

## RENDIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR E PROPRIEDADES DOS SOLOS DA ZONA ÚMIDA COSTEIRA DO NORDESTE\*

M. R. RIBEIRO

Prof. Adjunto do Dep. de Agronomia da UFRPE.

E. H. HALSTEAD

Prof. da Universidade de Saskatchewan, Canadá.

E. DE JONG

Prof. da Universidade de Saskatchewan, Canadá.

Correlações entre a produção de cana-de-açúcar e características dos solos da Zona Úmida Costeira do Nordeste foram investigadas em áreas experimentais do Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar (PLANALSUCAR) com o objetivo de identificar as propriedades determinantes da fertilidade natural e os níveis que devem ser considerados para o estabelecimento dos graus de limitações quanto a esta condição agrícola. Solos representativos das áreas foram coletados, analisados e juntamente com dados de produtividade, submetidos a uma análise de regressão múltipla. A capacidade de troca de cátions (CTC) do horizonte B, o fósforo assimilável do horizonte A, e a percentagem de saturação por alumínio do horizonte B apresentaram correlações significativas com o rendimento da cana-de-açúcar, sendo consideradas as características mais importantes na avaliação das limitações por deficiência de fertilidade natural para a produção da cana-de-açúcar na região.

### INTRODUÇÃO

Uma das principais críticas ao Sistema Brasileiro de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (Ramalho Filho, Pereira e Beek, 1983), diz respeito aos critérios usados para determinar os graus de limitações das condições agrícolas, por serem estabelecidos tentativamente, sem o suporte da experimentação. É necessário que se definam, com o auxílio da pesquisa, quais as propriedades determinantes das condições agrícolas das terras e que níveis devem ser considerados no estabelecimento dos graus de limitações.

\* Parte de tese apresentada pelo primeiro autor à Universidade de Saskatchewan para obtenção do título de Ph.D. Trabalho financiado pela Agência Canadense de Desenvolvimento Internacional (CIDA) e pela Secretaria de Cooperação Econômica e Técnica Internacional (SUBIN).

Por outro lado, o planejamento agrícola específico de determinadas áreas requer o desenvolvimento de sistemas de avaliação da aptidão agrícola das terras para culturas específicas, com a devida atenção à produtividade (Beek, 1978).

O presente trabalho procura identificar, a exemplo do que foi feito por Tomaneng (1977) e Ibrahim (1978), as características das terras que afetam a produtividade, com o objetivo de definir quais as propriedades determinantes da fertilidade natural e os níveis que devem ser considerados para o estabelecimento dos graus de limitações quanto a esta condição agrícola, para a produção de cana-de-açúcar.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido com base em dois conjuntos de resultados de experimentos do Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar - Coordenadoria Regional Norte (PLANALSUCAR-CONOR), realizados nos Estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte, e cuja localização pode ser observada na Figura 1. O primeiro (PLANALSUCAR I) é composto por rendimentos de cana-de-açúcar resultantes de experimentos de fertilidade (N.P.K.) desenvolvidos em dez localidades. A identificação dos locais, os níveis de fertilizantes aplicados e os rendimentos podem ser observados no Quadro 1. O segundo grupo de dados (PLANALSUCAR II) envolve rendimentos obtidos em experimentos de fertilidade conduzidos por Santos e Sobral (1979). Estes experimentos testavam duas diferentes recomendações de fertilizantes e diferentes doses e formas de aplicação de cobre. Como não foram observadas diferenças significativas entre as aplicações de cobre, os dados foram resumidos e os rendimentos médios dos dois níveis de fertilização e da testemunha são mostrados no Quadro 2, para seis diferentes locais.

Em cada uma das áreas experimentais foi feita a caracterização morfológica, física e química dos solos até uma profundidade de 150 cm. As determinações físicas e químicas foram feitas de acordo com os métodos recomendados pelo Manual de Métodos de Análises de Solo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1979). Em todas as amostras foram determinados: pH, bases trocáveis, alumínio e hidrogênio extraíveis, capacidade de troca de cátions, percentagem de saturação por bases, percentagem de saturação por alumínio, fósforo assimilável, carbono, matéria orgânica e análise granulométrica (Quadro 3).

Para a determinação das características com maior influência na produtividade os dados foram submetidos a uma análise de regressão múltipla em etapas. As propriedades físicas e químicas dos solos foram consideradas indepen-

dentemente nos horizontais A e B, e codificadas para computação juntamente com os dados de produtividade.

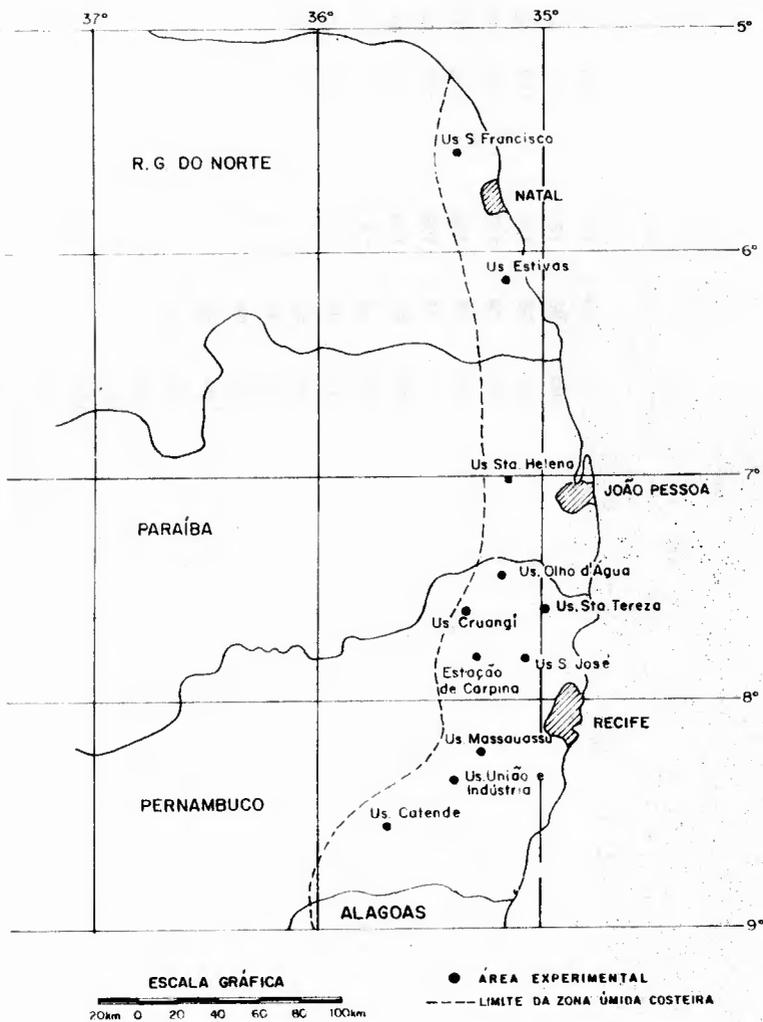


FIGURA 1 - Mapa de localização das áreas amostradas

QUADRO 1 - Efeito da aplicação de fertilizante no rendimento de cana planta (PLANALSUCAR I)

Fertilizante aplicado				Local e número do talhão								
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	UIN	STH	STE	EST	CAT	SFO	EST	CRU	UIN	EECAC
			P12	P18	P21	P14	P22	P20	P15	P19	P13	P16
Kg/ha				t/ha								
0-110-110			99	64	99	111	95	90	123	109	93	75
45-110-110			107	90	110	126	105	92	122	112	83	70
90-110-110			103	92	119	120	100	95	123	118	89	77
135-110-110			111	79	114	122	97	79	123	125	90	107
180-110-110			112	54	125	121	104	84	119	116	97	89
360-110-110			135	82	123	103	112	77	136	107	84	95
90-0-110			95	46	107	108	100	57	119	110	91	96
90-55-110			108	88	98	107	108	84	120	103	96	109
90-110-110			103	92	119	123	115	95	120	118	89	115
90-165-110			118	72	108	121	105	83	128	116	82	115
90-220-110			135	85	105	130	122	97	119	122	90	111
90-440-110			138	79	113	122	101	85	116	114	91	109
90-110-0			116	71	102	115	94	89	120	107	82	102
90-110-55			110	79	96	135	110	102	115	109	89	106
90-110-110			103	92	119	120	109	95	123	118	89	115
90-110-165			102	75	95	130	117	90	120	102	95	98
90-110-220			103	78	113	118	136	92	128	119	101	101
90-110-440			133	81	100	113	116	90	132	120	115	107

UIN: Usina União Indústria; STH: Usina Santa Helena; STE: Usina Santa Tereza; EST: Usina Estivas

CAT: Usina Catende; SFO: Usina São Francisco; CRU: Usina Cruang; EECAC: Estação Experimental de Carpina.

QUADRO 2 - Efeito da aplicação de fertilizante no rendimento de cana planta (PLANALSUCAR II)

Fertilizante aplicado			Local e número do talhão(1)					
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	ODA P2	STH P18	MAS P11	SJS P5	STE P21	SFO P20
kg/ha			t/ha					
0	0	0	101	51	87	97	82	22
260(2)	100	216	131	84	108	127	124	-
120(2)	300	240	-	-	-	-	-	89
80(3)	100	70	118	75	-	-	-	-
100(3)	80	70	-	-	103	120	110	-
60(3)	150	120	-	-	-	-	-	83

(1) ODA: Usina Olho D'água; STH: Usina Santa Helena; MAS: Usina Massauassu; SJS: Usina São José; STE: Usina Santa Tereza; SFO: Usina São Francisco

(2) Fertilização baseada no requerimento total das plantas

(3) Nível econômico de fertilização

QUADRO 3 - Classificação e propriedades dos solos

Local	Classificação	Horizonte(1)	pH	S	A13+ trocável		CTC	V	Saturação A13+		M.O.	Argila	P assim.
					meg/100g				%				
UIN	PVe text. média/ar- gilosa	A	5,5	2,6	0,2	7,5	34	3	1,34	14	9		
		B	5,6	6,4	1,3	12,0	54	9	-	32	-		
STH	PAa com fragipan text. arenosa/média	A	5,0	1,8	0,2	5,6	33	10	2,31	11	2		
		B	4,6	0,5	1,0	3,1	12	72	-	14	-		
STE	PVa com fragipan text. média/argilosa	A	5,8	1,6	0,2	6,1	26	11	2,17	24	10		
		B	5,0	0,3	0,5	4,6	7	63	-	39	-		
EST	AQe	A	5,4	0,8	0,1	1,9	42	11	0,86	4	14		
		C	6,1	0,5	0,0	0,8	66	0	-	4	-		
CAT	LAa text. argilosa	A	4,6	1,1	0,9	7,8	15	43	2,03	37	25		
		B	4,7	0,7	0,9	5,5	13	56	-	58	-		
SFO	PVa abrupto com fragipan text. arenosa.	A	5,0	0,3	0,2	0,5	52	43	0,29	6	1		
		B	5,1	0,2	0,4	0,7	37	62	-	15	-		
EST	AQd	A	6,7	1,0	0,0	1,3	76	0	0,45	4	28		
		C	4,6	0,3	0,1	0,7	51	24	-	6	-		
CRU	PVe A proeminente abrupto text. média/argilosa	A	4,9	2,5	0,2	5,0	50	7	1,67	10	32		
		B	5,0	2,5	0,6	4,8	51	21	-	36	-		
UIN	LAa textura argilosa	A	5,3	3,5	0,3	10,5	33	8	2,76	40	2		
		B	4,7	0,8	0,9	5,8	15	55	-	35	-		
EECAC	PVd textura média/argilo- sa	A	5,0	0,7	0,4	2,9	24	39	0,86	16	8		
		B	4,7	1,1	0,5	3,2	33	33	-	37	-		
ODA	TSd	A	4,7	1,9	0,8	10,3	17	37	2,57	22	2		
		B	4,6	2,3	0,7	6,2	35	29	-	53	-		
SJS	PVa com fragipan (textura arenosa/média)	A	4,9	0,6	1,1	6,7	12	59	1,28	15	2		
		B	4,9	0,4	1,0	5,5	9	67	-	27	-		
MAŞ	LVa textura argilosa	A	4,9	1,8	0,7	8,7	20	33	2,16	36	6		
		B	4,7	0,8	0,9	5,2	16	49	-	52	-		

(1) até 150 cm de profundidade

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A classificação e algumas propriedades físicas e químicas dos solos representativos dos experimentos (I e II) estão resumidas no Quadro 3.

Os experimentos do PLANALSUCAR I foram desenvolvidos com o objetivo de avaliar a influência isolada dos macronutrientes e estabelecer valores críticos para recomendações de fertilidade. Neste grupo de dados (Quadro 1), os mesmos tratamentos foram aplicados a todos os solos, e pode-se observar que as diferenças de rendimento entre locais são maiores que as diferenças entre tratamentos. Portanto, para se avaliar quais as propriedades dos solos que mais influenciaram a variação da produtividade, foram utilizados os rendimentos médios dos diversos tratamentos em cada um dos locais. Desta forma a maior parte da variação devida aos diferentes níveis de fertilizantes foi eliminada, permitindo uma melhor correlação entre rendimento e propriedades dos solos, como, também, uma melhor representação gráfica. As relações entre os rendimentos e as propriedades dos solos podem ser observadas no Quadro 4.

Foram observadas correlações significativas com a saturação por alumínio do horizonte B e com o fósforo assimilável do horizonte A. A relação entre rendimentos e saturação por bases do B foi apenas significativa a 10% de probabilidade. Não foram observadas outras correlações significativas entre rendimento e as demais propriedades dos solos. Uma possível explicação para isto é a forte influência, nestes locais, do efeito residual de fertilizações passadas. Isto pode ser inferido pela grande variação do fósforo assimilável, que apresenta alguns dos maiores valores em solos muito arenosos (Quadro 3). Por isto, as relações entre propriedades dos solos e rendimentos (Quadro 4) e também as inter-relações entre as propriedades não são tão evidentes como as encontradas por Ribeiro, Halstead e De Jong (1984), na Usina Olho d'Água, onde as propriedades dos solos eram bastante dependentes das condições naturais e intimamente relacionadas com a variação do conteúdo de argila. A soma de bases do horizonte B é baixa em sete dos solos amostrados e, portanto, a percentagem destas bases em relação à capacidade de troca (saturação por bases), ou a saturação por alumínio se tornam mais importantes para explicar a variação dos rendimentos.

A Figura 2 mostra a relação entre rendimentos e a percentagem de saturação por alumínio. A relação entre os rendimentos e o fósforo assimilável foi obtida por uma curva logarítmica, mostrada na Figura 3.

QUADRO 4 - Coeficiente de correlação (r) das relações entre o rendimento médio e as propriedades dos solos (PLANALSUCAR I)

Propriedades	Horizonte	
	A	B
pH	0,50	0,42
Bases trocáveis (meq/100g)	-0,10	0,26
Al <sup>3+</sup> + trocável (meq/100g)	-0,16	-0,43
CTC (meq/100g)	-0,18	0,08
Saturação por bases (%)	0,31	0,60
Saturação por Al <sup>3+</sup> (%)	-0,34	-0,76*
Matéria orgânica (%)	-0,034	-
P assimilável (ppm)	0,74*	-

\*P < 0,05

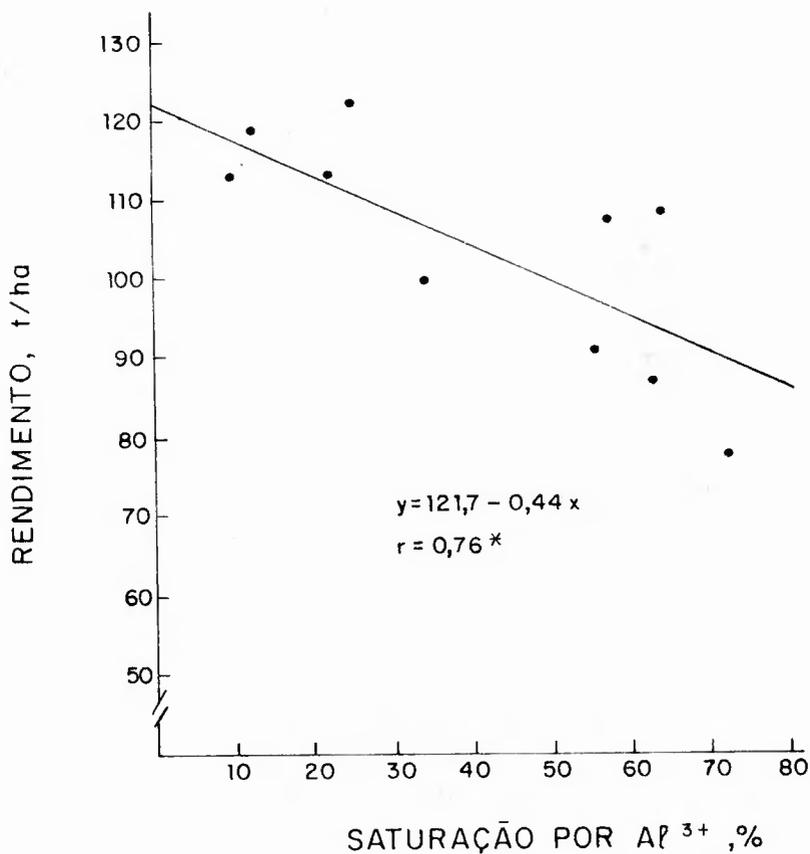


FIGURA 2 - Relação entre o rendimento da cana-de-açúcar e a saturação por alumínio do horizonte B (PLANALSUCAR I)

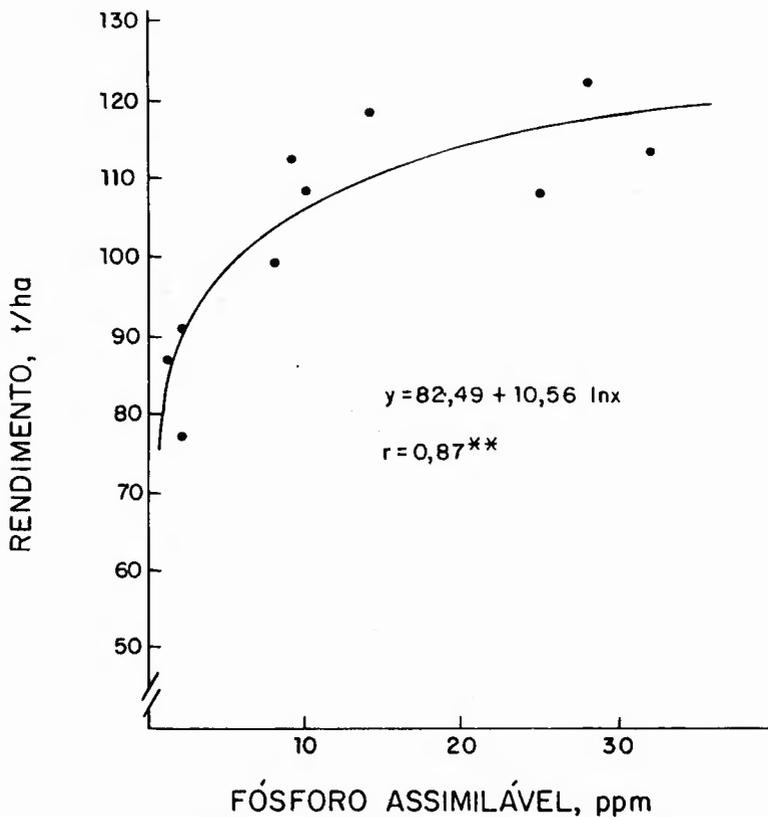


FIGURA 3 - Relação entre o rendimento da cana-de-açúcar e o fósforo assimilável do horizonte A (PLANALSUCAR I)

A análise de regressão múltipla com os rendimentos como variável dependente e as propriedades dos solos como variáveis independentes mostraram que a produção de cana-de-açúcar foi influenciada pelos seguintes parâmetros, listados de acordo com a importância: Saturação por  $Al^{+++}$  do horizonte B, fósforo assimilável do horizonte A, pH do horizonte A, percentagem de saturação por bases do A e pH do horizonte B. As duas primeiras variáveis, saturação por  $Al^{+++}$  do B e fósforo assimilável (A), foram responsáveis por 52% da

variação dos rendimentos. No que diz respeito às interrelações entre as propriedades dos solos, as maiores correlações foram observadas entre saturação por A +++ e saturação por bases no B ( $r=0,91^{xx}$ ), saturação por A e pH no horizonte B ( $0,66^{++}$ ), saturação por A +++ e bases trocáveis no B ( $0,51^{xx}$ ). O fósforo assimilável não mostra bons coeficientes de correlação com nenhuma das propriedades, o que indica que seus valores são, provavelmente, relacionados com o efeito residual de adubações passadas.

Os resultados dos experimentos do PLANALSUCAR II mostram a resposta da cana-de-açúcar a dois níveis de adubação, um baseado em recomendações de laboratório (nível econômico), e o outro com base no requerimento total de nutrientes pelas plantas (Quadro 2). Uma regressão linear múltipla com os rendimentos como variáveis dependente e as propriedades dos solos e níveis de fertilizantes aplicados como variáveis independentes mostrou que os rendimentos foram influenciados pelos seguintes parâmetros: capacidade de troca de cátions do B, nível de fósforo aplicado, capacidade de troca de cátions do A e nível de potássio aplicado. A equação de regressão múltipla obtida foi:

$$Y = 16,7 + 22,1 \text{ CTC(B)} + 0,19 \text{ P}_2\text{O}_5 - 5,5 \text{ CTC(A)} + 0,06 \text{ K}_2\text{O}$$

onde:

Y = rendimento da cana-de-açúcar em toneladas por hectares

CTC(B) = capacidade de troca de cátions do horizonte B

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = capacidade de troca de cátions do horizonte A

K<sub>2</sub>O = fertilizante potássio aplicado (Kg/ha)

A fração dos rendimentos atribuída a regressão foi de 94% ( $R=0,97^{xx}$ ). A capacidade de troca de cátions do B e o fósforo aplicado foram responsáveis por 89% ( $R=0,94^{xx}$ ) da variação observada nos rendimentos, com a primeira variável, CTC(B), contribuindo com 51%. Os coeficientes de correlação simples entre rendimento e estas propriedades, foram  $0,71^{xx}$  (CTC do B),  $0,29$  (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e  $0,49^x$  (K<sub>2</sub>O). As baixas correlações entre rendimentos e fertilizantes (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O) podem ser explicadas pela forte influência da capacidade de troca de cátions nos níveis de rendimentos dos diferentes locais. Além do mais, a verdadeira relação entre rendimento e nível de fertilizantes não é linear, especialmente quando quantidades crescentes são utilizadas. Na regressão múltipla, entretanto, o P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> é o responsável por 38% da variação dos rendimentos. A relação entre rendimentos da cana-de-açúcar e CTC(B) é mostrada na Figura 4. Apenas os rendimentos em resposta à aplicação econômica de fertilizantes foram usados.

Para se avaliar a aptidão agrícola das terras para produção de cana-de-açúcar sob diferentes sistemas de manejo, torna-se importante uma previsão da resposta dos rendimentos às práticas de manejo, particularmente aplicação de fertilizantes. A resposta à aplicação de fertilizantes é extremamente alta em solos muito pobres e decresce com o aumento da fertilidade natural até o ponto em que há resposta ou apenas pequenas respostas são observadas. A Figura 5 mostra a relação exponencial entre a percentagem de aumento dos rendimentos em função da aplicação de fertilizantes e a capacidade de troca de cátions do horizonte B. A percentagem de aumento dos rendimentos foi calculada com base na produção sem fertilizante e na produção em resposta a níveis econômicos de N P K recomendados pela análise de fertilidade.

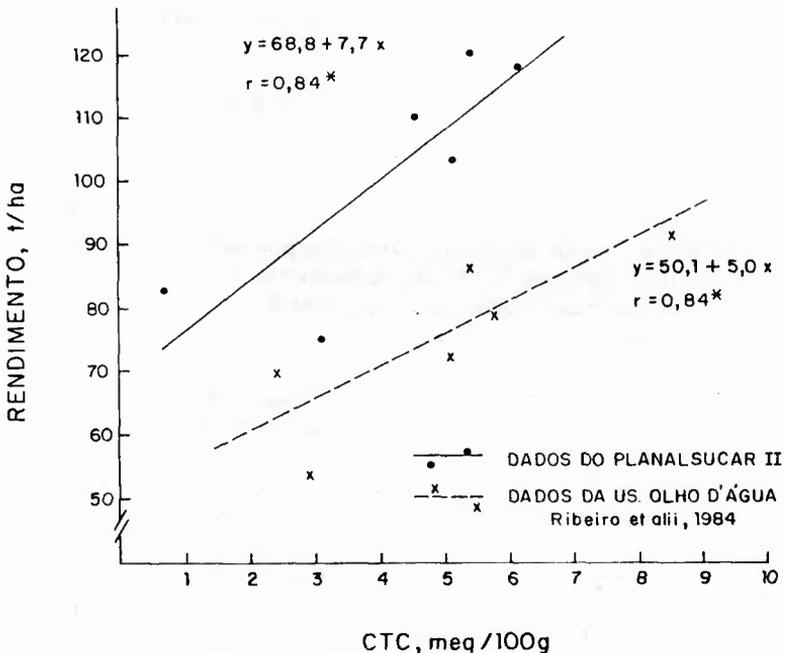


FIGURA 4 - Relação entre o rendimento da cana-de-açúcar e a capacidade de troca de cátions (CTC) do horizonte B (PLANALSUCAR II e Usina Olho D'água)

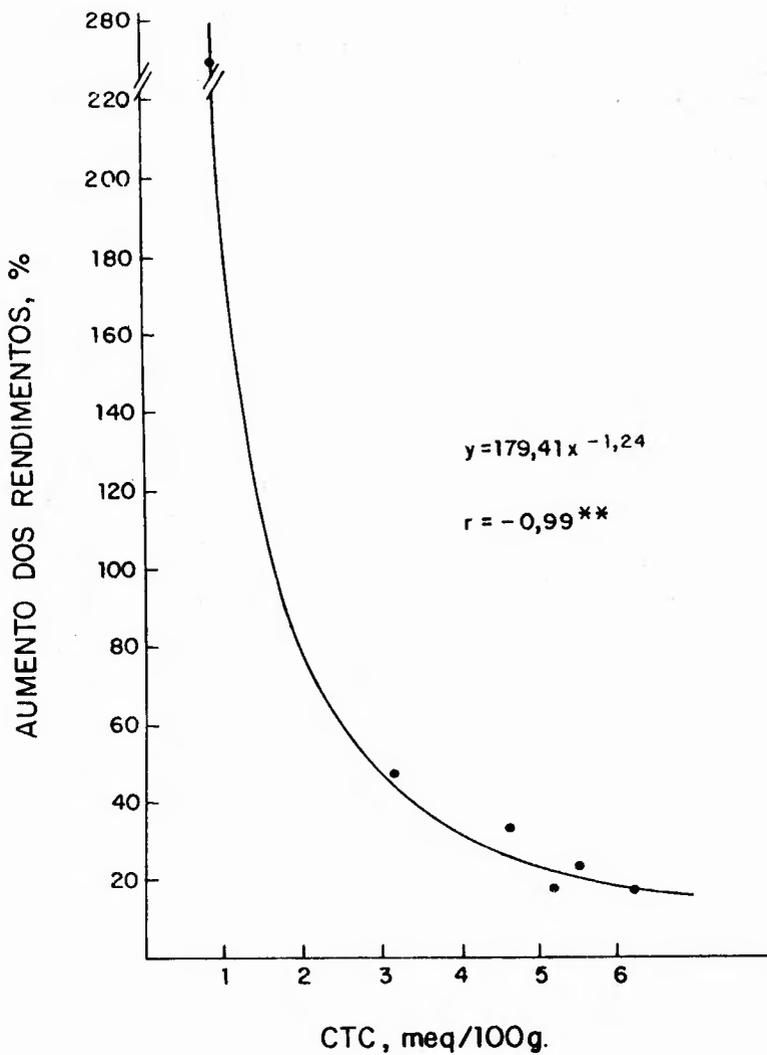


FIGURA 5 - Relação entre a capacidade de troca de cátions (CTC) do horizonte B e a percentagem de aumento dos rendimentos em respostas à aplicação de fertilizantes

As regressões obtidas neste trabalho foram utilizadas para indicar quais as características das terras importantes para a determinação da deficiência da fertilidade do solo. Os níveis críticos destes critérios diagnósticos foram estabelecidos usando as correlações obtidas entre os rendimentos e as características individuais dos solos, de conformidade com procedimentos recomendados por Riquier, Bramão e Cornet (1970); FAO (1976) e Beek (1978).

A fertilidade do solo é uma condição agrícola complexa e somente pode ser avaliada por meio de propriedades componentes simples que se correlacionam com os rendimentos. Com base nas correlações e na análise de regressão múltipla entre rendimentos e propriedades do solo mostradas nesta seção, as seguintes propriedades podem ser definidas como as mais importantes na definição do nível de fertilidade dos solos. Elas são: capacidade de troca de cátions (horizonte B), fósforo assimilável (horizonte A), percentagem de saturação por alumínio (horizonte B). A estas propriedades foi adicionada a soma de bases (horizonte B) de acordo com correlações determinadas por Ribeiro, Halstead e De Jong (1984).

De fato, quanto mais fértil o solo, mais rico em bases e em fósforo assimilável; quanto maior a CTC, mais nutrientes são retidos pelo solo com menor lixiviação de elementos nutrientes. A percentagem de saturação por alumínio é um fator adicional que ajuda a distinguir entre solos com valores similares para a CTC e a soma de bases; quanto maior a saturação por alumínio, maior a toxicidade do alumínio e as necessidades de corretivos. Outras propriedades como matéria orgânica e saturação por bases são também importantes mais interrelacionadas com as propriedades anteriormente citadas.

Os valores críticos da CTC foram estabelecidos com base na relação mostrada na Figura 4, sendo definidos a cada 20 t de aumento de rendimento, tomando-se os valores médios das duas relações. Os níveis definidos da CTC (meq/100g) para a determinação dos graus de limitação devido a fertilidade natural são: 0,0-4,0, muito forte e forte; 4,1 a 7,0, moderado; 7,1 a 10,0, ligeiro, >10,0, nulo.

Da relação entre rendimento e fósforo assimilável mostrada na Figura 3, os valores críticos foram definidos. Neste conjunto de dados o intervalo dos rendimentos é pequeno, e um menor incremento (10t/ha) foi considerado para definir os graus de limitações. Alguns valores críticos foram ajustados para se enquadrarem na classificação de níveis de fósforo para recomendações de adubação estabelecidos por Dynia et al. (1979). Os níveis críticos definidos são: <2 ppm, muito forte; 2-4 ppm, forte; 5-10 ppm, moderado; 11-30 ppm, ligeiro; >30 ppm, nulo.

Os níveis da percentagem de saturação por alumínio foram determinados a partir da relação mostrada na Figura 2. Os seguintes níveis críticos foram determinados: >75%, muito forte; 75-50%, forte; 49-30%, moderado; 29-10%, ligeiro e <10%, nulo.

Com relação à soma de bases, os níveis críticos foram determinados em função de relações entre rendimento e soma de bases do B, estabelecidas por Ribeiro, Halstead e De Jong (1984). Os valores críticos da soma de bases (meq/100g) e os respectivos graus de limitações são: 0,0-1,0, muito forte e forte; 1,1-4,0, moderado; 4,1-6,0, ligeiro e >6,0, nulo. Os graus de limitação forte e muito forte foram agrupados juntos, pois, correspondem a níveis muito baixos de bases trocáveis.

## CONCLUSÕES

A fertilidade natural dos solos é uma condição agrícola complexa e somente pode ser avaliada por meio de propriedades componentes que se correlacionam com os rendimentos. As seguintes propriedades podem ser definidas como as mais importantes na definição do nível de fertilidade natural dos solos para a produção da cana-de-açúcar: capacidade de troca de cátions do horizonte B, fósforo assimilável do horizonte A, percentagem de saturação por alumínio do horizonte B, e soma de bases trocáveis do horizonte B. Propriedades como teor de matéria orgânica e saturação por bases são também importantes mais interrelacionadas com as propriedades anteriormente citadas.

Os valores críticos destes critérios diagnósticos para a definição dos graus de limitação por deficiência de fertilidade, para a produção de cana-de-açúcar podem ser observados no Quadro 5. Algumas características como condutividade elétrica e percentagem de saturação por sódio, que geralmente não são limitantes em zonas climaticamente adaptadas para a cana-de-açúcar, foram mantidas como nos critérios estabelecidos por Ramalho Filho, Pereira e Beek (1983) para culturas diversificadas.

QUADRO 5 - Valores críticos dos critérios diagnósticos para definição dos graus de limitação por deficiência de fertilidade natural

Critérios diagnósticos	Graus de Limitações				
	Nulo	Ligeiro	Moderado	Forte	Muito forte
Reserva de nutrientes	Alta	Boa	Limitada	Pequena	Resrita
Resposta a fertilizantes	Nenhuma	Pequena	Alta	Muito alta	Muito alta
Bases trocáveis (B) (meq/100g)	> 6	6-4,1	4-1,1	1-0	1-0
Capacidade de troca de cátions (B) (meq/100g)	> 10	10-7,1	7-4,1	4-0	4-0
Fósforo assimilável (A) (ppm)	> 30	30-11	10-5	4-2	< 2
Saturação por alumínio (B) (%)	< 10	10-29	30-49	50-75	> 75
Condutividade elétrica (ms/cm)	< 4	< 4	4-8	8-15	> 15
Sódio trocável (%)	< 6	< 6	6-14	15-30	> 30
Tipo de vegetação	Floresta	Floresta	Floresta	Transição floresta/cerrado.	Cerrado

## ABSTRACT

Correlations between sugarcane production and soil characteristics of the Coastal Humid Zone of Northeast Brazil were investigated aiming to identify soil properties that affect soil fertility and the levels to be considered in establishing degrees of limitations in relation to that land quality. Representative soil profiles were collected, analyzed and subjected to a multiple regression analysis together with productivity data. Sugarcane yields were significantly correlated with the cation exchange capacity (CEC) of the B horizon, available phosphorus of the A horizon and percent aluminium saturation of the B horizon. These properties were considered to be the most important to assess limitations due to soil fertility for sugarcane production in the region.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 BEEK, K. J. *Land evaluation for agricultural development*. Wageningen : International for Land Reclamation and Improvement, 1978. 333 p. (Publication, 23). Tese (Doutorado em Ciência do Solo)- International for Land Reclamation and Improvement.
- 2 DYNIA, J. F.; MOREIRA, G. N. C.; BLOISE, R. M. et al. *Recomendação de fertilizantes e corretivos em quatro níveis de exigência de solos*. Rio de Janeiro : EMBRAPA-SNLCS, 1979. 34 p. (Série Miscelânea, 2).
- 3 EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, 1979. 230 p.
- 4 FAO. *A framework for land evaluation*. Rome, 1976. 72 p. (Soils Bulletin, 32).
- 5 IBRAHIM, H. S. Effects of soil properties on sugarcane yield in Sudan. *Experimental Agriculture*, London, v. 14, n. 3, p. 273-276, July, 1978.
- 6 RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E. G.; BEEK, K. J. *Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras*. Rio de Janeiro : Ministério da Agricultura, Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola, 1983. 57 p.
- 7 RIBEIRO, M. R.; HALSTEAD, E. H.; DE JONG, E. Rendimento da cana-de-açúcar e características das terras da microrregião da Mata Norte de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, v. 8, n. 2, p. 209-213, maio/ago. 1984.
- 8 RIQUIER, J.; BRAMÃO, D. L.; CORNET, J. P. *A new system of soil appraisal in terms of actual and potential productivity (first approximation)*. Rome : FAO, 1970. 38 p.
- 9 SANTOS, M. A. C. dos ; SOBRAL, A. F. de. Calibração de cobre em solos cultivados com cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 17., 1979, Manaus. *Resumos...* Manaus : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1979. p. 58.

- 10 TOMANENG, A. A. A parametric approach to evaluation of soil productivity for land use, planing and crop development. *Sugarland*, Bacolod, v. 14, n. 5, p. 10, 1977.

Recebido para publicação em 07 de novembro de 1991.