

# Balanço hídrico e da salinidade do solo na bananeira irrigada com água de diferentes salinidades

Ancélio Ricardo de Oliveira Gondim<sup>1\*</sup>, José Francismar de Medeiros<sup>2</sup>, Sérgio Luís Aguilar Levien<sup>2</sup>, Gilcimar Alves do Carmo<sup>3</sup> e Rosemberg Ferreira Senhor<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento Produção vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil.

<sup>3</sup>Escola Agrotécnica Federal de Iguatu, Iguatu, Ceará, Brasil. <sup>4</sup>Conselho de Ensino a Pesquisa e Extensão, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: anceliogondim@hotmail.com

**RESUMO.** O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes níveis de salinidade de água de irrigação no uso consultivo na fase reprodutiva da bananeira e evolução da salinidade do solo. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, totalizando oito tratamentos com quatro repetições por tratamento. Os níveis de salinidade foram obtidos a partir de águas naturais de poços dos aquíferos arenito e calcário e foram misturadas em tanques de alvenaria para a obtenção das concentrações de salinidade desejada. Verificou-se que a área do bulbo com umidade superior a 8% representa aproximadamente 50% do volume do solo. A evapotranspiração da cultura diminuiu com o aumento da salinidade entre os tratamentos, o kc médio no período variou de 1,01 a 1,09 em águas de salinidade extremas. Comparando os perfis da salinidade do solo, verificou-se que a concentração de sais foi superior na camada superficial aos 440 dias após plantio.

**Palavras-chave:** bananicultura, salinização, irrigação.

**ABSTRACT.** Soil water and salinity balance on banana irrigated with water of varied salinity. The objective this work was to evaluate the advisory use of two cultivars banana and the salinity of the soil in different water salinity levels (0.55; 1.70; 2.85; and 4.00 dS m<sup>-1</sup>) during the reproductive phase. The experimental design chosen was randomized complete blocks in subdivided plots, totaling eight treatments with four repetitions per treatment. The salinity levels were obtained from natural waters of wells from sandstone and calcareous aquifers and were mixed in masonry tanks in order to obtain the desired salinity concentrations. It was verified that the area of the bulb with moisture greater than 8% represents approximately 50% of the volume of the soil. The evapotranspiration of the culture decreased with the increase in the salinity among the treatments; the average kc in the period varied from 1.01 to 1.09 in waters of extreme salinity. Comparing the salinity profiles of the soil, it was verified that the concentration of salts was highest on the surface layer at 440 days.

**Key words:** banana culture, salinity, irrigation.

## Introdução

A bananeira é uma das frutíferas que é cultivada em todos os Estados brasileiros, desde a faixa litorânea até os planaltos do interior, embora o seu plantio sofra restrições, em virtude dos fatores climáticos, como temperatura e precipitação. O Brasil é o segundo produtor mundial dessa fruta, numa área aproximada de 508.845 ha e com uma produção estimada de 6.972.408 t ano<sup>-1</sup>, e 96% da produção é destinada ao mercado interno (FAO, 2007).

O Nordeste brasileiro possui condições climáticas tropicais para o desenvolvimento e produção da cultura em quase toda a sua extensão.

Apesar dessas condições favoráveis, a produtividade obtida tem sido aquém do seu potencial, pela não-utilização de tecnologias disponíveis e adequadas para a sua exploração.

A bananicultura é bastante exigente em água, com alto índice de transpiração. A percentagem de água disponível no solo não deve ser inferior a 75%, considerando uma precipitação entre 100 e 180 mm mês<sup>-1</sup>. O crescimento e o rendimento da cultura são afetados inversamente com o déficit hídrico. Souza e Gomes (2008), estudando a utilização de um modelo de balanço hídrico verificou que o valor ideal da capacidade de água disponível no solo para realizar processar as análises de irrigação em função das

variações da ETo, Kc e ETc deve de preferência ser estabelecida na própria região. Segundo Israeli et al. (1986), o coeficiente da cultura (kc) da banana no primeiro ano varia de 0,5 a 1,1, que atinge próximo ao florescimento, e a partir do segundo ano pode atingir a 1,20 no florescimento e amadurecimento do cacho. As bananeiras são sensíveis à salinidade e, para ter bom desenvolvimento vegetativo, requer valores de condutividade elétrica (CE) da água de irrigação não ultrapassando a 1,00 dS m<sup>-1</sup> (Classificação C3). No entanto, o aumento da condutividade para 6,00 dS m<sup>-1</sup> com uma relação de absorção de sódio (RAS) igual a 6,76 (Classificação S1), na cultivar Nanica, ocorreu um decréscimo de 40% na produtividade, além de haver atrasado da emissão do cacho de aproximadamente um mês. Já na presença de maiores concentrações de sódio, RAS igual a 13,2 (Classificação S2), houve um atraso de dois meses na emissão de cachos e um decréscimo de 60% na produtividade (HERNANDEZ ABREU et al., 1986).

A salinidade é uma das formas de estresse ambiental a afetar o desenvolvimento das plantas. O estresse salino inibe o crescimento vegetal por efeito osmótico, restringindo a disponibilidade de água, por toxicidade e/ou desordem nutricional, induzindo às modificações morfológicas, estruturais e metabólicas. O grau em que cada componente do estresse salino influencia o crescimento das plantas é dependente de muitos fatores, destacando-se, dentre eles: espécie vegetal, cultivar, estágio fenológico, composição salina do meio e condições edafoclimáticas (SHANNON; GRIEVE, 1999).

Considerando-se os perigos da salinização em áreas irrigadas no Nordeste, é imprescindível o desenvolvimento de práticas que visem à melhor adaptação das culturas ao estresse salino. Na literatura, é conhecido o fenômeno de *hardening* ou *acclimation* que consiste de pré-tratamento de sementes ou mudas em condições de um determinado fator limitante, de forma que seu metabolismo, em fase posterior, se ajuste às condições do estresse imposto (ANDO; KOBATA, 2001; TAIZ; ZIEGER, 2004). Dependendo de famílias ou de grupos de plantas, a explicação pode estar em alterações na parede e membrana celular, acumulação de íons no vacúolo e síntese de solutos osmoticamente compatíveis no citosol (KOZLOWSKI; PALLARDY, 2002).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes níveis de salinidade de água de irrigação no uso consultivo na fase reprodutiva da cultura da bananeira e evolução da salinidade do solo.

## Material e métodos

O experimento foi desenvolvido na área do parque Zoo-botânico da Universidade Federal Rural do Semi-árido/UFERSA, Mossoró, Estado do Rio Grande do Norte, entre agosto de 2000 e maio de 2001, em uma área que antes era cultivada com bananas irrigadas com água calcária. Segundo a Embrapa (1999), o solo é classificado como ARGISSOLO VERMELHO Amarelo, textura franco-argilo-arenosa. A área apresenta uma topografia plana. Os resultados das análises físico-hídricas foram realizados no laboratório de solos da UFERSA (Tabela 1).

O município de Mossoró está situado na região semi-árida do Nordeste brasileiro, no Estado do Rio Grande do Norte, localizado pelas coordenadas geográficas 5°11' de Latitude sul, 37°20' de Longitude oeste e 18 m de altitude, com uma temperatura média anual em torno de 27,5°C, umidade relativa de 68,9%, nebulosidade média anual é de 4,4 décimos e a precipitação média anual de 673,9 mm. É importante lembrar que 2000 foi um ano atípico em relação às precipitações pluviométricas na região de Mossoró, Estado do Rio Grande do Norte, sendo registrado na estação meteorológica da UFERSA cerca de 869 mm de chuvas naquele ano, conforme a Tabela 2.

**Tabela 1.** Características físico-hídricas do solo da área experimental e dados da curva de retenção.

Camada	Granulometria (g kg <sup>-1</sup> )				Densidade
	Argila	Silte	Areia		
			Fina	Grossa	
0-20	90	240	240	430	1,68
20-40	40	370	370	220	1,67
40-60	120	350	330	200	1,63

Camada	Dados da curva de retenção				
	Tensão (kPa)				
	0	9	50	100	1500
0-20	29,8	15,4	8,6	4,74	3,28
20-40	27,5	15,4	9,7	6,21	4,45
40-60	35,7	18,9	15,9	11,4	7,25

**Tabela 2.** Médias mensais das precipitações pluviométricas, ETO e irrigação aplicada à cultura durante o experimento.

Mês	Chuva	ETO	Irrigação
Janeiro	63	155,34	172,75
Fevereiro	194	137,26	101,25
Março	142	143,40	137,46
Abril	282	116,69	67,79
Maio	66	121,93	126,92
Junho	38	117,95	121,63
Julho	30	124,79	134,79
Agosto	19	156,57	179,83
Setembro	26	168,65	178,08
Outubro	0	204,94	224,17
Novembro	0	183,18	207,83
Dezembro	9	165,47	184,33
Total	869	1796,20	1836,83

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados completos e parcelas subdivididas, em esquema fatorial 4 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos do fatorial consistiram da combinação de quatro tipos de águas (0,55; 1,7; 2,8 e 4,0 dS m<sup>-1</sup>), duas cultivares de bananas (Pacovan e Marmelo). Os níveis de salinidade foram obtidos a partir de águas naturais de poços do arenito e do aquífero calcário. O espaçamento utilizado para a cultura foi 3,0 x 2,0 m e cada parcela continha dez plantas, sendo cinco plantas de Pacovan e cinco de Marmelo. Consideraram-se como parcela útil três plantas centrais de cada subparcela.

O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento com duas linhas laterais por fileiras e quatro gotejadores por planta. As irrigações foram feitas diariamente para proporcionar uma fração de lixiviação em torno de 0,15. As necessidades hídricas da cultura foram determinadas pela metodologia recomendada por Droogers e Allen (2002). Durante o ciclo, foram instaladas baterias de tensiômetros para controlar a umidade do solo nas profundidades de 15, 30 e 45 cm, e que cada bateria foi instalada na terceira planta útil caso tivesse filha, se não, a mais próxima. As leituras foram realizadas pela manhã e à tarde, tomando a média como valor diário do potencial matricial. Para converter os dados de potencial em umidade, utilizou-se a curva de retenção obtida para cada camada de solo (Tabela 1).

Para a caracterização da distribuição da salinidade dentro do bulbo, tomaram-se duas plantas ao acaso e coletaram amostras de solo a cada 30 cm transversalmente e nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm numa largura de 1,8 m, obtendo-se uma amostra composta para cada profundidade e subparcela experimental. As amostras foram coletadas em março e julho/2000 e jan./2001 na região próxima das plantas e dos gotejadores. A salinidade foi medida no extrato aquoso de uma parte de solo em duas de água destilada. Para transformar esta salinidade na medida-padrão (condutividade elétrica do extrato de saturação CEes), em partes de amostras para obter medidas de CE 1:2 e CEes, estabelecendo-se as seguintes equações de calibração:

$$\text{CEes} = 5,81 \text{ CE1:2} + 0,12 \quad (r^2=0,95) \\ (\text{camada de 0-40 cm})$$

$$\text{CEes} = 4,85 \text{ CE1:2} - 0,06 \quad (r^2=0,96) \\ (\text{camada de 40-60 cm})$$

As amostras de solo foram coletadas para determinação da salinidade, nos meses de março e

julho de 2000 e janeiro de 2001. A salinidade foi medida no extrato aquoso de uma parte de solo para duas de água destilada, para transformar esta salinidade na medida-padrão (condutividade elétrica do extrato de saturação), utilizaram equações de calibração obtidas com 10% das amostras.

Para estimar a evapotranspiração da cultura, foi realizado o balanço hídrico na camada de 0-40 cm. Segundo Reichardt et al. (2004), a equação básica que descreve o balanço de água no solo é: em que, ET é a evapotranspiração da cultura em um dado período, P é a precipitação natural efetiva, em mm, considerou-se este valor em: (1)  $ET = P + I \pm R_z \cdot FM + \Delta A \cdot FM$  50%, que é a área do bulbo molhado em relação à área total; I é a lâmina de irrigação em mm; R<sub>z</sub> é a percolação profunda na profundidade z, é chamada de percolação quando é negativa e ascensão capilar quando positiva, em mm, calculou-se usando a equação de Raiaj para o solo não-salino; ΔA é a variação do armazenamento de água do solo na camada de profundidade de 0 a z para os intervalos de tempo considerado no balanço; ΔA = Z(o<sub>i</sub> - o<sub>f</sub>), com o<sub>i</sub> e o<sub>f</sub> a umidade média no início e fim do período na camada de 0-40 cm; e FM é o fator de molhamento.

A condutividade hidráulica do solo saturado foi medida usando o método do poço na ausência do lençol freático (BARRETO FILHO et al., 2003). Para a determinação da condutividade hidráulica do solo, foram sorteados aleatoriamente dois blocos onde foram perfurados dois poços em cada bloco e que estes poços tinham uma profundidade de 0,60 e 1,00 m, com 0,20 e 0,40 m de água e o outro 0,40 e 0,60 m de água respectivamente e depois se calculou o K<sub>s</sub> para a camada 40-60, conforme equação (2). Logo após foi repetida a equação no outro bloco.

$$K_s = \frac{\left[ \ln \left( \frac{H}{r} + \sqrt{\left( \frac{H}{r} \right)^2 - 1} \right) - 1 \right]}{2\pi H^2} \cdot Q \quad (2)$$

$$q = -K_s \cdot \frac{H_1 - H_2}{\Delta Z}$$

K<sub>s</sub> – Condutividade hidráulica da água no solo;  
H<sub>1</sub> e H<sub>2</sub> – O potencial total, na profundidade 30 e 45 cm;

ΔZ – A distância entre os pontos 1 e 2, que foi de 15 cm;

q – Fluxo de água no solo;

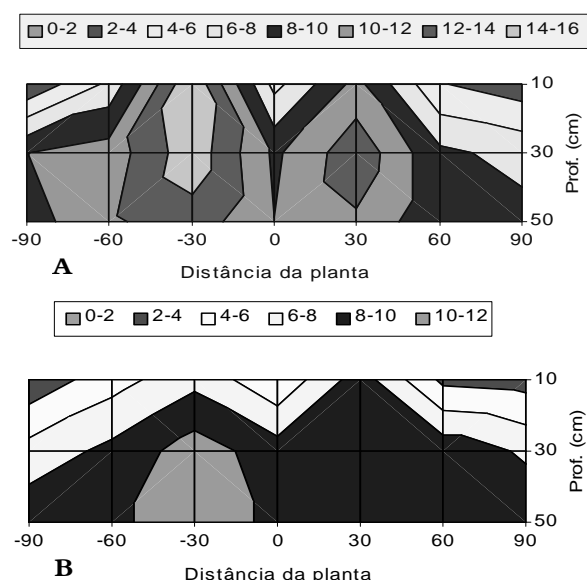
H – altura da lâmina de água no poço, cm;

r – raio do poço, cm;

Q – vazão após a infiltração se estabilizar, cm<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>.

## Resultados e discussão

Referente ao balanço hídrico, pode-se dizer que pelo armazenamento de água no solo ser estimado, a partir de leituras tensiométricas e, dada a peculiaridade da irrigação localizada, cujos bulbos molhados apresentam áreas variáveis com o volume de água aplicado (ELMALOGLU; MALAMOS, 2007) e com a umidade antecedente, foi necessário estimar a área molhada para transformar o volume de água aplicado nas irrigações. Assumindo a isolinha de umidade de 8% (Figura 1), verificou-se que a área do bulbo com umidade superior a 8% representa aproximadamente 50% do volume do solo para as duas parcelas que foram avaliadas.



**Figura 1.** Perfil de umidade do solo com águas de (a) CE = 0,55 e (b) CE = 4,00 dS m<sup>-1</sup> aos 440 dias após o plantio.

Segundo Elmaloglou e Malamos (2007), a área molhada do bulbo cresce com o volume de água aplicado, o que não ocorreu nesse trabalho. Embora o volume do bulbo com umidade superior a 8%, que representa a umidade crítica da cultura, verificou-se que o tratamento de CE = 0,55 dS m<sup>-1</sup> apresentou maior volume de água em relação ao de CE = 4,00 dS m<sup>-1</sup>.

A evapotranspiração da cultura foi estimada para cada parcela pelo balanço hídrico, onde houve uma redução com o aumento da salinidade entre os tratamentos (Tabela 3). Sendo conhecida a evapotranspiração da cultura em toda a fase de seu desenvolvimento, então se pode controlar a salinidade da cultura irrigada. Os valores da irrigação variaram pouco entre os meses (178,1 a 224,2 mm), a precipitação efetiva variou de (0 a 10,6 mm), e a evapotranspiração de referência (165,5 a 205,0 mm). Consideravelmente, a evapotranspiração da cultura variou com valores entre os tratamentos: 165,4 a 191,3 mm, no mês de setembro; 215,8 a 224,0 mm, no mês outubro; 193,1 a 202,9 mm, no mês de novembro; 139,2 a 179,6 mm, no mês de dezembro; 176,7 a 188,6 mm, no mês de janeiro; com tendência de menores valores à medida que a água de irrigação era mais salina, reduzindo, uma média em todo período de 15% o consumo entre a água de CE 1,70 e 4,0 dS m<sup>-1</sup>. Com relação ao kc, observado no período, pode-se dizer que variou de um valor médio de 1,10 a 1,00, respectivamente para as águas menos salinas para as mais salinas. Segundo Shani e Dudley (2001), o aumento da salinidade tende a reduzir a ETc das culturas na proporção que há redução no índice de área foliar.

**Tabela 3.** Componente do balanço hídrico nas cultivares Pacovan e Marmelo entre os meses de set./2000 a jan./2001 ou seja, 380 e 530 dias após o plantio.

Componentes do Balanço (mm)	Tratamento	Meses					Total
		Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	
Irrigação	Todos Trat.	178,1	224,2	207,8	184,3	190,0	984,40
Precipitação efetiva	Todos Trat.	26,4	0,0	0,0	9,3	11,8	65,70
Eto	Todos Trat.	168,7	205,0	183,2	165,5	178,6	901,00
Variação de armazenamento	CE=0,55	6,2	6,7	0,9	-4,8	1,8	10,80
	CE=1,70	4,6	2,8	1,5	-1,6	-1,4	5,90
	CE=2,85	3,9	13,0	-4,4	-7,5	0,9	5,90
	CE=4,00	2,8	4,8	-1,2	-2,1	0,2	4,50
Percolação profunda	CE=0,55	9,1	12,5	10,0	13,6	8,0	53,20
	CE=1,70	1,8	3,0	6,4	6,8	9,3	27,30
	CE=2,85	11,2	21,3	3,1	41,2	17,2	94,00
	CE=4,00	25,9	12,4	13,5	22,6	18,4	92,80
Evapotranspiração da cultura	CE=0,55	185,5	218,4	198,7	169,5	188,6	960,70
	CE=1,70	191,3	224,0	202,9	179,6	184,1	981,90
	CE=2,85	181,2	215,8	200,3	139,2	178,6	915,10
	CE=4,00	165,4	216,6	193,1	163,2	176,7	915,00
Coeficiente da cultura	CE=0,55	1,10	1,07	1,08	1,02	1,06	5,33
	CE=1,70	1,13	1,09	1,11	1,09	1,03	5,45
	CE=2,85	1,07	1,05	1,09	0,84	1,00	5,05
	CE=4,00	0,98	1,06	1,05	0,99	0,99	5,07

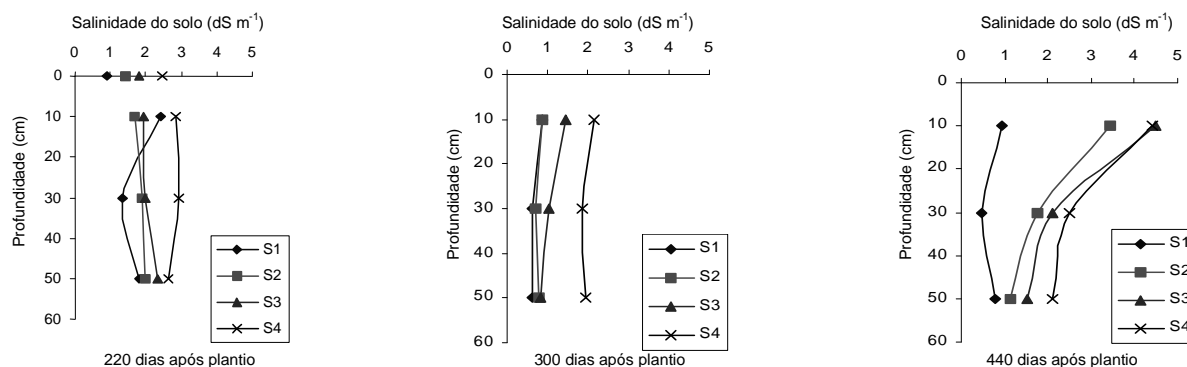


Figura 2. Perfis de salinidade em três datas diferentes para cada nível de salinidade da água de irrigação.

Referente ao balanço de sais, pode-se dizer que ao se irrigar pode ocorrer problema de salinidade, sobretudo, quando os teores de sais na água são muito elevados. Os problemas ocorrem quando o acúmulo de sais solúveis no solo ultrapassa a tolerância da planta ou quando a concentração de sódio aumenta (MEDEIROS et al., 2003). Verifica-se, na Figura 2, a evolução dos perfis de salinidade entre 220 e 440 dias após o plantio, em função da salinidade e profundidade. Observa-se que, aos 220 dias após o plantio, a salinidade é uniforme no perfil exceto para as águas menos salinas, que pode ser pela adubação realizada no primeiro mês antes da coleta de solo. Os valores da salinidade ainda são inferiores ao da água de irrigação para as águas de  $CE = 2,85$  e  $4,0$   $dS\ m^{-1}$ . Enquanto aos 300 dias após o plantio, houve uma diminuição da salinidade ao longo de todo o perfil, tanto em profundidade como na camada superficial. Esta diminuição foi pelo período de chuvas. Porém, aos 440 dias após o plantio, além do aumento da salinidade ao longo de todo o perfil, houve também leve tendência de aumento da salinidade com a profundidade e maior aumento na camada superficial. A relação entre a salinidade do solo em função da salinidade da água após 440 dias do plantio pode ser representada por CEes =  $-0,204X^2 + 1,579X - 0,056$  ( $R^2 = 0,996$ ). A não linearidade, provavelmente é devido à precipitação dos sais de carbonato e sulfato de cálcio, sobretudo para as águas mais salinas, como afirmam Sudduth et al. (2003). Medeiros et al. (2003) verificou relação linear para a água de irrigação com baixa concentração de Ca (Figura 3).

### Conclusão

Verificou-se que a área do bulbo superior a 8% de umidade representa aproximadamente 50% do volume do solo; a evapotranspiração da cultura diminuiu com o aumento da salinidade entre os

tratamentos; comparando os perfis da salinidade do solo, verificou-se que aos 440 dias após o plantio a concentração de sais foi superior na camada superficial.

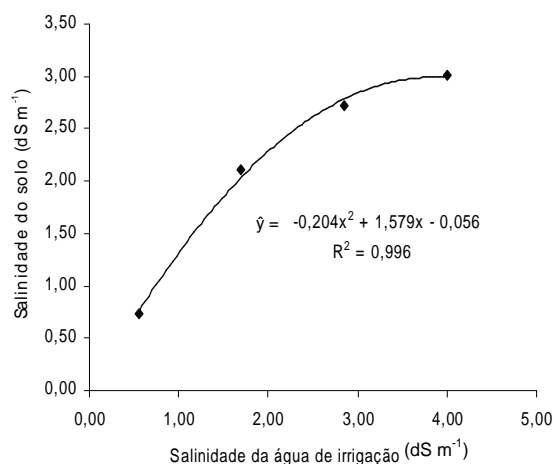


Figura 3. Relação entre a salinidade do solo na camada 0 a 60 cm aos 440 dias após o plantio e a salinidade da água de irrigação.

### Referências

- ANDO, H. H.; KOBATA, T. Effect of seed hardening, wetting and redrying before sowing, on germination and seedling emergence of a Japanese wheat variety in desiccated soil. **Plant Production Science**, v. 4, n. 1, p. 50-55, 2001.
- BARRETO FILHO, F. L.; GUERRA, H. O. C.; GHEYI, H. R. Conductividad hidráulica en un suelo aluvial en respuesta al porcentaje de sodio intercambiable. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 403-407, 2003.
- DROOGERS, P.; ALLEN, R. G. Estimating reference evapotranspiration under inaccurate data conditions. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 16, n. 1, p. 33-45, 2002.
- ELMALOGLU, S. T.; MALAMOS, N. Estimation of width and depth of the wetted soil volume under a surface emitter, considering root water-uptake and evaporation. **Water Resources Management**, v. 21, n. 8, p. 1325-1340, 2007.

- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa-SPI, 1999.
- FAO-Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Production yearbook**. Roma, 2007. (statistics series).
- HERNANDEZ ABREU, J. M.; MASCRELL, J.; DUART, S.; SOCORRO, A. R. Na and Cl content in banana plants of Canary Islands. **Fruits**, v. 41, n. 4, p. 239-244, 1986.
- ISRAELI, Y.; LAHAV, E.; NAMERI, N. The effect of salinity and sodium adsorption ratio in the irrigation water, on growth and productivity of bananas under drip irrigation conditions. **Fruits**, v. 41, n. 5, p. 297-302, 1986.
- KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. Acclimation and responses of woody plants to environmental stresses. **Botanical Review**, v. 68, n. 2, p. 270-334, 2002.
- MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 469-472, 2003.
- REICHARDT, K.; TIMM, L. C.; BACCHI, O. O. S.; OLIVEIRA, J. C. M.; DOURADO-NETO, D. A parameterized equation to estimate soil hydraulic conductivity in the field. **Australian Journal of Soil Research**, v. 42, n. 3, p. 283-287, 2004.
- SHANI, U.; DUDLEY, L. M. Field studies of crop response to water and salt stress. **Soil Science Society of America Journal**, v. 65, n. 5, p. 1522-1528, 2001.
- SHANNON, M. C.; GRIEVE, C. M. Tolerance of vegetable crops to salinity. **Scientia Horticulturae**, v. 78, n. 1, p. 5-38, 1999.
- SOUZA, J. L. M.; GOMES, S. Limites na utilização de um modelo de balanço hídrico decendial em função da capacidade de água disponível no solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 153-163, 2008.
- SUDDUTH, K. A.; KITCHEN, N. R.; BOLLERO, G. A.; BULLOCK, D. G.; WIEBOLD, W. J. Comparison of electromagnetic induction and direct sensing of soil electrical conductivity. **Agronomy Journal**, v. 95, n. 3, p. 472-482, 2003.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

*Received on May 30, 2007.*

*Accepted on May 15, 2008.*

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.