

Limitações ao cultivo em áreas irrigadas de Belém de São Francisco, Estado de Pernambuco, Brasil

Bárbara Cibelli Gusmão da Silva, Leonardo Nogueira de Queiroga Maciel e Maria do Socorro Bezerra Araújo*

²Departamento de Energia Nuclear, Universidade Federal de Pernambuco (Ufpe), Av. Prof. Luiz Freire, 1000, 50740-540, Recife, Pernambuco, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: socorro@ufpe.br

RESUMO. Em Belém de São Francisco, solos vêm apresentando limitações ao cultivo e tem levado os agricultores a abandonarem o local. A deficiência de nutrientes e os altos níveis salinos, decorrentes da irrigação, podem ser causas da limitação. Para identificar essas causas, foram medidos a condutividade elétrica, no extrato da pasta de saturação, e o fósforo lábil, pelo método da resina, em um área abandonada de Luvissole e outra de Neossolo Flúvico, e comparada com uma adjacente cultivada. As áreas adjacentes tiveram C.E. abaixo de 4 dS m^{-1} , e as abandonadas, acima de 7 dS m^{-1} , na maioria das amostras do Neossolo, e acima de 4 dS m^{-1} na metade das amostras do Luvissole. Fósforo tinha valores adequados às culturas em geral, exceto na área abandonada de Luvissole. Provavelmente, a salinidade nas áreas abandonadas está restringindo o cultivo. Na área abandonada do Luvissole, os baixos níveis de fósforo também podem estar sendo limitantes.

Palavras-chaves: condutividade elétrica, pH, fósforo lábil, textura, semi-árido.

ABSTRACT Limiting factors in cultivation of irrigated areas in Belém de São Francisco, Pernambuco State, Brazil. Aiming to determine the factor restricting cultivation in abandoned Luvisol and Fluvic Neosol areas, the electrical conductivity (EC) and phosphorus levels of samples from the 0-20 cm layer were compared to those of an adjacent cultivated area. Texture and pH were also measured. EC was above 7 dS m^{-1} in most of the Neosol abandoned area samples and above 4 dS m^{-1} in the Luvisol samples, while all samples from the cultivated areas were below 4 dS m^{-1} . Phosphorus and pH had values suitable for plants, except for low P in the Luvisol abandoned area. The texture ranged from loamy to sandy. Salinity proved to be the limiting factor in both abandoned areas, while low P level may be a limiting factor in the Luvisol area.

Key words: electrical conductivity, pH, labile phosphorus, texture, semi-arid soils.

Introdução

Há algum tempo, tem sido dada grande atenção à sustentabilidade dos cultivos, considerando que a qualidade do solo pode declinar ao longo dos anos, se não for tomada nenhuma medida preventiva. No semi-árido nordestino, a irrigação vem sendo utilizada, possibilitando o plantio de diversas culturas, em diferentes épocas do ano. É a opção que os agricultores locais vêm tendo como forma de melhorar renda e qualidade de vida. No entanto, se a irrigação não for feita de forma adequada, implicará em uma perda de qualidade do solo, reduzindo a sustentabilidade dos cultivos. A irrigação em solos rasos ou solos de má drenabilidade, irrigação com água de má qualidade (teores elevados de sais), manutenção inadequada do sistema de drenagem ou ausência de sistema de drenagem superficial e/ou subterrânea, principalmente em regiões com déficit

hídrico climático acentuado, como é o caso do semi-árido, frequentemente levam à salinização dos solos (Molle e Cadier 1992), limitando o potencial de cultivo da área.

Além do prejuízo às plantas, a salinização dos solos é um dos fatores que causa degradação ao solo e foi sugerida como um dos indicadores físicos da desertificação (Vasconcelos Sobrinho, 1978; Sampaio *et al.*, 2003). Ela raramente ocorre como um problema isolado, sendo comumente acompanhada por deficiências minerais e toxicidades (Gregorio *et al.*, 2002), fatores que, em conjunto, levam ao não-desenvolvimento das culturas. Fósforo é um dos elementos minerais que frequentemente se apresenta deficiente em solos salinos (Sen e Maji, 1994; Al-Falih, 2001).

O crescimento reduzido das plantas sob solos altamente salinos é atribuído principalmente ao efeito

negativo do alto potencial osmótico da solução do solo, que tende a reduzir a absorção de nutrientes e água, bem como o crescimento radicular das plantas, e à toxidez resultante da concentração salina e do efeito específico de íons (Hayward e Wadleigh, 1949; Mohammad *et al.*, 2003). Esse efeito também se evidencia se não houver níveis adequados de nutrientes no solo.

Em Pernambuco, o problema da salinização atinge as áreas irrigadas às margens do rio São Francisco e o processo é comum na Mesorregião do São Francisco Pernambucano, incluindo o município de Belém de São Francisco, onde foi delimitada a área de estudo da presente pesquisa. Neste município, o processo de salinização se encontra bastante avançado, levando os agricultores a abandonarem as áreas, quando as crostas de sal se formam na superfície dos solos, ou quando as culturas não conseguem mais se estabelecer. Essas áreas já atingem centenas de hectares no município.

O não-estabelecimento das culturas, entretanto, não se dá apenas por um problema de salinidade, mas também por deficiência nutricional, razão pela qual a agricultura itinerante é uma prática muito comum no semi-árido brasileiro (Tiessen *et al.*, 1992). Se o pH e os níveis de nutrientes no solo estiverem adequados ao desenvolvimento das culturas, elas conseguem se estabelecer até um limite crítico de nível salino (Pereira, 1998). Em solos do semi-árido, Ca, Mg e K normalmente não são limitantes; P freqüentemente se apresenta deficiente (Sampaio *et al.*, 1995).

Como a irrigação inadequada tem propensão a salinizar os solos, e os solos do semi-árido freqüentemente têm deficiência de fósforo, o objetivo deste trabalho foi determinar níveis de salinidade e níveis de fósforo lábil, como possíveis fatores que estão restringindo o cultivo em duas áreas no município de Belém de São Francisco, Estado de Pernambuco, uma de Luvisso e outra de Neossolo Flúvico, abandonadas após anos de cultivo com irrigação, como subsídio para recomendação de futuros cultivos no local.

Material e métodos

A área de estudo fica localizada no município de Belém de São Francisco, situado no semi-árido do Estado de Pernambuco. Foram escolhidas duas classes de solo intensivamente utilizadas para exploração agrícola na região: Neossolo Flúvico e Luvisso. Em cada uma das classes foram delimitadas duas áreas, uma abandonada e uma adjacente cultivada. Como não houve acompanhamento do cultivo de uma mesma área desde o início, ocorrido há pelo menos 30 anos, tomamos como referência uma área adjacente com o mesmo tipo de solo, que não apresentava indícios de

degradação e ainda continuava sendo cultivada. Estas áreas adjacentes, nos últimos 10 anos, vêm sendo cultivadas com feijão, cebola, milho e mandioca, com rotação de culturas e intervalo de seis meses entre uma cultura e outra, com irrigação por inundação, sem nenhum sistema de drenagem. No momento da amostragem, tinha sido colhidos feijão, na área do Neossolo Flúvico, e cebola, na área do Luvisso. As áreas abandonadas já foram cultivadas com feijão, cebola, melancia e arroz, com irrigação por inundação, e nelas também não foi implantado nenhum sistema de drenagem. Há pelo menos 8 ou 9 anos, a área de Neossolo Flúvico e, há cerca de 26 anos, a área de Luvisso encontram-se inexploradas e ambas têm sido invadidas por algarobeiras.

As amostras foram retiradas nas áreas de cada classe de solo, delimitando-se uma área de 40 x 40 m. A área foi subdividida de 10 em 10 m, no sentido horizontal e no vertical, formando uma grade. As amostras foram coletadas na camada de 0-20 cm, nos pontos de interseção da grade, totalizando 16 amostras retiradas em cada área. Também foram retiradas amostras de água do riacho que passa pela área e é usada para fazer a irrigação, para medir seus níveis de salinidade e avaliar sua influência nos níveis de salinidade do solo. Foram amostrados dois locais do riacho e em dois períodos, na época seca e na chuvosa, com três repetições.

As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas, passadas em peneira de malha de 2 mm e armazenadas para serem analisadas. Para evitar a contaminação das amostras, foram utilizados sacos plásticos forrando as bandejas onde os solos estavam sendo destorroados e peneirados. As amostras de água do riacho foram armazenadas no freezer para posterior análise da condutividade elétrica (C.E.).

As amostras de solo foram analisadas seguindo metodologia descrita pela Embrapa (Embrapa, 1997). Foram obtidas pastas de saturação do solo, por uma mistura de solo e água em quantidades equilibradas. Após repousarem por uma noite, as amostras foram filtradas em papel de filtro Whatman No. 2, com o auxílio de uma bomba de vácuo e a salinidade do solo foi estimada medindo-se a condutividade elétrica (C.E.) do extrato da pasta de saturação, num condutivímetro marca Digimed-DM31, à temperatura de 25°C. A capacidade da água de conduzir eletricidade depende da quantidade de íons nela contidos e, portanto, a C.E. é uma boa medida da concentração total de sais na água. Também foi medido o pH do extrato da pasta de saturação, em um potenciômetro marca Inolab (WTW).

Foi determinada a granulometria das amostras de solo pelo método da pipeta (Embrapa, 1997): 40 g de cada amostra e 25 mL de hidróxido de sódio foram colocados dentro de um erlenmeyer e

deixados em repouso por 24 horas. Em seguida, as amostras foram postas em um agitador por 15 minutos. As medições de silte e de argila foram feitas em um densímetro, após 40 segundos e após 2 horas, partindo do princípio que, na primeira medição (de 40 segundos), a areia já terá decantado e o densímetro indicará o teor de silte mais argila. Após 2 horas, quando o silte também já terá decantado, foi medida a porcentagem de argila. Logo após, o solo foi lavado e posto na estufa para secar durante 24 horas e peneirado em um conjunto de 5 peneiras, de tamanhos diferentes de malha, colocadas em série. Depois de peneiradas, as quantidades de areia retida em cada uma das peneiras foram pesadas e suas porcentagens determinadas.

Com o objetivo de verificar se além do fator salinidade prejudicando o desenvolvimento das culturas, também havia carência de fósforo, elemento essencial ao crescimento das plantas e, em geral, deficiente em solos do semi-árido (Sampaio, *et al.*, 1995), foi determinado o fósforo lábil, que é o fósforo potencialmente disponível às plantas: em subamostras de solo, o fósforo lábil foi extraído com tiras de resina trocadora de íons (tiras de 1 x 7 cm, Anion 204UZRA), em tubos contendo uma proporção solo: água de 1 g: 25 mL e uma tira de resina, agitando-se durante 16 horas. Após esse período, a tira de resina foi retirada do tubo e esta extraída com 25 mL de HCl 0,5 mol L⁻¹, agitada durante 1 hora. O fósforo foi determinado em uma alíquota deste extrato, pelo método colorimétrico de Murphy e Riley (1962).

Para comparação de valores médios de textura, C.E., pH e P, entre as áreas abandonadas e as suas respectivas áreas adjacentes cultivadas foi feito o teste de T para variáveis independentes, ao nível de 5% (p < 0,05). Uma análise de correlação foi feita entre valores de fósforo e condutividade elétrica (p < 0,01). O pacote estatístico utilizado foi Statistica (Statsoft, 1995).

Resultados e discussão

Nas duas áreas abandonadas e nas duas cultivadas, a textura variou de média a arenosa (Tabelas 1 e 2). Os valores médios de granulometria não diferiram entre a área abandonada e a cultivada de cada solo, com exceção de silte da área

abandonada do Neossolo Flúvico que foi mais alto do que na área cultivada. As texturas média e arenosa facilitam a percolação de líquidos no solo e favorecem a implantação de um sistema de drenagem em cultivos com irrigação.

O pH das amostras de solo tanto das duas áreas do Luvissole, quanto das duas do Neossolo Flúvico, em geral, estava baixo (Tabelas 1 e 2), mas ainda adequado ao crescimento das plantas. No Luvissole, os valores médios da área abandonada foram significativamente maiores do que na cultivada e não variaram entre as áreas no Neossolo Flúvico. Mudanças nessa variável, para valores prejudiciais as plantas, são vistas como negativas para a qualidade do solo (de Clerck *et al.*, 2003). Nas áreas cultivadas dos dois solos, a maioria tinha pH entre 6 e 7, que é a faixa onde a maioria das plantas se desenvolve bem (Tan, 1992). Na área abandonada do Neossolo Flúvico, apenas 6 amostras estavam nesta faixa, e, na do Luvissole, apenas 3. Em geral, no Luvissole o pH tendeu a ser abaixo de 6, e, no Neossolo Flúvico, acima de 7 (Tabelas 1 e 2). O pH de solos salinos pode variar da faixa ácida até a faixa alcalina (Tan, 1992), o que indica que esta variação entre amostras de uma mesma área salina está dentro do esperado.

As duas áreas cultivadas foram consideradas não-salinas, apresentando condutividade elétrica abaixo de 4 dS m⁻¹ (Embrapa, 1999), com exceção de apenas um caso (Tabelas 1 e 2). A condição de não-salinidade é reforçada pelo fato de que práticas agrícolas continuam sendo desenvolvidas nas áreas com algum retorno econômico, de acordo com informações dos agricultores.

Na área abandonada do Luvissole, a metade das amostras estava salinizada: dos 16 pontos amostrados, 8 apresentaram C.E. acima de 4 dS m⁻¹, sendo que um deles estava acima de 7 dS m⁻¹, que já é uma condição sálica (Embrapa, 1999), e 8 pontos apresentaram C.E. abaixo de 4 dS m⁻¹ (Tabela 1). Na área abandonada do Neossolo Flúvico, a maioria das amostras estava acima de 7 dS m⁻¹: 12 das 16 amostras apresentaram condição sálica e apenas 4 amostras tinham condição não salina (Tabela 2). Estes níveis de salinidade nas áreas abandonadas representam uma limitação para o cultivo, principalmente no Neossolo Flúvico, mesmo que nem todos os pontos amostrados estejam salinizados. Isto justifica, em parte, o não-plantio nessas áreas com culturas que antes haviam sido plantadas.

Tabela 1. Propriedades físicas e químicas de Luvissoles irrigados, de áreas abandonada e cultivada, da região de Belém de São Francisco, Estado de Pernambuco.

Solo	Área abandonada						Área cultivada						
	Areia	Silte	Argila	C.E.	pH	P	Areia	Silte	Argila	C.E.	pH	P	
	-----g kg ⁻¹ -----			dS m ⁻¹	mg kg ⁻¹			-----g kg ⁻¹ -----			dS m ⁻¹	mg kg ⁻¹	
1	774	38	188	9,0	5,6	2,6	625	171	204	1,56	6,5	96,8	
2	789	30	181	12,3	5,2	3,6	587	161	252	1,26	5,8	95,5	
3	635	162	203	9,7	5,8	4,9	542	135	323	0,28	6,6	95,0	
4	605	132	263	0,6	6,7	8,9	568	199	233	0,40	7,1	96,4	
5	554	168	279	0,9	7,5	21,8	682	109	209	0,40	7,1	95,2	

6	615	178	207	3,6	6,7	4,4	613	110	277	0,65	7,5	97,3
7	779	95	127	5,5	6,2	10,4	642	172	186	0,54	6,9	94,7
8	550	150	300	2,3	7,7	21,1	621	154	225	0,26	6,9	97,5
9	576	159	265	12,4	5,4	4,4	632	103	265	0,61	7,0	94,5
10	516	145	339	24,7	5,0	4,6	575	116	309	0,35	6,4	92,5
11	542	153	305	0,7	6,0	12,2	592	153	255	0,24	6,4	94,8
12	481	65	455	2,3	6,6	16,9	683	142	175	0,34	6,9	93,8
13	596	135	269	0,5	7,2	25,8	618	163	219	0,27	6,8	94,9
14	578	188	234	0,8	6,3	13,5	632	184	184	0,35	6,3	94,7
15	608	118	274	23,6	5,0	5,0	657	169	174	0,37	6,5	95,8
16	774	38	188	25,2	5,2	4,7	591	101	308	1,06	6,0	95,1
Média	623	122	255	8,4*	6,1*	10,3*	616	146	237	0,6	6,7	95,3
D.P.	100,5	52,7	77,04	8,99	0,88	7,50	39,4	30,9	49,1	0,39	0,43	1,28

C.E. -condutividade elétrica; D.P. desvio padrão. Para comparação entre médias da área abandonada e área cultivada, foi usado o teste de T para variável independente. * - difere significativamente ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Tabela 2. Propriedades físicas e químicas de Neossolos Flúvicos irrigados, de áreas abandonada e cultivada, da região de Belém de São Francisco, Estado de Pernambuco.

Solo	Área abandonada						Área cultivada					
	Areia	Silte	Argila	C.E.	pH	P	Areia	Silte	Argila	C.E.	pH	P
	-----g kg ⁻¹ -----			dS m ⁻¹		mg kg ⁻¹	-----g kg ⁻¹ -----			dS m ⁻¹		mg kg ⁻¹
1	264	552	184	41,5	5,5	76,5	594	325	81	4,4	6,8	44,4
2	468	488	44	36,6	6,1	59,7	538	385	77	3,7	7,0	24,6
3	326	512	163	25,4	7,3	37,3	555	364	81	0,8	6,5	35,4
4	287	475	238	51,2	6,9	19,4	561	356	82	0,5	7,1	24,3
5	452	485	63	39,9	6,3	50,1	695	241	64	2,0	6,9	43,5
6	714	222	64	45,8	6,8	126,9	601	320	80	0,4	6,3	22,0
7	643	312	45	51,0	7,0	152,1	697	202	101	1,0	6,1	21,1
8	560	367	73	0,6	7,2	86,1	628	279	93	2,3	6,3	27,6
9	631	323	46	0,8	7,4	49,6	546	303	151	1,2	6,7	34,4
10	622	340	38	18,9	5,3	43,1	615	289	96	0,6	6,4	24,4
11	674	290	36	11,5	6,6	17,1	607	315	79	2,6	6,3	67,9
12	528	394	79	27,1	5,4	27,3	658	266	76	1,5	6,3	41,3
13	662	225	113	27,8	7,1	110,8	515	324	162	0,6	6,4	21,8
14	605	237	158	37,8	6,4	43,8	646	177	177	0,9	6,9	36,7
15	747	189	63	0,7	7,9	189,5	590	164	246	2,6	6,7	51,2
16	264	552	184	1,1	7,3	104,3	729	135	135	2,5	5,5	18,2
Média	528	373	99,4	26,11*	6,66	74,6*	611	278	114	1,7	6,50	33,67
D.P.	165	124	65	18,51	0,77	50,09	62	75	50	1,20	0,40	13,49

C.E. -condutividade elétrica; D.P. desvio padrão. Para comparação entre médias da área abandonada e área cultivada, foi usado o teste de T para variável independente. * - difere significativamente ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

As culturas conseguem sobreviver até um limite crítico de níveis salinos e algumas são mais tolerantes que outras. Depois de estabelecidas, das culturas que foram cultivadas na área dos Neossolos Flúvicos, algumas, como feijão e cebola, chegam a tolerar até 3,6 dS m⁻¹ e 4,6 dS m⁻¹, para reduzirem a produção a 50%; já arroz e milho são mais tolerantes, chegando a suportar 7,2 dS m⁻¹ e 5,9 dS m⁻¹, para acontecer o mesmo (Pereira, 1998). Mas, com os altos níveis de salinidade nas áreas, fica difícil o estabelecimento das culturas plantadas e apenas plantas invasoras resistentes, como a algarobeira, conseguem se desenvolver.

Os Luvisolos são solos que normalmente possuem elevadas quantidades de nutrientes disponíveis às plantas. Confirmando essa premissa, a área cultivada apresentou concentrações de P lábil (fósforo potencialmente disponível às plantas) consideradas bastante altas (Tabela 1). Por sua vez, a área abandonada tinha, na maioria dos casos, P lábil muito baixo, e todos os valores foram significativamente mais baixos quando comparados com a área cultivada. P lábil apresentou correlação negativa com a C.E. ($r^2=0,64$) na área abandonada, mas não na área cultivada. Considerando que a área

abandonada tinha pontos não-salinos e que, mesmo nesses pontos, a vegetação não conseguiu se estabelecer, pode-se supor que fósforo também esteja sendo um fator limitante para o crescimento da vegetação nessa área, além da salinidade.

O fósforo lábil nas áreas de Neossolo Flúvico foi muito alto, tanto na cultivada quanto na abandonada (Tabela 2), sendo que os valores da área abandonada foram significativamente mais altos do que os da cultivada. É um resultado inverso ao que ocorreu nos Luvisolos, indicando que a alta salinidade não restringiu os níveis de P lábil nesta área. Apesar de possuir uma boa condição nutricional em relação ao fósforo, as culturas que normalmente tinham sido plantadas nesta área não conseguiram se estabelecer no local. Isto sugere que a sua condição altamente salina está impedindo o estabelecimento de uma cultura na área, exceto as invasoras e altamente tolerantes à salinidade, já que outros nutrientes, como Ca, Mg e K, normalmente não são limitantes no semi-árido (Sampaio et al., 1995). Em nenhuma das áreas do Neossolo Flúvico houve correlação significativa entre fósforo lábil e C.E.

A condutividade elétrica da água do riacho usada para fazer a irrigação teve valor médio de 0,017 dS m⁻¹ para o

período seco e de 0,010 dS m⁻¹ para o período chuvoso. São valores que refletem uma baixa salinidade atual da água do riacho. Entretanto estes valores podem ter sido mais altos em épocas passadas. Áreas irrigadas, mesmo com água de muito baixa salinidade, também estão sujeitas ao acúmulo de sais se a irrigação for feita por um período muito prolongado e se nenhum sistema de drenagem for implantado, como é o caso das áreas estudadas. É pouco provável que a origem da salinidade sejam oscilações no lençol freático ou um fator intrínseco ao solo, já que as áreas adjacentes tomadas como referência não estavam salinizadas. Também não deve ser atribuída ao uso de adubos químicos, já que eles não têm sido usados na área.

Conclusão

1. As áreas abandonadas apresentaram salinização, provavelmente como consequência do uso prolongado de irrigação sem drenagem, diferindo da condição das áreas de referência. É possível que a salinidade esteja sendo o fator limitante ao estabelecimento das culturas.

2. Na área abandonada do Luvisolo, além da salinidade, fósforo também pode estar sendo um fator limitante. Nas outras áreas, os níveis de fósforo estão em níveis adequados ao crescimento das culturas em geral.

Referências

- AL-FALIH, A.M. Factors affecting phosphate availability in soil. *Kuwait J. Sci. Eng.*, Keifan, v. 28, n.1, p. 171-178, 2001.
- DE CLERCK, F. *et al.* A 60-year history of California soil quality using paired samples. *Geoderma*, Amsterdam, v. 114, n. 3-4, p. 215-230, 2003.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análises de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPS, 1997.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Serviço de Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa/CNPS, 1999.
- GREGORIO, G.B. *et al.* Progress in breeding for salinity tolerance and associated abiotic stresses in rice. *Fields Crops Res.*, The Hague, v. 76, n. 2-3, p. 91-101, 2002.
- HAYWARD, H.E.; WADLEIGH, C.H. Plant growth on saline and alkali soils. *Adv. Agron.*, New York, v. 1, n. 1, p. 1-38, 1949.
- MOHAMMAD, M.J. *et al.* Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization on growth and nutrient uptake of barley grown on soils with different levels of salts. *J. Plant Nutr.*, New York, v. 26, n. 1, p. 125-137, 2003.
- MOLLE, F., CADIER, E. *Manual do pequeno açude*. Recife: Sudene-DPG-PRN-APR, 1992.
- MURPHY, J.; RILEY, J.P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta*, Amsterdam, v. 27, n. 1, p. 31-36, 1962.
- PEREIRA, J.R. Solos afetados por sais. In: CAVACANTI, F.J.A. Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco - 2ª. aproximação. Recife: IPA, 1998. p. 76-82.
- SAMPAIO, E.V.S.B. *et al.* Fertilidade de solos do semi-árido do Nordeste. In: PERREIRA, J.R., FARIA, C.M.B. (Ed.) *Fertilizantes - insumos básicos para a agricultura e combate à fome*. Petrolina: Embrapa-CPATSA/SBCS, 1995. p. 51-71.
- SAMPAIO, E.V.S.B. *et al.* *Desertificação no Brasil: conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência*. Recife: Editora Universitária - UFPE, 2003.
- SEN, H.S; MAJI, B. Status of research and management of coastal saline soils for increasing crop productivity and future scope for improvement. *Indian J. Agric. Sci.*, New Delhi, v. 64, n. 4, p. 211-218, 1994.
- STATSOFT, INC.-STATISTICA FOR WINDOWS. Release 5.0. Tulsa: Copyrigh StatSoft, 1995.
- TAN, K.H. *Principles of soil chemistry*. 2. ed. New York: Marcel Dekker Inc., 1992.
- TIESEN, H., *et al.*, Nutrient and soil organic matter dynamics under shifting cultivation in semi-arid northeastern Brazil. *Agriculture, Ecosyst. Environ.*, Amsterdam, v. 38, n. 1-2, p. 139-151, 1992.
- VASCONCELOS SOBRINHO, J. *Metodologia para identificação de processos de desertificação - Manual de Indicadores*, 1. ed., v. 1. Recife: Sudene/Minter/Sema, 1978.

Received on July 13, 2004.

Accepted on May 23, 2005.