

## PRODUÇÃO DE FRUTOS DE PIMENTÃO EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES SALINAS.

**Marcelo Leonardo<sup>1</sup>; Fernando Broetto<sup>2</sup>; Roberto Lyra Villas Bôas<sup>3</sup>; Rafael Simões Almeida<sup>2</sup>; José Abramo Marchese<sup>4</sup>.**

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, marceloleonardo@fca.unesp.br

<sup>2</sup>Departamento de Química e Bioquímica, Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP

<sup>3</sup>UNESP-FCA, Departamento de Recursos Naturais / Ciência do Solo, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP

<sup>4</sup>Laboratório Bioquímica e Fisiologia Vegetal CEFET-PR

### 1 RESUMO

Utilizou-se a técnica de fertirrigação para conduzir experimento com pimentão (*Capsicum annuum* L.) híbrido Elisa. O trabalho teve como objetivo estudar impactos quantitativos na produção de frutos, em função do aumento da concentração salina no solo. Desta forma as concentrações de sais foram alteradas a partir da variação do fornecimento de KCl e Ca<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>. Com esta variação, obtiveram-se valores elevados de condutividade elétrica no solo (CE), tomando-se a CE observada na fertirrigação tradicional, como controle (1,5 dS m<sup>-1</sup>). Além disso, verificou-se a possibilidade de atenuação do estresse salino com a aplicação de matéria orgânica no solo. Observou-se que os níveis de CE mantidos na cultura correlacionaram-se inversamente ao índice de pegamento e peso médio de frutos, sendo que para o tratamento mais severo aplicado (6,0 dS m<sup>-1</sup>) os frutos apresentaram redução de até 58% em peso médio e 55% em número de frutos por planta, comparado ao tratamento controle. Baseado nesses resultados demonstrou-se que a variação da CE na solução do solo interferiu drasticamente nos parâmetros de produção avaliados.

**UNITERMOS:** *Capsicum annuum* L., fertirrigação, condutividade elétrica do solo, cultivo protegido.

**LEONARDO, M.; BROETTO, F.; VILLAS BOAS, R.L.; ALMEIDA, R.S.; MARCHESE, J.A. PRODUCTION OF FRUITS OF BELL PEPPER IN DIFFERENT SALINE CONCENTRATIONS.**

### 2 ABSTRACT

An experiment with an Elisa hybrid sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) crop using fertirrigation system was carried out in greenhouse. The aim of this study was to evaluate the quantitative effects of an increasing soil saline concentration on the production. The saline concentration was changed by the variation of the KCl and Ca<sub>2</sub>NO<sub>3</sub> concentration in order to obtain high soil electrical conductivity (EC) values. Standard fertigation system (1.5 dS m<sup>-1</sup>) values were used as control parameters. Besides that, the possibility of saline stress attenuation by applying organic material into the soil was studied. It was observed that the EC levels used in the crop were inversely correlated to the fructification index and the fruit

mean weight. Under the most severe treatment ( $6.0 \text{ dS m}^{-1}$ ) the fruit mean weight was reduced up to 58 % and the mean produced fruit number per plant was also reduced up to 55 %, when compared to the obtained results under controlled conditions. These results demonstrated that the EC variation in the soil solution had strong interference on the production parameters selected for the studies.

**KEYWORDS:** *Capsicum annuum* L., fertirrigation, soil electrical conductivity; protected cultivation

### 3 INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) vem se destacando como uma das olerícolas mais consumidas no Brasil. A sua produção cresceu vertiginosamente nos últimos anos, em função da melhor adaptação em ambiente protegido comparado a outras culturas.

No cultivo protegido, o bom manejo do sistema de irrigação elimina problemas de lixiviação de nutrientes. Entretanto, esta vantagem atribuída à fertirrigação, não explica as diferenças de produtividade quando comparada com a adubação convencional para ambiente protegido. Por outro lado, a possibilidade do aumento do potencial salino do solo é maior em cultivo protegido, sendo que com a fertirrigação evita-se grandes flutuações na concentração de nutrientes na solução do solo (Bresler, 1977). Este fator pode significar um aspecto favorável na produtividade, principalmente para o pimentão que é considerado uma cultura moderadamente sensível à salinidade ( $1,5 \text{ dS m}^{-1}$  de condutividade elétrica, segundo Mass & Holfman, 1990). Entretanto, a possibilidade de salinização pode representar um risco potencial do uso da fertirrigação, dada a natureza intensiva da atividade, principalmente em solos com elevado teor de sais solúveis. Aplicações excessivas de fertilizantes, utilização de água salina e o formato do bulbo molhado em gotejamento, fazem com que ocorra acúmulo de sais na superfície do solo e na periferia do bulbo.

Em cultivo protegido com características intensivas de utilização do solo, a aplicação de fertilizantes de elevados índices salinos e o manejo do solo e da irrigação, devem ser apropriadamente dimensionados a fim de se evitar a salinização do mesmo (Silva *et al*, 1999).

A condição ideal de cultivo seria a aplicação freqüente de nutrientes na zona radicular, em taxas equivalentes à absorção dos mesmos pelas plantas. Com isso, a eficiência do uso de nutrientes poderia ser otimizada, com redução da quantidade de adubo aplicado, bem como da possibilidade de acúmulo de sais na periferia do bulbo, reduzindo-se perdas de nutrientes solúveis por lixiviação.

As plantas necessitam de nutrientes minerais para seu crescimento e desenvolvimento. Em condições de solos salinos ocorrem desordens nutricionais, que causam relações antagônicas entre nutrientes na planta, reduzindo significativamente os rendimentos das culturas (Grattan & Grieve, 1993).

Os nutrientes estão disponíveis quando encontram-se na forma solúvel e com balanço iônico adequado na solução do solo. A capacidade de troca catiônica de um solo é inversamente proporcional ao equilíbrio da solução nutritiva (Marfa, 1987).

Segundo Santos & Muraoka (1997), as propriedades químicas e físicas dos solos salinizados restringem a disponibilidade de nutrientes para as plantas, requerendo a adoção de práticas de manejo baseadas na interação salinidade - fertilidade, para tornar viável economicamente uma exploração agrícola.

Em uma curva de resposta de rendimentos em função de doses de nutrientes, existe um ponto a partir do qual a produção máxima é atingida e mantida em um patamar, até que seja alcançada uma concentração iônica na solução do solo na qual a produção começa a reduzir. Esse intervalo, entre condições de deficiência nutricional e toxidez, depende particularmente do nutriente e das condições de salinidade do solo (Grattan & Grieve, 1993).

Este trabalho propõe como objetivo estudar impactos quantitativos na produção de frutos, em função do aumento da concentração salina no solo.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi iniciado em agosto de 2001 e conduzido sob estrutura de proteção tipo arco, com 7,0 x 12,5 m e pé direito de 3,0 m. Foram utilizadas caixas de amianto de 30 L (36 x 36 x 30 cm) previamente impermeabilizadas com tinta betuminosa. As caixas foram completadas com Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le<sub>d</sub>), Carvalho *et al.* (1983), com as seguintes características químicas: pH (CaCl<sub>2</sub>) de 4,2; 14 g dm<sup>-3</sup> de M.O.; 2 mg dm<sup>-3</sup> de P (resina); 0,2, 4 e 1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K, Ca e Mg, respectivamente; V% = 6.

Foi aplicado calcário dolomítico suficiente para elevar a V% a 80. Conforme recomendação de Villas Boas (2001) para a cultura do pimentão, o solo foi adubado com 150 mg L<sup>-1</sup> de P, sendo 75 mg aplicado como superfosfato simples e 75 mg P na forma de termofosfato contendo enxofre e micronutrientes. Nos tratamentos onde se utilizou matéria orgânica foram aplicados 260 g de esterco de curral seco por vaso equivalente a 20 t ha<sup>-1</sup> de esterco

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2, com 4 repetições sendo 4 doses de adubo com presença e ausência de matéria orgânica, segundo descrito por Banzato & Kronka (1989), os tratamentos foram distribuídos em 8 parcelas, sendo 10 plantas por parcela e destas em apenas 6 foram instalados o tensímetro e o extrator, conforme descrito abaixo.

**Tratamento 1:** Adubação básica + matéria orgânica, seguida da formulação recomendada para pimentão (N e K), simulando salinidade de 1,5 dS m<sup>-1</sup>. Este tratamento foi considerado controle do bloco com matéria orgânica.

**Tratamento 2:** Adubação básica + matéria orgânica, seguida da formulação recomendada para pimentão (N e K) com doses dobradas, simulando salinidade de 3,0 dS m<sup>-1</sup>.

**Tratamento 3:** Adubação básica + matéria orgânica, seguida da formulação recomendada para pimentão (N e K) com doses triplicadas, simulando salinidade de 4,5 dS m<sup>-1</sup>.

**Tratamento 4:** Adubação básica + matéria orgânica, seguida da formulação recomendada para pimentão (N e K) com doses quadruplicadas, simulando salinidade de 6,0 dS m<sup>-1</sup>.

**Tratamento 5:** Adubação básica, seguida da formulação recomendada para pimentão (N e K), simulando salinidade de 1,5 dS m<sup>-1</sup>. Este tratamento foi considerado controle do bloco sem matéria orgânica.

**Tratamento 6:** Adubação básica, seguida da formulação recomendada para pimentão (N e K) com doses dobradas, simulando salinidade de 3,0 dS m<sup>-1</sup>.

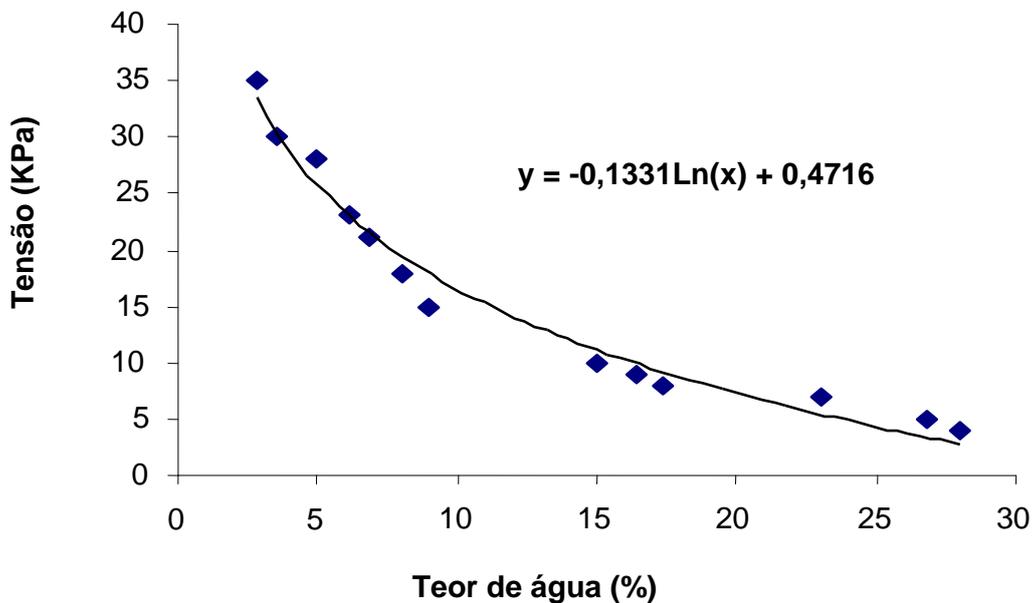
**Tratamento 7:** Adubação básica, seguida da formulação recomendada para pimentão (N e K) com doses triplicadas, simulando salinidade de 4,5 dS m<sup>-1</sup>.

**Tratamento 8:** Adubação básica, seguida da formulação recomendada para pimentão (N e K) com doses quadruplicadas, simulando salinidade de 6,0 dS m<sup>-1</sup>.

Nos tratamentos a adubação básica considerada foi  $0,24 \text{ g planta}^{-1}$  de N, na forma de nitrato de cálcio e  $0,2 \text{ g planta}^{-1}$  de K na forma de KCl, aplicados de forma parcelada a cada 3 dias, mantendo-se a CE (condutividade elétrica) do solo em torno de  $1,5 \text{ dS m}^{-1}$  (considerada limite para a cultura do pimentão).

A condutividade elétrica foi monitorada através da análise da solução do solo  $CE_{scp}$  (CE da solução da cápsula porosa), retirada através de um extrator de solução. Considerou-se no momento da extração da solução, o teor de água de cada vaso  $U_{scp}$  (umidade da cápsula porosa). Este dado foi considerado para obtenção de um valor corrigido, através da equação da curva de retenção de água (Figura 1). Este parâmetro ( $CE_{corrigido}$ ), em relação ao teor de água no solo, quando saturado ( $U_s$ ), pode ser calculado conforme a expressão:

$$\text{Equação 1: } CE_{corrigida} = \frac{CE_{scp} \times U_{scp}}{U_s}$$



**Figura 1:** Curva de retenção de água de um solo LVE distrófico textura média e a relação entre a tensão (expressa em KPa) e o teor de água no solo (% com base em volume).

Para estimativa do teor de água no solo, utilizou-se um tensímetro eletrônico de punção, o qual expressa as medidas em kPa (-10 a -100 kPa). Para a estimativa do teor real de água no solo em relação à tensão aferida pelo tensímetro, ajustou-se uma curva de retenção de água, conforme apresentado na Figura 1.

Para a manutenção da CE nos tratamentos, foram realizadas 12 aplicações dos adubos a cada 6 dias, perfazendo-se 75 DAT (dias após transplantio). Em seguida, as aplicações foram intensificadas a cada 3 dias até os 152 DAT. As dosagens totais de elementos aplicados obedeceram ao critério adotado conforme as equações 2 e 3 obtidas nas curvas experimentais de salinização:

Os adubos citados foram aplicados em solução, através de um sistema de gotejamento por gravidade adaptado (garrafas do tipo *Pet* de 2 L), cuja vazão atinge 2 L h<sup>-1</sup>. O extrator de solução do solo e o tensímetro eletrônico de punção foram instalados no vaso a uma distância de 15 cm do colo da planta e a profundidade de 20 cm do centro da cápsula porosa.

Dependendo do comportamento da CE do solo, medida a cada 3 dias, a dose dos adubos foi alterada, com aplicação baseada na equação de salinização do solo.

**Equação 2:** [Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]:  $y = 0.053 x + 0.4029$

**Equação 3:** KCl:  $y = 0.0967 x + 0.380$ .

A reposição da água foi feita manualmente, sempre que a tensão de água no solo no tensímetro, atingisse valores acima de 20 kPa. Com esta prática, a tensão no solo foi mantida a 15 kPa após as irrigações.

Foram feitas várias colheitas durante o ciclo da cultura determinando o peso médio de frutos por plantas, o número de bifurcações com e sem frutos, a percentagem de descarte de frutos e o número de frutos por planta. Os resultados relativos a produção foram submetidos a análise de variância pelo teste F a nível de 5%.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 2 e 3 apresentam a CE corrigida para os tratamentos aplicados. Todos os tratamentos aplicados, produziram CE inicial (antes do transplântio das mudas) em torno de 2,0 dS m<sup>-1</sup>, sendo que estes valores refletiram a CEs relativas aos minerais do solo natural somada àquela derivada da adubação do plantio e calagem.

Após o transplântio, verificou-se um incremento da CE, em função do início da fertirrigação regular, chegando a ultrapassar os valores pré-estabelecidos para cada tratamento. Além disso, este efeito foi potencializado em função da baixa extração de nutrientes pela planta. Este efeito pode ser observado nas Figuras 2 e 3 (A) até 75 DAT e na Figura 3 (B) até 80 DAT, decrescendo posteriormente para todos os tratamentos, até a faixa determinada para os mesmos.

Quando a cultura atingiu 120 DAT, ocorreu decréscimo no valor da CE para todos os tratamentos, provavelmente em função do aumento considerável da quantidade de nutrientes extraídos pela planta, concordando com o observado por Marcussi & Villas Bôas (2000), para a mesma cultura.

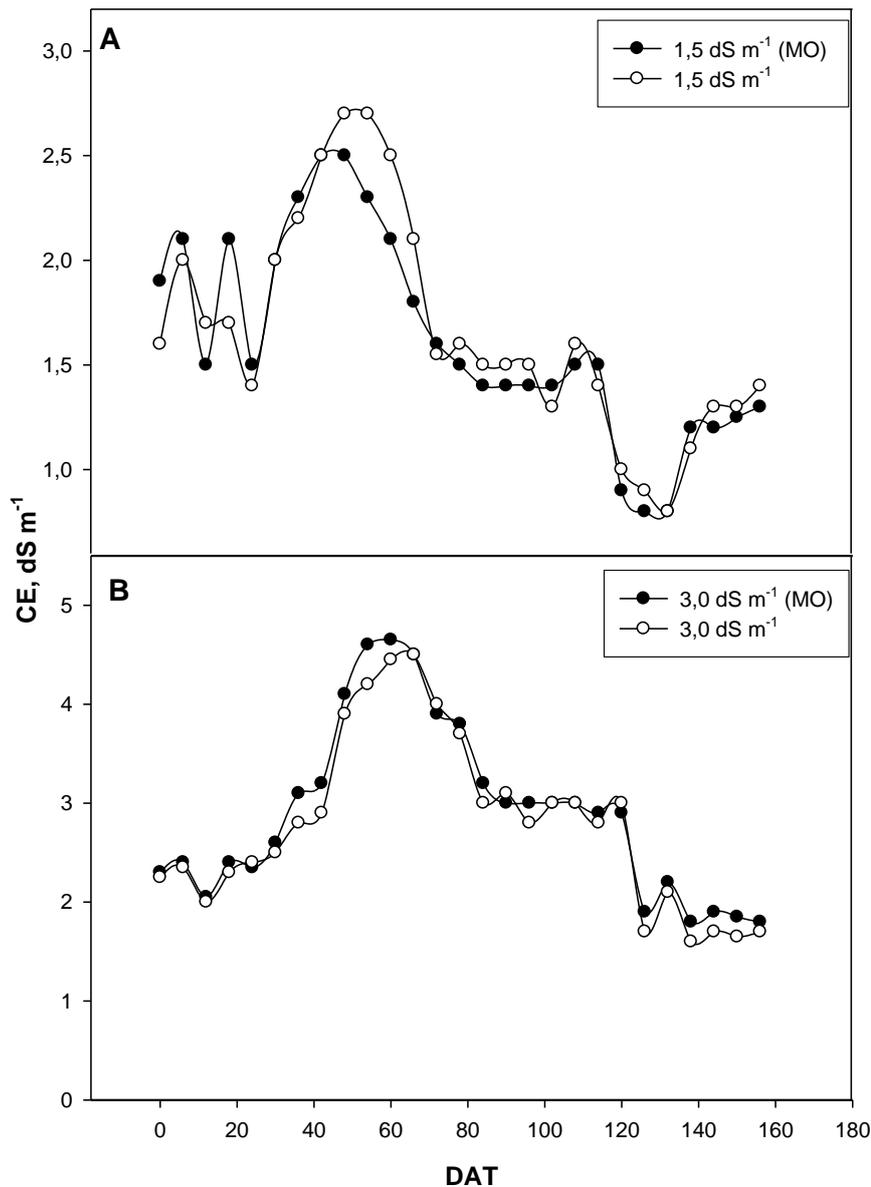
O material orgânico segundo as suas características de carga elétrica, pode exercer efeito atenuante quanto aos efeitos do incremento da CE do solo. Entretanto, durante todo o ciclo da cultura e para todos os tratamentos aplicados, esta possibilidade não se confirmou. Experimentos específicos serão necessários para uma conclusão mais detalhada.

Analisando-se os resultados apresentados na Tabela 1, observou-se que houve influência significativa para os níveis de CE em relação às características de produção de frutos avaliadas. Por outro lado, a suplementação ou não com matéria orgânica bem como a interação entre a (MO X CE) não apresentaram diferenças significativas.

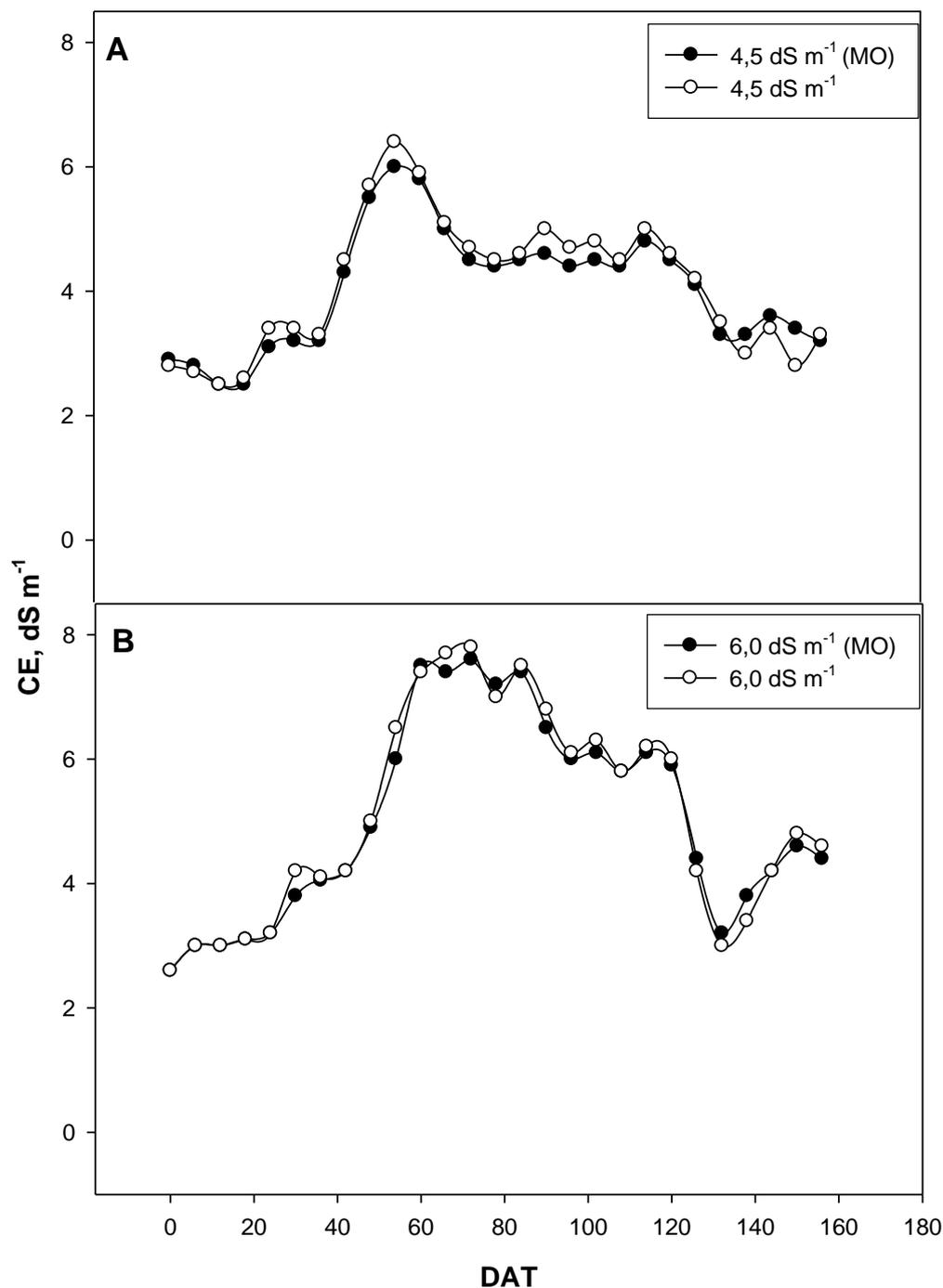
**Tabela 1:** Análise de variância para o peso médio, número de frutos por planta, número de bifurcações com frutos e número de frutos descartados de pimentão Elisa em função de níveis de CE e na presença ou não de M.O.

Causa da variação	Peso Médio de Frutos	Nº de Frutos por planta	Nº de bifurcações com frutos
Níveis de CE	0,0001*	0,0001*	0,0001*
Matéria Orgânica	0,1427ns	0,5509ns	0,2103ns
Interação (CE x MO)	0,994ns	04883ns	0,9844ns
CV %	17,7	18,34	24,54

\*significativo ao nível de 1% pelo Teste F ns= não significativo



**Figura 2:** Condutividade elétrica corrigida para os tratamentos 1 (Condutividade elétrica =  $1,5 \text{ dS.m}^{-1}$  + MO) e 5 (Condutividade elétrica =  $1,5 \text{ dS.m}^{-1}$  + MO) demonstrados no gráfico (A), e tratamentos 2 (Condutividade elétrica =  $3,0 \text{ dS.m}^{-1}$  + MO) e 6 (Condutividade elétrica =  $3,0 \text{ dS.m}^{-1}$ ) demonstrados no gráfico (B).

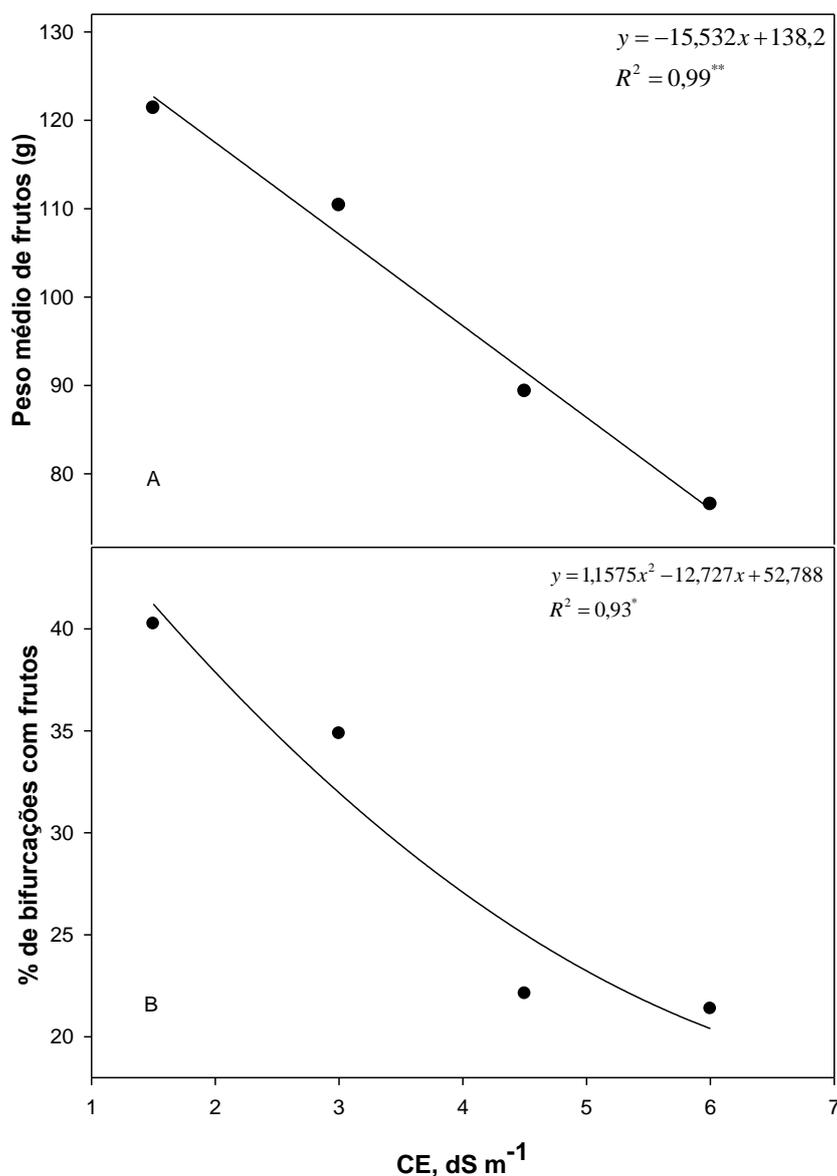


**Figura 3:** Condutividade elétrica corrigida para os tratamentos 3 (Condutividade elétrica = 4,5 dS.m<sup>-1</sup> + MO) e 7 (Condutividade elétrica = 4,5 dS.m<sup>-1</sup> + MO) demonstrados no gráfico (A), e tratamentos 4 (Condutividade elétrica = 3,0 dS.m<sup>-1</sup> + MO) e 8 (Condutividade elétrica = 3,0 dS.m<sup>-1</sup>) demonstrados no gráfico (B).

A Figura 4 demonstra que existe correlação inversa entre a CE do solo e o peso médio dos frutos, ou seja, quanto maior a CE do solo, menor o peso médio dos frutos (Figura 4 A). Pela equação define-se que para cada incremento de 1,0 dS m<sup>-1</sup> na CE do solo, ocorre em

média um decréscimo de 15% no peso médio de cada fruto. Mesmo para o tratamento controle, os valores de peso médio dos frutos foram relativamente pequenos, comparados a outros encontrados na literatura para esta cultura. (Villas Boas, 2001; Santos, 2001; Cunha, 2001 e Silva, 2002).

O alto valor de CE do solo interferiu na capacidade da planta em regular o índice de pagamento de frutos (Figura 4B). Provavelmente, este dano fisiológico esteja relacionado ao baixo teor de Ca disponível às plantas nessa situação de estresse ou à interação negativa entre K e Ca (Leonardo, 2003). Conforme demonstrado na Figura 4B, os tratamentos com maior CE, induziram as plantas a uma redução de 55% do total de frutos produzidos em relação ao tratamento controle (1,5 dS m<sup>-1</sup>).



**Figura 4:** Peso médio de frutos (A) e número de bifurcações com frutos (B) por planta de pimentão em função da condutividade elétrica (CE) do solo.

## 6 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos conclui-se que valores elevados de CE interferiram drasticamente no número de frutos por planta, peso médio do fruto e número de bifurcações com fruto. A suplementação do solo com matéria orgânica não atenuou os efeitos estressantes da salinização do solo.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANZATO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 247 p.
- BRESLER, E. Trickle-drip irrigation: Principles and application to soil-water management **Advances in Agronomy**, Madison v.29, p.343-93, 1977.
- CUNHA, R.A. ; **Parâmetros agrometeorológicos de cultura de pimentão (*Capsicum annum* L.) em ambientes protegido e campo**. 2001. 95. f. tese apresentada a Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp - Botucatu,.
- GRATTANS, S.R.; GRIEVE, C.M.; Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments, In: PESSARAKLI, M. (Ed). **Plant and crop stress**. Tucson: Marcel Dekker, 1993. p. 203-226.
- LEONARDO, M. **Estresse salino induzido em plantas de pimentão (*Capsicum annum* L.) fertirrigadas e seus efeitos sobre a produtividade e parâmetros bioquímicos**. 2003. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual paulista, Botucatu.
- MARCUSSI, F.F.N., VILLAS BÔAS, R.L. **Análise de crescimento e marcha de absorção de um híbrido de pimentão sob condições de cultivo protegido e fertirrigação**, 2000. *Relatório final-FAPESP*. p. 1-40.
- MARFÀ, O. Fertirriego. **Revista Sociedad Española de Horticultura**, Madrid, v.68, p. 32-33, 1987.
- MASS, E.V.; HOLFMAN, G.J. Crop salt tolerance. In: TANJI, K.K. (Ed). **Agricultural salinity assessment and management manual**. New York: Asce, 1990, v.13, p. 262-304.
- SILVA, E.F.F., DUARTE, S.N., COELHO, R.D. **Fertirrigação: “Salinização dos solos cultivados sob ambientes protegidos no estado de São Paulo”**, Guaíba: Agropecuária, 1999, p. 267-78.
- SANTOS, R.V. dos.; MURUOKA, T. Interações salinidade e fertilidade do solo. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.M. (Ed). **Manejo e controle da salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB, SBEA. 1997. p. 289-315.

SANTOS, R.F., **Híbrido de pimentão cultivados em ambiente protegido e convencional fertirrigado com doses de N+K e avaliação da distribuição da evaporação**, 2001. 115.f. tese apresentada a Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp - Botucatu, 2001.

SILVA, E.F.F.; **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo**. Tese. 103. f. tese apresentada na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”- USP - Piracicaba, 2002.

VILLAS BÔAS, R. L. **Doses de nitrogênio para o pimentão aplicadas de forma convencional e através da fertirrigação**. 2001. 123 f. (Livre docência) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.