

Controlo da salinidade do solo com recurso à sementeira directa

Control of the soil salinity by using direct drilling

J. P. Mendes¹ & M.C. Carvalho²

RESUMO

A introdução do regadio utilizando água com teores moderados de sais, em zonas de clima semi-árido e em solos com má drenagem interna, conduz, a prazo, ao inevitável aumento da salinidade do solo e, provavelmente, ao risco de alcalização do mesmo. A maior parte das áreas de regadio, a beneficiar com as águas provenientes do Alqueva, enquadram-se nesta circunstância.

No presente estudo, pretende-se averiguar se, o aumento da infiltrabilidade do solo e a redução da evaporação directa, conseguida com uma elevada quantidade de resíduos à superfície do solo provenientes de uma cultura de cobertura seguida de sementeira directa, possibilitam uma menor acumulação dos sais durante o Verão e uma maior lavagem, dos mesmos, durante o Inverno.

Para testar a sementeira directa com cultura de cobertura, como tecnologia para o controlo da salinidade, a longo prazo, em clima semi-árido e solos mal drenados, instalou-se um ensaio no Alto Alentejo no perímetro de rega do Caia, em Luvissolos Cálcicos (classificação FAO). O ensaio decorreu debaixo de uma rampa rotativa e tem como trata-

mentos principais dois sistemas de preparação do solo: sementeira directa sobre cultura de cobertura (SD); sistema convencional (SC), subdividido em dois níveis de salinidade da água (0,7 dS m⁻¹ e 2 dS m⁻¹) e em dois regimes hídricos (100% e 70% da ET_c do SC). O regime hídrico mais baixo foi obtido por redução do diâmetro dos bicos dos aspersores numa coroa circular da rampa rotativa e as diferentes qualidades da água foram obtidas por aplicação de cloreto de sódio e de sulfato de magnésio à superfície do solo como se se tratasse de um fertilizante de cobertura, sólido.

Ao fim do segundo ano de ensaio, os valores de salinidade da solução do solo (1:2 em peso) nos primeiros 0,20 m são inferiores na sementeira directa (0,63 dS m⁻¹ para a SD e 0,75 dS m⁻¹ para o SC) e as diferenças são mais acentuadas no regime hídrico mais elevado.

Os valores mais baixos de condutividade eléctrica da solução do solo ao fim de dois anos são indicadores, de que, a sementeira directa, em conjunto com uma cultura de cobertura, poderá ser uma ferramenta útil na prática de uma agricultura de regadio sustentável, em clima semi-árido e em solos de

¹ Escola Superior Agrária de Elvas. Apartado 254 7350-903 Elvas, e-mail: ipm@esaelvas.pt;

² Departamento de Fitotecnia, Universidade de Évora. Largo dos Colegiais 2-7000 Évora, e-mail: mjc@uevora.pt

baixa condutividade hidráulica, mesmo utilizando águas de rega com condutividade eléctrica (CE) moderada.

ABSTRACT

The use of water with moderated salt content for irrigation under semi-arid conditions, especially on soils with low saturated hydraulic conductivity, can lead to an increase of the salt content of the soil and even to an increase of exchangeable Na. This is a possible scenario in the Alqueva irrigation program in the South of Portugal.

The present study aims to evaluate the potential of direct drilling and soil mulching as a way to improve infiltration and reduce evaporation, in order to reduce salt accumulation during the summer and to improve leaching during the winter.

The trial has been carried out on a Calcic Luvisols (FAO classification) under centre pivot irrigation. There were used two soil tillage treatments (direct drilling and traditional – chisel plow plus two disc arrows), two levels of water salinity (0.7 dS m^{-1} and 2 dS m^{-1}) and two water regimes (100% and 70% of Etc). The experimental design is a split plot, with tillage as the reference treatment.

After the second year the salinity in the top 0.20 m of the soil is lower under direct drilling (0.63 dS m^{-1}) than under traditional tillage system (0.75 dS m^{-1}). The differences between tillage treatments are more evident for the higher water regime.

The lowest values of electric conductivity in soil solution at the end of two years, indicate that direct drilling together with cover crop, can be a useful tool in irrigation under semi-arid conditions, in soils with low values of hydraulic conductivity, even when using water with moderated electrical conductivity (EC).

INTRODUÇÃO

A introdução do regadio utilizando água com teores moderados de sais, em zonas de clima semi-árido e em solos com má drenagem interna, conduz, a prazo, ao inevitável aumento da salinidade do solo e, provavelmente ao risco de alcalização do mesmo. A área de regadio a beneficiar com água proveniente de Alqueva (110 000 ha, enquadrada numa zona semi-árida e em que, segundo Sequeira *et al* (1995) mais de 60% dos solos apresentam um risco médio a elevado de salinização e alcalização, dada a baixa condutividade hidráulica e a previsível baixa qualidade da água. Um estudo realizado no Perímetro de rega do Caia por Nunes *et al* (2005) mostra que 40,3% dos solos deste Perímetro apresentam elevados riscos de desertificação a longo prazo devido aos reduzidos teores de matéria orgânica e ao incremento de salinidade.

Com o presente estudo pretende-se avaliar o contributo da sementeira directa (SD) e de culturas de cobertura (CC) durante o Inverno na mitigação do referido problema. O aumento da estabilidade estrutural do solo e a redução da evaporação directa que ambos permitem, poderão possibilitar uma menor acumulação de sais no solo durante o Verão e a sua maior lavagem durante o Inverno.

MATERIAL E MÉTODOS

O campo experimental que suportou o ensaio foi instalado no Alto Alentejo, no perímetro de rega do Caia (Herdade da Comenda), em Luvisolos Cálcicos (classificação FAO).

O ensaio ficou localizado numa zona com uma boa uniformidade de solo em termos de declive (1,5% a 2%), textura e espessura do horizonte A (verificada por sondagem).

QUADRO 1 – Dados físicos iniciais do solo. Areia Grossa (AG); Areia Fina (AF); Areia total (AT); Limo (LIM); Argila (ARG), Elementos Grosseiro (EG); Classe Textural (CT); Densidade aparente (Dap)

Horiz.	AG	AF	AT	LIM	ARG	CT	EG	Dap	pF2	pF4
	-----%-----						(%w/w)		% v/v	
A	32,5	36,2	68,7	13,2	18,1	Franco-arenoso	8,4	1,8	26,8	13,9
B ₁	22,5	26,9	49,4	14,5	36,2	Franco-argiloso	5,6	1,6	36,8	20,6
B ₂	14,2	21,0	35,2	12,4	52,3	Argiloso	19,4	1,4	39,7	22,8
BC	14,4	29,0	43,4	34,6	22,0	Franco-limoso	9,1	1,5	28,8	15,8

Sensivelmente no centro do ensaio procedeu-se à abertura de um perfil, onde se identificaram quatro horizontes distintos (Ap, B₁, B₂ e BC). Em cada horizonte foram reti-

radas amostras de solo não perturbadas (três amostras por horizonte com anéis de 0,05 m de diâmetro e 0,03 m de altura) para a determinação da densidade aparente (Dap).

QUADRO 2 – Dados químicos iniciais do solo: Matéria orgânica, MO (g kg⁻¹); Cátions solúveis (mg/L); cátions de troca (cmol_(c) kg⁻¹); condutividade eléctrica, CE (dS m⁻¹); razão de adsorção de sódio, SAR (meq L⁻¹)^{0,5}; capacidade de troca catiónica, CTC (cmol_(c) kg⁻¹); percentagem de sódio de troca, ESP e ESP* (%) e grau de saturação, V (%)

	Profundidade (m)				
	0 - 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,3	0,3 - 0,5	0,0 - 0,3
MO	15,3	14,7	12,7	7,6	
pH (água)					5,96
pH (KCl)					4,98
Cátions solúveis	Ca	69,5	43,9	48,7	95,2
Cátions solúveis	Mg	8,0	5,6	6,2	8,9
Cátions solúveis	Na	21,7	22,7	23,9	31,1
Cátions solúveis	K	14,6	9,9	9,1	6,0
Cátions de troca	Ca	9,4		10,5	18,2
Cátions de troca	Mg	3,9		4,0	6,0
Cátions de troca	Na	0,3		0,4	0,5
Cátions de troca	K	0,5		0,3	0,3
CE		0,18	0,17	0,15	0,16
SAR		0,86	0,86	0,86	0,86
CTC		24		25	33
ESP		1,3		1,4	1,5
ESP*		2,2		2,3	2,0
V		64		67	83

$$ESP = (Na_{troca}/CTC) \times 100; \quad ESP^* = (Na_{troca}/\sum \text{cátions de troca}) \times 100$$

Em cada horizonte também foram retiradas amostras perturbadas que serviram para a determinação da textura e dos valores de retenção de água no solo. Para a determinação dos lotes texturais recorreu-se à escala de Atterberg e a percentagem relativa de cada lote foi determinada pelo método da pipeta. Os valores de pF apresentados, reportam-se à terra fina e, foram obtidos por uma equação de pedo-transferência apresentada em Yagüe (1998). Os dados físicos do solo estão apresentados no Quadro 1.

Os dados químicos do solo, determinados antes da instalação do ensaio, estão apresentados no Quadro 2. A matéria orgânica foi determinada pelo método de dosagem de carbono total por combustão. A CE (dSm^{-1} a 25°C), os catiões solúveis e a SAR foram determinados no extracto 1:2 (em peso 20g de solo para 40g de água). A capacidade de troca catiónica, CTC, foi determinada pelo método do acetato de amónio.

O ensaio foi instalado debaixo de uma rampa rotativa, numa parcela com uma área de 22 ha, os talhões têm uma área de 33 m² cada (11m x 3m). O esquema geral do ensaio está apresentado na Figura 1.

Os tratamentos principais foram dois sistemas de preparação do solo:

- sementeira directa (SD) de milho efectuada sobre uma cultura de cobertura de aveia (CC), semeada no Outono e morta com herbicida (*glifusato*) antes da sementeira do milho na Primavera. Os resíduos da CC permitiram obter uma cobertura da superfície do solo superior a 90%.
- sistema tradicional (SC) com uma passagem de chisel a 0,20-0,25 m de profundidade, seguida de duas gradagens a que se seguiu a sementeira. Quando o milho se encontrava Joelheiro foi efectuada, nesta modalidade, uma sacha mecânica com abertura de covachos, com o objectivo de reduzir o escoamen-

to superficial.

Os sistemas de preparação do solo foram subdivididos em dois níveis de salinidade da água ($0,7 \text{ dS m}^{-1}$ (S1) e $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ (S2), ambos com uma razão de adsorção de sódio (SAR) de 3 e em dois regimes hídricos (de 100% (RH2) e de 70% (RH1) de água que o gestor da parcela de rega utiliza para o sistema SC).

O regime hídrico mais baixo foi obtido por redução do diâmetro dos bicos dos aspersores da rampa rotativa, de forma a fazer uma coroa circular, e as diferentes qualidades da água foram obtidas por aplicação de sais à superfície do solo como se se tratasse de um fertilizante de cobertura, sólido.

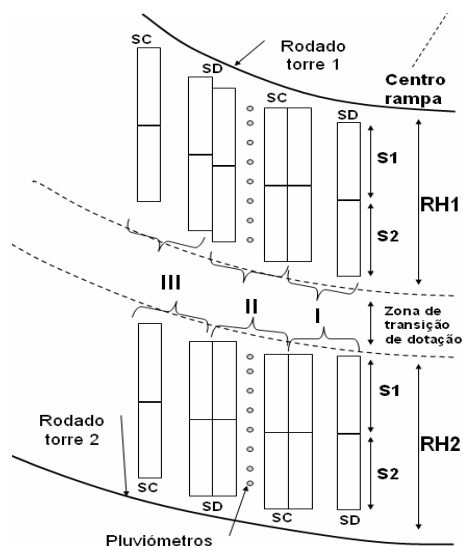


Figura 1 – Esquema geral do ensaio. D1 e D2 correspondem respectivamente às faixas com o nível de dotação 1 e 2. S1 e S2 correspondem respectivamente aos níveis de salinidade 1 e 2. Também está representada a localização dos oito pluviómetros de monitorização de cada nível de dotação

Os sais adicionados directamente ao solo

foram, uma mistura de cloreto de sódio e sulfato de magnésio, de forma a completar a salinidade da água para atingir os valores de condutividade e de SAR acima referidos. O sulfato de magnésio foi aplicado sob a forma de fertilizante agrícola (Agrorega MG com 9,7% de Mg), e o cloreto de sódio sob a forma de sal marinho comercial.

O cálculo das quantidades de sais a aplicar foi baseado numa amostra de água de rega (Quadro 3) obtida, no início do ensaio

QUADRO 3 – Resultado da análise da água de rega no início do ensaio. Razão de adsorção de sódio (SAR)

Análise	Unidade	Maior - 2004
pH	Esc. Soren.	7,7
Condutividade	dS.m ⁻¹	328
Cálcio	mg/L Ca	20
Magnésio	mg/L Mg	8
Cloretos	mg/L Cl	32
Bicarbonatos	mg/L HCO ₃	104
Sódio	mg/L Na	18
Nitratos	mg/L NO ₃ ⁻	6,4
SAR		0,86
Dureza	mg/L	83

e num ensaio laboratorial de condutividade eléctrica da água, induzida por diferentes concentrações de sal marinho e sulfato de magnésio (Quadro 4). Com base no Quadro 4, determinaram-se equações de regressão que serviram para estimar a quantidade de sal marinho e, de sulfato de magnésio a adicionar ao solo, de acordo com a quantidade de água de rega aplicada registada nos pluviómetros, de cada regime hídrico, de forma a atingir a CE referida efectuando o somatório da CE natural da água de rega com a condutividade estimada, pela recta de regressão previamente estabelecida para

cada um dos sais. A proporção de cada um dos sais foi determinada de forma a estimar a CE de cada tratamento e, simultaneamente obter um SAR igual a 3. Recorreu-se, para o efeito, à ferramenta de optimização Solver incluída no software Excel. Foram efectuadas mais determinações para o controlo da CE e de catiões da água de rega mas, as oscilações nos valores não foram relevantes, pelo que se manteve a equação de regressão inicial para os dois anos de ensaio. Os sais foram aplicados semanalmente sempre que as regas foram regulares. A quantidade de sais, aplicados à superfície do solo, e o momento da distribuição estão referidos no Quadro 5.

QUADRO 4 – Ensaio de condutividade (CE) com várias concentrações de sal marinho e sulfato de magnésio (Agrorega MG com 9,7% de Mg)

Soluções	Sal Marinho (g/L)	Agrorega (g/L)	CE dS.m ⁻¹
1	0,00	0,00	11,5
2	0,25	0,00	674
3	0,50	0,00	1338
4	0,75	0,00	1970
5	1,00	0,00	2612
6	0,00	0,25	370
7	0,00	0,50	564
8	0,00	0,75	772
9	0,00	1,00	1068
10	0,125	0,125	515
11	0,125	0,250	627
12	0,125	0,375	730
13	0,250	0,125	626
14	0,250	0,250	936
15	0,250	0,375	1083
16	0,375	0,125	1194
17	0,375	0,250	1295
18	0,375	0,375	1393

QUADRO 5 – Datas e quantidades aplicadas de sulfato de magnésio (Agrorega MG com 9,7% de Mg) e de sal marinho nas diferentes modalidades

Data	Sulfato de magnésio (g/m ²)				Sal marinho (g/m ²)			
	D2	D2	D1	D1	D2	D2	D1	D1
	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1
14-06-2004	13,1	0,7	9,1	0,5	9,3	4,2	6,5	3,0
28-06-2004	13,1	0,7	9,1	0,5	9,3	4,2	6,5	3,0
01-07-2004	55,5	5,1	37,5	3,4	18,3	7,8	12,3	5,3
08-07-2004	57,6	5,3	34,7	3,2	19,0	8,1	11,4	4,9
15-07-2004	29,8	2,7	22,8	2,1	9,8	4,2	7,5	3,2
22-07-2004	26,7	2,4	25,3	2,3	8,8	3,8	8,3	3,6
29-07-2004	62,1	5,7	51,6	4,7	20,4	8,8	17,0	7,3
05-08-2004	55,7	5,1	51,8	4,7	18,3	7,9	17,0	7,3
12-08-2004	94,9	8,7	82,9	7,6	31,2	13,4	27,3	11,7
24-08-2004	87,2	8,0	68,2	6,2	28,7	12,3	22,4	9,6
01-09-2004	78,7	7,2	63,4	5,8	25,9	11,1	20,8	9,0
Sub-total	574,3	51,4	456,5	41,0	198,9	86,0	157,2	67,9
25-05-2005	50,1	3,6	33,9	3,1	16,4	7,4	11,1	4,8
01-06-2005	31,5	2,3	26,0	2,4	10,3	4,7	8,5	3,7
07-06-2005	47,5	3,4	38,1	2,8	15,6	7,0	12,5	5,6
13-06-2005	22,7	1,6	16,6	1,2	7,4	3,4	5,4	2,4
21-06-2005	49,7	3,6	35,7	2,6	16,3	7,3	11,7	5,3
29-06-2005	49,4	3,6	28,6	2,1	16,2	7,3	9,4	4,2
05-07-2005	29,9	2,2	19,0	1,4	9,8	4,4	6,2	2,8
14-07-2005	63,4	4,6	52,1	3,8	20,8	9,4	17,1	7,7
20-07-2005	36,5	2,6	25,7	1,9	12,0	5,4	8,4	3,8
29-07-2005	82,0	5,9	55,4	4,0	26,9	12,1	18,2	8,2
04-08-2005	36,1	2,6	26,0	1,9	11,8	5,3	8,5	3,8
11-08-2005	71,7	5,2	58,1	4,2	23,5	10,6	19,0	8,6
18-08-2005	19,5	1,4	15,0	1,1	6,4	2,9	4,9	2,2
Sub-total	590,1	42,8	430,2	32,3	193,4	87,2	141,0	63,2

Para a determinação da condutividade eléctrica recolheram-se amostras de solo, duas vezes por ano, antes da preparação do solo para a sementeira e após a colheita do milho. As referidas amostras foram recolhidas com uma sonda de cana, às profundidades de 0 a 0,10 m, de 0,10 a 0,20 m e de 0,20 a 0,30 m (horizonte A) e de 0,30 a 0,50 m (horizonte B1). Cada amostra foi com-

postas por cinco sub-amostras. A determinação da CE do solo foi efectuada no extracto 1:2, tal como foi anteriormente descrito.

Antes da segunda e antes da terceira campanha de rega foi necessário monitorizar o teor de humidade do solo mas, sem causar uma perturbação adicional no solo, devido à reduzida dimensão dos talhões de

ensaio. Para o efeito recorreu-se às amostras de solo retiradas para a determinação da condutividade eléctrica e, teve-se o cuidado de colocar a amostra em sacos de plástico que foram bem fechados imediatamente após a recolha de cada amostra. Em laboratório procedeu-se à secagem das amostras, em estufa ventilada a 40° C, e à posteriori foram efectuadas as correcções de humidade das amostras de forma a reflectir a secagem a 105°, C utilizando duas amostra compósitas em que se prosseguiu a secagem dos 40° até aos 105° C.

A análise de variância foi efectuada com o programa MSTATC de acordo com o delineamento apresentado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Da análise do Quadro 6, verifica-se que na modalidade SD com CC houve, comparativamente ao SC, uma redução significativa dos teores de humidade do solo, devido, certamente ao facto dos Invernos terem sido secos e a cultura de aveia ter efectuado uma maior extracção de água comparativamente com a extracção efectuada por algumas infestantes dispersas no SC.

A elaboração do balanço hídrico foi efectuada com base numa adaptação do modelo Cropwat disponibilizado pela FAO. A referida adaptação consta de uma aplicação designada ConduzRega e, foi concebida de forma a permitir a entrada dos valores de evapotranspiração de referência diários, e deste modo permitir efectuar o balanço hídrico diário. O coeficiente cultural inicial (Kc inicial) depende essencialmente da frequência de rega, nesta fase, e também da cobertura do solo por resíduos, em que segundo Allen *et al* (1996) a uma cobertura de 90% de resíduos corresponde uma redução da evaporação directa do solo de 45%. Como se

pode observar no Quadro 7 a SD apresenta um valor de Kc mais baixo, devido precisamente à cobertura do solo com resíduos. Estes diferentes valores de Kc conduziram a diferentes superávites hídricos, apesar da SD ter partido de teores de água do solo mais baixos (Quadro 6). Assim a SD no RH1 apresentou um superavit similar ao do SC no RH2 com a vantagem acrescida de ter sido aplicada menos água e portanto menos quantidades de sais.

QUADRO 6 – Teores volumétricos de água no solo determinados após a eliminação da aveia com herbicida, na Primavera, antes da segunda e antes da terceira campanha de rega (respectivamente Primaveras de 2005 e de 2006) (48 medições)

Mobilização	20-04-2005	09-05-2006
	Profundidade (0 - 50 cm)	
	(p<0,05)	(p<0,05)
SD	17,2%	15,3%
SC	21,6%	17,6%

Como se pode observar na Figura 2, não se evidenciam diferenças relevantes entre os diferentes regimes hídricos parecendo, no entanto, existir uma tendência para após as campanhas de rega o regime hídrico 2 apresentar menor salinidade à superfície devido certamente a uma maior lixiviação, apesar deste regime incorporar uma quantidade de sais mais elevada como se verifica no Quadro 5.

Na Figura 3, tal como esperado, a partir da amostragem 1 (valor inicial), em todas as profundidades a modalidade com a água mais salina conduziu a valores de salinidade do solo mais elevados. Após as campanhas de rega (amostragens 2 e 4) o incremento da salinidade é maior nas profundidades 1 e 2 e após a lavagem de Inverno é mais acentuado na profundidade 4.

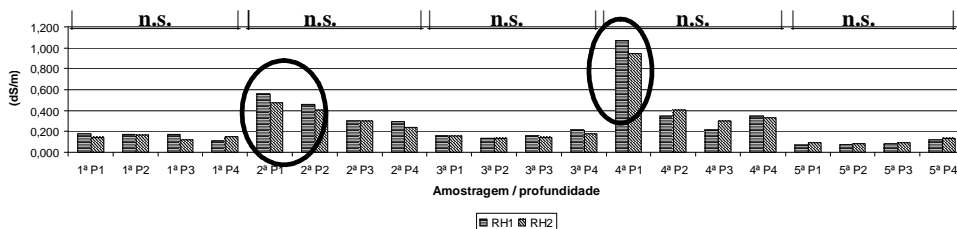


Figura 2 – Influência do regime hídrico na condutividade eléctrica do solo, a diferentes profundidades (P1 a P4), antes da instalação do ensaio (1ª amostragem), após a primeira campanha de rega (2ª), antes da segunda campanha (3ª), após a segunda campanha (4ª) e antes da terceira campanha (5ª) (12 medições)

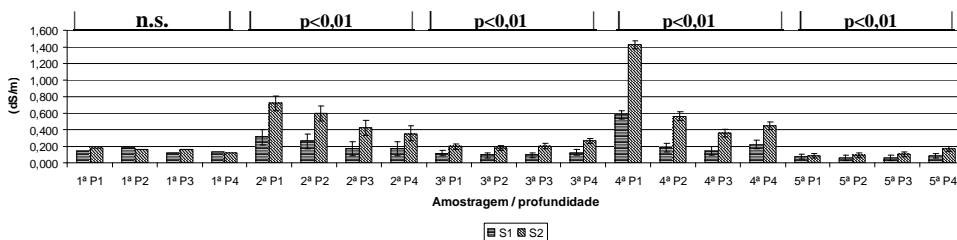


Figura 3 - Influência da salinidade da água na condutividade eléctrica do solo, a diferentes profundidades (P1 a P4), antes da instalação do ensaio (1ª amostragem), após a primeira campanha de rega (2ª), antes da segunda campanha (3ª), após a segunda campanha (4ª) e antes da terceira campanha (5ª) (12 medições)

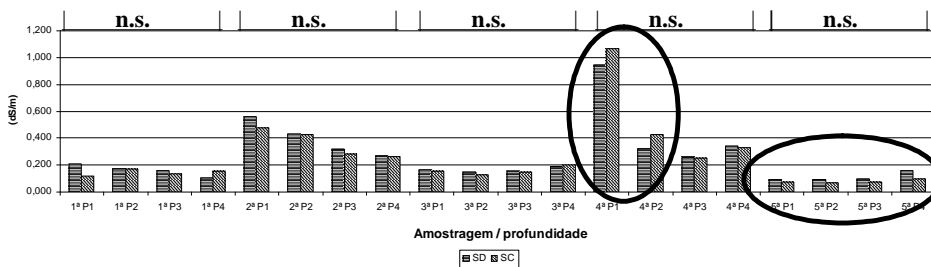


Figura 4 - Influência da mobilização do solo na condutividade eléctrica deste, a diferentes profundidades (P1 a P4), antes da instalação do ensaio (1ª amostragem), após a primeira campanha de rega (2ª), antes da segunda campanha (3ª), após a segunda campanha (4ª) e antes da terceira campanha (5ª) (12 medições)

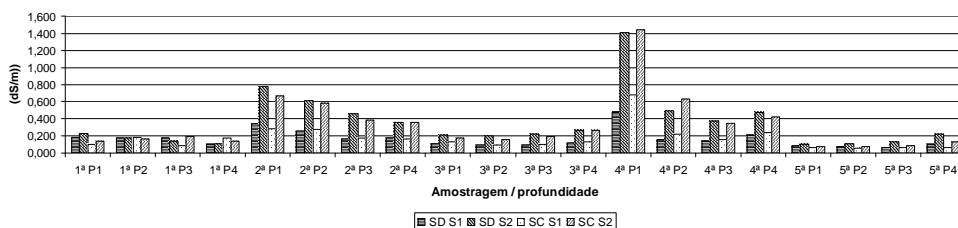


Figura 5 – Interação da mobilização do solo e da salinidade da água na condutividade eléctrica do solo, a diferentes profundidades (P1 a P4), antes da instalação do ensaio (1ª amostragem), após a primeira campanha de rega (2ª), antes da segunda campanha (3ª), após a segunda campanha (4ª) e antes da terceira campanha (5ª) (12 medições)

Na Figura 4, após a segunda campanha de rega (amostragem 4) é observa-se uma menor salinidade do solo na SD, nas profundidades 1 e 2 (0 a 0,20 m) o que se justifica pela menor evaporação directa à superfície do solo, devido à elevada quantidade de resíduos à superfície e à consequente maior quantidade de água disponível para lixiviação (maior superavit hídrico apresentado no Quadro 7), nesta modalidade de mobilização. Do que se observa na Figura 5, não se verifica interacção entre as modalidades de mobilização do solo e o nível de salinidade da água.

CONCLUSÕES

A cultura de cobertura utilizada (Avena sativa L.) que antecedeu a cultura do milho no segundo ano de ensaio (ano de 2005) produziu grande quantidade de resíduos que ficaram à superfície do solo e que contribuíram, deste modo, para uma maior infiltração da água no solo e, em simultâneo, para uma efectiva redução das perdas de água por evaporação directa do solo, o que é bem evidente, na fase inicial da cultura do milho, o que conduziu no final da época a menores teores de sais nos 0,20 m superficiais do solo na modalidade com sementeira directa, verificando-se assim os pressupostos iniciais.

A cultura de cobertura (aveia) que se seguiu (Inverno de 2005-2006) contribuiu, no entanto, para aumentar a salinidade do solo, na modalidade com sementeira directa, em todas as profundidades, devido à capacidade da aveia em extrair água em profundidade, num Inverno em que ocorreu uma pluviosidade bem distribuída mas inferior à média, tendo assim deixado menor quantidade de água disponível para a lixiviação de sais. Estes resultados revelam que, nos anos de menor precipitação, poderá ser recomendado eliminar a cultura de cobertura mais precocemente.

Os valores mais baixos de condutividade eléctrica da solução do solo ao fim de dois anos, apesar das diferenças ainda não serem estatisticamente significativas, são indicadores, de que, a sementeira directa, em conjunto com uma cultura de cobertura, poderá ser uma ferramenta útil na prática de uma agricultura de regadio sustentável, em clima semi-árido e em solos de baixa condutividade hidráulica, mesmo utilizando águas de rega com teores moderados de sais.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi efectuado no âmbito do Projecto POCTI 40761 financiado pela FCT.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. & Smith, M. 1998. *Crop evapotranspiration--guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and Drainage-Paper 56, Rome, Italy.
- Basch, G., Carvalho, M.J. & Marques F. 1996. No-tillage - Its Potential and Adoption in the Alentejo. *Proceedings do Congresso Nacional sobre Agricultura de Conservacion*. Rentabilidad y Medio Ambiente, Córdoba, Espanha.
- Mendes, J.P. 2007. Utilização de um modelo expedito no apoio à condução da rega. *Anexo Em formato digital ao livro de resumos do II Congresso Nacional de Rega e Drenagem*, pp. 96. Fundão.
- Nunes, J.M., Muñoz. A., Coelho, J. P., Dias, S., Garcia, A. & López-Piñeiro, A. 2006 Using a GIS for use and management of an irrigation area in the Spanish-Portuguese border threatened by Desertification. In J.L. Rubio, D.A. Mouat & F. Pedrazzini (eds.) *Desertification in the Mediterranean Region. A Security Issue*. W.G. Kepner, Springer Netherlands.
- Sequeira, E.M., Gomes M.P., Silva, A.S., Silva, J.V., Martins, J.C., Gonçalves, M.C., et al. 1995. *Estudo Integrado de Impacte Ambiental do Empreendimento do Alqueva - Volume VII – Solos*. Portugal.
- Yagüe, J.L., 1998. *Técnicas de Riego*. Mundi-prensa, Madrid, Espanha.