



¹ Parte da Dissertação de mestrado do Primeiro autor, apresentado ao Dep. Eng. Agrícola da UFC.

² Graduado em Recursos Hídricos e Irrigação, mestrado em Agronomia (Irrigação e Drenagem), – UFC, Caixa Postal 12168, CEP: 60455 – 970, Fortaleza, CE. Fone (85) 3366 9762, bolsista do CNPq. E-mail: lopesfb@yahoo.com.br

³ Eng. Agra, Ph.D, Profª do Depto. de Eng. Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza – CE, eandrade@ufc.br

⁴ Engo Agro., mestrando em Agronomia (Irrigação e Drenagem) – UFC, wilson_agronomia@hotmail.com

⁵ Estudante em Agronomia da UFC, Dep. de Engenharia Agrícola, amauri_bm@hotmail.com

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar o risco de salinidade e a lixiviação do sais, através dos valores médios da Condutividade Elétrica (CE) de uma área irrigada em relação à mata nativa, no Perímetro Irrigado Acaraú, Ceará. Para se monitorar a concentração dos sais no perfil do solo foram coletadas amostras na área irrigada para as camadas de 0 a 0,30 m, 0,30 a 0,60 m, 0,60 a 0,90 m e 0,90 a 1,20 m, no período de março de 2003 a novembro de 2007. A área vem sendo irrigada desde 2001 e o sistema de irrigação empregado é a microaspersão. De acordo com o teste “t” os valores médios da CE para o período seco e chuvoso não apresentaram diferença significativa ao nível de 1%. Com exceção da camada inferior (0,90 a 1,20 m), nas demais camadas estudadas a adição de sais ao solo pelo manejo da irrigação foi altamente significativa (< 1%); no entanto a área em estudo não apresenta risco salinização.

Palavras-chave: sais totais, irrigação, percolação.

SALINITY RISK IN THE FIELD OF IRRIGATED DISTRICT OF BAIXO ACARAÚ, CEARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: The main goal of this study was to assess the salinity risk e salt percolation by a comparative study of the soil Electric Conductivity (EC) between an irrigated area and an undisturbed land. This work was developed in Irrigated District of Baixo Acaraú, Ceará, Brazil. Soil samples were collected, in the de 0 a 0.30 m, 0.30 a 0.60 m, 0.60 a 0.90 m e 0.90 a 1.20 m layers, from Mar/2003 to Nov/2007. Area has been irrigated since 2001 using micro irrigation system. The EC medium values during dry and rainfall seasons were not statistically significant (<1%) according to “t” test. Except to the deeper layer (0.90 to 1.20 m), the addition of salts in the soil due to irrigation management were statistically significant (<1%); but the studied area does not present salinization risk.

Key-words: total salts, irrigation, percolation

INTRODUÇÃO

A agricultura irrigada apresenta importância indiscutível para a produção de alimentos, principalmente nos tempos atuais onde é observado um contínuo crescimento populacional. A evolução

da área irrigada no mundo cresceu de 8 milhões de hectares em 1880 para 48 milhões em 1900, e 94 milhões de hectares em 1950, para cerca de 220 milhões de hectares em 1990 (Jensen et al., 1990).

Atualmente, estima-se uma extensão de 270 milhões de hectares irrigadas, as quais correspondem a apenas 15% da terra cultivada e respondem por 40% da produção global (Wichelns et al., 2002). Deste total de hectares irrigados, em torno de 110 milhões estão inseridas nas regiões secas do globo, sendo as restantes situadas em condições climáticas mais úmidas, onde o total anual precipitado é suficiente para lixiviar os sais e prevenir o acúmulo destes no solo (Mace & Amrhein, 2001). A salinização do solo, a um grau que inibe a produção agrícola, está se expandindo a uma taxa maior que 1 milhão de hectares por ano (Villiers, 2002), sendo que, em geral, o problema de salinidade é restrita as zonas áridas e semi-áridas do globo. Pesquisadores como Pereira et al., (1986) e Ben-Hur et al., (2001) mostraram que a concentração de sais nos solos irrigados apresenta uma relação direta com a precipitação total anual, com as características físicas do solo, e com as condições de drenagem uma vez que estes parâmetros definem a lixiviação ao longo do perfil do solo. Vários pesquisadores tem estudado os impactos da irrigação em perímetros irrigados, como Meireles et al. (2003), Andrade et al. (2004) e Chaves et al. (2006). O objetivo deste estudo foi avaliar o risco de salinidade e a lixiviação do sais, usando os valores médios de CE da área irrigada em relação à mata nativa, no Perímetro Irrigado Acaraú, Ceará.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está inserida no Perímetro Irrigado Baixo Acaraú – PIBAU, localizado na região Norte do Estado do Ceará, porção baixa da bacia do rio Acaraú, abrangendo os municípios de Marco, Bela Cruz e Acaraú. Os solos do Perímetro são classificados, em sua maioria, como Luvisolos e uma parcela mínima sobre Luvisolos (EMBRAPA, 1999). O suprimento hídrico do PIBAU é feito pela Barragem Santa Rosa, com água de classificação C1S2 (Lobato et al., 2004).

Os dados empregados no trabalho foram coletados no período de março de 2003 a novembro de 2007 e se referem ao monitoramento da salinidade do solo, em um lote de categoria Pequeno Produtor, com área total de 8,0 ha. As coletas foram realizadas em uma subárea de 4,0 ha, cultivada com banana (*Musa sp*), irrigada por micro aspersão, que no início do estudo estava com dois anos de implantação. As amostras de solo foram coletadas às profundidades de 0 a 0,30 m, 0,30 a 0,60 m, 0,60 a 0,90 m e 0,90 a 1,20 m, na projeção da copa das plantas, em quatro pontos aleatórios, formando uma amostra composta para cada profundidade. As campanhas de coleta ocorreram de forma bimestral no período de março de 2003 a setembro de 2005, em 2006, nos meses de abril e novembro e em 2007 nos meses de abril, julho e novembro. Depois de coletado, o solo foi acondicionado em sacos plásticos, fechado, identificado e enviado ao Laboratório de Análise de Solo e Água da Embrapa Agroindústria Tropical-Fortaleza, CE, para determinação da condutividade elétrica (CE). Para determinação da CE empregou-se uma suspensão de solo:água na proporção 1:1 em que foram tomados 150 g da amostra e adicionados 150 mL de água deionizada, adotando-se a metodologia recomendada por Richards (1954).

Para a avaliação da ação das chuvas na lixiviação dos sais no perfil do solo e do impacto da irrigação na área estudada, os dados da CE foram classificados de acordo com a estação chuvosa e seca. As médias obtidas foram confrontadas pelo teste estatístico para comparação de médias de amostras independentes, a 1% de significância. Para o primeiro caso, foram comparadas as médias do período seco com as do chuvoso na área irrigada, com o intuito de se obter a variabilidade temporal dos sais totais do solo na área trabalhada. Para se identificar a ocorrência do impacto da irrigação efetuou-se estudo comparativo entre os valores da CE da área irrigada e da mata nativa, sendo considerado os valores médios de todo o período estudado. Aplicou-se o teste t de Student para comparação das médias de amostras independentes e variâncias desconhecidas e supostas desiguais pelo emprego do pacote estatístico SPSS 13.0 (Statistical Package for Social Sciences).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios, o desvio padrão e o teste de comparação entre as médias da CE para o período seco e chuvoso na área irrigada pode ser visto na Tabela 1. Por meio desse teste, efetuou-se o estudo da lixiviação dos sais pela ação da chuva na área. Pelos valores médios pode-se observar que a lixiviação dos sais na área irrigada ocorreu apenas na camada de 0 a 0,30 m e de 0,30 a 0,60 m, com um acúmulo nas duas camadas mais profundas.

Verificou-se que, mesmo ocorrendo uma diminuição de 36,41 e 1,61% entre as CE do período seco e do período chuvoso, nas camadas de 0 a 0,30 cm e 0,30 a 0,60 m, respectivamente, a lixiviação dos sais totais não proporcionou alterações significativas ($\alpha=0,01$). Portanto, a precipitação pluvial não foi suficiente para diminuir os sais adicionados à área pela prática da irrigação, onde a precipitação total no período estudado foi inferior em 5,5% à média da região. Meireles et al. (2003) obtiveram resultados semelhantes em cambissolo irrigado da Chapada do Apodi, CE. Pereira et al. (1986) observaram resultados diferentes em áreas irrigadas do projeto Curu-Paraipaba, CE, onde os sais adicionados durante a irrigação foram lixiviados em todas as camadas, sendo necessário apenas um total de chuva de 300 mm. Atribuiu-se essa lixiviação à textura franco-arenosa dos solos da região.

Tabela 1. Comparação de médias da CE (dS m^{-1}) do solo entre a estação chuvosa e a seca na área irrigada, em estudo, no Perímetro Irrigado Baixo Acaraú

Camada (m)	Período	n	Média	Desvio Padrão	t	Sig (bilateral)
0 a 0,30	Seco	10	0,2512	0,1155	-1,597	0,128
	Chuvoso	11	0,1845	0,0643		
0,30 a 0,60	Seco	10	0,1862	0,0847	-0,080	0,937
	Chuvoso	11	0,1832	0,0860		
0,60 a 0,90	Seco	10	0,1704	0,0575	0,197	0,846
	Chuvoso	11	0,1755	0,0569		
0,90 a 120	Seco	10	0,1384	0,0488	0,640	0,530
	Chuvoso	11	0,1545	0,0625		

Nível de significância a 1%.

A análise de variância dos dados de condutividade elétrica no solo de a área irrigada e de mata nativa, durante todo o período em estudo, estão presentes na Tabela 2. Com exceção da camada inferior (0,90 a 1,20 m), nas demais camadas estudadas a adição de sais ao solo pelo manejo da irrigação foi altamente significativa (Tabela 2).

Os incrementos entre as médias da CE do solo da área irrigada e da mata nativa variaram de 54,37; 57,64; 55,58 e 18,39% nas camadas de 0 a 0,30 m, 0,30 a 0,60 m, 0,60 a 0,90 m e 0,90 a 1,20 m, respectivamente, indicando que o maior acúmulo de sais está nas camadas superiores. Resultados semelhantes foram observados por Andrade et al. (2004), estudando a evolução da concentração iônica da solução do solo em áreas irrigadas na Chapada do Apodi, Ceará, onde as maiores concentrações foram registradas nas camadas superiores. Na camada mais profunda, Tabela 2, mesmo a média da CE da área irrigada, sendo 18,39% superior à média da área da mata nativa, não houve diferença significativa a 1% de probabilidade. Resultados diferentes foram observados por Chaves et al. (2006), estudando o risco de degradação em solo irrigado do Distrito de Irrigação do Perímetro Araras Norte, Ceará, onde o maior acúmulo de sais foi encontrado na camada inferior. Quanto ao desvio padrão da CE do solo na área irrigada, o maior valor ocorreu na camada superior, indicando que, na mesma, os sais apresentaram maior variação em torno do valor médio. Esse fato é compreensível visto ser este o local que está sujeito a ação direta do manejo da irrigação e aplicação dos fertilizantes minerais.

Pelas Tabelas 1 e 2, verifica-se que os maiores valores da CE, de uma maneira geral, foram registrados na área irrigada. No entanto estes valores são bem inferiores aos limites mínimos que classificam um solo como salino, tanto pela classificação proposta por Richards (1954) ($CE > 4,0 \text{ dS m}^{-1}$), quanto pela proposta do comitê de terminologia da Sociedade Americana de Ciência do Solo, que é de $CE > 2,0 \text{ dS m}^{-1}$ (Bonh et al., 1985). Salienta-se no entanto, que as classificações citadas acima, os valores de CE são determinados no extrato de saturação do solo, enquanto que, os valores de CE apresentado nas Tabelas 1 e 2 foram determinados na solução 1:1.

Tabela 2. Comparação de médias da CE (dS m^{-1}) do solo durante todo o período em estudo para a área irrigada e mata nativa, no Perímetro Irrigado Baixo Acaraú

Camada (m)	Área	n	Média	Desvio Padrão	t	Sig (bilateral)
0 a 0,30	AI ¹	21	0,2194	0,0950	3,021	0,005**
	MN ²	21	0,1421	0,0686		
0,30 a 0,60	AI ¹	21	0,1849	0,0810	2,762	0,009**
	MN ²	21	0,1173	0,0776		
0,60 a 0,90	AI ¹	21	0,1714	0,0548	3,141	0,003**
	MN ²	21	0,1101	0,0705		
0,90 a 120	AI ¹	21	0,1495	0,0556	1,160	0,253
	MN ²	21	0,1262	0,0730		

¹AI: Área irrigada; ²MN: Mata nativa. **Significativo a 1% de probabilidade pelo o teste t.

CONCLUSÃO

Não teve diferença significativa na lixiviação dos sais dos valores médios de CE da área irrigada entre as estações seca e chuvosa. Com exceção da camada inferior (0,90 a 1,20 m), nas demais camadas estudadas a adição de sais ao solo pelo manejo da irrigação foi altamente significativa. A área em estudo não apresenta risco de salinização.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANDRADE, E. M.; D'ALMEIDA, D. M. B.; MEIRELES, A. C. M.; LEMOS FILHO, L. C. A.; ARRUDA, F. E. R. Evolução da concentração iônica da solução do solo em áreas irrigadas na Chapada do Apodi, CE. *Revista Ciência Agronômica*, v.35, n.1, p.9-16, 2004.
- BEN-HUR, M.; LI, F. H.; KEREN, R.; RAVINA, I.; SHALIT, G. Water and salt distribution in a field irrigated with marginal water under high water table conditions. *Soil Science American Journal*, v.65, p.65-91, 2001.
- BONH, H. L.; MCNEAL, B. L.; O'CONNOR, G. N. *Soil Chemistry*. New York, John Wiley & Sons, 1985. 341p.
- CHAVES, L. C. G., ANDRADE, E. M.; CRISOSTOMO, L. A., NESS, R. L. L., LOPES, J. F. B. Risco de degradação em solo irrigado do Distrito de Irrigação do Perímetro Araras Norte, Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 37, n.7, p.292-298, 2006.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Produção de Informações. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 1999, 412p.
- JENSEN, M.E.; RANGELEY, W.R.; DIELEMAN, P.J. Irrigation legends in world agriculture. In: *Irrigation of agriculture crops*. Madison: Amer. Soc. Agron., 1990. p.31-67.
- LOBATO, F. A. de O.; ANDRADE, E. M.; D'ALMEIDA, D. M. B.; MEIRELES, A. C. M.; CRISOSTOMO, L. A. Sazonalidade na qualidade da água de irrigação do Distrito Irrigado Baixo Acaraú, Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, v.39, n.1, p. 167-172, 2008.
- MACE, J. E. and AMRHEIN, C. Leaching and reclamation of a soil irrigated with moderate SAR waters. *Soil Science American Journal*, v.65, p.199-204, 2001.
- MEIRELES, A. C. M.; ANDRADE, E. M.; CRUZ, M. G. M. da.; LEMOS FILHO, L. C. A. Avaliação do impacto da fertirrigação em cambissolos na chapada do Apodi, Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, v.34, n.2, p.207-212, 2003.
- PEREIRA, O. J.; MATIAS FILHO, J.; ANDRADE, E. M. Variação do teor de sais no solo irrigado por aspersão e ação da chuva na sua lixiviação. *Ciência Agronômica*, v.17, n.1, p.61-65, 1986.
- RICHARDS, L. A. (ed). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington D. C.: U. S. Salinity Laboratory., 1954. 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).
- VILLIERS, M. *Água*. 1. ed. Rio de Janeiro:Ediouro, 2002. 457p.
- WICHELNS, D.; CONE, D.; STUHR, G. Evaluating the impact of irrigation and drainage policies on agricultural sustainability. *Irrigation and Drainage Systems*, v.16, p.1-14, 2002.