

RECUPERAÇÃO DE SOLOS SALINOS POR LAVAGEM NO NORTE DO EGITO¹

CARLOS R. VALDIVIESO²

RESUMO - O presente trabalho permitiu estudar o processo de dessalinização de solos pesados, típicos do delta do rio Nilo (Egito), para determinar parâmetros que permitam prever requerimentos de lavagem, assim como a efetividade do processo na recuperação de solos salinos. O estudo foi parte do levantamento com fins de melhoramento dos solos na província de Kafr el Sheikh no Egito. A área tem sido já submetida a trabalhos de recuperação (drenagem superficial) nos anos 60, mas o problema não tem sido inteiramente superado e persistem lençol freático alto e teores de salinidade limitantes da produção. O estudo demonstra que, pela natureza dos solos argilosos profundos, a quantidade de água efetiva na lavagem não é mais do que 2 mm/d, mas que esta quantidade permite lavagem eficiente (eficiência de lavagem de 15%), conseguindo-se, além do mais, curvas de dessalinização típicas para esses solos, que permitem o planejamento de um programa de recuperação. Das curvas obtêm-se coeficientes de lavagem entre 0,1 e 0,42.

Termos para indexação: salinidade, dessalinização.

RECLAMATION OF SALINE SOILS BY LEACHING IN THE NORTH OF EGYPT

ABSTRACT - This paper reports the result of leaching trials carried out on heavy soils of Niles' Delta - Egypt, under present drainage conditions, in order to determine the necessary parameters that allow predictions of leaching requirements as well as effectiveness of saline soils reclamation process. The study formed part of the survey for soil improvement purposes at Kafr el Sheikh Governorate, Egypt. That area has already been subject to works (surface drainage) in the sixties, but the problem is not yet overcome and high groundwater tables and salinity persist, limiting crop production. It was found out that because of the nature of those deep clay soils the amount of effective leaching water is not more than 2 mm/d, but it proved to be efficient enough (leaching efficiency found, 15%). Some typical desalination curves for these soils were also obtained, making possible a suitable planning of a land reclamation programme. Leaching coefficients between 0.1 and 0.42 were found.

Index terms: salinity, desalination.

INTRODUÇÃO

Trabalhos de drenagem foram implementados nas áreas de polder conquistadas ao lago Burulus nos anos 60 (Fig. 1). Atualmente os problemas de drenagem e de altos teores de salinidade ainda persistem, razão pela qual, só 29% da área, de um total de 65.000 feddans (= 27.300 ha), é cultivada. Da área restante, 60% permanece abandonada, em virtude dos altos níveis de salinidade, e os 11% restantes incluem áreas alagadas com fins de piscicultura ou de recuperação por lavagem.

A Autoridade Executiva para projetos de recuperação de terras do Egito constatou a necessidade de estudos detalhados na área, para a sua recuperação, e os empreendeu a partir de 1980.

Os trabalhos foram financiados pela Comunidade Econômica Européia e executados por uma equipe combinada de técnicos da EUROCONSULT e do Departamento de Estudos do referido organismo local.

Este trabalho refere-se a testes de lavagem de solos salinos e seus resultados, parte importante do levantamento integral, cuja finalidade foi a de estudar o processo de dessalinização.

Solos e uso atual da terra

Os solos são predominantemente argilosos profundos, de drenagem interna restrita, depositados em diferentes períodos de sedimentação, alternadamente marinha e fluvial. Camadas de turfa e lentes de materiais grosseiros quebram a uniformidade dos perfis argilosos em locais

¹ Accepted for publication on 28 May, 1984.

Trabalho realizado pelo autor na sua condição de Consultor Especialista em Irrigação e Drenagem da EUROCONSULT - Holanda.

² Eng. - Agrícola M.Sc., Especialista em Irrigação e Drenagem do IICA (Instituto Interamericano para Cooperação na Agricultura) no Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA/EMBRAPA), Caixa Postal 23, CEP 56300 Petrolina, PE.

específicos, distribuídos principalmente no setor norte (Mansour).

Nos arredores, em áreas recuperadas, as principais culturas são, no verão, arroz e algodão; e no inverno, berseem e, em menor escala, trigo. As demandas de água são respectivamente 10.000, 4.600, 2.000 e 1.600 m³/feddans (23.810, 10.950, 4.760, 3.810 m³/ha, respectivamente).

Irrigação e drenagem

Água diretamente do rio Nilo abastece o setor sul daquela área (Zawia), através de quatro canais zonais, de onde é recalçada ao sistema de canais secundários, terciários e regadeiros, para servir 1.300 feddans (546 ha)³ por zona; a água usada tem 0,36 g/l de sal (0,57 mmho/cm).

No setor norte (Mansour), a água de irrigação é de qualidade inferior - 1,3 g/l (2 mmh/cm) - e procede da estação de bombeamento Hamul, onde se realiza a mistura de água do rio Nilo com água da drenagem.

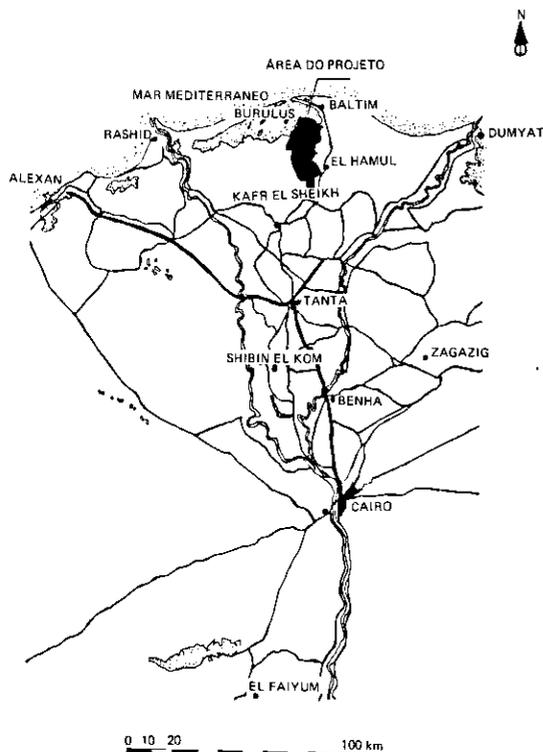


FIG. 1. Localização da área de estudo.

O sistema de drenagem atual consta de drenos coletores de 3 a 4 m de profundidade, afastados cerca de 2 km entre si, e que descarregam nos principais "Moheet", no Setor Sul (Zawia) e o "Bahrawi", no setor norte (Mansour). Ambos os drenos principais têm uma estação de bombeamento para descarregar as suas águas por sobre o dique de proteção ao lago Burulus. A capacidade total de bombeamento é de 7 mm/dia. Complementa o sistema uma rede de drenos secundários, terciários e de quarta ordem, todos estes de 1,5 m de profundidade e finalmente os drenos parcelares (abertos), de menos de 0,5 a 1 m de profundidade e afastados 25 m um do outro.

MATERIAL E MÉTODOS

Critério para a escolha das áreas

Consideram-se principalmente os seguintes aspectos:

1. As áreas devem ser representativas das diferentes classes de solo.
2. Deve-se dispor de fonte de água e da infra-estrutura necessária para tornar possível a inundação do campo.
3. O acesso às áreas não deve apresentar dificuldades.

Procedimento

Os testes foram realizados em cinco lugares diferentes, cobrindo quatro diferentes tipos de solo. Em cada lugar trabalham-se três "tarbias" (parcelas de 25 m x 130 m cada). Todas as observações, medidas, amostragens etc., devem ser realizadas na parcela do meio, sendo a função das outras duas (exteriores) evitar os efeitos laterais.

Previamente realizaram-se amostragens de solo e testes para a caracterização físico-química dos solos. Os parâmetros determinados foram: condutividade elétrica, pH, infiltração, condutividade hidráulica e profundidade do lençol (alguns parâmetros se apresentam na Tabela 1). Baterias de piezômetros foram instaladas para acompanhar o movimento da água no perfil. Algumas estacas graduadas foram também colocadas para controle das variações da camada de água acima da superfície durante a execução dos testes de lavagem.

As "tarbias" foram inundadas com uma camada de água entre 50 e 150 mm e, em todas elas, os volumes de água aplicados foram medidos usando-se medidores "parshall".

Periodicamente coletaram-se amostras de solo dos mesmos lugares (9-18 pontos) e das mesmas profundidades (0-25, 25-50 e 50-75 cm) para análise química. Mediu-se também a CE da água na superfície do terreno e as variações da lâmina de água aplicada.

1 feddan = 0,42 ha
1 ha = 2,38 feddans

As determinações da condutividade elétrica das amostras de solo foram realizadas numa solução 1:2,5 em peso (solo:água i.e., $CE_{2,5}$). A equação de correlação entre CE_e e $CE_{2,5}$ achada para este caso, foi $CE_e = 2,5 CE_{2,5}$ (CE_e = condutividade elétrica do estrato de saturação).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Eficiência da lavagem

A lâmina de água efetiva de lavagem, água de percolação obtida por simples balanço de águas e conferido em testes de infiltração, variou de 1,5 a 2 mm/dia. Da água aplicada (ao redor de 200 mm), 50% perdeu-se através das fendas, no solo argiloso enxuto. Cerca de 30% perdeu-se por evaporação, no período de cerca de 15 dias que a água demorou a se infiltrar, ficando a lâmina de

água sobre o solo. Assumindo-se que 5% são perdas por escoamento superficial, a eficiência de uso da água na lavagem foi de 15%. A Tabela 2 oferece informação referente à aplicação d'água nos testes.

Curvas de lavagem

As curvas de lavagem são relações empíricas entre a redução (ou queda) da salinidade do solo, CE , por efeito da lavagem e a quantidade efetiva de água de lavagem, D_w , se infiltrando no solo. As curvas são da forma logarítmica, com tendência assintótica a um valor mínimo residual, CE_r . Este valor indica o nível de equilíbrio de sais no solo a ser atingido nas condições atuais (Boumans & Hulsbos 1963) e depende principalmente da qualidade da água usada na lavagem (água de irrigação).

Os valores de CE_r (adotados) aceitos são de 1 e 2 mmho/cm, respectivamente, para os setores sul

TABELA 1. Testes de lavagem: Parâmetros gerais.

Campo	Classe solo	K m/d	Prof. lençol m	Constantes infilt.		Infilt. básica mm/d
				a	b	
1	I 3	2,53	0,55	6,2	0,13	2,2
2	II 3	1,2	0,65			
3	I 2	2,8	0,80	0,9	0,23	1,8
4	V II	0,12	1,80	1,0	0,17	0,85
5	I 2	1,62	0,94			

Solos

Descrição

- I 2 Perfil argiloso com camada de boa permeabilidade à profundidade entre 1 m a 2 m.
 I 3 Perfil argiloso com camada de boa permeabilidade à profundidade maior que 1,5 m.
 II 3 Perfil argiloso com camada de permeabilidade média à profundidade maior que 1,5 m.
 V II Perfil inteiramente argiloso.

TABELA 2. Inundação dos campos

Campo	Data de inundação	Água aplicada mm	Lâmina de água na superfícies mm	Taxa de infiltração mm/d	Nº dias em estado submerso
1	16/10	202	80	2,0	11
2	16/10	196	60	1,6	11
3	04/11	240	n.m.	2,0	7
4	23/11	273	150	1,5	6
5	26/02	140	0	2,0	2

n.m. = não medido.

e norte, em decorrência da qualidade da água de irrigação disponível.

As variáveis CE e Dw são combinadas, de forma a produzir parâmetros adimensionais, relativos à condição inicial de salinidade e espessura da camada de solo lavada, com a finalidade de obter relações independentes dos níveis iniciais de salinidade do solo. Os valores de salinidade são ainda corrigidos pelo fator CER acima referido.

Tem-se, então, a relação, no eixo das ordenadas:

$$y = \frac{CEd - CER}{CEa - CER} \dots \dots \dots \text{(Eq. 1)}$$

e no eixo das abcissas:

$$x = Dw/Ds \dots \dots \dots \text{(Eq. 2)}$$

onde:

CEd = condutividade elétrica depois da lavagem, mmho/cm

CEa = condutividade elétrica antes da lavagem, mmho/cm

Dw = lâmina de água de lavagem (percolação), mm

Ds = espessura da camada de solo, mm.

A Tabela 3 refere-se aos valores processados de CE, y e x para camadas de solo de 0-25 e 0-50 cm, para cada data dos diferentes testes. Indica-se, ademais, o tipo de solo, a percolação e o CER correspondente, assim como a data de inundação do campo para efeito de lavagem.

O gráfico de y vs. x, mostrado nas Fig. 2 e 3, constituem as curvas empíricas adimensionais de lavagem, para os setores norte (Masour) e sul (Zawia), respectivamente.

A dispersão de pontos observada deve-se principalmente à representatividade das amostragens, em matéria de número de pontos amostrados, mas não desmerece a tendência geral das curvas.

Com a finalidade de dar expressão matemática às curvas de lavagem, recorre-se ao gráfico de x vs. 1/y em papel semi-log, com a variável 1/y na escala logarítmica. O resultados são linhas retas (Fig. 4), onde se obtêm relações do tipo:

$$x = Dw/Ds = C' \log 1/y \dots \dots \dots \text{(Eq. 3)},$$

onde C', coeficiente de lavagem (declividade das retas), foi obtido para os testes 1, 2, 3, 4 e 5. Para a lavagem da camada de 0-25 cm, obteve-se 1,4; 0,91; 1,03; 0,39; 0,96; e para a lavagem da camada de 0-50 cm, os valores foram 0,66; 0,60; 0,63; 0,33; 0,43.

A equação de lavagem foi também obtida por regressão e é expressa da seguinte forma:

$$x = Dw/Ds = 3,32 C \log 1/y \dots \dots \dots \text{(Eq. 4)},$$

onde C é a lâmina de água por unidade de profundidade de solo (Dw/Ds), requerida para reduzir a CE corrigida do solo a 50% do seu valor inicial.

Os valores de C variam, então, de 0,10 a 0,42, o que significa que as necessidades de água de lavagem, no caso de C máximo é 4 vezes a água requerida para o caso de C mínimo.

A equação de lavagem encontrada, expressa de forma completa, é:

$$\frac{Dw}{Ds} = 3,32 C \log \frac{CEd - CER}{CEa - CER} \dots \dots \dots \text{(Eq. 5)},$$

a qual aproxima-se da expressão para o modelo de lavagem de sais do tipo "reservatório simples", com mistura completa, deduzido analiticamente por Molen (1973). A expressão é:

$$C = Ci + (Co - Ci) e^{-t/T} \dots \dots \dots \text{(Eq. 6)}$$

ou

$$\frac{t}{T} = \ln \frac{Co - Ci}{C - Ci} \dots \dots \dots \text{(Eq. 7)}$$

ou

$$\frac{T}{t} = K \log \frac{C - Ci}{Co - Ci} \dots \dots \dots \text{(Eq. 8)},$$

onde:

$$T = V/Q = \frac{\text{volume do sistema}}{\text{fluxo através do sistema}} = \text{tempo de residência}$$

t = variável tempo

Co = concentração salina do solo antes da lavagem

C = concentração salina do solo depois da lavagem

Ci = concentração salina da água de irrigação usada para lavagem.

Comparando a Eq. 5 (empírica) com a Eq. 8 (analítica), observa-se a relação de proporcionalidade entre Dw/Ds e T/t e também a correspondência entre o valor de CER e Ci.

TABELA 3. Resultados da lavagem de solos - Kafr el Sheikh Egito.

Test. nº	Classe solo	Perc. mm/d	CEr mmho/cm	Valores de EC 2,5 nas diferentes datas										Data inund.																																										
				15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	13/11	13/11	01/12	24/12	08/12		22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02																
1	I 2	2,0	2,0	CE 0-25	15/10	18,80	15,80	17,30	13,70	16/10	18,80	15,80	17,30	13,70	13/11	13,11	01/12	17,30	13,70	24/12	13/11	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02					
				CE 0-50	26,80	18,80	15,80	17,30	13,70	27/10	18,80	15,80	17,30	13,70	27/10	18,80	15,80	17,30	13,70	13/11	13/11	01/12	24/12	13/11	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02		
				Y 0-25	26,90	19,30	18,30	17,50	13,60	27/10	19,30	18,30	17,50	13,60	27/10	19,30	18,30	17,50	13,60	13/11	13/11	01/12	24/12	13/11	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02		
				X 0-25	1,00	0,68	0,56	0,62	0,47	27/10	0,68	0,56	0,62	0,47	27/10	0,68	0,56	0,62	0,47	13/11	0,62	0,47	24/12	13/11	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02		
				X 0-50	-	0,08	0,22	0,37	0,55	27/10	0,08	0,22	0,37	0,55	27/10	0,08	0,22	0,37	0,55	13/11	0,22	0,47	24/12	13/11	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02		
2	II 3	1,6	2,0	CE 0-25	15/10	27/10	13/11	01/12	24/12	13/11	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02
				CE 0-50	35,50	27,40	28,80	16,10	15,20	27/10	35,50	27,40	28,80	16,10	15,20	27/10	35,50	27,40	28,80	16,10	15,20	24/12	13/11	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02			
				Y 0-25	32,60	25,90	27,60	17,20	14,90	27/10	32,60	25,90	27,60	17,20	14,90	27/10	32,60	25,90	27,60	17,20	14,90	24/12	13/11	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02			
				X 0-25	1,00	0,76	0,80	0,42	0,39	27/10	1,00	0,76	0,80	0,42	0,39	27/10	1,00	0,76	0,80	0,42	0,39	24/12	13/11	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02			
				X 0-50	-	0,08	0,18	0,29	0,44	27/10	0,08	0,18	0,29	0,44	27/10	0,08	0,18	0,29	0,44	13/11	0,29	0,44	24/12	13/11	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02		
3	I 2	2,0	2,0	CE 0-25	26/10	12/11	16/11	30/11	08/12	16/11	16/11	30/11	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	
				CE 0-50	16,10	9,30	10,90	9,30	7,40	12/11	16,10	9,30	10,90	9,30	7,40	12/11	16,10	9,30	10,90	9,30	7,40	24/12	13/11	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02			
				Y 0-25	16,30	11,90	12,10	11,30	7,90	12/11	16,30	11,90	12,10	11,30	7,90	12/11	16,30	11,90	12,10	11,30	7,90	24/12	13/11	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02			
				X 0-25	1,00	0,52	0,63	0,52	0,38	12/11	1,00	0,52	0,63	0,52	0,38	12/11	1,00	0,52	0,63	0,52	0,38	24/12	13/11	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02			
				X 0-50	-	0,06	0,10	0,21	0,28	12/11	0,06	0,10	0,21	0,28	12/11	0,06	0,10	0,21	0,28	12/11	0,06	0,10	24/12	13/11	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02		
4	V II	1,5	1,0	CE 0-25	23/11	07/12	15/12	22/12	30/12	15/12	15/12	22/12	30/12	07/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02			
				CE 0-50	22,50	14,50	9,50	10,10	9,60	07/12	22,50	14,50	9,50	10,10	9,60	07/12	22,50	14,50	9,50	10,10	9,60	24/12	13/11	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02			
				Y 0-25	25,50	18,60	15,90	16,10	12,00	07/12	25,50	18,60	15,90	16,10	12,00	07/12	25,50	18,60	15,90	16,10	12,00	24/12	13/11	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02			
				X 0-25	1,00	0,63	0,40	0,42	0,40	07/12	1,00	0,63	0,40	0,42	0,40	07/12	1,00	0,63	0,40	0,42	0,40	24/12	13/11	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02			
				Y 0-50	-	0,04	0,09	0,13	0,18	07/12	0,04	0,09	0,13	0,18	0,18	07/12	0,04	0,09	0,13	0,18	0,18	24/12	13/11	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02			
5	I 2	2,0	1,0	CE 0-25	23/11	07/12	15/12	22/12	30/12	15/12	15/12	22/12	30/12	07/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02	15/10	26/10	13/11	01/12	24/12	08/12	22/12	06/01	14/01	20/01	07/01	30/01	22/02	09/03	02/03	25/02																			

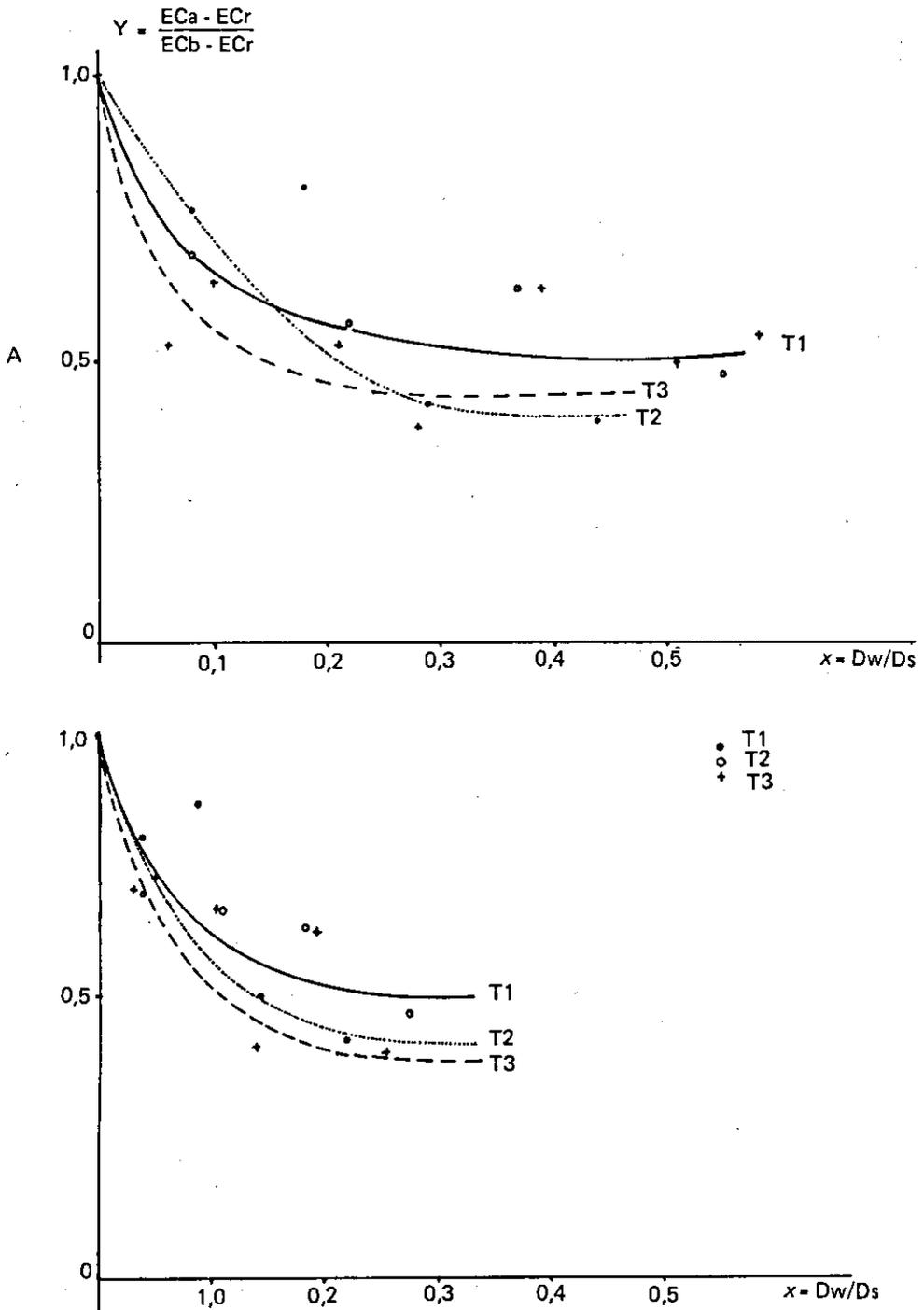


FIG. 2. Curvas empíricas de lavagem para Setor Norte (Mansour).

A - profundidade do solo - 0 - 25

B - profundidade do solo - 0 - 50

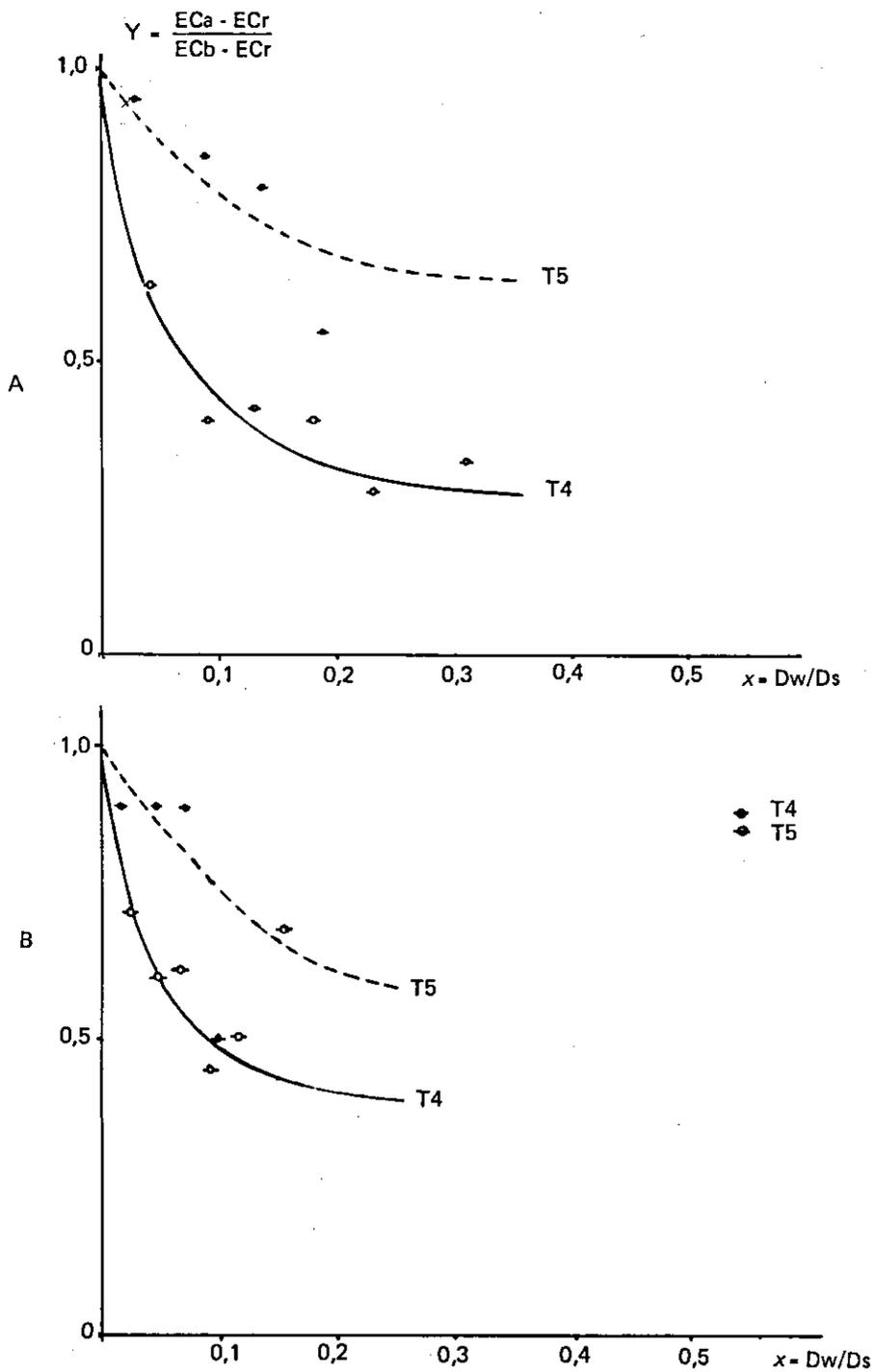


FIG. 3. Curvas empíricas de lavagem para Setor Sul (Zawia)
 A - profundidade do solo - 0 - 25
 B - profundidade do solo - 0 - 50

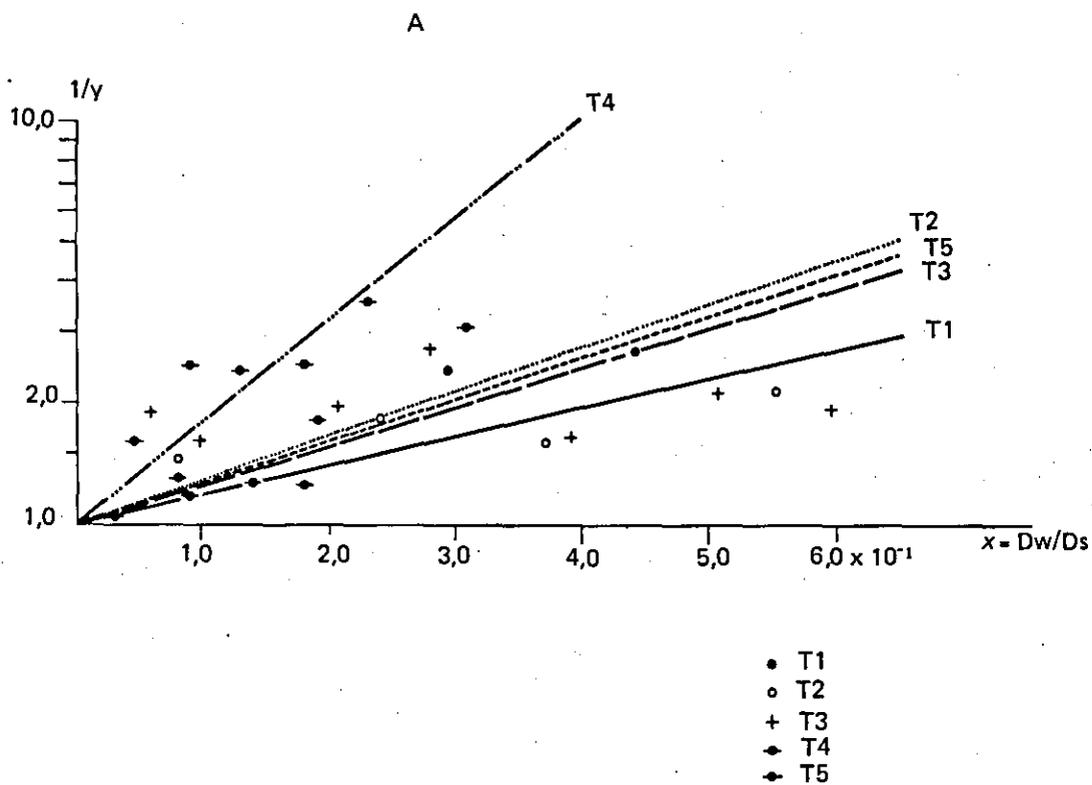


FIG. 4. Expressão linear das curvas empíricas de lavagem para Mansour e Zawia
 A - profundidade de solo 0 - 50
 B - profundidade de solo 0 - 25

CONCLUSÕES

1. Independentemente dos volumes de água aplicados e das lâminas remanescentes na superfície (Tabela 2), a taxa de percolação efetiva só variou entre 1,5 e 2 mm/d. Apesar da pouca variação, distingue-se a influência de camadas relativamente permeáveis no perfil (menores valores de percolação efetiva nas classes de solo II 3 e IV, campos 2 e 4, respectivamente).

2. As curvas empíricas de lavagem (Fig. 2) fazem-se assintóticas ao eixo das abscissas para valores de D_w/D_s de, aproximadamente 0,2, o que indica que a lâmina de água efetiva na lavagem da camada superior (25 cm) é de 50 mm, a percolar em 25 dias (2 mm/dia).

3. Com a sobreposição das Fig. 2 e 3, observa-se que a lavagem foi visivelmente mais efetiva no campo 4, onde se obteve uma dessalinização até um nível de 50% dos teores iniciais com lâminas de 25 e 50 mm de água para as camadas de 0 a 25 cm e 0 a 50 cm respectivamente, isto é, $D_w/D_s = 0,1$. Este nível de dessalinização para os campos 1 e 5 (curvas T1 e T5) obteve-se só com $D_w/D_s = 0,3$, ou seja, com lâmina de água três vezes maior. O padrão de dessalinização para a camada de 0 a 50 cm foi similar nos campos 2, 3 e 4.

4. Conseqüentemente com o observado em 3, os maiores coeficientes de lavagem obtidos foram para os testes 1 e 5 e o menor foi para o teste 4.

5. Considerado um coeficiente de lavagem médio de $C = 0,3$, a lavagem de uma camada de solo de 50 cm de um valor inicial de 25 mmho/cm a um valor de 8 mmho/cm, se $C_{Er} = 2$ mmho/cm, precisa de uma lâmina de $D_w = 290$ mm de água (calculada com a Eq. 5: $D_w = 500 \times 3,32 \times 0,3$

$\log \frac{25 - 2}{8 - 2}$), ou seja, 145 dias com a percolação efetiva constante de 2 mm/d.

6. As funções (equações) obtidas permitirão o cálculo de requerimentos futuros de lavagem e o planejamento de um programa de recuperação de solos, para o qual recomendam-se valores de C superiores à média (ex: $C = 0,3$).

REFERÊNCIAS

- BOUMANS, J.H. & HULSBOS, W.C. Reclamation of salt affected soils in Iraq. Wageningen, Holland, ILRI, 1963. (ILRI Publication, 11).
- MOLEN, W.H. van der. Salt balance and leaching requirement. In: DRAINAGE principles and applications. Wageningen, Holland, ILRI, 1973. v. 2, p.60-100, (ILRI Publication, 16).