

RISCO DE DEGRADAÇÃO EM SOLO IRRIGADO DO PERÍMETRO IRRIGADO BAIXO ACARAÚ, CEARÁ

**Fernando Bezerra Lopes¹, Luiz Carlos Guerreiro Chaves², Eunice Maia de Andrade³,
Lindbergue Araujo Crisostomo⁴**

¹*Departamento de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza-CE, Brasil, lopesfb@yahoo.com.br*

²*Departamento de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza-CE, Brasil, luizcarlosguerreiro@gmail.com*

³*Departamento de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza-CE, Brasil, eandrade@pq.cnpq.br*

⁴*Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, Brasil, lindberg@cnpq.embrapa.br*

1 RESUMO

Avaliou-se a adição de sais ao solo pela irrigação e o efeito das chuvas na sua lixiviação, em uma área no Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, Ceará, entre março de 2003 e novembro de 2007. As amostras de solo ocorreram bimestralmente na área irrigada e na mata nativa às camadas de 0 a 0,30; 0,30 a 0,60; 0,60 a 0,90 e 0,90 a 1,20 m. Foram considerados os atributos: condutividade elétrica (CE), Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ e Cl^- . Para se qualificar o impacto da irrigação e o efeito das chuvas na lixiviação dos sais aplicou-se o teste t de Student a 1%. Os resultados mostraram concentrações de sais maiores na área irrigada do que na mata nativa para todas as camadas e, embora a Condutividade Elétrica tenha sempre apresentado valores inferiores a $0,52 \text{ dS m}^{-1}$, o impacto da irrigação mostrou-se significativo. A lixiviação dos sais da área irrigada pelas chuvas não foi significativa. O K^+ e o Na^+ foram os íons que apresentaram maior incremento no solo da área irrigada. Os incrementos para o Na^+ e o Cl^- a partir de setembro de 2005, em todas as camadas, apresentaram tendência crescente.

Palavras-chave: irrigação, salinidade, lixiviação

**LOPES, F. B.; CHAVES, L. C. G.; ANDRADE, E. M.; CRISOSTOMO, L. A.
SOIL DEGRADATION RISK AT THE BAIXO ACARAÚ IRRIGATED DISTRICT,
CEARÁ, BRAZIL**

2 ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the addition of salts in the soil by irrigation in long term and the effect of rainfall on leaching of salts from March/2003 to November/2007. It was taken as reference the saline status of soil in the undisturbed land. This study was carried out in the irrigated area located in the Baixo Acaraú Irrigated District, Ceará, Brazil. Soils were sampled in the 0 to 0.30; 0.30 to 0.60; 0.60 to 0.90; 0.90 to 1,20 m layers in the irrigated area and in the undisturbed land. In this work was considered the attributes following: electrical conductivity (EC), Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ and Cl^- . To evaluated irrigation impact and rainfall effect in the salt leaching was applied the t-test at 1% level of significance. Results showed that salt concentration to all layers is higher in the irrigated area than in the under undisturbed land. Although the Electrical Conductivity, has always presented values less than $0,52 \text{ dS m}^{-1}$ the impact of irrigation was significant. Leaching of salts from the irrigated area, through the

rain was not significant. K^+ and Na^+ ions have a higher increase in soil irrigated area. From September 2005 the increments for Na^+ and Cl^- tended to increase in all layers.

Keywords: irrigation, salinity, leaching

3 INTRODUÇÃO

O crescimento, em larga escala, da agricultura irrigada nas regiões secas do globo promoveu a substituição de áreas com baixas taxas de evapotranspiração por altas taxas, em uma superfície de, aproximadamente, 110 milhões de hectares (Wichelns et al., 2002). Tal ação resulta no aumento das concentrações de sais no solo que, muitas vezes, vão além da capacidade de suporte do recurso. Este problema ocorre principalmente em regiões áridas e/ou semiáridas, onde a precipitação anual não garante uma lavagem dos sais acumulados. Assim, a lavagem dos sais na zona radicular deve ser conduzida para manter a concentração salina do solo em um nível aceitável (Meireles et al., 2003). Já em regiões onde a precipitação é relativamente alta, a estação chuvosa pode assegurar a lavagem dos sais (Andrade et al., 2004; Ben-Hur et al., 2001).

A solução do solo em campos irrigados apresenta, de forma geral, um nível de salinidade superior ao da água de irrigação, devido aos sais solúveis existentes no solo, principalmente na camada superior (Ben-Hur et al., 2001). Nessas áreas, o processo de salinização pode acontecer mesmo em solos com boa drenagem, em especial, nas situações em que não exista um manejo de solo e água adequado para cada situação (Andrade & D'almeida, 2006). Pesquisadores como Smedema & Shiati (2002) afirmam que, mesmo em uma visão conservacionista, de três a cinco toneladas de sais são adicionadas por hectare irrigado por ano, nas regiões secas do globo.

A agricultura irrigada, principalmente em regiões com déficit hídrico, tem alterado o meio ambiente de forma dramática com impactos que podem conduzir à degradação do solo com perdas parciais ou totais da produtividade (Andrade et al., 2002; Souza et al., 2000). O excesso de sais no solo reduz a disponibilidade de água para as plantas, além ocasionar toxicidade por íons tóxicos específicos, afetando o rendimento e a qualidade da produção (Farias et al., 2003; Silva et al., 2008).

Segundo Zink & Metternicht (2009), as perdas na produção e na produtividade agrícola causadas pela salinização têm considerável impacto na agricultura e nos projetos econômicos de irrigação. De acordo com os referidos autores, os danos causados pela irrigação secundária foram estimados em 750 milhões de dólares por ano para a Bacia do Rio Colorado nos Estados Unidos, 300 milhões de dólares por anos para as Províncias de Punjab e Northwest Frontier no Paquistão, e 208 milhões de dólares por ano para a Bacia Murray-Darling na Austrália.

Diante do exposto, este trabalho foi realizado objetivando investigar a variação da salinidade total e dos principais íons em um solo cultivado sob irrigação localizada, tendo como padrão uma área de mata nativa não irrigado, bem como avaliar o efeito das chuvas na lixiviação dos sais e identificar o impacto da irrigação através do aumento da salinidade no solo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está inserida dentro do Perímetro Irrigado Baixo Acaraú (PIBAU). O Perímetro possui uma área de 12.407,00 hectares e está localizado na região Norte do Estado do Ceará, (Figura 1).

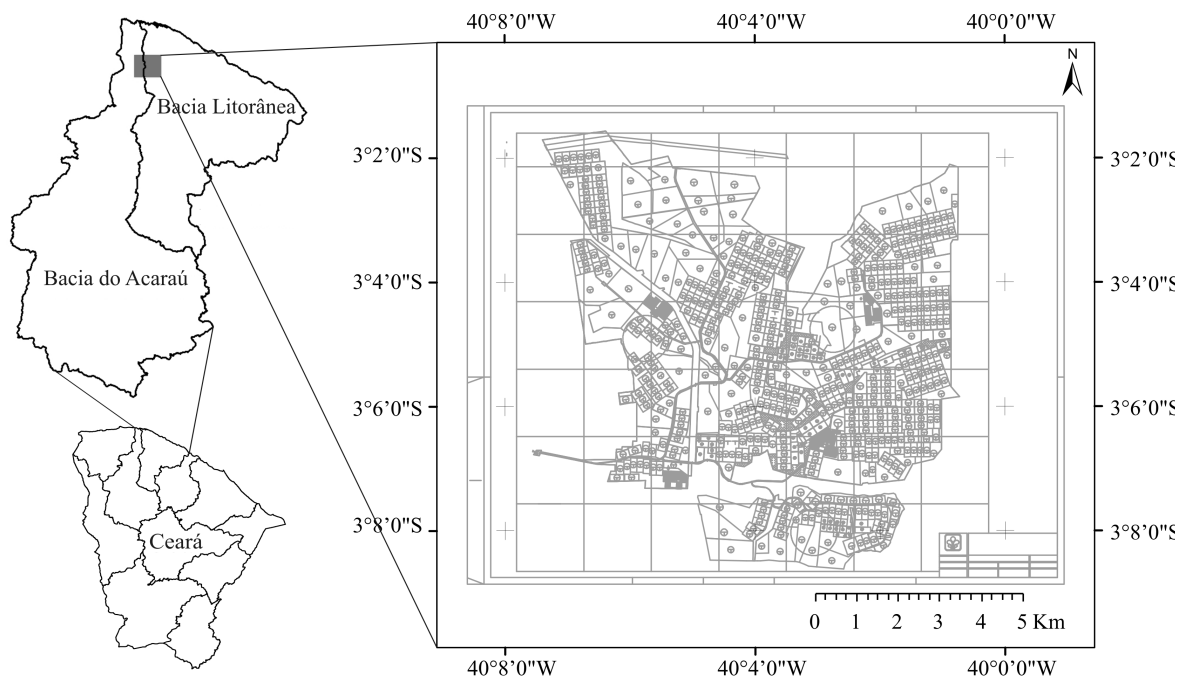


Figura 1. Localização da área de estudo

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é Aw', tropical chuvoso com precipitação anual de 900 mm, elevadas taxas de evaporação da superfície líquida e temperaturas médias sempre superiores a 19 °C.

Os solos em geral, são profundos, bem drenados, de textura média ou média/leve e muito permeáveis (Brasil, 2008). Estes pertencem, predominantemente, às classes dos Argissolos, Latossolos e Neossolos (Embrapa, 1999). Porém, possuem baixa fertilidade natural. O suprimento hídrico ocorre através de uma vazão contínua de aproximadamente 1,15 L s⁻¹ ha⁻¹ para pequeno produtor e técnico e de 1,3 L s⁻¹ ha⁻¹ para o irrigante tipo empresário, liberada pela Barragem Santa Rosa. O sistema de irrigação é do tipo localizada: microaspersão e gotejamento; a água utilizada no Perímetro foi classificada como C₁S₂ conforme o UCCC.

A área escolhida para o estudo está localizada no Perímetro Irrigado Baixo Acaraú em um lote classificado como de Pequeno Produtor, com área total de 8,0 hectares, cultivado com banana (*Musa spp*) desde 2002 e irrigado por microaspersão. A adubação da cultura era feita na forma de cobertura (adubação orgânica) e fertirrigação (adubação mineral), próximo à planta e o manejo da adubação era realizado conforme especificado na Tabela 1. A área da mata nativa selecionada localiza-se em frente ao lote irrigado, porém sem influência da irrigação.

Tabela 1. Manejo da adubação adotado na área estudada

Elementos	Fonte	Quantidades (kg ha ⁻¹ mês ⁻¹)
Nitrogênio	Uréia	56,00
Potássio	Cloreto de potássio	80,00
Fósforo	MAP	37,34
Cálcio	Calcário dolomítico	80,00
Micronutrientes	FTE BR 12	13,34
Adubação orgânica	Esterco de curral	1.700,00

O monitoramento da salinidade da área irrigada e da mata nativa na região de estudo, foi feito pela avaliação dos resultados das análises das amostras de solo. As campanhas de coleta ocorreram de forma bimestral no período de março de 2003 a setembro de 2005, em 2006 nos meses abril e novembro e em 2007 nos meses de abril, julho e novembro, monitorando assim, o comportamento dos sais no solo nos períodos chuvoso e seco, perfazendo um total de 42 amostras, (21 amostras para a área irrigada e 21 amostras para área de mata nativa).

Na área cultivada as amostras de solo foram coletadas em quatro profundidades (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 equidistantes de acordo com o proposto por Sans (2000), formando uma amostra composta para cada profundidade. Na área da mata nativa as amostras foram coletadas às mesmas profundidades da área irrigada, porém, por se tratar de uma área não afetada pelo manejo da irrigação, tomou-se apenas um ponto para amostragem por profundidade.

Depois de coletado o solo foi acondicionado em sacos plásticos, fechado, identificado e enviado ao laboratório para determinação da condutividade elétrica e dos principais íons. As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos e Água da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza – CE. Foram determinados a condutividade elétrica do solo (CE), os cátions: cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), sódio (Na⁺) e potássio (K⁺) e o ânion cloreto (Cl⁻), em cada amostra de solo, seguindo a metodologia recomendada por Richards (1954). Foi obtida uma suspensão de solo:água na proporção 1:1 em que foram tomados 150 g da amostra e adicionados 150 mL de água deionizada. Depois de agitado e filtrado tomou-se a suspensão e fez-se a determinação dos parâmetros citados. A CE foi determinada através de condutivímetro de bancada. O Ca²⁺ e o Mg²⁺ pelo espectrômetro de absorção atômica, o Na⁺ e o K⁺ pela fotometria de emissão de chama e o Cl⁻ determinou-se por meio de titulação com solução de K₂CrO₄ a 5% e AgNO₃ a 0,05N.

O estudo do risco de degradação do solo da área irrigada no Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, Ceará, foi realizado com base na variação espacial e temporal da condutividade elétrica nas camadas do solo (área irrigada e mata nativa). Foram avaliados também a ação das chuvas na lixiviação dos sais e os incrementos da CE e dos íons na área irrigada com relação à mata nativa. Para se qualificar o impacto do manejo da irrigação adotado nas áreas irrigadas aplicou-se o teste *t*. Os incrementos entre as médias da CE e dos íons do solo da área irrigada em relação à mata nativa foram calculados para cada mês, conforme a Equação 1.

$$I(\%) = \frac{CIn - Cn}{Cn} 100 \quad (1)$$

onde, $I(\%)$ é o incremento da CE; $CI(n)$ é a concentração da condutividade elétrica do solo no mês (n) para a área irrigada; $C(n)$ é a concentração da condutividade elétrica do solo no mês (n) para a mata nativa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação da condutividade elétrica do solo (CE), para todas as camadas, da área irrigada e da mata nativa durante o período de estudo, bem como a precipitação pluviométrica, podem ser visualizados na Figura 2.

Verifica-se que, de um modo geral, houve aumento na concentração dos sais totais, da área irrigada em relação à mata nativa, ao longo do período estudado, nos solos do Baixo Acaraú. O maior valor observado para a CE ($0,52 \text{ dS m}^{-1}$) foi registrado na camada de 0 a 0,30 m (Figura 2B) no mês de julho de 2005.

Isto pode ser atribuído ao manejo da irrigação, através dos sais adicionados por intermédio das adubações realizadas na área. Meireles et al. (2003) encontraram incrementos de sais na área irrigada em relação à mata nativa, bem superiores ao supracitado, em estudo semelhante na Chapada do Apodi, Ceará, onde o valor máximo foi de 2.600% no mês de outubro de 2002, na camada de 0,60 a 0,90 m.

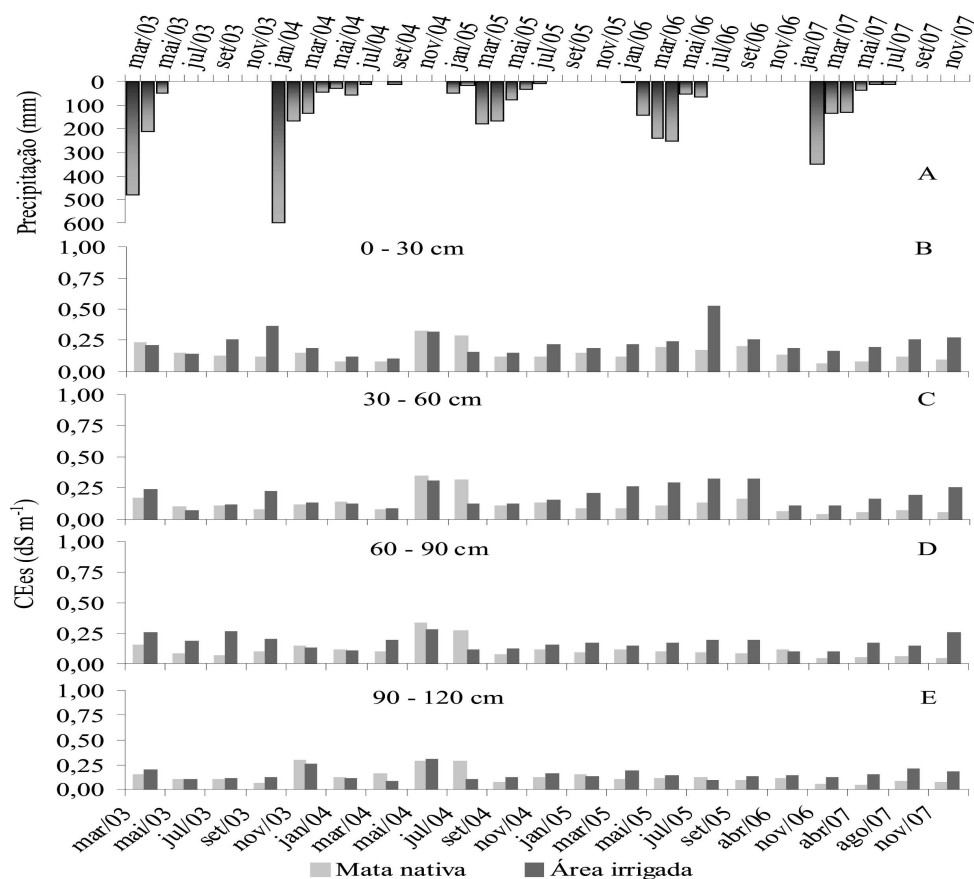


Figura 2. Precipitação pluviométrica e variação temporal da CE do extrato solo:água 1:1 das áreas estudadas no Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, Ceará

Na estação chuvosa, os valores da CE da área irrigada (Figura 2B), para todas as camadas, se equivaleram aos da mata nativa, expressando a ação da chuva na lixiviação dos

sais. Resultados semelhantes foram observados por Lopes et al., (2008), onde os valores da CE das camadas da área irrigada também equivaleram-se aos da mata nativa, em estudo realizado na Bacia do Acaraú, Ceará. Destaca-se que para o ano de 2004, o total de chuva precipitada foi de 1.053,50 mm, sendo, 17% superior à média anual da região. Além desse fato, 66% (596,00 mm) desta pluviosidade ocorreu em apenas um mês, janeiro de 2004 (Figura 2A). Estes resultados estão de acordo com Van Hoorn (1971), o qual afirma que a lixiviação no perfil do solo é maior quando uma dada altura pluviométrica que ocorreria em um longo período de tempo concentra-se em um curto espaço de tempo.

O solo e a qualidade das águas (C_1S_2) foram os fatores determinantes dos baixos valores de CE da área irrigada do Baixo Acaraú. Pelas suas características (arenoso), como discutido anteriormente, os sais adicionados pela irrigação são facilmente lixiviados pelas chuvas, não permitindo um maior acúmulo de sais na superfície do solo.

Na Tabela 2, constam os incrementos entre as médias da CE do solo da área irrigada e da mata nativa. Os incrementos variaram de 54,37; 57,64; 55,58 e 18,39% nas camadas de 0 a 0,30, 0,30 a 0,60, 0,60 a 0,90 e 0,90 a 1,20 m, respectivamente, indicando que a maior sequência do acúmulo de sais ocorreu nas camadas superiores (Tabela 2). Entretanto, o maior incremento (477%), ocorreu na camada de 0,60 - 0,90 m em novembro de 2007, quando a CE da área irrigada foi de $0,25 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 2D) e a da mata nativa foi de $0,04 \text{ dS m}^{-1}$

Tabela 2. Incrementos de CE nas camadas do solo irrigado em relação à mata nativa na área estudada do DIBAU, Ceará

Mês	Incremento da CE (%)			
	0 a 0,30 m	0,30 a 0,60 m	0,60 a 0,90 m	0,90 a 1,20 m
mar/03	-11,40	42,68	61,54	34,93
mai/03	-4,32	-26,80	123,17	7,14
jul/03	109,09	10,38	316,13	16,49
set/03	206,78	184,62	109,38	93,75
nov/03	22,82	13,27	-11,72	-14,19
jan/04	45,21	-10,61	-9,82	-1,71
mar/04	31,94	13,51	93,88	-46,50
mai/04	-1,57	-11,14	-15,96	7,42
jul/04	-45,94	-60,83	-59,48	-64,16
set/04	30,36	17,82	67,12	75,71
nov/04	100,94	19,84	37,61	34,71
jan/05	26,95	156,25	82,42	-7,75
mar/05	94,86	215,85	34,26	84,00
mai/05	24,61	177,78	70,20	22,27
jul/05	207,69	152,80	113,33	-29,17
set/05	27,55	103,82	118,39	42,05
abr/06	38,46	83,33	-9,09	27,27
nov/06	166,67	175,00	150,00	100,00
abr/07	171,43	220,00	240,00	275,00
ago/07	127,27	171,43	133,33	162,50
nov/07	198,90	412,00	477,27	142,47

Pela Tabela 3 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 0,30cm e 0,30 a 0,60m, respectivamente, a lixiviação dos sais totais não proporcionou alterações significativas

($\alpha = 0,01$) entre a CE média dos dois períodos, na área irrigada. 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. Já 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 3. Comparação de médias da CE (dS m^{-1}) do solo entre as estações chuvosa e seca na área irrigada, em estudo, no Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, Ceará

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

ns: não significativo

A análise de variância dos dados de condutividade elétrica no solo da área irrigada e da mata nativa, durante todo o período em estudo, estão presentes na Tabela 4. 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 significativa, expressando a necessidade de uma mudança no manejo da irrigação adotado (Tabela 4).

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 à ação direta do manejo da irrigação bem como à aplicação dos fertilizantes minerais.

Tabela 4. Comparação de médias da CEes (dS m^{-1}) do solo durante todo o período em estudo para a área irrigada e mata nativa, no Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, Ceará

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 ^{ns}
	MN ²	21	0,1262	0,0730		

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

Na última camada, Tabela 4, mesmo com a média da CE da área irrigada sendo 18,39% superior à média da área da mata nativa, não houve diferença significativa a 1%. Estes resultados diferem daqueles observados por Chaves et al. (2006), no Distrito de Irrigação do Perímetro Araras Norte, onde o maior acúmulo de sais foi encontrado na camada inferior do solo irrigado.

Na Figura 3 são apresentados os resultados dos incrementos dos íons: cálcio (Ca^{2+}) mais magnésio (Mg^{2+}), sódio (Na^+), potássio (K^+) e (Cl^-), da área irrigada em relação à mata nativa para o Perímetro Irrigado do Baixo Acaraú, Ceará.

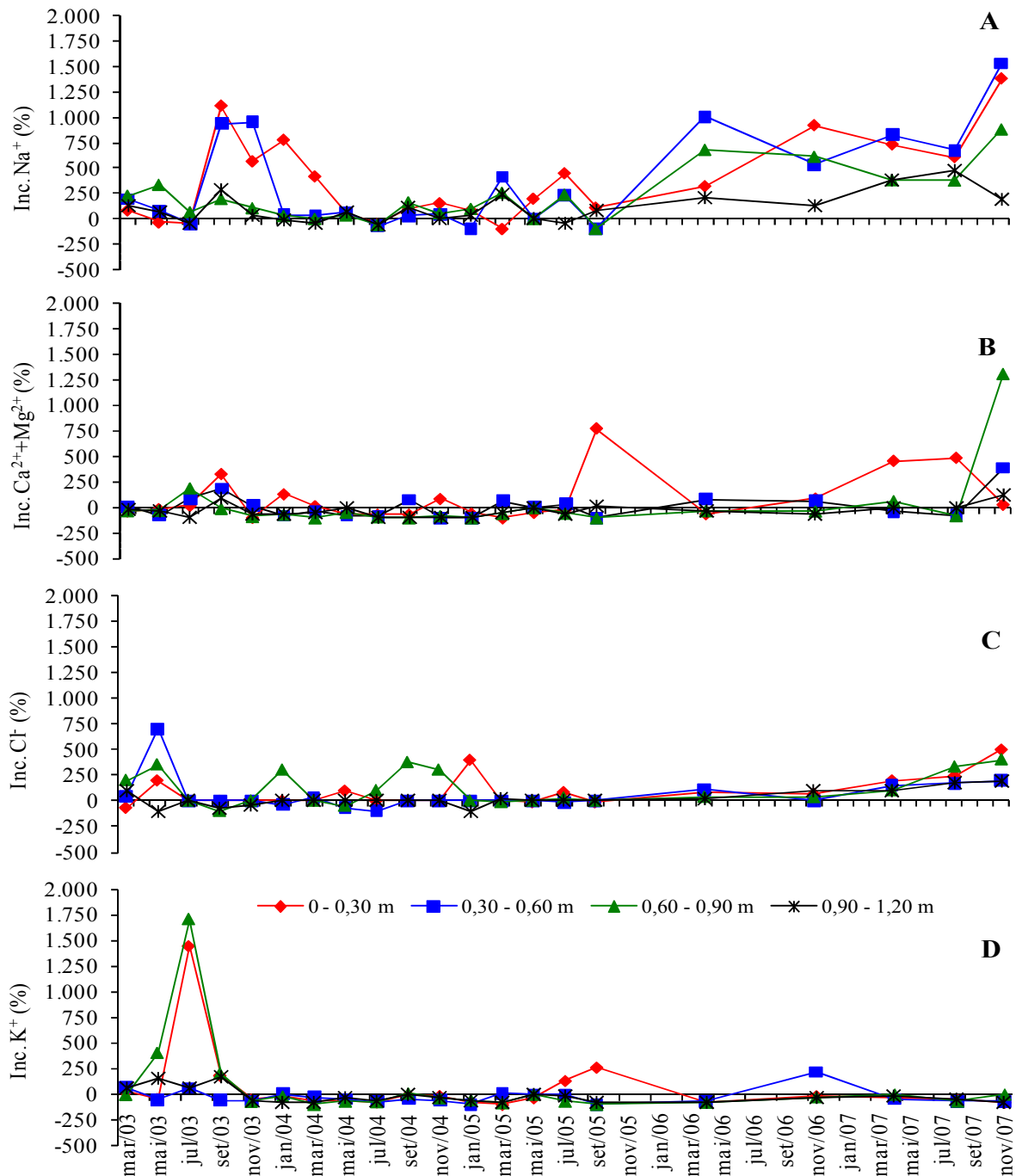


Figura 3. Resultados dos incrementos dos íons: sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}) mais magnésio (Mg^{2+}), e potássio (K^+) e (Cl^-), da área irrigada em relação à mata nativa

A Figura 3A apresenta os valores de incrementos percentuais do sódio da área irrigada em relação à mata nativa. Para este íon, os maiores incrementos entre as camadas foram verificados nas camadas de 0 a 0,30 m (1.376,60%) e 0,30 a 0,60 m (1.528,32%). Os incrementos maiores registrados nas camadas mais superficiais ocorrem, provavelmente, em consequência da fertirrigação e do processo de evapotranspiração. De acordo com Smedema & Shiati, (2002) são altas as taxas de evapotranspiração em áreas irrigadas nas zonas semi-áridas do globo. D'Almeida et al. (2005) registrou incrementos de até 17.000% na área irrigada de Quixeré. Ben-Hur et al. (2001) encontraram resultados diferentes em estudo da ação da lixiviação dos sais adicionados ao solo pela irrigação.

Na camada de 0 a 0,30 m (Figura 3B) observou-se uma maior oscilação nos valores durante o período analisado, isso em decorrência da aplicação de calcário na área. Esses incrementos estão associados ao cálcio e magnésio advindos do calcário dolomítico aplicado à área, uma vez que a água de irrigação apresenta baixo teor desses elementos (C_1S_2). O maior incremento de $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ foi verificado no mês de novembro de 2007, isso expressa a existência, no solo, de resíduos dos sais aplicados pelo manejo inadequado da irrigação. Essa diferença entre as duas áreas pode estar associada à adição de cálcio no solo, uma vez que são aplicados mensalmente na área irrigada 80 kg de calcário dolomítico por hectare por mês. Chaves et al. (2009) ao encontrar incrementos semelhantes entre setembro e dezembro de 2004 em área irrigada com uva no DIPAN também associou-os à aplicação de fertilizantes minerais. Já D'Almeida et al. (2005) ao encontrar incrementos de até 784% nos valores de $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ em Cambissolo irrigado da Chapada do Apodi associou-os ao tempo de utilização da área, à má qualidade da água de irrigação e ao uso da fertirrigação.

Na Figura 3C, verifica-se os incrementos do íon cloreto da área irrigada em relação à mata nativa. Os valores elevados de incrementos são em decorrência da aplicação dos fertilizantes como o cloreto de potássio. Meireles et al. (2003) ao constatar que o ânion Cl^- foi o elemento em maior concentração na solução do solo da área irrigada da Chapada do Apodi atribuiu-o ao uso do cloreto de potássio e ao conteúdo do ânion na água de irrigação.

Observa-se ainda que a partir de setembro de 2005, em todas as camadas, ocorreu uma tendência no crescimento da concentração do sódio nas últimas coletas, merecendo atenção quanto ao risco de acúmulo do íon nas camadas mais profundas da área, mesmo a área apresentando uma boa drenagem natural.

Os maiores valores do K^+ para a primeira camada da área irrigada (Figura 3D) ocorreram nos meses de julho de 2003 (1.450,00%) e setembro de 2005 (264,29%). Enquanto que, nos referidos meses, na mata nativa, não foram verificadas elevações nas concentrações do potássio. Os valores elevados de K^+ na área irrigada estão associados à utilização de fertilizantes minerais como o sulfato e o cloreto de potássio que são aplicados a uma taxa de 80 kg de cloreto de potássio por hectare por mês. Para a camada de 0,30 a 0,60 m (Figura 3D) a maior variação nas taxas de K^+ foi no mês de novembro de 2006 e, na camada de 0,60 a 0,90 m foi no mês de julho de 2003. Ainda analisando-se a Figura 3D, foram observadas várias taxas de incrementos negativas, indicando que em muitas coletas os valores da mata nativa ultrapassaram os da área irrigada (estes incrementos negativos podem ser explicados em virtude da área ser cultivada com a cultura da banana a qual é importante consumidora das fontes de potássio). Uma vez no solo o potássio torna-se responsável pelo equilíbrio dos demais elementos no meio conforme constatou Lo Mônaco et al. (2009) ao avaliar as características químicas do solo após a fertirrigação do cafeeiro com águas residuárias da lavagem e descascamento de frutos. Segundo os autores a aplicação de dose excessiva de potássio ocasionou o aumento na concentração de potássio trocável até 90 cm, o que proporcionou aumento na CE no solo cultivado com cafeeiro, em decorrência de o potássio ser um elemento químico que não está associado à matéria orgânica, permanecendo em

solução e contribuindo, de forma acentuada, para a CE da solução. Além disso os autores constataram que o excesso de potássio no solo proporcionou lixiviação de cálcio e, principalmente, de magnésio no perfil do solo.

6 CONCLUSÕES

O impacto da irrigação mostrou-se significativo, com exceção da camada inferior (0,90 a 1,20 m), expressando a necessidade de uma mudança no manejo da irrigação adotado. Já para a lixiviação dos sais da área irrigada, pela ação da chuva não ocorreu significância. As precipitações pluviométricas ocorridas na área não foram suficientes para equiparar o *status* salino do solo da área sob irrigação com o da mata nativa.

Os íons K^+ e Na^+ foram os que apresentaram maior incremento no solo da área irrigada em relação ao da mata nativa. Os incrementos para os íons Na^+ e Cl^- a partir de setembro de 2005, em todas as camadas apresentaram uma tendência crescente da concentração, principalmente nas últimas coletas.

7 REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. M.; D'ALMEIDA, D. M. B. A. A irrigação e os riscos de degradação dos recursos naturais. In: ROSA, M. F.; GONDIM, R. S.; FIGUEREDO, M. C. B. de. **Gestão sustentável no baixo Jaguaribe, Ceará**. Fortaleza: Embrapa, 2006. cap. 9, p.221-244.

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**, Fortaleza, v. 35, n. 1, p. 9-16, 2004.

ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; NESS, R. L. L.; CRUZ, M. G. M. Modelagem da concentração de íons no extrato de saturação do solo, na Região da Chapada do Apodi. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 33, n. 2, p. 5-12, 2002.

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**, Madison, v. 65, n. 1, p. 191-198, 2001.

BRASIL. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **Perímetro Irrigado Baixo Acaraú**. Fortaleza, 2008. Disponível em: <http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros_irrigados/ce/baixo_acarau.html> Acesso em: 10 nov. 2008.

CHAVES, L. C. G.; ANDRADE, E. M.; CRISOSTOMO, L. A.; LOPES, J. F. B.; NESS, R. L. L. Risco de degradação em solo irrigado do Distrito de Irrigação do Perímetro Araras Norte, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 3, p. 292-298, 2006.

CHAVES, L. C. G.; SANTOS, J. C. N.; MEIRELES, A. C. M.; ANDRADE, E. M. ARAÚJO NETO, J. R. Dinâmica da salinidade do solo em áreas do Distrito de Irrigação Araras Norte, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 522-532, 2009.

D'ALMEIDA, D. M. B. A.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; NESS, R. L. L. Importância relativa dos íons na salinidade de um cambissolo na Chapada do Apodi, Ceará. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 615-621, 2005.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília; DF; Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FARIAS, C. H. A.; SOBRINHO, J. E.; MEDEIROS, J. F.; COSTA, M. C.; NASCIMENTO, L. B.; SILVA, M. C. C. Crescimento e desenvolvimento da cultura do melão sob diferentes lâminas de irrigação e salinidade da água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 07, n. 03, p. 445-450, 2003.

LO MÔNACO, P. A.; MATOS, A. T.; NARTINEZ, H. E. P.; FERREIRA, P. A.; RAMOS, M. M. Características químicas do solo após a fertirrigação do cafeeiro com águas residuárias da lavagem e descascamento de seus frutos. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 3, p. 348-365, 2009.

LOPES, J. F. B.; ANDRADE, E. M.; CHAVES, L. C. G. Impacto da irrigação sobre os solos de Perímetros Irrigados na Bacia do Acaraú, Ceará, Brasil. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 34-43, 2008.

MEIRELES, A. C. M.; ANDRADE, E. M.; CRUZ, M. G. M.; LEMOS FILHO, L. C. A. Avaliação do impacto da fertirrigação em cambissolos na chapada do Apodi, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, 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. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 17, n. 1, p. 61-65, 1986.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soil**. Washington: Department of Agriculture, 1954. 160 p. (USDA Agriculture Handbook, 60).
SANS, L. M. A. Avaliação da qualidade do solo. In: OLIVEIRA, T. S. de.; ASSIS JUNIOR, R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. **Agricultura, sustentabilidade e o semiárido**. Fortaleza: UFC, Viçosa: SBCS, 2000. p. 214-232.

SILVA, M. O. S.; FREIRE, M. B. G. S.; MENDES, A. M. S.; FREIRE, F. J.; SOUSA, C. E. S.; GÓES, G. B. Crescimento de meloeiro e acúmulo de nutrientes na planta sob irrigação com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 6, p. 593-605, 2008.

SMEDEMA, L. K.; SHIATI, K. Irrigation and salinity: a perspective review of the salinity hazards of irrigation development in the arid zone. **Irrigation and Drainage Systems**, Netherlands, v. 16, n. 2, p. 161-174, 2002.

SOUZA, L. C.; QUEIROZ, J. E.; GHEYI, H. R. Variabilidade espacial da salinidade de um solo aluvial no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 35-40, 2000.

VAN HOORN, J. W. Quality of irrigation water, limits of use of long-term effects. In: SALINITY SEMINAR, BAGHIDAD. Rome: FAO, 1971. p. 117-135. (Irrigation and Drainage Paper, 7).

WICHELNS, D.; CONE, D.; STUHR, G. Evaluating the impact of irrigation and drainage policies on agricultural sustainability. **Irrigation and Drainage Systems**, Netherlands, v. 16, p. 1-14, 2002.

ZINK, J. A.; METTERNICHT, G. Soil Salinity and salinization hazard. In: METTERNICHT, G.; ZINK, J. A. **Remote sensing of soil salinization**: impact on land management. Boca Raton: CRC, 2009. p. 3-20.