

INFLUÊNCIA DO CULTIVO CONTÍNUO DA CANA-DE-AÇÚCAR NAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DE SOLOS ARGILOSOS¹

MARIA SONIA LOPES DA SILVA² e MATEUS ROSAS RIBEIRO³

RESUMO - Com o objetivo de avaliar o efeito do cultivo contínuo da cana-de-açúcar em algumas propriedades químicas de solos argilosos de tabuleiro, foram selecionados quatro talhes localizados na Usina Santa Clotilde, Município de Rio Largo, AL, a saber: um, coberto por vegetação nativa (T_N), e os demais, cultivados por períodos de cinco (T_5), quinze (T_{15}) e vinte e cinco (T_{25}) anos. Os solos foram caracterizados morfologicamente, e nas amostras coletadas por horizonte foram determinados pH, C orgânico, P assimilável, bases trocáveis, Al e H trocáveis, capacidade de troca de cátions, saturação por bases e saturação por Al. Os resultados indicaram que, nas condições de solo e manejo das áreas estudadas, o cultivo da cana-de-açúcar proporcionou sensível melhoria na fertilidade dos solos, contribuindo para a manutenção dos níveis de matéria orgânica, aumentos no pH, Ca, Mg, P e saturação por bases, e diminuição da saturação por Al. À exceção do P, observou-se que grandes modificações se processaram em relação ao solo virgem, e não se verificaram variações lógicas entre os perfis cultivados.

Termos para indexação: grau de modificação do solo, manejo do solo, vegetação nativa, pH, C, P, saturação por bases, capacidade de troca de cátions.

INFLUENCE OF CONTINUOUS SUGARCANE CROPPING ON CHEMICAL PROPERTIES OF CLAYER SOILS

ABSTRACT - The objective of this work was to evaluate the effect of continuous sugarcane cropping on some chemical properties of low coastal plateau soils at Santa Clotilde Mill, Rio Largo, AL, Brazil. Four sites were selected involving a native vegetation area (T_N) and sugarcane fields cultivated for periods of five (T_5), fifteen (T_{15}) and twenty-five (T_{25}) years. The soils were morphologically characterized and samples were taken from each horizon to determine pH, organic C, assimilable P, exchangeable bases, Al and H, cation exchange capacity, base saturation, and Al saturation. The results showed that in the soil studied under management conditions, sugarcane cropping provided a great improvement in soil fertility, contributing for the maintenance of organic matter, increase in pH, Ca, Mg and P levels, increase in bases saturation and decrease in Al saturation. Except for P, it was observed that great changes occurred on cultivated soils compared to a cultivated soils, but variations among cultivated soils were not found.

Index terms: native vegetation, pH, C, P, low coastal plateau soils, cation exchange capacity, base saturation.

¹ Aceito para publicação em 6 de janeiro de 1995.

Extraído da Dissertação de Mestrado apresentada à Univ. Fed. Rural de Pernambuco (UFRPE).

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

³ Eng. Agr., Prof. Adjunto, Dep. de Agron. da UFRPE, Dois Irmãos, CEP 50670-910 Recife, PE. Bolsista do CNPq.

INTRODUÇÃO

O crescimento da agroindústria açucareira e alcooleira, no Estado de Alagoas, tem-se caracterizado pela utilização intensiva de máquinas e implementos agrícolas, favorecida pelo relevo plano dos baixos platôs costeiros (tabuleiros). As técnicas de cultivo utilizadas por agricultores e empresas do ramo, que, a curto prazo, favorecem o desenvolvimento da cultura, podem, com o cultivo contínuo,

provocar danos nas propriedades do solo. Em cana-de-açúcar, o manejo pode influenciar profundamente a queda de produção entre os cortes consecutivos, quando as operações de preparo do solo não são conduzidas dentro de uma tecnologia adequada (Freitas, 1987), com conseqüente empobrecimento de suas propriedades físicas, químicas e biológicas.

Embora seja comumente documentado que os sistemas de cultivo degradam a fertilidade dos solos das regiões tropicais, Sidiras & Pavan (1985) chegaram à conclusão de que as características químicas podem ser melhoradas através de um sistema de manejo que envolva a proteção de superfícies com o retorno dos resíduos das culturas, ou uso de plantas presentes como cobertura permanente do solo.

A falta de informações mais precisas sobre alterações físicas e químicas dos solos submetidos ao cultivo intensivo da cana-de-açúcar no Estado de Alagoas tem dificultado a identificação dos fatores responsáveis pela queda da produtividade nestas áreas e, conseqüentemente, a implantação de práticas de manejo mais adequadas na manutenção das condições agrícolas dos solos.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o grau de modificação de algumas propriedades químicas de solos submetidos ao cultivo contínuo com cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas quatro áreas localizadas na Usina Santa Clotilde, no Município de Rio Largo, zona úmida costeira do Estado de Alagoas, em solos classificados como Podzólico Amarelo Tb álico latossólico. A moderado, textura média/argilosa, fase floresta subperenifólia, relevo plano (perfil não-cultivado), e Podzólico Amarelo Tb distrófico latossólico, A moderado, textura média/argilosa, fase floresta subperenifólia, relevo plano (perfis cultivados). O termo álico especifica distinção de saturação por Al igual ou superior a 50%, e distrófico especifica distinção de saturação por base inferior a 50%.

Quatro tratamentos, caracterizados por diferentes anos de cultivo, foram utilizados para avaliação das propriedades químicas dos solos e receberam as seguintes identificações: T_N - solo em condição natural (sob vegetação nativa); T_5 - T_{15} e T_{25} - solos com cinco, quinze e vinte e cinco anos de cultivo, respectivamente. Todos os tratamentos foram localizados numa posição topográfica de topo de baixo platô costeiro terciário. As práticas de manejo adotadas na

área incluem, a cada quatro anos, antes do novo plantio, duas gradagens semipesadas, duas intermediárias e duas de acabamento, além da aplicação de macro e micronutrientes. Anualmente, são feitos o enleiramento do palhicho, uma triplíce operação, que consiste em adubação cultivio e escarificação, e, finalmente, uma a duas capinas. São também aplicados torta de filtro e vinhoto.

Em cada área estudada (tratamento), foi aberta uma trincheira, complementada por duas gradagens aleatórias dos dois horizontes superficiais (A e BA), totalizando três repetições por tratamento. Após a descrição morfológica dos perfis e coleta de amostras em todos os horizontes, até a profundidade de 2,0 m, foram determinados pH, C orgânico, P assimilável, bases trocáveis, Al e H trocáveis, capacidade de troca de cátions, saturação por bases e saturação por Al. As análises seguiram metodologias descritas no Manual de Métodos de Análises de Solos (EMBRAPA, 1979).

Com a finalidade de testar a significância das variações das propriedades do solo em profundidade e, principalmente em função do tempo de cultivo, foi feita análise de variância, de acordo com Pimentel-Gomes (1978). Procedeu-se ao estudo nos 40 cm iniciais do perfil de solo de cada tratamento, correspondente aos horizontes A e BA, que são mais vulneráveis às modificações provocadas pelas práticas agrícolas, e foram coletadas três repetições por tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

pH em H₂O

A reação dos solos (pH) estudados não apresentou variação considerável, principalmente entre os três tratamentos cultivados (Tabela 1), apesar de se terem detectado resultados significativos, tanto com o tempo de cultivo como com a profundidade. Ao analisar estes dados, percebe-se a grande diferença entre o tratamento T_N e os demais, ou seja, observa-se que, no solo virgem, os valores de pH são bem menores (Fig. 1). Com base em Catani & Jacinto (1974) e Gargantini et al. (1970), pode-se afirmar que estes solos possuem acidez elevada (pH <5,0>), com exceção do horizonte Ap do tratamento T_5 (pH = 5,1), que apresentou acidez média (pH entre 5,0 - 6,0).

Bases trocáveis (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ e K⁺)

Observando a Tabela 1, nota-se que houve aumento significativo do Ca e Mg com os anos de cultivo, e decréscimo, também significativo, com a pro-

TABELA 1. Resultados de pH e bases trocáveis dos quatro tratamentos, média de três repetições.

Tratamento (perfil)	Horizontes		pH (1:2,5)		Ca ²⁺	Bases trocáveis			Valor S
	Símbolo	Espessura	H ₂ O			Mg ²⁺	K ¹⁺	Na ¹⁺	
		----- cm -----				----- meq/100 g TESA -----			
N (Mata nativa)	Ae	0 - 22	4,0	1,7	0,5	0,06	0,03	2,3	
	BA	22 - 40	3,9	0,4	0,3	0,02	0,02	0,7	
	Bt1	40 - 80	4,0	0,6	0,2	0,02	0,02	0,8	
	Bt2	80 - 140	3,9	0,4	0,2	0,02	0,03	0,6	
	Bt3	140 - 190	4,0	0,4	0,3	0,02	0,03	0,7	
5 anos	Ap	0 - 20	5,1	4,7	1,7	0,10	0,05	6,6	
	Ba	20 - 40	4,7	1,3	1,1	0,02	0,03	2,4	
	Bt1	40 - 75	3,8	0,6	1,7	0,18	0,03	2,5	
	Bt2	75 - 110	4,1	0,7	1,2	0,26	0,04	2,2	
	Bt3	110 - 150	4,1	1,1	1,7	0,05	0,04	2,9	
15 anos	Bt4	150 - 200	4,2	0,7	1,6	0,01	0,09	2,4	
	Ap	0 - 18	4,5	2,2	1,2	0,05	0,03	3,5	
	BA	18 - 45	4,1	1,9	1,3	0,03	0,03	3,3	
	Bt1	45 - 85	4,7	1,7	0,1	0,01	0,03	1,8	
	Bt2	85 - 150	4,3	1,2	0,3	0,01	0,03	1,5	
25 anos	Bt3	150 - 200	4,1	1,0	1,3	0,01	0,03	2,3	
	Ap	0 - 20	4,9	4,8	1,0	0,03	0,05	5,9	
	BA	20 - 40	4,3	1,0	0,2	0,03	0,03	1,3	
	Bt1	40 - 85	4,0	1,0	0,1	0,02	0,03	1,1	
	Bt2	85 - 150	4,1	1,0	0,2	0,02	0,03	1,2	
Bt3	150 - 200	4,1	1,0	0,1	0,02	0,03	1,1		

fundidade. O acúmulo observado de Ca e Mg na superfície (Fig. 2) se deu provavelmente por ocasião da incorporação da matéria orgânica (Fig. 3). Com relação ao K, não houve variação significativa em profundidade e nem com anos de cultivo.

Saturação por Al e percentagem de saturação por bases

A saturação por Al diminuiu significativamente com o tempo de cultivo e aumentou com a profundidade. Observando-se a Tabela 2, pode-se ver que a variação ocorreu por conta do Al trocável, que é drasticamente reduzido no horizonte superficial dos perfis cultivados. Verifica-se, também, que a utilização agrícola provocou uma redução da saturação por Al ao longo de todo o perfil, sendo o solo virgem, álico, e os cultivados, distróficos. Esta redução

deve ser devida à aplicação da vinhaça, que tem um efeito alcalinizante (Resende, 1979; Nunes, 1981), tendo sido aplicada em grandes quantidades nas áreas estudadas. Outra observação é que as grandes modificações, no que diz respeito à saturação por Al, se verificaram entre o solo virgem e os solos cultivados (Fig. 4).

No perfil, como um todo (Tabela 2), verifica-se que a utilização agrícola elevou consideravelmente os valores da saturação por bases em todos os horizontes, em consequência da elevação da soma de bases trocáveis. Esta elevação é considerável entre o perfil de solo virgem e os perfis cultivados; não se observou variação lógica entre eles. Este aumento das bases ao longo do perfil, quando comparamos perfil nativo e perfis cultivados, se deve à lixiviação dos nutrientes aplicados no horizonte superficial e à aplicação da vinhaça.

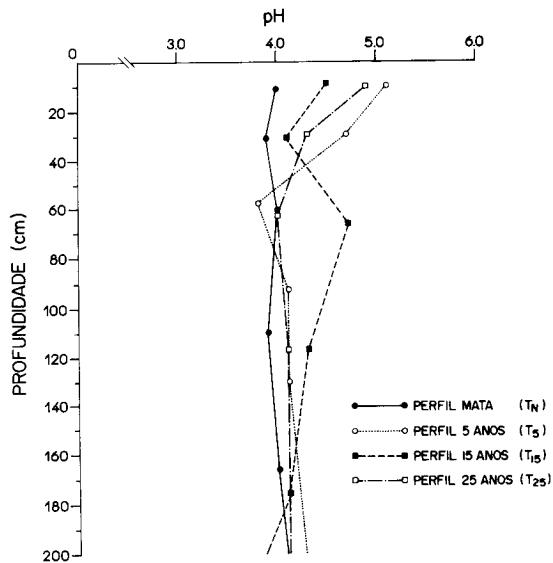


FIG. 1. Distribuição do pH em profundidade nos quatro perfis estudados.

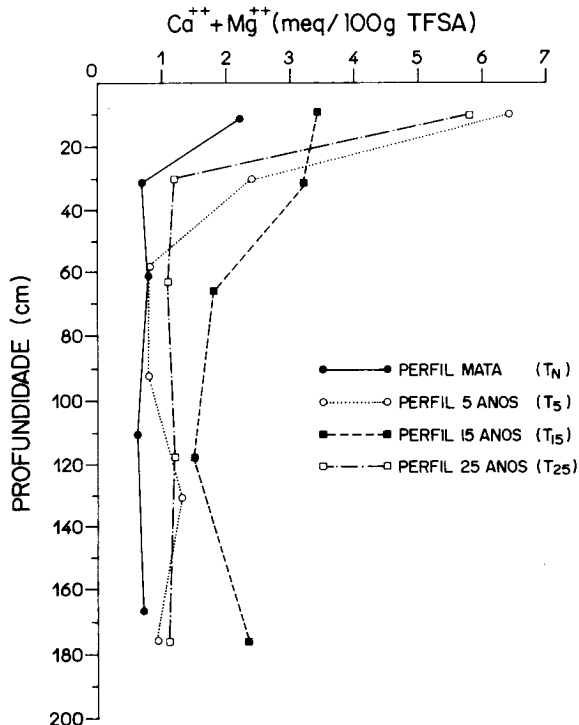


FIG. 2. Distribuição do $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ em profundidade nos quatro perfis estudados.

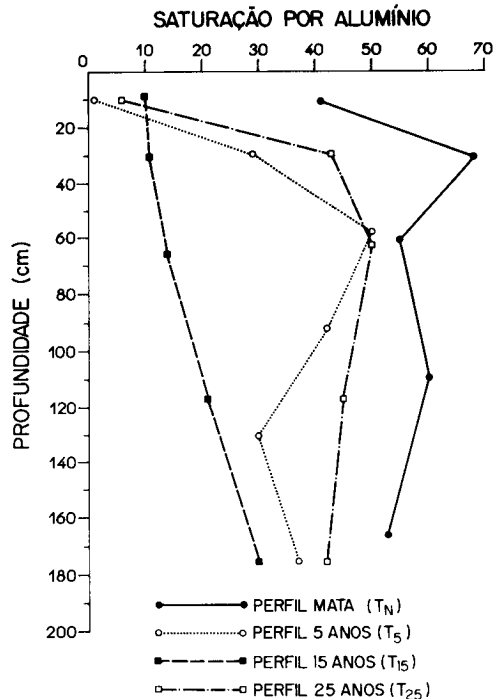


FIG. 3. Distribuição do C orgânico em profundidade nos quatro perfis estudados.

Capacidade de troca de cátions (CTC)

Os resultados obtidos demonstram claramente que a CTC, dentro de cada tratamento, diminuiu significativamente com a profundidade (Tabela 2, Fig. 5), como consequência da diminuição da matéria orgânica, Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{1+} . Não houve variação significativa da CTC com o tempo de cultivo, visto que não se observaram grandes variações no teor de matéria orgânica entre o solo virgem e os cultivados, e a mineralogia da fração argila não ter sofrido alterações com o tempo de cultivo.

Fósforo assimilável

Observa-se um aumento significativo dos teores de P no horizonte superficial com o tempo de cultivo (Tabela 2), atingindo os valores máximos nos tratamentos T_{15} e T_{25} , respectivamente 33 e 185 ppm; o que vem demonstrar o efeito residual das aplicações deste nutriente nos solos e a sua pouca mobilidade.

TABELA 2. Resultados de Al^{3+} , H^{1+} , CTC, percentagem de saturação por bases (Valor V), saturação por Al ($100 \times Al^{3+}/S + Al^{3+}$), P assimilável P e C dos quatro tratamentos, média de três repetições.

Tratamento (perfil)	Horizontes		Al^{3+}	H^{1+}	Valor CTC	Valor V	$\frac{100 \cdot Al^{3+}}{S + Al^{3+}}$	P	C
	Símbolo	Espessura							
		----- cm -----	----- meq/100 g TFSA -----			%		ppm	%
N (Mata Nativa)	Ae	0 - 22	1,6	6,8	10,7	21	41	02	2,01
	BA	22 - 40	1,5	3,7	5,9	12	68	03	0,84
	Bt1	40 - 80	1,0	3,1	4,9	16	55	01	0,54
	Bt2	80 - 140	0,9	3,4	4,9	12	60	01	0,73
	Bt3	140 - 190	0,8	2,7	4,2	17	53	01	0,44
5 Anos	Ap	0 - 20	0,1	4,7	11,4	37	01	06	1,91
	BA	20 - 40	1,0	3,8	7,2	33	29	01	0,92
	Bt1	40 - 75	1,7	2,9	7,1	35	40	01	0,51
	Bt2	75 - 110	0,8	3,3	6,3	35	27	01	0,52
	Bt3	110 - 150	0,6	3,0	6,5	45	17	01	0,56
	Bt4	150 - 200	0,6	3,9	4,9	49	20	01	0,38
15 Anos	Ap	0 - 18	0,4	5,5	9,4	37	10	33	1,77
	BA	18 - 45	0,4	4,8	8,5	39	11	03	1,05
	Bt1	45 - 85	0,3	2,7	4,8	37	14	01	0,71
	Bt2	85 - 150	0,4	2,9	4,8	31	21	01	0,62
	Bt3	150 - 200	1,0	2,6	5,9	39	30	01	0,38
25 Anos	Ap	0 - 20	0,4	5,1	11,4	52	06	185	1,70
	BA	20 - 40	1,0	3,3	5,6	23	43	17	0,80
	Bt1	40 - 85	1,1	3,5	5,7	19	50	01	0,62
	Bt2	85 - 150	1,0	2,4	4,6	26	45	01	0,52
	Bt3	150 - 200	0,8	2,2	4,1	27	42	01	0,57

Em profundidade, nota-se uma redução significativa do P, apresentando, nos horizontes subsuperficiais (40 cm acima), teores mínimos e iguais em todos os perfis estudados.

Carbono orgânico

Os tratamentos cultivados têm teores de C semelhantes aos do tratamento nativo, bem como uma distribuição similar ao longo do perfil (Fig. 3). Apesar de o tratamento T_N possuir um manto de serrapilheira (horizonte orgânico) com espessura de 4 cm, a adição da vinhaça e da torta de filtro e o enleiramento do palhicho fizeram com que o teor de C não apresentasse diferenças significativas em relação aos perfis cultivados. Além do manejo adequa-

do adotado pela usina, deve-se, também, levar em consideração a própria cultura da cana-de-açúcar, que, por si só, já contribui, tanto física como quimicamente, para a melhoria dos solos de tabuleiro. Seu tipo de plantio e folhagem protegem a gleba, evitando a erosão; e seu sistema radicular, juntamente com os colmos subterrâneos, constitui excelente reservatório de nutrientes. Para Sampaio et al. (1987), a fitomassa subterrânea é importante na manutenção dos níveis de matéria orgânica, em solos de tabuleiros costeiros. Afirmam, ainda, que 87% do sistema radicular está situado nos primeiros 40 cm do solo, o que, na época da colheita da cana, corresponde a 2 t/ha de C disponível para a biomassa microbiana. Daí, a tendência de os tratamentos cultivados se comportarem à semelhança do T_N , no que diz respeito à distribuição do C ao longo do perfil.

CONCLUSÕES

1. As grandes modificações se processam em relação ao solo virgem, à exceção do P.
2. Não se verificaram variações lógicas entre os perfis cultivados.
3. As características químicas podem ser melhoradas através do manejo adequado da cultura da cana-de-açúcar, envolvendo enleiramento do palhço, aplicação de vinhaça, torta de filtro e fertilizante.

REFERÊNCIAS

- CATANI, R.A.; JACINTO, A.O. **Análise químicas para avaliar a fertilidade do solo**. Piracicaba: ESALQ, 1974. (ESALQ. Boletim Técnico Científico, 37).
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análises de solos**. Rio de Janeiro, 1979. 227p.
- FREITAS, G.R. Preparo do solo. In: PARANHOS, S.B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, p.19-41.
- GARCANTINI, H.; COELHO, F.A.S.; VERLENCIA, F.; SOARES, E. **Levantamento de fertilidade dos solos do Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1970.
- NUNES, M.R. Efeito da vinhaça nos cátions trocáveis e outros elementos químicos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.16, n.2, p.171-176, mar. 1981.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 7.ed. Piracicaba: Nobel, 1978. 439p.
- RESENDE, J.O. **Conseqüências da aplicação de vinhaça sobre algumas propriedades físicas de um solo aluvial**. Piracicaba: ESALQ, 1979. 192p. Tese de Doutorado.
- SAMPAIO, E.V.B.; SALCÊDO, I.H.; CAVALCANTE, F.J.A. Dinâmica de nutrientes em cana-de-açúcar. III. Conteúdo de nutrientes e distribuição radicular no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.4, p.425-431, abr. 1987.
- SIDIRAS, N.; PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, p.249-254, 1985.

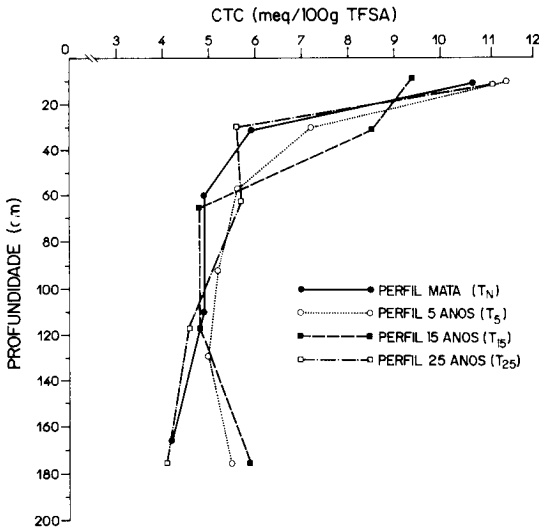


FIG. 4. Distribuição da saturação por Al em profundidade nos quatro perfis estudados.

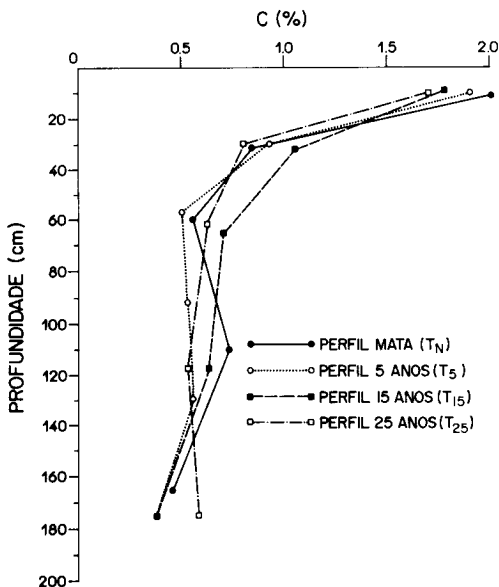


FIG. 5. Distribuição da CTC em profundidade nos quatro perfis estudados.