

# Influência da irrigação e do cultivo nas propriedades químicas de solos da região do submédio São Francisco

Emanuel Ernesto Fernandes Santos<sup>1</sup> e Mateus Rosas Ribeiro<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual da Bahia, campus de Barreiras, Barreiras, Bahia, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Isaac Markmam, 175, Bongi, 50751-370, Recife, Pernambuco, Brasil. \*Autor para correspondência. e-mail: rosas@truenet.com.br

**RESUMO.** Foram estudados os efeitos da agricultura irrigada nas propriedades químicas de solos da região do Submédio São Francisco, Norte do Estado da Bahia. Foram selecionadas seis áreas, três em LATOSSOLO AMARELO do Projeto Senador Nilo Coelho, no município de Casa Nova (BA) e três em ARGISSOLO AMARELO Fragipânico do Perímetro Irrigado Curaçá, município de Juazeiro (BA), envolvendo talhões não irrigados e irrigados por diferentes períodos e sistemas de irrigação. Os solos foram morfologicamente caracterizados e, nas amostras de cada horizonte, foram determinados pH, carbono orgânico, fósforo extraível, bases trocáveis, capacidade de troca catiônica, saturação por bases e por alumínio. As propriedades químicas foram afetadas diferentemente em função do manejo adotado. Nas áreas de culturas permanentes e irrigação por aspersão ou gotejamento houve uma melhoria na fertilidade dos solos, com aumento no pH e bases trocáveis e redução na saturação por alumínio dos horizontes superficiais. Na área com culturas anuais e irrigação por sulco, observou-se redução da soma e da saturação por bases e aumento na saturação por alumínio. Não foi observada nenhuma tendência de salinização dos solos estudados, evidenciando que os problemas reportados nestas áreas são resultantes da simples elevação do lençol freático, observada nas áreas irrigadas de Argissolos.

**Palavras-chave:** LATOSSOLO AMARELO, ARGISSOLO AMARELO Fragipânico, propriedades químicas, métodos de irrigação.

**ABSTRACT. Irrigation and cropping effects on soil chemical properties at São Francisco river basin.** Irrigation and cropping effects on soil properties were studied in the region of the Low-Medium São Francisco river basin. Six sites were selected, three of them involving Oxisols collected at the Senador Nilo Coelho Project, in the municipality of Casa Nova, BA, whereas the other three involved Ultisols collected at the Curaçá Irrigation Perimeter in the municipality of Juazeiro, BA. The selected sites involved non irrigated and irrigated land, different crops and irrigation methods. The soils were morphologically characterized and samples were taken from each horizon to determine pH, organic carbon, extractable phosphorus, exchangeable bases, cation exchange capacity, base saturation and aluminum saturation. Chemical properties were differently affected depending upon the management practices. The sites with tree crops and sprinkler or drip irrigation systems showed increases in the pH and exchangeable bases, and a decrease in aluminum saturation of the surface horizons. On the other hand, in the sites with annual crops and furrow irrigation, a decrease was observed in the exchangeable bases and base saturation, along with an increase in aluminum saturation. No tendency towards salinization was observed in the area, demonstrating that the limitations reported in the region are generally related to the high water table observed in the ultisols.

**Key words:** oxisols, ultisols, chemical properties, irrigation methods.

## Introdução

A prática da irrigação tem sido o instrumento mais comumente utilizado para aumentar a produção agrícola nas regiões semi-áridas, entre as quais se enquadra o Submédio São Francisco. A irrigação é de importância fundamental e estratégica

para o desenvolvimento desta região, que tem a agricultura fortemente limitada pelas irregularidades pluviométricas.

Em áreas irrigadas, a exploração da terra intensifica-se significativamente, o que resulta numa maior mobilização do solo, onde três ou mais

culturas são comumente exploradas em rápida sucessão, contribuindo para um maior desgaste dos solos. As práticas de manejo adotadas nessas áreas, tanto podem ser positivas, como negativas ao desenvolvimento das plantas, dependendo muito das condições do solo, do sistema de irrigação e do manejo adotado.

As propriedades químicas mais afetadas com o manejo são a capacidade de troca de cátions, condutividade elétrica, pH e matéria orgânica. Diversos trabalhos demonstram que com o cultivo há uma tendência para o aumento de bases trocáveis na superfície do solo (especialmente  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$ ), devido, principalmente, à aplicação de matéria orgânica, fertilizantes e sais dissolvidos na água de irrigação. No entanto, outros trabalhos relatam reduções no conteúdo de bases trocáveis e o conseqüente aumento da acidez. Esses fatores tem uma relação direta com o manejo adotado nas áreas.

De acordo com Wiethölted (1996), a adição de água acelera o processo de acidificação do solo, não só pela lixiviação de cátions de reação básica ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$ ), mas também pela intensificação do uso, promovendo a remoção desses cátions pelas culturas e pela adição de fertilizantes nitrogenados (principalmente amoniacais) que geram  $\text{H}^+$ .

A utilização adequada dos recursos disponíveis de solo e água no Vale do São Francisco assume, portanto, grande importância, como único meio capaz de manter a sustentabilidade destas áreas, transformando a agricultura em uma atividade mais produtiva, estável e fixadora do homem à terra. O objetivo desse trabalho foi determinar as possíveis modificações ocorridas pelo uso de diferentes práticas agrícolas sobre as propriedades químicas de um LATOSSOLO AMARELO e de um ARGISSOLO AMARELO Fragipânico, no Projeto Senador Nilo Coelho e no Perímetro Irrigado Curaçá, visando fornecer informações básicas para o redirecionamento das práticas de manejo utilizadas na área.

### Material e métodos

A área em estudo está localizada no Submédio São Francisco, Norte do Estado da Bahia, nos municípios de Casa Nova, margem esquerda do lago de Sobradinho, e em Juazeiro, margem direita do rio São Francisco. Essa região do Submédio São Francisco é caracterizada por apresentar um clima do tipo Bsw<sup>h</sup>, segundo a classificação de Köppen, correspondente a uma região climaticamente semi-árida (Reddy e Amorim Neto, 1983). As chuvas são mal distribuídas, com uma precipitação média anual entre 400 e 500 mm. A geologia da área estudada está

relacionada ao grupo Caraíbas (Ministério de Minas e Energia, 1973) constituída por rochas do Pré-Cambriano Indiviso onde se destacam gnaisses, anfibolitos, e migmatitos. Este embasamento cristalino apresenta-se com um recobrimento pedimentar de espessura variável, constituído de material detrítico de textura variada, muitas vezes com camadas de calhaus de quartzo e concreções (Embrapa, 1976, 1977). O relevo predominante nas áreas estudadas é típico da depressão periférica do rio São Francisco, apresentando-se caracteristicamente plano e suave ondulado.

As áreas amostradas estão localizadas no Projeto Senador Nilo Coelho, parte correspondente ao município de Casa Nova, e no Perímetro Irrigado Curaçá, no município de Juazeiro. Foram selecionadas com base nos levantamentos detalhados de solos realizados pela Codevasf, sendo a área do Projeto Senador Nilo Coelho relacionada com uma mancha de LATOSSOLO AMARELO Álico, enquanto os solos trabalhados no Perímetro Irrigado Curaçá foram localizados em áreas típicas de PODZÓLICO AMARELO Eutrófico com fragipã.

No projeto Senador Nilo Coelho a amostragem foi feita no lote 01 PA3, fazenda Agrobrás S.A., onde foram selecionados três talhões em área de LATOSSOLO AMARELO, nas seguintes situações: área 1 - área com vegetação nativa (testemunha); área 2 - área desmatada a dois anos; e área 3 - área irrigada (cultivada com manga). A área 1 é utilizada como pastagem natural, enquanto a área 2 foi desmatada com trator de esteira, sendo o material encoivado e queimado. Toda área foi gradeada para incorporação de restos vegetais. A área do perfil 3 foi irrigada com pivô central no período de 1989 a 1996. Nos dois primeiros anos foi usada com culturas anuais (tomate, cebola e feijão). A partir de 1991 foi feito o plantio de mangueiras (cv. Tommy Atkins), em consórcio com feijão até 1996. Em janeiro de 1997, o sistema de irrigação foi modificado para micro-aspersão, ficando a área unicamente com o pomar de mangueiras. Essa área recebe uma adubação anual de 1,5 kg de super simples, 0,6 kg de  $\text{K}_2\text{O}$  e 0,6 kg de uréia por planta (manga), aplicados via sistema de irrigação. Foi feita calagem na área com aplicação de 1500 kg de calcário dolomítico em julho de 1996. São ainda aplicados por cova, 20 kg . planta<sup>-1</sup> . ano<sup>-1</sup> de esterco caprino curtido.

No Projeto Curaçá a amostragem foi feita em três talhões de um Argissolo Amarelo caracterizado pelas seguintes situações de manejo: área 4 - área desmatada (testemunha); área 5 - área irrigada por gotejamento (cultivada durante nove anos com limão tahiti); área 6 - área irrigada por sulco

(cultivada durante quatorze anos com culturas anuais). A área 4 foi desmatada com trator de esteira, sendo o material encoivado, queimado e toda a área gradeada para incorporação de restos vegetais. A área 5 recebe uma adubação anual de 0,2 kg de N, 0,2 kg de K e 0,2 kg de P, além de 20 kg . planta<sup>-1</sup> de esterco caprino curtido, aplicados na projeção da copa do limoeiro. A área do perfil 6 foi cultivada durante 14 anos com culturas anuais de tomate, melancia e feijão de corda (*Vigna*), sob sistema de irrigação por sulco. Por ocasião da implantação do projeto a área sofreu uma sistematização e correção da acidez com calcário dolomítico. A área recebia em torno de 500 kg . ha<sup>-1</sup> . ano<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O na fórmula 6-24-12, quando a cultura era tomate ou melancia. Para cultura do feijão, a área não recebia qualquer adubação. No momento da descrição e coleta do solo a área estava cultivada com videira em consórcio com melancia e cebola (cinco meses), e o sistema de irrigação havia sido modificado para o de aspersão convencional.

A amostragem foi realizada em julho de 1997. Em cada área estudada foi aberta uma trincheira para caracterização morfológica, de acordo com Lemos e Santos (1996), e coleta do solo, em todos os horizontes, para as determinações químicas. Nas áreas com culturas permanentes as trincheiras foram abertas nas entrelinhas das culturas. A amostragem foi complementada por coleta de amostras dos dois horizontes superficiais em três mini-trincheiras.

As amostras foram pré-tratadas, secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de 2 mm para obtenção da Terra Fina Seca ao Ar - TFSA. As análises foram realizadas segundo os métodos recomendados pela Embrapa (1997). No presente trabalho os solos estudados foram classificados segundo critérios mais recentes estabelecidos pela Embrapa (1999).

Os parâmetros determinados foram: pH em água e KCl, utilizando a relação 1:2,5; alumínio, cálcio e magnésio trocáveis, extraídos com a solução de KCl 1N na proporção de 1:20, onde o cálcio e o magnésio foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, enquanto que o alumínio foi determinado por volumetria. O sódio e potássio trocáveis foram determinados por espectrofotometria de emissão atômica, utilizando o extrator Mehlich 1. Acidez trocável foi determinada por volumetria, usando como extrator acetato de cálcio N, a pH 7,0. A condutividade elétrica foi determinada no extrato da pasta saturada, através de condutivímetro. O Carbono orgânico determinado por volumetria, usando como agente oxidante o dicromato de potássio 0,4N.

As variações nas propriedades químicas do solo em estudo foram avaliadas através de delineamento

estatístico inteiramente casualizado, segundo Silva e Silva (1995), com esquema fatorial 3 x 2 x 4, correspondendo a 3 áreas, 2 profundidades e 4 repetições. Onde foram detectados no teste "F" valores significativos, a comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, para cada caso, usando o software SANEST (Zonta e Machado, 1980).

## Resultados e discussão

### Classificação dos solos

No Projeto Senador Nilo Coelho os perfis das áreas 1 (vegetação nativa) e 2 (área desmatada) foram classificados, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999), como LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico, textura média, A moderado, álico, epieutrófico variando apenas em relação a fase, sendo o primeiro (vegetação nativa) fase endopedregosa, caatinga hiperxerófila, relevo plano, e o segundo (área desmatada) fase endoconcrecionária, caatinga hiperxerófila, relevo plano. O perfil da área 3 (irrigação - manga) foi classificado como ARGISSOLO AMARELO Eutrófico latossólico, textura arenosa/média, A moderado, eutrófico, endoálico fase endopedregosa, caatinga hiperxerófila, relevo plano.

Apesar de os perfis terem sido selecionados em uma mancha de Latossolos, é natural a ocorrência de solos com maior gradiente textural em consequência de pequenas variações do relevo, ou resultante do desmatamento e remoção da vegetação nativa por meio de lâmina de trator, como foi realizado nessa área. A presença das fases endopedregosa e endoconcrecionária também é uma característica comum nos solos desenvolvidos de coberturas do Terciário-Quaternário, que tem a sua profundidade limitada por horizontes ou camadas pedregosas e/ou concrecionárias, que ocorrem na base desses sedimentos.

Além dessas diferenças, o perfil da área irrigada (perfil 3) apresenta-se eutrófico nos primeiros 100 cm de profundidade, como consequência das práticas de calagem e adubação ficando o caráter álico restrito ao horizonte mais profundo.

Os perfis 4, 5 e 6 do Projeto Curaçá foram classificados como ARGISSOLOS AMARELOS Eutróficos, apresentando as seguintes variações: Perfil 4 (área desmatada) - ARGISSOLO AMARELO Eutrófico fragipânico solódico, textura arenosa/média, A fraco, fase caatinga hiperxerófila relevo plano. Perfil 5 (sob irrigação por gotejamento) - ARGISSOLO AMARELO Eutrófico fragipânico textura média (leve)/média, A fraco, fase endoconcrecionária, caatinga hiperxerófila, relevo plano. Perfil 6 (sob irrigação por sulco) -

ARGISSOLO AMARELO Eutrófico abrupto fragipânico textura média (leve)/argilosa, A fraco, fase endoconcrecionária, caatinga hiperxerófila, relevo plano.

A caracterização e descrição completa dos perfis de solo podem ser encontradas em Santos (1998). As diferenças de classificação apresentadas pelos perfis, relativas a pequenas variações texturais, ou a presença de camadas endoconcrecionária em subsuperfície, são resultantes da variabilidade natural da área. Apenas o caráter abrupto observado no perfil 6 parece ser resultante da utilização agrícola da área, que envolveu inclusive operação de sistematização.

### Propriedades químicas

#### Bases trocáveis e saturação por bases

A Tabela 1 mostra os valores do  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$  trocáveis nos perfis estudados. Observa-se que, nas duas situações, os teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$  tenderam a decrescer com a profundidade, com exceção dos teores

de cálcio do perfil 6 (irrigação por sulco - culturas anuais), no qual o manejo provocou uma inversão, com aumento expressivo nos teores com a profundidade. Observa-se também que nos perfis do Projeto Curaçá, cujos solos são ARGISSOLOS Fragipânicos, superficialmente arenosos e com drenagem subsuperficial restrita, o  $\text{Mg}^{2+}$  apresentou aumento nos horizontes iluviais, particularmente no Btx.

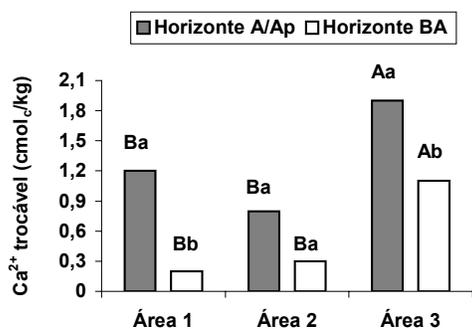
De maneira geral, percebe-se que ocorreu um aumento do  $\text{Na}^+$  com a profundidade. Nos perfis estudados no Nilo Coelho, o aumento foi maior no perfil 3, refletindo o processo de dissolução desse elemento dos minerais do solo, como também a adição desse elemento pela água de irrigação. O maior conteúdo de  $\text{Na}^+$  nos horizontes inferiores indica que pode ter havido um deslocamento desse elemento dos colóides do solo pelo  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$ , oriundos dos fertilizantes aplicados, tendo em vista a sua menor energia de retenção.

**Tabela 1.** Resultados de pH, complexo sortivo, saturação por bases, saturação por alumínio, saturação por sódio, condutividade elétrica, fósforo extraível e carbono orgânico dos perfis analisados

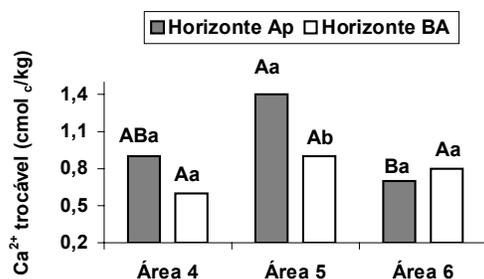
Horizonte	Espessura --cm--	pH H <sub>2</sub> O	Complexo sortivo								m	Na	C.E. dS m <sup>-1</sup>	C g kg <sup>-1</sup>	P mg kg <sup>-1</sup>	
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Σ	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	CTC						V
Projeto Senador Nilo Coelho																
Área 1 (vegetação nativa)																
A	0-18	6,7	1,2	0,7	0,17	0,02	2,1	0,3	0,4	2,8	75	13	0,7	0,4	8,1	6
AB	18-45	5,1	0,2	0,3	0,14	0,03	0,7	0,6	0,6	1,9	37	46	1,0	0,2	4,3	5
Bw <sub>1</sub>	45-75	4,7	0,2	0,2	0,14	0,02	0,6	1,1	0,2	1,9	32	65	1,1	0,5	2,8	5
Bw <sub>2</sub>	75-120	4,7	0,2	0,2	0,17	0,04	0,6	1,0	0,5	2,1	29	63	1,9	0,4	2,2	6
Bw <sub>3</sub>	120-160	4,6	0,4	0,1	0,12	0,05	0,7	1,0	0,7	2,4	29	59	1,9	0,3	3,0	4
Área 2 (desmatada)																
Ap	0-20	5,8	0,8	0,3	0,13	0,02	1,3	0,3	0,8	2,4	54	19	0,8	0,3	6,4	5
BA	20-45	5,1	0,3	0,2	0,12	0,02	0,6	1,0	0,5	2,0	30	63	1,0	0,5	3,5	4
Bw <sub>1</sub>	45-105	4,6	0,2	0,1	0,11	0,03	0,4	1,2	0,6	2,0	20	71	1,5	0,2	3,1	4
Bw <sub>2</sub>	105-140	5,0	0,2	0,4	0,13	0,04	0,8	1,0	0,6	2,4	33	56	1,7	0,1	2,7	5
Área 3 (cultivo irrigado - manga)																
Ap	0-20	6,9	1,9	0,5	0,19	0,03	2,6	0,2	0,7	3,5	76	7	1,1	0,5	7,0	7
BA	20-47	6,3	1,1	0,4	0,14	0,03	1,7	0,3	0,7	2,7	62	15	1,1	0,3	3,8	5
Bt <sub>1</sub>	47-85	7,2	1,2	0,3	0,16	0,04	1,7	0,2	0,5	2,4	71	11	1,7	0,2	3,2	6
Bt <sub>2</sub>	85-134	4,8	0,4	0,3	0,15	0,07	0,9	0,8	0,6	2,3	39	47	3,1	0,2	2,6	6
Bt <sub>3</sub>	134-185	4,5	0,3	0,2	0,15	0,09	0,7	1,2	0,5	2,4	29	63	3,7	0,4	2,6	5
Perímetro irrigado curaçá																
Área 4 (desmatada)																
Ap	0-23	6,9	0,9	0,3	0,10	0,01	1,3	0,2	0,6	2,1	62	13	1	0,3	4,7	5
BA <sub>1</sub>	23-50	6,2	0,6	0,2	0,12	0,05	1,0	0,3	0,4	1,7	59	23	3	0,2	3,2	5
BA <sub>2</sub>	50-114	4,7	0,6	0,2	0,85	0,11	1,8	0,8	0,4	2,2	82	31	5	0,4	2,9	3
Bt	114-170	4,4	0,6	0,7	0,05	0,24	1,6	0,4	0,2	2,2	73	20	11	1,6	2,4	2
Btx	170-190	5,1	0,6	1,4	1,23	0,28	3,5	0,4	0,6	4,5	78	10	8	0,5	2,8	5
Área 5 (irrigação por gotejamento)																
Ap	0-20	6,4	1,4	0,4	0,16	0,05	2,0	0,2	0,5	2,7	74	9	2	0,7	5,0	6
BA	20-48	5,1	0,9	0,4	0,12	0,05	1,5	0,3	0,5	2,3	65	17	2	0,6	2,6	4
Bt	48-85	4,7	1,0	0,7	0,09	0,08	1,9	0,4	0,7	3,0	63	13	3	0,7	2,2	3
Btx	85-135	4,7	0,5	1,1	0,07	0,05	1,7	0,8	0,3	2,8	53	35	2	0,3	2,0	4
Área 6 (irrigação por sulco)																
Ap	0-31	5,2	0,7	0,2	0,13	0,03	1,0	0,4	0,6	2,1	52	27	2	0,5	5,0	5
BA	31-50	4,5	0,8	0,1	0,11	0,06	1,2	1,0	0,4	2,5	46	45	3	0,5	3,1	4
Bt	50-80	4,5	1,1	0,2	0,11	0,03	1,5	1,0	0,2	2,6	54	42	1	0,4	2,8	3
Btx	80-160	4,4	1,5	0,7	0,11	0,03	2,3	0,8	0,5	3,6	64	26	1	0,6	2,2	3

Em relação aos perfis analisados no Perímetro Irrigado Curaçá o perfil 4 (área desmatada e nunca cultivada) apresenta um aumento expressivo no teor de  $\text{Na}^+$  nos horizontes inferiores. Nesse caso, o aumento pode ser consequência da drenagem lateral das áreas circunvizinhas irrigadas, que ocupam posição ligeiramente mais alta na paisagem, ou mesmo, consequência do maior desenvolvimento do fragipã e maior restrição de drenagem deste perfil, também resultante da posição mais baixa que ocupa na paisagem.

A análise estatística mostra que o uso com irrigação e o tipo de manejo afetaram significativamente os teores de  $\text{Ca}^{2+}$  dos perfis, como pode ser observado nos horizontes Ap e BA do perfil 3 no Projeto Senador Nilo Coelho, e no horizonte Ap dos perfis 5 e 6, do Perímetro Irrigado Curaçá (Figuras 1 e 2). No perfil 6, houve uma depleção deste cátion no horizonte superficial em virtude da intensidade de uso e do sistema de irrigação, resultando no aumento dos valores do  $\text{Ca}^{2+}$  nos horizontes iluviais Bt e Btx.

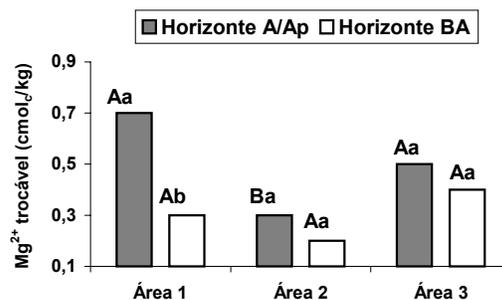


**Figura 1.** Conteúdo de  $\text{Ca}^{2+}$  trocável em função do manejo para os horizontes A/ Ap e BA, dos perfis analisados no Projeto Senador Nilo Coelho



**Figura 2.** Conteúdo de  $\text{Ca}^{2+}$  trocável em função do manejo para os horizontes Ap e BA, dos perfis analisados no Perímetro Irrigado Curaçá. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). Letras maiúsculas comparam as médias para o mesmo horizonte em cada situação estudada. Letras minúsculas comparam as médias dos horizontes dentro do mesmo perfil

Em relação ao  $\text{Mg}^{2+}$ , pode-se observar que, nos perfis do projeto Nilo Coelho, não houve tendência lógica na variação dos dois primeiros horizontes do perfil com a utilização, com valores na sua maioria não significativos (Figura 3). Entretanto, para os perfis 4, 5 e 6 observa-se que o tipo de utilização influenciou no conteúdo desse elemento, com o perfil 6 (cultivo irrigado - culturas anuais) apresentando uma redução significativa para o horizonte superficial em relação ao perfil 5 (gotejamento - limão). Em relação ao horizonte BA, ocorreu um aumento significativo na área 5 (Figura 4), provavelmente resultante da aplicação de calcário.

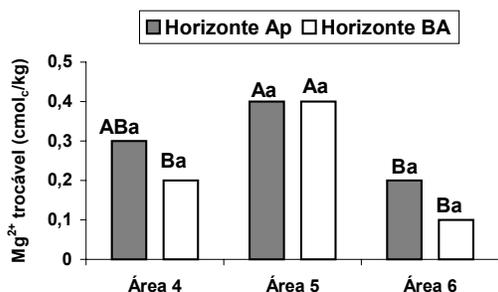


**Figura 3.** Conteúdo de  $\text{Mg}^{2+}$  trocável em função do manejo para os horizontes A/ Ap e BA, dos perfis analisados no Projeto Senador Nilo Coelho

Em relação ao  $\text{K}^+$ , observa-se que ocorreu um aumento no conteúdo desse elemento para o horizonte Ap nos perfis das áreas cultivadas, para as duas situações estudadas. O aumento desse elemento, nas áreas cultivadas, já era esperado em virtude do uso de fertilizantes e adição de matéria orgânica, ao longo desses anos de exploração agrícola, como também da presença desse cátion na água de irrigação (Tabela 1). O aumento ocorrido no conteúdo de  $\text{K}^+$ , no horizonte Btx do perfil 4, deve estar relacionado à adição por translocação lateral da água de drenagem, que leva consigo esse elemento, uma vez que essa área sofre influência da drenagem lateral de áreas vizinhas.

A saturação por bases (Tabela 1) reflete basicamente a variação dos valores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$  nos perfis. Percebe-se que os perfis do projeto Nilo Coelho apresentam caráter eutrófico para o horizonte superficial, sendo essa mesma característica apresentada pelo BA e Bt<sub>1</sub> do perfil da área 3, refletindo principalmente o alto teor de  $\text{Ca}^{2+}$  presente nesses horizontes em consequência das práticas de calagem. Os demais horizontes apresentam caráter distrófico. No Projeto Curaçá os perfis das áreas avaliadas apresentam caráter eutrófico, exceção do BA do perfil 6 que apresenta caráter distrófico. Dentro dos perfis 4 e 6 observa-se

que os maiores valores da saturação por bases ocorrem nos horizontes inferiores, refletindo o aumento no conteúdo de  $\text{Ca}^{2+}$  para o perfil 6 e os valores de  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$  para o perfil 4. No perfil 5 (gotejamento - limão) os maiores valores foram observados no Ap.



**Figura 4.** Conteúdo de  $\text{Mg}^{2+}$  trocável em função do manejo para os horizontes Ap e BA, dos perfis analisados no Perímetro Irrigado Curaçá. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). Letras maiúsculas comparam as médias para o mesmo horizonte em cada situação estudada. Letras minúsculas comparam as médias dos horizontes dentro do mesmo perfil

A baixa permeabilidade e drenagem moderada a imperfeita dos Argissolos no Perímetro de Curaçá são os principais responsáveis pela ocorrência do caráter eutrófico destes solos, em virtude da menor lixiviação de bases, em relação aos solos Latossólicos do Nilo Coelho.

#### pH, alumínio trocável e saturação por alumínio

Os valores de pH em água, alumínio trocável e saturação por alumínio, ao longo dos perfis analisados no Projeto Senador Nilo Coelho e no Perímetro Irrigado Curaçá encontram-se na Tabela 1. Observa-se nos seis perfis analisados, que o pH é mais elevado nos horizontes superiores, com a acidez aumentando ao longo dos perfis, acompanhando a redução dos teores de cálcio e magnésio e o aumento da saturação por alumínio. O pH mais alto nos horizontes superficiais é resultante do retorno de bases promovido pela vegetação, ou da incorporação de corretivos e fertilizantes nas áreas cultivadas.

De acordo com a Embrapa (1988), os perfis estudados apresentam pH em  $\text{H}_2\text{O}$ , moderadamente ácido a praticamente neutro na superfície, passando a fortemente ácido em profundidade, exceto o perfil 6, que se apresenta fortemente ácido desde a superfície.

Valores de pH mais elevados nos horizontes superficiais do perfil 3 já eram esperados, devido ao processo de calagem que essa área sofreu ao longo dos anos. Nos perfis estudados no projeto Curaçá

observa-se que o pH dos horizontes superiores nos perfis das áreas sob cultivo foram mais baixos em relação ao perfil 4 (área desmatada). Entretanto, as diferenças diminuíram com a profundidade. Os menores valores do pH para os horizontes superficiais, dos perfis sob cultivo, principalmente o perfil 6, usado com culturas anuais e irrigação por sulco, são resultantes da maior intensidade de utilização agrícola neste sistema de manejo, contribuindo para a maior absorção de bases pelas culturas, maior lixiviação em virtude do excesso de água aplicado, e o uso de fertilizantes nitrogenados nas culturas anuais. Pereira e Cordeiro (1987) também encontraram comportamento semelhante em solos sob irrigação, na mesma região.

Quando são comparados os horizontes superficiais dos perfis analisados no Projeto Nilo Coelho, observam-se diferenças significativas no horizonte superficial para o perfil da área 2 (desmatada), em relação ao perfil da área 1 (vegetação nativa) e ao perfil da área 3 (cultivada com manga) (Tabela 2). Os perfis das áreas 1 e 3 não diferiram significativamente apresentando valores de pH muito aproximados (Tabela 2). No caso do perfil 1, os valores de pH mais elevados são consequência do retorno de bases promovido pela vegetação de caatinga, enquanto que no perfil 3 os valores de pH são consequência da prática de calagem. O processo de desmatamento mecanizado, realizado no perfil 2, foi responsável pela acidificação do horizonte superficial principalmente pela aceleração dos processos de erosão e lixiviação.

**Tabela 2.** Valores de pH, conteúdo de alumínio trocável e percentual de alumínio trocável nos horizontes superficiais dos perfis analisados

Horizontes	pH ( $\text{H}_2\text{O}$ )	$\text{Al}^{3+}$ trocável (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	m (%)
Projeto Senador Nilo Coelho			
Área 1 (vegetação nativa)			
A	6,7Aa	0,3Ab	13Ab
BA	5,1Bb	0,6Aa	46Ba
Área 2 (desmatada)			
Ap	5,8Ba	0,3Ab	19Ab
BA	5,1Bb	1,0Aa	63Aa
Área 3 (cultivo irrigado - manga)			
Ap	6,9Aa	0,2Ba	7Aa
BA	6,3Ab	0,3Ba	15Ca
Perímetro irrigado Curaçá			
Área 4 (desmatada)			
Ap	6,9Aa	0,2Aa	13Aa
AB	6,2Ab	0,3Ba	23Aa
Área 5 (irrigação por gotejamento)			
Ap	6,4Aa	0,2Aa	9Aa
BA	5,1Bb	0,3Ba	17Ba
Área 6 (irrigação por sulco)			
Ap	5,2Ba	0,4Ab	27Aa
BA	4,5Ab	1,0Aa	45Aa

Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). Letras maiúsculas comparam as médias para o mesmo horizonte em cada situação estudada. Letras minúsculas comparam as médias dos horizontes dentro do mesmo perfil

No caso do horizonte BA observa-se que apenas o perfil da área 3 (área cultivada com manga), apresenta um valor de pH significativamente mais alto, mostrando que a calagem executada atuou em profundidade (Tabela 2). Os valores de pH do BA nos perfis das áreas 1 e 2 são iguais e refletem as condições naturais herdadas do material de origem.

Pereira e Siqueira (1979), trabalhando com Latossolo Vermelho Amarelo na mesma região, observaram que o pH apresentou um ligeiro aumento na camada de 0-40 cm, e atribuíram o aumento à presença de íons metálicos dissolvidos na água de irrigação, e ao  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{K}^+$  adicionados pelos fertilizantes. De acordo com esses autores, a água do Rio São Francisco apresenta  $0,38 \text{ cmol}_c \cdot \text{L}^{-1}$  de  $\text{Ca}^{2+}$ ;  $0,22 \text{ cmol}_c \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{Mg}^{2+}$ ;  $0,10 \text{ cmol}_c \cdot \text{L}^{-1}$  de  $\text{Na}^+$  e  $0,06 \text{ cmol}_c \cdot \text{L}^{-1}$  de  $\text{K}^+$ .

Em relação aos perfis estudados no Perímetro Irrigado Curaçá, submetidos a uma utilização agrícola mais prolongada, observa-se um decréscimo significativo do pH no horizonte Ap do perfil 6 (irrigação por sulco - culturas anuais), em relação aos perfis 4 (área desmatada) e 5 (gotejamento - limão), refletindo a maior intensidade de uso e o manejo inadequado da irrigação.

Ocorre um aumento no teor do  $\text{Al}^{3+}$  trocável com o aprofundamento em todos os perfis nas duas situações estudadas, acompanhando a redução do pH. Nas áreas estudadas no Nilo Coelho observa-se que os menores valores de alumínio foram encontrados nos horizontes Ap e BA do perfil 3, que apresenta os maiores valores de pH. Essa redução foi significativa ao nível de 5% pelo teste utilizado, refletindo o manejo onde houve o processo de calagem e adição de fertilizantes com efeito alcalinizante (Tabela 2).

Não houve diferença significativa no  $\text{Al}^{3+}$  trocável do Ap, nos três perfis avaliados no Perímetro Irrigado Curaçá, ao passo que no horizonte BA ocorreu um aumento significativo no perfil 6, quando relacionado aos perfis 4 e 5 (Tabela 2). Esse aumento reflete o manejo utilizado naquela área, onde a prática da calagem não é freqüente, além disso, o volume de água utilizado pelo sistema de irrigação por sulco, provoca a lixiviação de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  para os horizontes inferiores (Tabela 1). Outro fator que pode ter influenciado o aumento no teor de  $\text{Al}^{3+}$  na área foi a absorção de cátions básicos pelas culturas.

A diferença no comportamento do alumínio trocável nos perfis estudados se deve às características naturais dos dois solos. Os Latossolos do Projeto Nilo Coelho são álicos nas condições naturais, ao passo que os Argissolos do Projeto Curaçá são naturalmente eutróficos.

A percentagem de saturação por alumínio reflete o comportamento do alumínio trocável e as características do complexo de troca das duas classes de solos estudadas. No Projeto Senador Nilo Coelho os solos são Latossolos Distróficos Argissólicos Álicos, nas condições naturais, e o caráter álico está presente nos horizontes subsuperficiais dos perfis 1, 2 e 3, com exceção dos horizontes BA,  $\text{Bt}_1$  e  $\text{Bt}_2$  no perfil 3 (cultivado com manga), como pode ser observado na Tabela 1. Observando a dinâmica de saturação por alumínio, pode-se afirmar que houve uma degradação com as operações de desmatamento e uma recuperação das propriedades químicas com o manejo adotado na cultura da manga. Estas afirmações são confirmadas, quando se observa que não houve diferença significativa para essa propriedade no horizonte superficial dos três perfis estudados ocorrendo diferenças significativas no BA, entre os três perfis estudados nesse perímetro irrigado (Tabela 2), como consequência da utilização agrícola.

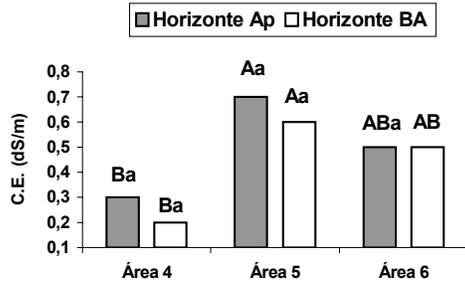
No Perímetro irrigado Curaçá, os solos são naturalmente eutróficos, com baixa saturação por alumínio. Por esta razão os efeitos da utilização agrícola somente afetaram a saturação por alumínio nas condições de agricultura mais intensiva e método de irrigação menos eficiente, onde o excesso de lixiviação e a remoção de cátions pelas culturas promoveram a depleção das bases trocáveis, como é o caso do perfil 6 (irrigação por sulco - culturas anuais). Com efeito, na Tabela 1, pode-se observar o aumento da saturação por alumínio dos horizontes Ap, BA e Bt, neste perfil para valores de 27, 45 e 42%, respectivamente.

### Condutividade elétrica

Os valores da condutividade elétrica (C.E.) para os perfis 1, 2 e 3 das áreas estudadas no projeto Senador Nilo Coelho e dos perfis 4, 5 e 6, das áreas estudadas no Perímetro Irrigado Curaçá encontram-se na Tabela 1. Nos perfis avaliados no Nilo Coelho, verificou-se que há uma alternância nos valores da C.E. ao longo dos perfis. Observou-se, ainda, que o pequeno incremento no perfil 3 (cultivo irrigado - manga), é inexpressivo e insuficiente para comprometer culturas ali explorada (Pereira e Cobbe, 1990), uma vez que está em torno de  $0,35 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ .

Em relação aos perfis avaliados no Perímetro Irrigado Curaçá, foi observado um pequeno aumento na C.E. ao longo dos perfis 5 (gotejamento - limão) e 6 (irrigação sulco - culturas anuais), quando comparadas ao perfil 4 (área desmatada). A exceção fica para o Bt na área 4 que apresenta um aumento expressivo na C.E., provavelmente em consequência da drenagem lateral da irrigação das

áreas circunvizinhas. A análise estatística mostra que ocorreu um aumento significativo na C.E. nos horizontes superficiais do perfil 5 quando comparado ao perfil 4. Esse aumento foi de apenas 0,4 dS m<sup>-1</sup> e não é prejudicial para a cultura ali explorada (Figura 5).



**Figura 5.** Condutividade elétrica em função do manejo para os horizontes Ap e BA, dos perfis analisados no Perímetro Irrigado Curaçá. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). Letras maiúsculas comparam as médias para o mesmo horizonte em cada situação estudada. Letras minúsculas comparam as médias dos horizontes dentro do mesmo perfil

O incremento no valor da C.E. dos perfis das áreas cultivadas está relacionado com a presença de sais na água de irrigação, e não representa nenhum risco para as culturas após 10 anos de cultivo, apesar de não haver nenhum sistema de drenagem implantado nas áreas estudadas.

Esses dados são condizentes com os dados apresentados por Pereira e Siqueira (1979) e Pereira e Cordeiro (1987), trabalhando com um LATOSSOLO VERMELHO Amarelo e um VERTISSOLO, respectivamente na mesma região.

A análise da C.E. da água do lençol freático dos perfis 5 e 6 não apresentou valores que indicassem perigo de salinização dessas áreas a curto espaço de tempo (Tabela 3). Entretanto, medidas de controle devem ser adotadas, visando principalmente, o rebaixamento do lençol freático, do perfil 6, uma vez que foi verificado um aumento em torno de 6,5 vezes na C.E. da água do lençol freático das duas áreas, quando comparada à água do canal de irrigação da fazenda Nova Fronteira Agrícola S.A. (Tabela 3).

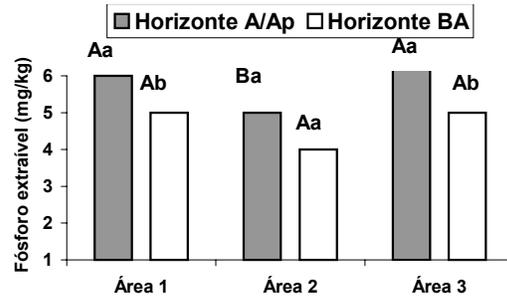
**Tabela 3.** Valores de pH, condutividade elétrica, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup>, da água coletada no lençol freático das áreas 5, 6 e do canal de irrigação da Fazenda Nova Fronteira Agrícola, Estado da Bahia

pH	CE	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
	dS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>			
4,7	0,38	Área 5		14,95	8,57
		4,56	38,07		
5,4	0,33	Área 6		4,17	6,83
		4,64	46,24		
7,8	0,06	Canal de Irrigação		9,45	3,75
		4,59	10,43		

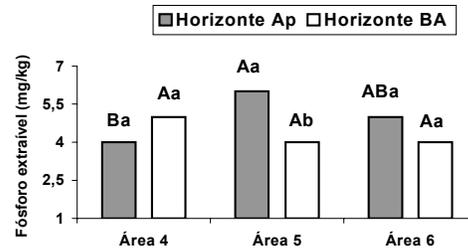
**Fósforo extraível**

Os teores de fósforo ao longo dos perfis estudados, encontram-se na Tabela 1. Percebe-se que o maior conteúdo de P encontra-se nos horizontes superficiais para as situações estudadas, refletindo a baixa mobilidade desse elemento, a decomposição da matéria orgânica e as adubações fosfatadas. De acordo com a Pereira e Cobbe (1990), os horizontes A e Ap das áreas estudadas apresentam baixos teores de fósforo enquanto os demais horizontes apresentam teores muito baixos.

Ocorreu uma redução significativa no teor de fósforo extraível, no horizonte Ap do perfil 2 (Figura 6). O menor percentual de fósforo nesse perfil pode ser conseqüência da mistura dos horizontes Ap e BA, onde percebe-se que não houve diferença estatística em conseqüência dos processos de aração e/ou gradagem a que essa área foi submetida. Em relação ao horizonte BA, observa-se que não ocorreu diferença estatística entre as três áreas. No Perímetro Irrigado Curaçá, constatou-se que ocorreu um aumento significativo no Horizonte Ap do perfil 5 em relação ao Ap do perfil 4, refletindo a adição de adubos fosfatados (Figura 7).



**Figura 6.** Fósforo extraível em função do manejo para os horizontes A/Ap e BA, dos perfis analisados no Projeto Senador Nilo Coelho



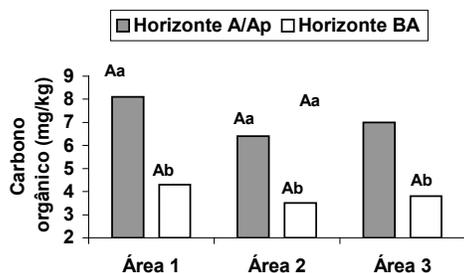
**Figura 7.** Fósforo extraível em função do manejo para os horizontes Ap e BA, dos perfis analisados no Perímetro Irrigado Curaçá. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). Letras maiúsculas comparam as médias para o mesmo horizonte em cada situação estudada. Letras minúsculas comparam as médias dos horizontes dentro do mesmo perfil

O aumento no conteúdo de fósforo no horizonte superficial de áreas cultivadas é constantemente relatado por outros autores. Pereira e Siqueira (1979) e Dantas (1996) trabalhando com Latossolo Vermelho Amarelo e Podzólico Vermelho Amarelo, respectivamente, sob irrigação, encontraram aumento do conteúdo de P nos horizontes superficiais, e atribuíram o aumento ao uso de fertilizantes fosfatados, aliado a baixa mobilidade desse nutriente no solo.

### Carbono orgânico

A Tabela 1 mostra que nas duas situações estudadas o conteúdo de carbono orgânico diminuiu com a profundidade, como era esperado. Os perfis das áreas cultivadas, mesmo com a adição de matéria orgânica, não apresentaram aumento no teor de carbono orgânico, quando comparados aos perfis das áreas não cultivadas, ocorrendo uma redução no perfil da área 3 (cultivo irrigado - manga) quando comparada ao perfil da área 1 (vegetação nativa). Esse fato provavelmente está relacionado com as pequenas doses de matéria orgânica aplicadas e com a maior umidade e movimentação dos solos sob cultivo irrigado. Os menores valores de carbono orgânico apresentados pelo perfil 2, provavelmente, estão relacionados com a remoção mecânica e queima da vegetação (Figura 8).

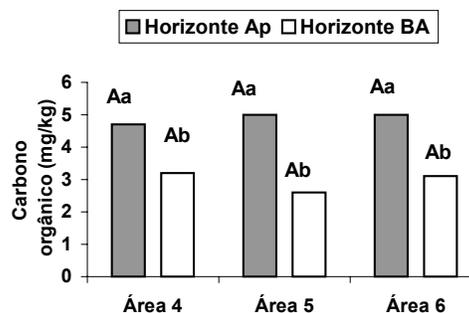
Para os perfis 4, 5 e 6, o estoque de carbono praticamente não sofreu alteração com o cultivo, apresentando redução ao longo do perfil para as três situações estudadas. Apesar do uso do esterco no perfil 5, percebe-se que o aumento não foi significativo em relação aos perfis 4 e 6 (Figura 9).



**Figura 8.** Carbono orgânico em função do manejo para os horizontes A/Ap e BA, dos perfis analisados no Projeto Senador Nilo Coelho

Considerando o fator de correção do C para matéria orgânica em 1,724, os perfis 1, 2 e 3 apresentaram no horizonte superficial, respectivamente, 1,4%, 1,1% e 1,2% de matéria orgânica, enquanto que os perfis 4, 5 e 6 apresentaram respectivamente 0,8%, 0,9% e 0,9%.

De acordo com Pereira e Cobbe (1990), esses valores são considerados baixos. Para Silva e Resck (1997), os solos arenosos oferecem baixa proteção à matéria orgânica, e juntamente com as condições climáticas da região, podem imprimir aos solos maior facilidade de degradação dessa característica. Esses dados são compatíveis com os dados apresentados por Dantas (1996), trabalhando com PODZÓLICOS VERMELHO Amarelos no Submédio São Francisco.



**Figura 9.** Carbono orgânico em função do manejo para os horizontes Ap e BA, dos perfis analisados no Perímetro Irrigado Curaçá. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). Letras maiúsculas comparam as médias para o mesmo horizonte em cada situação estudada. Letras minúsculas comparam as médias dos horizontes dentro do mesmo perfil

Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que as propriedades químicas foram afetadas diferentemente nas duas situações estudadas, em consequência do tipo de solo e, principalmente, do manejo adotado. No Projeto Nilo Coelho (Latosolos) o cultivo da manga com irrigação por aspersão promoveu uma melhoria nas propriedades químicas, com aumento nos conteúdos de cálcio, magnésio e potássio e, conseqüentemente, na saturação por bases, e redução na saturação por alumínio dos 3 primeiros horizontes do perfil. No Perímetro de Curaçá (Argissolos) houve comportamento semelhante em relação ao perfil 5 (limão irrigado por gotejamento), enquanto o cultivo de culturas anuais com irrigação por sulco (perfil 6) promoveu uma redução da soma e da saturação por bases e aumento da saturação por alumínio dos horizontes superficiais.

O sistema de irrigação por sulco e a drenabilidade restrita dos Argissolos favoreceram o aumento dos teores de cálcio e magnésio nos horizontes iluviais, principalmente no Btx.

Não foi observado nenhum risco de salinização dos solos a curto prazo, evidenciando que os problemas reportados nestas áreas são, provavelmente, consequência da simples elevação do

lençol freático, verificada nas áreas irrigadas de Argissolos fragipânicos.

### Referências

- DANTAS, J. A. *Averiguação dos efeitos da irrigação em solos podzólicos no Submédio São Francisco*. 1996. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1996.
- EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Levantamento exploratório - reconhecimento de solos da margem esquerda do rio São Francisco, estado da Bahia*. Recife: Embrapa-Snlcs, 1976. (Embrapa, Boletim técnico, 38; SUDENE, Série Recursos de Solos, 7).
- EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Levantamento exploratório - reconhecimento de solos da margem direita do rio São Francisco, estado da Bahia*. Recife: Embrapa-Snlcs, 1977. (Embrapa, Boletim técnico, 52; SUDENE, Série Recursos de Solos, 10).
- EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Crítérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento- normas em uso pelo SNLCS*. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa-Snlcs, 1988.
- EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análises de solo*. 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: Embrapa - Produção de Informação, 1999.
- LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 3 ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996.
- MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Departamento Nacional de Produção Mineral. *Projeto Radam - Levantamento de Recursos Naturais*. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1973. v1. (Ministério das Minas e Energia, Levantamento de Recursos Naturais, 1).
- PEREIRA, J.; COBBE, R.V. *Fertilização e correção da acidez e da salinidade dos solos: recomendação para os perímetros irrigados do Alto e Médio São Francisco*. Brasília: Fao-Codevasf, 1990.
- PEREIRA, J. R.; CORDEIRO, G. O. Efeito da adubação e irrigação sobre algumas características químicas de um vertissolo. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 22, n.6, p.627-633, 1987.
- PEREIRA, J. R.; SIQUEIRA, F. B. Alterações nas características químicas de um oxissolo sob irrigação. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 14. n.2, p.189-195, 1979.
- REDDY, S. J.; AMORIM NETO, M. S. *Dados da precipitação, evaporação potencial, radiação solar global de alguns locais e classificação climática do Nordeste do Brasil*. Petrolina: Embrapa-Cpatsa, 1983.
- SANTOS, E. E. F. *Influência da agricultura irrigada nas propriedades de Latossolos e Podzólicos da região do Submédio São Francisco*. 1998. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1998.
- SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S. Matéria orgânica no solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. *Biologia dos solos no cerrado*. Planaltina: Embrapa-Cpac, 1997. p.467-542.
- SILVA, J. A. A.; SILVA, I. P. *Estatística experimental aplicada à ciência florestal*. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1995.
- WIETHÖLTED, S. Histórico e perspectivas da prática de calagem no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, 1997, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. (CDROM, seção temática 4 - Palestras).
- ZONTA E. P.; MACHADO, A. A. *Sanest - Sistema de Análise Estatística*. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1980.

Received on September 10, 2001.

Accepted on June 24, 2002.