	1,40-2,05	1,18			0,569
T18 = Perfil com 18 anos de cultivo					
Ap	0,0-0,20	1,39Bb	0,273ABc	0,197BCa	0,470Ba
AB	0,20-0,40	1,49Ba	0,304Bb	0,142Bb	0,447Bb
BA	0,40-0,80	1,42Ab	0,339Aa	0,130Ab	0,470Ba
Bw ₁	0,80-1,40	1,34			0,498
Bw ₂	1,40-2,00	1,19			0,554
T25 = Perfil com 25 anos de cultivo					
Ap	0,0-0,17	1,27Cb	0,286Ab	0,228Aa	0,514Aa
AB	0,17-0,35	1,30Cb	0,332Aa	0,179Ab	0,512Aa
BA	0,35-0,70	1,35Ba	0,345Aa	0,147Ac	0,492Ab
Bw ₁	0,70-1,30	1,19			0,547
Bw ₂	1,30-2,00	1,21			0,547

Letras maiúsculas comparam tempos de cultivos diferentes na mesma profundidade. Letras minúsculas comparam profundidades dentro do mesmo tempo de cultivo. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

nesse horizonte. Contudo, nesse horizonte, além da argila, a matéria orgânica exerce influência, aumentando a água disponível, como também o conteúdo de areia fina, que aumentou, significativamente, com o tempo de cultivo, o que contribuiu para compensar a perda de argila.

Levando em consideração os valores de água disponível, densidade do solo e espessura de cada horizonte, calculou-se a disponibilidade de água no primeiro 1,2 m de profundidade de cada perfil. Verificou-se que a lâmina d'água cresceu expressivamente, com o tempo de cultivo em relação ao solo virgem: de 8,53 cm, para o perfil Tn, e 10,21, 12,78 e 11,77, para os perfis T2, T18 e T25, respectivamente. Há, portanto, uma alteração nas condições físicas dos solos, que se reflete por um expressivo aumento na disponibilidade de água para as plantas, proporcionando acréscimo de até 50% (perfil T18) em relação ao solo virgem. Tal mudança nas características hídricas do solo reflete as alterações na densidade, textura e porosidade dos solos.

Condutividade hidráulica saturada: O quadro 3 mostra a variação da condutividade hidráulica

saturada, considerando o tempo de cultivo e a profundidade. Nota-se que seus valores caem, significativamente, nos horizontes AB e BA, em todos os perfis, provavelmente por causa da redução da macroporosidade e do aumento da microporosidade com a profundidade. Com relação ao tempo de cultivo, a variação nos valores da condutividade hidráulica refletem os efeitos ocorridos na densidade do solo, macro e microporosidade. Ocorre redução significativa aos dois anos de cultivo, refletindo queda da macroporosidade e aumento da densidade do solo. Aos 18 e 25 anos de cultivo, os valores de condutividade hidráulica são, parcialmente, recuperados, com aumentos significativos em relação ao perfil T2, em consequência dos aumentos na macroporosidade e da redução na densidade do solo com maior tempo de cultivo. O maior valor observado de condutividade hidráulica ocorre no horizonte A do perfil Tn, enquanto o menor ocorre no horizonte BA do perfil T25.

Os valores da condutividade hidráulica encontrados neste trabalho são semelhantes aos obtidos por Santos (1993), em latossolos roxos, e superiores aos de Correia (1985 b), em latossolo

Quadro 3. Valores de capacidade de campo, ponto de murcha permanente, água disponível e condutividade hidráulica saturada dos quatro perfis estudados

Horizonte		Umidade		Água disponível	Condutividade hidráulica sat.
Símbolo	Espessura	-0,034 Mpa	-1,52 Mpa		
	m	g kg ⁻¹			cm h ⁻¹
Tn = Perfil sob mata nativa					
A	0,0-0,15	161,7Bb	123,7Bc	38,0Bb	87,82Aa
AB	0,15-0,35	168,1Cb	132,3Cb	35,8Cb	47,10Ab
BA	0,35-0,80	220,1Ba	171,3Ba	48,8Ca	6,25Ac
Bw ₁	0,80-1,45	232,7	161,2	71,5	
Bw ₂	1,45-2,05	261,5	168,7	92,8	
T2 = Perfil com 2 anos de cultivo					
A	0,0-0,17	132,7Cc	97,2Cc	35,5Bc	37,22Ca
AB	0,17-0,35	155,5Db	108,3Db	47,2Bb	14,24Bb
BA	0,35-0,70	205,5Ca	142,0Ca	63,5Ba	4,02Ab
Bw ₁	0,70-1,40	230,8	160,9	69,9	
Bw ₂	1,40-2,05	253,6	166,6	87,0	
T18 = Perfil com 18 anos de cultivo					
A	0,0-0,20	201,9Ab	139,2Ab	62,7Ab	59,64Ba
AB	0,20-0,40	205,7Bb	141,7Bb	64,0Ab	16,47Bb
BA	0,40-0,80	258,7Aa	172,7Ba	86,0Aa	5,42Ab
Bw ₁	0,80-1,40	241,6	162,2	79,4	
Bw ₂	1,40-2,00	273,6	174,6	99,0	
T25 = Perfil com 25 anos de cultivo					
A	0,0-0,17	208,8Ac	141,7Ac	67,1Ab	58,45Ba
AB	0,17-0,35	218,7Ab	147,9Ab	70,8Ab	26,33ABb
BA	0,35-0,70	267,1Aa	183,4Aa	83,7Aa	2,58Ac
Bw ₁	0,70-1,30	249,4	170,0	79,4	
Bw ₂	1,30-2,00	272,9	177,4	95,5	

Letras maiúsculas comparam tempos de cultivos diferentes na mesma profundidade. Letras minúsculas comparam profundidades dentro do mesmo tempo de cultivo. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

amarelo muito argiloso, refletindo os valores da macroporosidade que são também mais elevados. Cadima Z. (1984), trabalhando com um oxisol muito argiloso de tabuleiro (Haplorthox), encontrou valores de condutividade hidráulica saturada bem mais baixos, fato, provavelmente, atribuído à menor porosidade total e à maior densidade do solo em relação ao solo deste trabalho.

CONCLUSÕES

1. O aumento significativo da relação textural deveu-se à redução do conteúdo de argila nos horizontes superficiais e ao aumento significativo nos horizontes subsuperficiais dos solos cultivados.

2. O manejo adotado promoveu novo equilíbrio nas propriedades físicas, com uma recuperação parcial da estrutura, aumento da porosidade total, macroporosidade e redução da densidade do solo dos horizontes compactados (Ap e AB). Observou-se, também, sensível aumento da disponibilidade de água nesses horizontes superficiais, após 18 anos de cultivo.

3. A coesão do horizonte BA é provocada por um adensamento de origem genética, pois ocorre com a mesma intensidade no perfil sob mata nativa.

4. A redução da condutividade hidráulica saturada nos solos cultivados em relação ao solo sob mata nativa não aumentou com os anos de cultivo.

LITERATURA CITADA

- CADIMA Z., A. Condutividade hidráulica de um Oxisol (Haplorthox) variação tabuleiro. R. Theobroma, Ilhéus, 14:149-157, 1984.
- CAMARGO, O. A. Efeitos da compactação em características do solo. In: Compactação do solo e desenvolvimento de plantas. Campinas, Fundação Cargill, 1983. 44p.
- CERRI, C.C.; FELLER, C. & CHAUVEL, A. Evolução das principais propriedades de um latossolo vermelho escuro após desmatamento e cultivo por doze e cinquenta anos com cana-de-açúcar. Cahiers Orstom, sér. Pédologie, Bondy, 26:37-50, 1991.

- CORREIA, J.C. Efeito de métodos de cultivo em algumas propriedades físicas de um Latossolo Amarelo muito argiloso do Estado do Amazonas. *Pesq. agrop. bras.*, Brasília, 20:1317-1322, 1985a.
- CORREIA, J.C. Características físicas de um Latossolo Amarelo muito argiloso (Typic Acrorthox) do Estado do Amazonas, sob diferentes métodos de preparo do solo. *Pesq. agrop. bras.*, Brasília, 20:1381-1387, 1985b.
- CORSINI, P.C. Problemas causados pela compactação dos solos. STAB: açúcar, álcool e subprodutos, Piracicaba, 11:8-12, 1993.
- DIXON, J.B. Roles of clays in soils. *App. Clay Sci. Amsterdam*, 5:489-503, 1991.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análises do solos. Rio de Janeiro, SNCLS, 1979. 247p.
- FARIAS, G.S.; CASSOL, E.A. & MIELNICZUK, J. Efeito de sistemas de cultivo sobre a porosidade e retenção da água em um solo laterítico bruno-avermelhado distrófico (paleudult). *Pesq. agrop. bras.*, Brasília, 20:1389-1393, 1985.
- GOVES, G.; VANDAELE, K.; DESMET, P.; CAVALCANTI, A.C.; PESSOA, S.C.P. & SILVEIRA, C.O. The role of tillage in soil redistribution on hillslopes. *Europ. J. Soil Sci.*, Oxford, 45:469-478, 1994.
- GROHMANN, F. Distribuição e tamanho de poros em três tipos de solos do Estado de São Paulo. *Bragantia, Campinas*, 19:319-329, 1960.
- JACOMINE, P.K.T.; POESEN, J. & BUNTE, K. Levantamento Exploratório Reconhecimento de Solos do Estado de Alagoas. Recife, EMBRAPA, Centro de Pesquisas Pedológicas. SUDENE-DRN, 1975. 531p. (Boletim Técnico, 35)
- KLUTE, A. & DIRKSEN, C. Hydraulic conductivity and diffusivity laboratory methods. In: KLUTE, A., ed. *Methods of soil analysis; physical and mineralogical methods*. Madison, American Society of Agronomy, Part I, 1986.
- LEMOS, R.C. & SANTOS, R.D. dos. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Campinas, SBCS/SNLCS, 1984. 45p.
- LIMA, L.da R.F. Determinação da condutividade hidráulica saturada em solos aluvionais por método de campo e laboratório. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1986. 81p. (Dissertação de Mestrado)
- McAFEE, M.; LINDSTRÖM, J. & JOHANSSON, W. Aeration changes after irrigation in a clay soil. *J. Soil Sci.*, Oxford, 40:718-729, 1989.
- MEEK, B.D.; RECHEL, E.R.; CARTER, L.M. & DeTAR, W.R. Bulk density of a Sand Loam: traffic, tillage and irrigation - method effects. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, 56:562-565, 1992.
- PANOSO, A.L. Latossolo Vermelho Amarelo de tabuleiros do Espírito Santo: formação, características e classificação. Recife, Escola Superior de Agricultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1976. 116p. (Tese de Livre Docente)
- PEREZ FILHO, A.; TESTEZLAF, R. & TERESO, M.J. de A. Efeito da irrigação na compactação de latossolos argilosos submetidos ao uso agrícola intenso. *Eng. Agrí., Campinas*, 13:39-55, 1993.
- ORLANDO FILHO, J.; BITTENCOURT, V.C. de. & ALVES, M.C. Aplicação de vinhaça em solo arenoso do Brasil e poluição do lençol freático com nitrogênio. STAB: açúcar, álcool e subprodutos, Piracicaba, 13:14-16, 1995.
- RICHARDS, L.A. *Diagnosis and Improvement of saline and alkaline soils*. Washington, USDA, U.S. Government Printing Office, 1954, 160 p. (Agriculture Handbook, 60)
- ROMERO de CARVALHO, S.; BRUAND, A.; HARDY, M.; LEPRUM, J.C. & JAMAGNE, M. Tassement des sols ferrallitiques Podzólico Vermelho Amarelo sous culture de canne à sucre (état de Rio de Janeiro, Brésil): apport d'une analyse de la porosité associée a une connaissance détaillée de la phase minérale. *Cahiers Orstom, sér. Pedologie, Bondy*. 26:195-212, 1991.
- SANTOS, J.C.F. Comportamento de propriedades físicas e químicas de dois latossolos roxos sob diferentes sistemas de rotação de culturas em plantio direto. Lavras, Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1993, 101p. (Dissertação de Mestrado)
- SILVA, M.S.L. da. & RIBEIRO, M.R. Influência do cultivo contínuo da cana-de-açúcar em propriedades morfológicas e físicas de solos argilosos de tabuleiros do Estado de Alagoas. *R. bras. Ci. Solo, Campinas*, 16:397-402, 1992.
- SILVA, J.A.A. & SILVA, I.P. da. *Estatística experimental aplicada à ciência florestal*. Recife, Imprensa Universitária, UFRPE, 1982. 294 p.
- VOMOCIL, J.A. Porosity. In: BLACK, C.A. ed. *Methods of soil analysis; physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling*. Madison, American Society Agronomy, part I, 1965. 191p.
- ZONTA, E.P. & MACHADO, A.A. SANEST - Sistema de Análise Estatística. São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ)-USP. Departamento de Matemática e Estatística, 1980.