

ABSORÇÃO DE CÁTIOS E PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA POR GENÓTIPOS DE ALGODÃO SOB CONDIÇÕES SALINAS.

Sérgio Oliveira Pinto de Queiroz

Doutorando, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Água e Solos, Campinas, SP, Bolsista CNPq. CEP 13093-970, Cx. Postal 6011, tel.: (19) 788 1029, fax: (19) 788 1010.

E-mail: queiroz@agr.unicamp.br.

Leonardo Theodoro Büll

Faculdade de Ciências Agrônomicas UNESP - Departamento de Recursos Naturais, Fazenda Experimental Lageado, Botucatu, SP. CEP 18603 970, Cx. Postal 237, telefax: (14)6802 7169.

E-mail: bull@fca.unesp.br

1 RESUMO

Este estudo foi conduzido com o objetivo de estudar a tolerância aos sais de cinco cultivares de algodão (*Gossypium hirsutum*, L.): Acala 1, Precoce 1, IAC 19, IAC 20 e Epamig 4, além de avaliar a influência específica do sódio na absorção de cátions nutrientes. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando-se vasos plásticos contendo 8,5 kg de terra, na qual foi aplicado NaCl em quantidades suficientes para elevar o nível de condutividade elétrica de 0 para próximos de 8, 16 e 24 dS . m⁻¹ a 25° C. Todos os vasos receberam aplicações de 150 mg P . kg⁻¹ solo, solução nutritiva contendo 30 mg N e 40 mg K . kg⁻¹ solo e, semanalmente, solução diluída de micronutrientes.

O solo foi avaliado pela Relação de Adsorção de Sódio (RAS) e Relação de Sódio Trocável (RST), através de amostras coletadas dos vasos, ao final do experimento.

Pelos dos resultados constatou-se que a elevação na concentração de sódio na solução no solo, além de reduzir o potencial osmótico da solução do solo, reduziu a absorção de potássio, cálcio e magnésio e a produção de matéria seca por todos os cultivares de algodão.

UNITERMOS: algodão, salinidade, sódio.

QUEIROZ, S.O.P., BÜLL, L.T. CATION ABSORPTION AND DRY MATTER PRODUCTION BY COTTON GENOTYPES UNDER SALINITY CONDITIONS

2 ABSTRACT

This study was carried out in order to evaluate the tolerance to salt by five cultivars of cotton (*Gossypium hirsutum*, L.): Acala 1, Precoce 1, IAC 19, IAC 20 and Epamig 4, besides evaluating the specific influence of sodium for cation absorption. The experiment were installed at greenhouse, in 8.5 kg plastic pots on benches, in which NaCl was applied to promote 8, 16 and 24 dS/m electric conductivity (at 25°C) 150 mg P, 30 mg N. and 4 mg K peer kg soil and, weekly, diluted solution of micronutrients.

The soil was evaluated by the Sodium Adsorption Relation (SAR) and Exchangeable Sodium Relations (ESR), through samples from pots, at the end of the experiment.

From the results, it was possible to conclude that occurred sodium increase in the soil solution and sodium absorption but decrease of potassium, calcium, magnesium and dry matter in all cultivars.

KEYWORDS: cotton, salinity, sodium.

3 INTRODUÇÃO

A salinização dos solos representa um dos mais graves problemas da agricultura mundial, especialmente na agricultura irrigada, por limitar a produção das culturas. Atualmente cerca de 10% das terras de superfície do planeta apresentam problemas de salinização e, da área total irrigada, 25% está seriamente comprometida pelo excesso de sais. A tendência desse fenômeno é agravar-se, atingindo um estágio em que a recuperação de um solo para garantir o sucesso de qualquer cultura, se torna cronológica e economicamente inviável.

Os maiores problemas com sais são freqüentemente encontrados nas regiões áridas e semi-áridas, contudo não são desconhecidas em regiões semi-úmidas, principalmente em bacias férteis de rios.

A região Nordeste do Brasil apresenta grandes extensões de terra comprometidas por sais, especialmente em perímetros irrigados. Nessa região, a cultura do algodão (*Gossypium hirsutum*, L.) tem grande representatividade, tanto do ponto de vista social quanto econômico, em especial em áreas irrigadas da região semi-árida.

A cultura do algodão, apesar de ser considerada tolerante, pode sofrer reduções substanciais em sua produção devido à salinidade do solo, motivando, assim, estudos aprofundados de sua tolerância aos sais.

Constituíram-se em objetivos deste trabalho: avaliar o comportamento de cultivares de algodão à salinidade do solo e estudar a influência específica do sódio na absorção de cátions nutrientes.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em ambiente protegido no Departamento de Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrônomicas/FCA, UNESP, Campus de Botucatu, cujas coordenadas geográficas são 22°58'55" de latitude sul e 48°23'22" de longitude oeste, com altitude aproximada de 775 m. O solo utilizado para este experimento é classificado como um neossolo flúvico (EMBRAPA, 1999).

Inicialmente análises químicas das amostras de solo foram realizadas de acordo com os métodos descritos por Raij & Quaggio (1983) e, após a instalação do experimento, amostras de solo foram coletadas para a estimativa da Relação de Adsorção de Sódio (RAS) e da Relação de Sódio Trocável (RST), através das equações propostas pelo Laboratório de Salinidade dos E.U.A. (U.S.S.L.S., 1954):

$$\text{RAS} = \text{Na} / (\text{Ca} + \text{Mg}/2)^{1/2}$$

Onde: Na, Ca, Mg se referem à concentração dos cátions solúveis, expressa em mmol_c . L⁻¹.

$$\text{RST} = \text{NaX} / (\text{CTC} - \text{NaX})$$

Onde: NaX refere-se ao íon sódio trocável e CTC à capacidade de troca de cátions, ambos expressos em cmol_c .dm⁻³.

Para obter a variação do potencial osmótico da solução do solo, sob diferentes teores de água, foram preparadas amostras de solo para obtenção dos potenciais matriciais entre -0,003 e -0,005 Mpa; teores de água que foram mantidos no solo durante a execução do experimento.

Após período de incubação de 24 horas, as soluções do solo foram extraídas em centrífuga MLW-40, utilizando-se 7.000 rpm por 10 minutos e o potencial osmótico foi calculado pelo método do ponto de congelamento (crioscopia), através da equação:

$$\Psi_{os} = 22,4 \cdot \Delta T / 1,86 \cdot 273 + x / 273$$

Onde:

ψ_{os} = potencial osmótico da solução, atm;

X = temperatura da solução, °C;

ΔT = variação da temperatura (°C), dada pela seguinte equação:

$$\Delta T = \text{PCs} - \text{Pca}$$

Onde:

PCs = ponto de congelamento da solução, °C;

Pca = ponto de congelamento da água, °C.

Como planta teste foram utilizados cinco genótipos de algodão (*Gossypium hirsutum*, L.): Acala 1, Precoce1, IAC-19, IAC-20 e Epamig 4. Os cultivares ACALA 1 e PRECOCE 1 são utilizados na Região Nordeste, os cultivares IAC 19 e IAC 20 em São Paulo e Paraná, enquanto o cultivar EPAMIG 4 é mais cultivado em Minas Gerais. Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial (4 doses de NaCl x 5 cultivares), repetidos quatro vezes, conforme Gomes (1987). Os dados obtidos foram analisados em programa ANOVA- inteiramente casualizado.

O experimento foi instalado sob condições de ambiente protegido, utilizando-se vasos de plástico contendo 8,5 kg de TFSA. Inicialmente NaCl (p.a.) foi aplicado ao solo em quantidades suficientes para elevar a condutividade elétrica de 0 para 8, 16 e 24 dS . m⁻¹ a 25° C (U.S.S.L.S., 1954), em seguida foram aplicados 150 mg . kg de fósforo (P) como termofosfato, mantendo-o em incubação por 10 dias.

O plantio foi realizado, semeando-se 14 sementes por vaso, totalizando 80 vasos e aos 15, 30 e 45 dias após a instalação do experimento, foram realizadas adubações por meio de solução nutritiva, contendo 30 mg . kg de N ((NH₄)₂SO₄) e 40 mg . kg de K (KCl); semanalmente forneceu-se solução diluída de micronutrientes à partir do 15° dia após a implantação do experimento. Quando as plantas estavam com duas folhas verdadeiras foi feito o primeiro desbaste e o segundo quando apresentaram-se quatro folhas verdadeiras, restando quatro e três plantas por vaso, respectivamente.

A partir da curva característica de água do solo, quatro vasos foram utilizados para controle de água através do sistema de pesagens diárias, para manter o solo com umidade em valores próximos à capacidade de campo. Nestes vasos foi plantado o cultivar IAC-20, que recebeu os mesmos cuidados destinados às plantas avaliadas neste experimento.

Após a determinação de produção de matéria seca na parte aérea das plantas foram determinados os teores de potássio, cálcio, magnésio e sódio em extrato obtido por digestão nitroperclórica (Bataglia et al., 1983), em espectrofotômetro de absorção atômica PERKIN-ELMER.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores relativos aos teores solúveis e trocáveis, em função da adição de cloreto de sódio ao solo, apresentam-se nos quadros 1 e 2, respectivamente.

Quadro 1 – Resultados obtidos no extrato de saturação do solo.

Doses de NaCl	CEe dS/m a 25°C	Cátions (mmol _c . L ⁻¹)				PST (%)	R.A.S (mmol _c . L ⁻¹) ^{1/2}
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺		
0	0	2,55	2,30	0,53	1,00	-	0,64
1	7,48	5,52	1,67	0,80	32,17	19,20	16,97
2	16,00	10,70	1,12	1,12	73,04	27,83	27,83
3	23,25	8,46	1,04	1,04	76,96	32,00	33,00

O solo sem aplicação de NaCl, caracteriza-se como um neossolo flúvico, permanecendo como um solo não salino. Por outro lado, a adição de NaCl elevou a condutividade elétrica, a relação de adsorção de sódio (RAS) e a porcentagem de sódio trocável (PST) para o caráter de alcalinidade, caracterizando o solo como salino-sódico. A aplicação do cloreto de sódio elevou a condutividade elétrica para valores acima de 4 dS . m⁻¹ a 25° C e a porcentagem de sódio trocável maior que 15 %.

A utilização das equações de troca catiônica para expressar a relação entre os cátions solúveis e trocáveis em solos da região árida, apresenta dificuldades próprias originada da presença de mesclas de diferentes classes de materiais de troca catiônica, tratando-se especialmente dos cátions Ca, Mg, K e Na. Segundo o Laboratório de Salinidade dos E. U. A. (U.S.S.L.S., 1954), levando-se em conta a influência da concentração catiônica total, obtém-se uma relação linear entre cátions trocáveis monovalentes e divalentes, quando a concentração molar do cátion monovalente solúvel é dividida pela concentração molar do cátion divalente solúvel (RAS).

Com a elevação nas doses de NaCl aplicadas ao solo, pôde-se observar que o sódio tornou-se o elemento predominante na solução do solo. Este fato ficou evidenciado pela elevação nas relações de adsorção de sódio (Quadro 1).

Devido à elevação na concentração de sódio na solução do solo, caracterizada pela condutividade elétrica no extrato de saturação, houve aumento na adsorção de sódio e, apenas na maior dose de sódio aplicada ao solo, houve desorção de cálcio e magnésio (Quadro 2). Assim, a adsorção de sódio parece estar relacionada preferencialmente a um processo de formação de novas cargas negativas que a um processo de troca catiônica. Segundo Kinjo (1980), o valor de adsorção máxima de sódio é menor que a CTC efetiva quando a adsorção de sódio é devida, principalmente, a troca catiônica e é maior quando predomina a formação de cargas novas. Possivelmente esse fenômeno se deva a um aumento de cargas negativas à superfície de óxidos de ferro e alumínio, decorrente da adsorção de íons determinadores de potencial, causada pela elevação de concentração da solução de equilíbrio (Raij, 1973), com o que concordam Jurinak et al. (1984).

A desorção de Ca e Mg apenas sob elevadas concentrações de sódio na solução de equilíbrio, indicam a preferência em relação ao sódio em sistemas Na – (Ca Mg), adicionalmente, o baixo teor de matéria orgânica no solo pode ter contribuído para uma redução na preferência por Ca e Mg no solo, como proposto por Haghnia & Pratt (1988).

Quadro 2 – Análise química das amostras de solo, tratadas com NaCl, coletadas após a fase de incubação.

Doses de NaCl	PST (%)	pH do Solo	CTC (cmol _c . dm ⁻³)*	TFSA (cmol _c . dm ⁻³)				
				Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	(H ⁺ + Al ³⁺)
0	2,3	7,50	4,27	0,10	0,09	2,40	1,20	0,48
1	17	7,26	6,23	0,91	0,08	2,40	1,20	0,64
2	102	7,11	8,73	4,41	0,08	2,40	1,20	0,64
3	138	7,08	9,32	5,30	0,08	2,20	1,10	0,64

*CTC = CTC efetiva + H

Os baixos valores de potássio adsorvido devem-se ao seu fornecimento apenas na forma de solução nutritiva, o que se deu após a coleta das amostras de solo, evitando-se assim um fator adicional à redução do potencial osmótico da solução do solo.

O cultivar IAC 19, sob condições não salinas, apresentou a maior absorção de sódio (Quadro 3), porém diferindo estatisticamente apenas do cultivar EPAMIG-4. O cultivar ACALA 1 apresentou a maior absorção de sódio, quando a condutividade elétrica no extrato de saturação esteve próxima de 16 dS/cm a 25° C, enquanto o cultivar PRECOCE 1 foi o que menos absorveu o elemento. Em média, não houve diferença no comportamento dos cultivares quanto à absorção de sódio.

Nas doses 2 e 3, as plantas apresentaram grande variabilidade na absorção de sódio. Este fenômeno mostra que indivíduos de uma mesma espécie respondem diferentemente aos efeitos da salinidade (Maas & Hoffman, 1977). Plantas tolerantes à salinidade específica normalmente apresentam consideráveis quantidades do elemento sem perda expressiva do rendimento potencial.

Os dados sobre quantidades absorvidas e teor de sódio nos cultivares de algodão avaliados, estão nos quadros 3 e 4. Observou-se que a absorção de sódio elevou-se com a elevação na concentração deste elemento na solução do solo (Quadro 3), o que também foi observado em plantas de algodão por diversos autores (Nieman & Poulsen, 1967; Thomas, 1980; Silberbush & Ben-Asher, 1987).

Quadro 3 – Quantidades de sódio (mg/vaso) absorvidas por cinco cultivares de algodão, sob influência de quatro doses de NaCl.

Doses de NaCl	CULTIVARES					m doses
	Acala 1	Precoce 1	IAC 19	IAC 20	Epamig 4	
0	18,9ABb	22,6ABb	27,0Ab	19,8ABc	11,8Bc	18,8c
1	53,2a	44,5a	50,8a	57,3a	51,9a	51,6a
2	45,1Aa	29,0Bb	39,5ABa	30,9ABb	36,7ABb	36,2b
3	20,8b	23,6b	21,3b	21,1bc	17,4c	20,8c
m cultivar	34,5	30,0	34,6	30,8	29,4	

C.V. – 22,75 %

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 0,05).

Quadro 4 – Teor de sódio (g.kg⁻¹) em cinco cultivares de algodão, sob influência de quatro doses de NaCl.

Doses de NaCl	CULTIVARES					m doses
	Acala 1	Precoce 1	IAC 19	IAC 20	Epamig 4	
0	0,9	1,0	1,0	0,6	0,5	0,8d
1	3,4	3,6	3,0	3,6	3,6	3,40c
2	13,4	12,6	12,8	11,3	11,5	12,3b
3	26,5	19,6	22,2	18,1	23,4	21,9a
m cultivar	11,0	9,2	9,7	8,4	0,97A	

C.V. – 30,11 %

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Tukey 0,05).

Nos quadros 5, 6 e 7, estão as quantidades absorvidas de potássio, cálcio e magnésio pelas plantas de algodão, respectivamente. Observou-se que com a elevação na concentração de sódio na solução de equilíbrio, a absorção de potássio foi reduzida ($r = 0,95$). Reduções na absorção de potássio com a elevação do teor de sódio no solo, foram também observadas em algodão (Thomas, 1980; Silberbush & Ben – Asher, 1987). Para Silberbush & Ben-Asher (1987), o efeito de inibição na absorção de potássio por elevadas concentrações de NaCl no substrato sobre plantas de algodão, ou seja, a interação Na-K na absorção, representa o principal distúrbio promovido pelo sal. Thomas (1980) adverte que um desbalanço catiônico pode ser a causa da redução de tamanho em plantas de algodão, associada à redução nas taxas $K/(Ca + Mg)$.

Sob condições não salinas, o cultivar IAC 19 apresentou a maior absorção de potássio (Quadro 5), estatisticamente diferente do cultivar ACALA-1; enquanto nas doses 2 e 3 não foram obtidas diferenças significativas entre os cultivares. O cultivar IAC 19 apresentou a maior absorção de potássio entre os cultivares avaliados, contudo diferindo estatisticamente apenas do cultivar PRECOCE 1.

Nas doses 2 e 3, evidencia-se inibição competitiva na absorção entre sódio e potássio pelas plantas, em resposta à elevação na concentração de sódio na solução do solo. Nestas condições, a acumulação de sódio na parte aérea das plantas parece ser o mecanismo predominante, levando a tolerância às altas concentrações de NaCl no substrato (Maas & Nieman, 1978).

Quadro 5 – Quantidades de potássio (mg/vaso) absorvidas por cinco cultivares de algodão, sob influência de quatro doses de NaCl.

Doses de NaCl	CULTIVARES					m doses
	Acala 1	Precoce 1	IAC 19	IAC 20	Epamig 4	
0	401,1Ba	414,6ABa	483,5Aa	425,4ABa	418,0ABa	428,7a
1	407,8Aa	293,6Bb	389,4Ab	427,4Aa	350,1ABa	373,7b
2	59,8b	37,7c	51,5c	49,0b	50,8b	49,4c
3	13,7b	21,6c	16,5c	19,6b	10,5b	16,4d
m cultivar	220,6AB	191,4B	235,4A	230,4AB	207,6AB	

C.V. – 18,14 %

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Tukey 0,05).

Com a elevação na concentração de sódio na solução do solo, a absorção de cálcio e magnésio foi reduzida significativamente, todavia a redução na absorção de magnésio tornou-se notória apenas nas doses 2 e 3. Resultados semelhantes quanto à absorção de cálcio e magnésio foram relatados para algodão (Thomas, 1980) e trigo (Françóis et al., 1986).

Quadro 6 – Quantidades de cálcio (mg/vaso) absorvidas por cinco cultivares de algodão, sob influência de quatro doses de NaCl.

Doses de NaCl	CULTIVARES					m doses
	Acala 1	Precoce 1	IAC 19	IAC 20	Epamig 4	
0	254,9	276,8	305,0	286,7	280,0	280,5a
1	244,6	182,3	210,9	216,0	194,4	209,7b
2	50,2	34,0	47,5	40,2	41,8	42,7c
3	11,2	18,4	16,7	15,3	8,7	14,1d
m cultivar	140,2	127,85A	145,0	139,4	131,22	

C.V. – 19,77 %

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Tukey 0,05).

Os cultivares não apresentaram, entre si, diferença significativa quanto à absorção de cálcio com a elevação na concentração de sódio; todavia, os cultivares ACALA 1 e IAC 19 apresentaram, em média, maior absorção de magnésio que o cultivar PRECOCE 1, diferindo estatisticamente,

Ainda na dose 1 de NaCl, os cultivares mantiveram absorção relativamente alta de cálcio e magnésio, refletindo um mecanismo de seletividade na absorção, mecanismo este ativo (Maas & Nieman, 1978).

A elevação na concentração de sódio em solução, nas doses 2 e 3, causaram grande redução na absorção de cálcio e magnésio, fato este que reflete a inibição competitiva entre estes cátions durante a absorção.

Para Khalil et al. (1967), a remoção de nutrientes pelas plantas depende da demanda para o crescimento e funcionamento normal dos sistemas, da competição entre o nutriente necessário e os sais que interferem na absorção, além da quantidade do nutriente disponível na interface radicular. Neste experimento observou-se que a concentração total de cálcio em plantas de algodão (Quadro 6) reduziu-se com o acréscimo na salinidade ($r = 0,97$), fenômeno também observado para algodão por Thomas (1980). Altos conteúdos de nutrientes sob concentrações elevadas de sódio (Dose 1) podem representar redução na seletividade da membrana (Silberbush & Ben - Asher, 1987) que, apesar de resistirem a grandes variações na concentração de sais, toleram limitadas variações nas taxas iônicas, particularmente entre cálcio e cátions monovalentes (Maas & Nieman, 1978).

Com a elevação da concentração de sódio na solução do solo, houve uma significativa redução na produção de matéria seca na parte aérea das plantas de algodão (Quadro 8), o que também foi observado por vários autores em algodão (Thomas & Wiegand, 1970; Thomas, 1980). Em média, o cultivar IAC-19 apresentou o maior peso de matéria seca, no entanto diferindo estatisticamente apenas dos cultivares ACALA 1 e PRECOCE 1, com os menores pesos de matéria seca.

Quadro 7 – Quantidades de magnésio (mg/vaso) absorvidas por cinco cultivares de algodão, sob influência de quatro doses de NaCl.

Doses de NaCl	CULTIVARES					m doses
	Acala 1	Precoce 1	IAC 19	IAC 20	Epamig 4	
0	86,7	73,4	95,6	84,0	90,1	87,2a
1	88,7	68,4	84,6	79,6	79,7	80,2a
2	23,1	14,2	20,8	17,0	20,2	19,1b
3	5,9	7,8	7,2	7,1	4,6	6,5c
m cultivar	51,1A	42,4B	52,0A	46,9AB	48,7AB	

C.V. – 17,82 %

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Tukey 0,05).

Dentre os cultivares, o IAC 19 apresentou a maior produção de matéria seca entre os cultivares avaliados, no entanto diferindo estatisticamente apenas dos cultivares PRECOCE 1 e ACALA 1, que apresentaram as menores produções. Este último também diferiu significativamente dos cultivares EPAMIG 4 e IAC 20. Nas doses 2 e 3 não se observou diferença significativa no comportamento dos cultivares, possivelmente devido às excessivas concentrações de sódio na solução do solo, impedindo a avaliação de resistência à salinidade dentro destas doses, especialmente na dose 3. Para Maas & Hoffman (1977), a tolerância das plantas à salinidade deve ser avaliada com base na redução da produção de uma cultura, para um dado nível de sais na zona radicular, quando comparada à produção sob condições não salinas (100) Quadro 8).

Quadro 8 – Produção de matéria seca de cinco cultivares de algodão (g/vaso), sob influência de quatro doses de NaCl.

Doses de NaCl	CULTIVARES					m doses
	Acala 1	Precoce 1	IAC 19	IAC 20	Epamig 4	
0	20,5Ba(100) 24,2ABa(100)	22,8Ba(100)	27,3Aa(100)	24,2ABa(100)		23,9 ^a
1	16,4Ab(80) 14,5ABb(59)	12,4Bb(54)	16,8Ab(61)	15,9Ab(66)		15,2b ^a
2	3,5c(17) 3,2c(13)	2,4c(10)	3,1c(11)	2,7c(11)		3,0c
3	0,8c(4) * 0,8c(3)	1,4c(6)	1,2c(4)	1,2c(5)		1,1d
m cultivar	10,3B	9,7B	12,1A	11,0AB	10,8AB	

C.V. – 17,82 %

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si (Tukey 0,05).

* Índice comparativo entre doses de NaCl, num mesmo cultivar, referente a redução no peso de matéria seca.

Na dose 1, o cultivar ACALA 1 apresentou a menor redução na produção de matéria seca, seguido pelos cultivares IAC 20, IAC 19, EPAMIG 4 e PRECOCE 1. Na dose 2, o cultivar ACALA 1 apresentou, ainda, a menor redução na produção de matéria seca, seguindo-se os cultivares EPAMIG 4, IAC 19, IAC 20 e PRECOCE 1. Já na dose 3, o cultivar PRECOCE 1 apresentou a menor redução na produção de matéria seca entre os cultivares avaliados, seguido pelos cultivares IAC 20, IAC 19, ACALA 1 e EPAMIG 4.

6 CONCLUSÕES

- a adição do NaCl ao solo, elevou expressivamente a relação de adsorção de sódio, a relação de sódio trocável e a condutividade elétrica da solução do solo;
- a condutividade elétrica caracteriza adequadamente a concentração de sais na solução do solo;
- a elevação da concentração de sódio no solo, resultou na maior absorção do elemento e reduzida absorção de potássio, cálcio e magnésio de todos os cultivares de algodão;
- com a elevação na concentração de sódio na solução do solo, reduziu-se a produção de matéria seca de todos os cultivares de algodão;
- níveis de salinidade do solo a partir de 16 dS/m a 25° C, reduziram significativamente o rendimento biológico dos cultivares de algodão.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATAGLIA, O. C., FURLANI, A. M. C., TEIXEIRA, J. P. F., FURLANI, P. R., GALLO, J. R. Métodos de análise química de plantas. *Bol. Téc. Inst. Agro.* Campinas, n. 78, p. 1-48, 1983. EMBRAPA.
- FRANCOIS, L. E., MAAS, E. V., DONOVAN, R. J., YOUNG, V. L. Effects of salinity on grain yield and quality, vegetative growth, and germination of semi-dwarf and durum wheat. *Agronomy Journal*, v.78, p. 1053-8, 1986.
- GOMES, F. P. *Curso de estatística experimental*. São Paulo, Ed. Nobel, 1987. 467 p.
- HAGHNA, G. H. & PRATT, P. F. Effect of exchangeable magnesium on the accumulation of sodium and potassium in soils. *Soil Science*, v. 145, p. 432-6, 1988.
- HELLEBUST, J. A. Osmoregulation. *Ann. Ver. Plant Physiol.*, v. 27, p. 485-505, 1976.
- JURINAK, J. J., AMRHEIN, C., WAGENET, R. J. Sodic hazard: the effect of SAR and salinity in soil and over burden materials. *Soil Science*, v. 137, p. 152-9, 1984.
- KADDAH, M. T. & GHOWAIL, S. I. Salinity effects on the growth of corn at different stages of development, *Agronomy Journal*, v. 56, p. 214-7, 1964.
- KHALIL, M. A., AMER, F., ELGABALY, M. M. A salinity fertility interaction study of corn and cotton. *Soil Sci. Am. Proc.*, v. 81, p. 683-6, 1967.
- MAAS, E. V. & HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance: current assessment. *J. of the Irrig. And Drain. Div.*, ASCE, v. 103, p. 115-34, 1977.
- MAAS, E. V. & NIEMAN, R. H. *Physiology of plant tolerance to salinity in crop tolerance to sub optimal land conditions*. ASA Special, 32, 1978.
- RAIJ, B. van. Determinação do ponto de carga zero em solos. *Bragantia*, 32: 171-83, 1973.
- RAIJ, B. van & QUAGGIO, J. A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. *Bol. Téc. Inst. Agro.*, Campinas, n. 81, p. 1-31, 1983.
- RICHARDS, L. A. Pressure-membrane apparatus construction and use. *Agr. Engin.*, v. 28, p. 451-4, 1947.

- SILBERBUSH, M. & BEN-ASHER, J. The effects of salinity on parameters of potassium and nitrate uptake of cotton. *Soil Sci. Plant Anal.*, v. 18, p. 65-81, 1987.
- THOMAS, J. R. & WIEGLAND, C. L. Osmotic and matric suction effects on relative turgidity, temperature and growth of cotton leaves. *Soil Sci.*, v. 109, p. 85-92, 1970.
- THOMAS, J. R. Osmotic and specific salt effects on growth of cotton. *Agronomy Journal*, v. 72, p. 407-12, 1980.
- UNITED STATE SALINITY LABORATORY STAFF. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. *U. S. Dep. Agric. Handb.* 60, 1954.