

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ESTRESSE SALINO INDUZIDO EM PLANTAS DE PIMENTÃO
(*Capsicum annuum* L.) FERTIRRIGADAS E SEUS EFEITOS SOBRE A
PRODUTIVIDADE E PARÂMETROS BIOQUÍMICOS**

MARCELO LEONARDO

Orientador: Prof. Dr. Fernando Broetto

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia - Área de
Concentração em Irrigação e Drenagem.**

**BOTUCATU - SP
Fevereiro - 2003**

OFEREÇO

A minha mãe, Maria, meu pai Irineu (*In memoriam*)

e ao meu irmão Irineu Leonardo Jr.

pela força e compreensão

AGRADEÇO

A Deus que nos fortalece e capacita

Ao CNPq pela bolsa cedida

Aos professores

Dr. Roberto Lyra Villas Bôas

Dr. Antônio Evaldo Klar

Dr. João Carlos Cury Saad

Dr. Sheila Zambello de Pinho

pelos conselhos

Aos funcionários

Gilberto do Departamento de Engenharia Rural

Roberto do CINAG

pela colaboração

Aos amigos

André Creste, Rafael Simões e Ênio F. Silva

pelo companheirismo

Especialmente ao meu orientador Dr. Fernando Broetto pela
orientação e dedicação

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE TABELAS.....	X
LISTA DE FOTOS.....	XIV
RESUMO.....	XV
ABSTRACT.....	XVII
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 A cultura do pimentão.....	3
2.2 Exigências nutricionais.....	5
2.3 Matéria Orgânica.....	6
2.4 Fertirrigação.....	6
2.5 Problemas de salinização em cultivo protegido.....	7
2.6 Aspecto da fertilidade do solo em função da salinidade.....	8
2.7 Efeito da salinidade sobre o metabolismo das plantas.....	9
2.8 Sistemas de resposta antioxidativa em plantas sobre estresse.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Localização e instalação do experimento.....	15
3.1.1 Tratamentos preliminares.....	16
3.1.2 Análise de solo.....	16
3.2 Condução dos tratamentos.....	18
3.3 Material vegetal e manejo da cultura.....	22
3.4 Delineamento experimental.....	23
3.5 Análises de parâmetros de crescimento e produtividade.....	25
3.5.1 Altura de plantas.....	25
3.5.2 Número de folhas.....	25
3.5.3 Número de bifurcações e bifurcações com frutos.....	26
3.5.4 Área foliar.....	26
3.5.5 Teor de clorofila.....	26

3.5.6	Produção de frutos.....	27
3.5.7	Análise de massa de matéria seca.....	27
3.5.8	Análise química dos constituintes da planta.....	27
3.6	Análises bioquímicas.....	28
3.6.1	Coleta e armazenamento do material vegetal.....	28
3.6.2	Processamento do material vegetal para obtenção do extrato bruto....	28
3.6.3	Determinação do teor de proteína solúvel total.....	29
3.6.4	Determinação do teor de prolina.....	29
3.6.5	Atividade da enzima Superóxido Dismutase (SOD; EC 1.15.1.1).....	29
3.6.6	Atividade da enzima Catalase (CAT; EC 1.11.1.6).....	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1	Monitoramento da condutividade elétrica durante o ciclo da cultura.....	31
4.2	Valores de temperaturas máxima e mínima durante o ciclo da cultura.....	34
4.3	Produção de frutos.....	36
4.3.1	Peso médio de frutos de pimentão Elisa.....	36
4.3.2	Número total de frutos de pimentão Elisa.....	39
4.3.3	Número total de bifurcações e bifurcações com frutos.....	41
4.3.4	total de frutos descartados em relação ao total de frutos produzidos	44
4.4	Área foliar.....	46
4.5	Análise da massa de matéria seca (MMS) da parte aérea.....	48
4.6	Altura de plantas de pimentão Elisa amostradas durante o ciclo.....	50
4.7	Número de folhas totalmente expandidas amostradas durante o ciclo.....	54
4.8	Medidas indiretas do índice relativo de clorofila - IRC.....	58
4.9	Análise química da concentração de nutrientes em folhas, frutos e caule de plantas de pimentão Elisa aos 155 DAT.....	62
4.10	Análises bioquímicas.....	73
4.10.1	Análise da atividade da enzima Superóxido Dismutase (SOD).....	73
4.10.2	Análise da atividade da enzima Catalase (CAT).....	77
4.10.3	Teor de prolina.....	81
5	CONCLUSÕES.....	86
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Curva de Salinização de um solo LVE distrófico textura média em função de doses crescente de Cloreto de Potássio (KCl), os valores de CE, foram obtidos através de extrato de saturação.....	18
2	Curva de Salinização de um solo LVE distrófico textura média em função de doses crescente de Nitrato de Cálcio $[Ca(NO_3)_2]$, os valores de CE, foram obtidos através de extrato de saturação.....	19
3	Curva de retenção de água de um solo LVE distrófico textura média e a relação entre a tensão (expressa em bar) e o teor de água no solo (%)......	20
4	Condutividade elétrica para os tratamentos 1 e 5.....	31
5	Condutividade elétrica para os tratamentos 2 e 6.....	32
6	Condutividade elétrica para os tratamentos 3 e 7.....	33
7	Condutividade elétrica para os tratamentos 4 e 8.....	33
8	Valores das temperaturas máximas e mínimas anotadas no interior da estufa.....	35
9	Peso médio dos frutos de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE no solo.....	38
10	Número total de frutos de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE.....	41
11	Número total de bifurcações e bifurcações com frutos de pimentão Elisa em % em função de diferentes níveis de CE.....	43
12	Número total de frutos em % de pimentão Elisa descartados em função de diferentes níveis de CE.....	45
13	Área foliar em cm^2 de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE.	47
14	Valores médios para MMS (folhas + caule) de plantas de pimentão	

	Elisa aos 155 DAT em função de diferentes níveis de CE	49
15	Valores médios para altura de plantas de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE	52
16	Valores médios para altura de plantas de pimentão Elisa até os 121 DAT em função de diferentes níveis de CE	53
17	Valores médios para números de folhas totalmente expandidas de plantas de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE	56
18	Valores médios para número de folhas de plantas de pimentão Elisa até os 123 DAT em função de diferentes níveis de CE	57
19	Valores médios para o índice relativo de clorofila de plantas de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE.....	60
20	Valores médios para o índice relativo de clorofila de plantas de pimentão Elisa até os 140 DAT em função de diferentes níveis de CE.....	61
21	Valores médios para concentração de N em folhas, caule e frutos de plantas de pimentão Elisa amostradas aos 155 DAT em função de diferentes níveis de CE.....	65
22	Valores médios para concentração de fósforo em folhas, caule e frutos de plantas de pimentão Elisa amostradas aos 155 DAT em função de diferentes níveis de CE	67
23	Valores médios para concentração de Potássio em folhas, caule e frutos de plantas de pimentão Elisa amostradas aos 155 DAT em função de diferentes níveis de CE.....	68
24	Valores médios para concentração de cálcio em folhas, caule e frutos de plantas de pimentão Elisa amostradas aos 155 DAT em função de diferentes níveis de CE	69
25	: Valores médios para concentração de magnésio em folhas, caule e frutos de plantas de pimentão Elisa amostradas aos 155 DAT em função de diferentes níveis de CE	71
26	Valores médios para concentração de enxofre em folhas, caule e frutos de plantas de pimentão Elisa amostradas aos 155 DAT em	

	função de diferentes níveis de CE	72
27	Valores médios da atividade da enzima Superóxido Dismutase (SOD) em folhas de plantas pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE	75
28	Valores médios da atividade da enzima Superóxido Dismutase (SOD) em folhas de plantas pimentão Elisa até os 146 DAT em função de diferentes níveis de CE.....	76
29	Valores médios da atividade da enzima Catalase (CAT) em folhas de plantas pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE	80
30	Valores médios da atividade da enzima Catalase (CAT) em folhas de plantas pimentão Elisa até os 146 DAT em função de diferentes níveis de CE	80
31	Valores médios do teor de prolina em folhas de plantas pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE	83
32	Valores médios do teor de prolina em folhas de plantas pimentão Elisa até os 146 DAT em função de diferentes níveis de CE	84

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Análise química do Latossolo Vermelho distrófico textura média (Led).....	17
2	Análises químicas e físicas do esterco de curral utilizado. Resultados apresentados no material seco a 110°C.....	17
3	Quantidades totais de CaNO ₃ e KCl utilizados para salinização e manutenção da CE do solo, para cada tratamento.....	25
4	Análise de variância para o peso médio de frutos de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.....	36
5	Peso médio de frutos de pimentão Elisa (em g) em função de diferentes níveis de CE na presença ou ausência de matéria orgânica.....	37
6	Análise de variância para o número total de frutos de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE no solo, na presença ou não de matéria orgânica.....	40
7	Número de total de frutos de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE no solo, na presença ou não de matéria orgânica.....	40
8	Análise de variância para o número total de bifurcações e bifurcações com frutos de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica..	42
9	Número total de bifurcações e bifurcações com frutos em % de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.....	42
10	Análise de variância para o número total de frutos de pimentão Elisa descartados em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.....	44
11	Número total de frutos em % de pimentão Elisa descartados em	

	função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.....	44
12	Análise de variância para área foliar de plantas pimentão Elisa aos 150 DAT em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.....	46
13	: Área foliar em cm ² de plantas de pimentão Elisa aos 150 DAT em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.....	46
14	Análise de variância para MMS (folhas + caule) de plantas de pimentão Elisa aos 155 DAT em função de diferentes níveis de CE na presença ou não de matéria orgânica.....	48
15	Valores médios em gramas para MMS (folhas + caule) de plantas pimentão Elisa aos 155 DAT em função de diferentes níveis de CE na presença ou não de matéria orgânica.....	49
16	Análise de variância da altura de plantas de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE, na presença ou não de matéria orgânica.....	51
17	Valores médios em centímetros para altura de plantas de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.....	51
18	Valores médios em centímetros para altura de plantas de pimentão Elisa até os 121 DAT em função de diferentes níveis de CE.....	52
19	Análise de variância do número de folhas totalmente expandidas de plantas pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.....	54
20	Valores médios do número de folhas de plantas totalmente expandidas de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.....	55
21	Valores médios do número de folhas totalmente expandidas de	

	plantas de pimentão Elisa até os 123 DAT em função de diferentes níveis de CE	55
22	Análise de variância do índice relativo de clorofila em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.	58
23	Valores médios do índice relativo de clorofila (IRC) em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.	59
24	Valores médios do índice relativo de clorofila (IRC) até os 140 DAT em função de diferentes níveis de CE.....	59
25	Análise de variância para o concentração de nutrientes em folhas de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.....	62
26	Concentração de nutrientes (g Kg^{-1}) em folhas de pimentão Elisa aos 155 DAT.....	63
27	Análise de variância para o concentração de nutrientes em frutos de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.....	63
28	Concentração de nutrientes (g Kg^{-1}) em frutos de pimentão Elisa aos 155 DAT.....	64
29	Análise de variância para o concentração de nutrientes em caule de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.....	64
30	Concentração de nutrientes (g Kg^{-1}) em caule de pimentão Elisa aos 155 DAT.....	65
31	Tabela 31: Análise de variância da atividade da enzima Superóxido Dismutase (SOD) em folhas de plantas pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.....	73
32	Valores médios em $\text{UI} \cdot \mu\text{g prot.}^{-1}$ da atividade da enzima Superóxido Dismutase (SOD) em folhas de plantas pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não	

	de matéria orgânica.....	74
33	Valores médios em UI . $\mu\text{g prot.}^{-1}$ da atividade da enzima Superóxido Dismutase (SOD) em folhas de plantas pimentão Elisa até os 146 DAT em função de diferentes níveis de CE.....	74
34	Análise de variância da atividade da enzima Catalase (CAT) em folhas de plantas pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.....	78
35	Valores médios em mKat . mg prot.^{-1} da atividade da enzima Catalase (CAT) em folhas de plantas pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.....	79
36	Valores médios em mKat . mg prot.^{-1} da atividade da enzima Catalase (CAT) em folhas de plantas pimentão Elisa até os 146 DAT em função de diferentes níveis de CE	79
37	Análise de variância do teor de prolina em folhas de plantas pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.....	82
38	Valores médios em $\mu\text{M. g}^{-1}$ MF do teor de prolina em folhas de plantas pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.....	82
39	Valores médios em $\mu\text{M. g}^{-1}$ MF do teor de prolina em folhas de plantas pimentão Elisa até os 146 DAT em função de diferentes níveis de CE.....	83

LISTA DE FOTOS

Fotos		Página
1	Tensiômetro eletrônico de punção.....	21
2	Extrator e Tensiômetro a 15 cm do colo da planta.....	21
3	Garrafas do tipo <i>Pete</i> onde foram aplicados os fertilizantes.....	22
4	Comparação entre Frutos conduzidos a 1,5 e 6,0 dS/m da CE no solo.....	39
5	Folha apresentando deficiência de Ca.....	70
6	Frutos com deficiência de Ca, apresentando podridão apical e deformidades.....	71

RESUMO

O cultivo protegido aliado a fertirrigação, tem se estabelecido no Brasil como alternativa econômica para várias espécies hortícolas. Utilizando-se esta estratégia, conduziu-se uma cultura de Pimentão (*Capsicum annuum* L.) híbrido Elisa, com o objetivo de se estudar possíveis impactos na produção, decorrentes do aumento da concentração salina no solo. Desta forma as concentrações de sais foram alteradas, visando obter-se valores elevados de condutividade elétrica no solo (CE), adotando-se os valores observados na fertirrigação tradicional, como controle. Além desta prática, verificou-se também a possibilidade de atenuação do estresse salino com a aplicação de matéria orgânica no solo. Para se avaliar a extensão do estresse salino e seus efeitos sobre as plantas, monitorou-se a produção e qualidade dos frutos, parâmetros agronômicos, relacionados ao crescimento vegetativo e bioquímicos, como a atividade de enzimas (SOD e Catalase) do sistema de resposta antioxidativa e concentração de prolina. Além desses, procurou-se avaliar alterações nos níveis nutricionais das folhas, caule e frutos. Após análise dos resultados, observou-se que o aumento da condutividade elétrica do solo diminuiu a quantidade e qualidade dos frutos e interferiu no crescimento vegetativo das plantas, verificou-se ainda que o aumento da CE do solo foi proporcional ao aumento da concentração de prolina e da atividade da enzima SOD e foi inversamente proporcional a

atividade da enzima Catalase. Concluiu-se ainda que o monitoramento da CE do solo é uma ferramenta indispensável para se alcançar êxito no cultivo fertirrigado, e que é viável a utilização da atividade das enzimas (SOD e Catalase) do sistema de resposta antioxidativo, e a concentração de prolina como indicadores dos níveis de estresse da planta.

ABSTRACT:

The protected cultivation allied to a ferti-irrigation system has been established in Brazil as an economic alternative to a variety of horticultural species. Utilizing this strategy, an Elisa hybrid sweet pepper (*Capsicum annuum L.*) culture was conducted with the purpose to evaluate possible production impacts due to an increase of saline soil concentration. Therefore, saline concentration was altered aiming to obtain elevated values of soil electric conductivity (EC), utilizing as control, values observed on the traditional ferti-irrigation system. Beyond this, it was also verified the possibility of saline stress attenuation by the application of organic material on the soil. In order to evaluate the extension of saline stress and its effects on the plants, agronomical parameters related to the vegetative growth, as well as some metabolic aspects of the plants, such as enzyme activity SOD, Catalasys of the antioxidation answer system and proline concentration of the culture were monitored. Besides that, it was attempted to estimate alterations on leafs, stalk and fruits nutritional levels. After result analysis, was observed that the increase of soil electric conductivity diminished the quantity and quality of the fruits; it was also verified that the increase of soil EC was proportional to the increase of proline concentration and inversely proportional to the Catalasys enzyme activity. It was concluded that the monitoring of soil EC is an indispensable tool in order to achieve success on the ferti-irrigated production making possible the utilization of enzyme activity

(SOD and Catalasys) of the anti-oxidation answer system, and proline concentration as stress levels indicators on the plant.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo do 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 olerícolas (Melo, 1997).

No estado de São Paulo, a produção máxima ocorre nos meses de Janeiro a Março, onde os preços pagos aos produtores são em geral mais baixos que aqueles pagos no período de Julho a Outubro, quando a oferta diminui (MINAMI e NETO, 1994).

Considerando-se seu valor econômico, os cultivares híbridos estão sendo mais empregados no cultivo em ambientes protegidos, o que garante aumento na produtividade, compensando o elevado valor do investimento inicial.

Entre as culturas com importância econômica, o cultivo de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em ambiente protegido aliado ao sistema de fertirrigação, melhorou sua eficiência, especialmente para a produção de frutos maduros, que utilizam sementes de híbridos.

O conhecimento do controle e da concentração da água e fertilizantes, utilizados em sistemas de fertirrigação, através da irrigação localizada devido a sua eficiência de aplicação e distribuição de fertilizantes, vem sendo amplamente estudada. Contudo,

existem grandes problemas referentes ao manejo inadequado desta técnica, trazendo prejuízos fisiológicos às plantas, com reflexo negativo na produtividade.

Este trabalho propõe o estudo do efeito de concentrações elevadas de fertilizantes, que podem induzir o aumento da salinidade do solo.

Monitorando-se variáveis agronômicas e bioquímicas será possível medir-se a capacidade de resposta das plantas à salinidade e suas consequências sobre a produtividade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do pimentão

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma solanácea perene, porém cultivada comercialmente como cultura anual, segundo Casali & Couto (1984). A espécie é de origem americana, ocorrendo formas silvestres desde o sul dos Estados Unidos até o norte do Chile. Exemplos do gênero *Capsicum* foram introduzidos na Espanha por Colombo, em seu retorno no ano de 1493, conforme relatado por Bosweld em 1949 (Nascimento, 1998).

A planta é arbustiva, com caule semi-lenhoso, que pode ultrapassar 1 m de altura. Suporta uma carga leve de frutos, mas exige tutoramento nos híbridos, devido à alta produtividade. As flores são isoladas, pequenas e hermafroditas utilizando sistema de autopolinização, embora a taxa de cruzamento possa ser elevada, dependendo da ação de insetos polinizadores.

O fruto é uma baga oca de formato cônico ou cúbico, de coloração vermelha, amarela ou de outras cores, quando maduro. Os frutos de pimentão, não apresentam sabor picante, devido à ausência do alcalóide capsicina. As raízes atingem até 1 m de profundidade, havendo pouco desenvolvimento lateral. (Filgueira, 1982, 2000), fator importante para o manejo e dimensionamento da adubação, irrigação e espaçamento entre plantas (Oliveira & Portas, 1993).

A propagação do pimentão é realizada através de sementes. Após a fase de sementeira, as mudas são transplantadas ao campo ou para a estufa quando estiverem com 30 a 45 dias de idade (Pinto et al, 1984).

O crescimento inicial é lento até aproximadamente 60 dias após o transplante (DAT) das mudas, intensificando-se no período de florescimento e acentuando-se mais ainda na frutificação. Nestas fases as plantas apresentam um aumento exponencial de massa de matéria seca (Marcussi & Villas Bôas, 2000).

A planta é de origem tropical, desenvolvendo-se e produzindo melhor sob temperaturas relativamente elevadas ou amenas, sendo intolerante a baixas temperaturas e geadas. O fator climático limitante é a baixa temperatura, principalmente durante a germinação, emergência e o desenvolvimento das mudas as quais são produzidas mais vantajosamente sob estufa. Baixas temperaturas no solo também afetam o desenvolvimento inicial da planta (Cermenõ, 1990; Rylski et al., 1994).

Sonnenberg (1981) considerou o pimentão como planta de dias curtos facultativo, em que o florescimento é mais precoce e mais abundante do que em dias longos. Filgueira (2000) concluiu que o fotoperíodo não é um fator limitante à cultura, pois ocorre floração e frutificação em qualquer período de luz. Entretanto, a planta é de dia curto facultativo, ou seja; florescimento, frutificação e maturação dos frutos são mais precoces em dias curtos, favorecendo a produtividade. Cermeño (1977) e Pádua et al. (1984) classificaram o pimentão como planta neutra ao fotoperíodo que pode ser cultivada em qualquer época do ano.

Normalmente, o plantio é efetuado no período entre a primavera e o verão. No entanto pode-se estender ao longo do ano em regiões de baixa altitude, com inverno ameno. A cultura do outono - inverno permite a colheita em época de entressafra, com preços

mais elevados. Esta é, aliás, uma das culturas oleráceas mais beneficiadas pelo cultivo em estufa (Minami & Neto, 1994).

2.2 Exigências nutricionais

A cultura apresenta um crescimento lento até os 75 dias após a semeadura, com baixa extração de nutrientes. Após este período e até 90 dias, ocorre elevação súbita deste parâmetro coincidindo com o período de maior absorção de nutrientes. Isto deve-se principalmente à frutificação, quando observa-se maior extração de macronutrientes. Este fator não se aplica aos cátions Ca^{2+} e Mg^{2+} , que apresentam taxas de absorção máxima apenas no final do ciclo da cultura, entre 100 e 115 dias (Haag et. al., 1970; Filgueira, 1982; Santiago & Goyal, 1985).

Marcussi & Villas Bôas (2000) determinaram a curva de acúmulo para o pimentão Elisa e observaram que até os 80 DAT (dias após transplântio) o crescimento da planta é lento e a massa de matéria seca equivale a 18% do total da planta (considerada até o 140 DAT). No período seguinte, 80 -120 DAT este crescimento se intensifica e a massa seca mais que duplica em relação ao período anterior (47% da matéria seca aos 140 DAT). Num terceiro estágio, dos 120-140 DAT o crescimento é ainda mais intenso e praticamente em 20 dias dobra-se a massa seca relativa a este período.

O solo mais adequado para a cultura é o de textura média, com pH da solução entre 5,5 a 6,8, com certa tolerância a acidez comparado a outras solanáceas. Em solos mais ácidos a cultura exige calagem até uma saturação por bases de $V\% = 70$, inclusive por serem elevadas as suas exigências em cálcio e magnésio. Sintomas de carência nutricional, como a podridão apical e o amarelo baixeiro fisiológico podem ser observados frequentemente em cultivos de pimentão no estado de São Paulo, embora a podridão apical devido a deficiência de Ca na extremidade estilar do fruto seja mais rara (Filgueira, 1982).

Um aspecto a ser considerado é o conhecimento prévio do nível de nutrientes existentes no solo, as exigências nutricionais da planta e as prováveis complementações nutricionais, visando a obtenção de um adequado equilíbrio nutricional.

A ordem de extração dos nutrientes observada para pimentão é K, Ca, N, Mg, S e P, sendo que o potássio é o que possui maior proporção na planta (Haag et al.,1970; Malavolta, 1980; Filgueira, 1982; Santiago & Goyal, 1985; Russo, 1991; Olsen et al.,1993).

2.3 Matéria orgânica

O emprego da matéria orgânica sempre foi tradição para melhorar as condições físicas do solo (Janick, 1966 ; Pons, 1980) e como fonte de nutrientes para aumento da fertilidade (Miyasaka et al, 1966; Primavesi, 1980), pelo efeito que exerce nas propriedades físicas e químicas do solo.

O material orgânico devido às suas características de carga elétrica, pode alterar a condutividade elétrica (CE) do solo. A matéria orgânica deveria ser utilizada frequentemente nos solos salinizados, conforme cita Araújo (1990), que trabalhou num solo salinizado e verificou que a CE, em parcelas tratadas com matéria orgânica e drenagem, apresentaram níveis tolerados de condutividade elétrica para a maioria das culturas de importância econômica.

2.4 Fertirrigação

Fertirrigação é uma técnica de adubação, onde os fertilizantes são dissolvidos na água de irrigação, conduzindo os nutrientes até às raízes. No Brasil, esta técnica vem crescendo de interesse, devido a maior praticidade para aplicação de adubos e baixos custos com mão-de-obra. Desta forma, a técnica propõe a aplicação dos fertilizantes solubilizados, de modo que haja pronta absorção pelas plantas (Casarini & Folegatti, 1999).

Segundo Passos (1992), a recomendação para a adubação convencional do pimentão para o estado de São Paulo, deve fornecer 2,5 g de N / planta e 1,0

g K_2O / planta, aplicados em cobertura a cada 15 dias. Porém em cultivos em ambientes protegidos, esta frequência de aplicação pode variar conforme o número de colheitas.

De acordo com Villas Bôas (2000), a fertirrigação com $Ca(NO_3)_2$ em cobertura para pimentão cultivar Elisa, promoveu, em comparação com a adubação convencional uma maior produção de frutos por planta e maior número de frutos com classificação máxima (AA).

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 a salinidade (1,5 dS/m de condutividade elétrica, segundo Mass & Holfman, 1977)

2.5 Problemas de salinização em cultivo protegido

A salinização do solo pode ter origem natural ou pode ser induzida por interferência humana. Os processos naturais estão associados diretamente a pedogênese, os quais são os responsáveis pela maior parte da área salinizada no mundo (Tanji, 1994).

Um dos grandes riscos do uso da técnica de fertirrigação, dada a natureza intensiva da atividade, é o processo de salinização principalmente se o solo já contém 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 excessiva de fertilizantes de elevados índices salinos e o manejo do solo e da

irrigação, devem ser dimensionados afim de se evitar a salinização do mesmo (Silva et al, 1999).

O cultivo protegido pode ser uma ferramenta efetiva para o aumento da produtividade, pois promove uma proteção contra chuvas indesejáveis, granizos e geadas, além de reduzir o ataque de pragas e consumo de água de irrigação por unidade produzida. Quando comparado ao cultivo convencional, tais práticas podem economizar cerca de 50 % no consumo de água (Stanghelini, 1993).

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.

2.6 Aspectos da fertilidade do solo em função da salinidade.

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). Bernstein et al (1974) divergem de Mass (1990) afirmando que ocorre uma interação entre a salinidade e a fertilidade dos solos, enquanto que Mass (1990) afirma que o fator que pode interferir nos rendimentos é o fator mais limitante.

2.7 Efeito da salinidade sobre o metabolismo das plantas

Em condições salinas, ocorre redução na disponibilidade de água para as plantas, em função da redução do potencial total, ocasionado pela contribuição do potencial osmótico. Como a água tende a deslocar-se do ponto de maior para menor potencial osmótico (do solo salinizado em direção a planta), haverá maior gasto de energia para a absorção da mesma. O maior ou menor esforço para vencer a diferença do potencial osmótico, varia conforme a espécie vegetal, para adaptação a diferentes condições de salinidade (Lima, 1997). Embora algumas plantas possuam mecanismos de ajuste osmótico (halófitas) e consigam sobreviver em solos salinos, condições severas deste estresse podem provocar fechamento dos estômatos. Nestes casos, ocorrerá redução na taxa fotossintética líquida, diminuindo assim a translocação de nutrientes da raiz para parte aérea, além de promover um gasto maior de energia para absorção de íons na forma ativa. (Silva et al, 1999).

A elevada concentração eletrolítica da solução do solo pode ainda causar desequilíbrio nutricional, toxicidade de alguns íons e interferência no equilíbrio hormonal capazes de diminuir a plasticidade da célula e causando redução na permeabilidade da membrana citoplasmática. Além disso, este fator pode influenciar no processo fotossintético, já que o conteúdo de clorofila nas plantas será afetado (Larcher, 1995).

Conforme Cruciani (1987), sob condições de estresse salino, as folhas de pimentão podem apresentar coloração verde azulada escura, maior espessura e serosidade, enquanto as raízes apresentam uma diminuição do alongamento e suberização, o que afeta a absorção de água e nutrientes com conseqüente diminuição da produtividade.

Injúrias por estresse salino em plantas foram classificadas por Levitt (1980) em estresse primário e secundário. O estresse primário direto envolve danos fisiológicos em membranas, como por exemplo alterações na permeabilidade e efluxo de íons. Indiretamente, a salinidade pode interferir no metabolismo de proteínas, levando a mudanças na atividade enzimática e outros distúrbios metabólicos. O estresse secundário caracteriza-se pela simulação do estresse osmótico (água), o que traz como consequências a desidratação, perda do turgor foliar, inibição do crescimento e deficiência mineral.

Segundo Martinez & Cerda (1989), o estresse iônico produzido pelo NaCl em folhas de tomate interferiu no transporte de nitrato dos vacúolos para o citoplasma, diminuindo assim a capacidade das células em incorporar nitrogênio (nitrato) para o crescimento, principalmente para a síntese de proteínas.

Pessarakli et al.(1989) estudaram a síntese de proteínas em três cultivares de feijão submetidas ao estresse salino com duas fontes de nitrogênio (amônia e nitrato) em solução nutritiva de Hoagland. Os teores de proteína diminuíram significativamente em todos os cultivares sob estresse salino para ambas as fontes de nitrogênio propostas, sendo este efeito mais pronunciado em gemas do que em raízes, quando comparadas ao controle. Os autores sugeriram que a baixa taxa de incorporação de aminoácidos em proteínas ou a redução dos níveis de polirribossomos devido ao estresse salino, podem ser considerados responsáveis pela diminuição da síntese proteica em plantas.

A relação entre o acúmulo de cátions e prolina em gramíneas tolerantes e sensíveis a estresse salino também foi estudada por Torello & Rice (1986). Observou-se que as cultivares mais tolerantes ao NaCl restringiram o acúmulo de Na^+ a níveis significativamente mais baixos que aquelas cultivares mais sensíveis ao sal.

O acúmulo de prolina foi detectado já nas primeiras 24 horas do início do tratamento com sal, com taxas mais elevadas para as cultivares tolerantes exercendo, neste caso, atividade osmoregulatória. Segundo Flowers et al.(1977), plantas halófitas ou glicófitas adaptam-se a altas concentrações salinas pelo abaixamento do potencial osmótico de seus tecidos, com aumento da absorção de solutos (íons Na e Cl). Entretanto, em espécies menos tolerantes o crescimento é inibido em função do efeito tóxico do acúmulo de solutos (Levitt, 1980). A regulação da expressão gênica de H^+ - ATPase em membrana plasmática de plantas glicófitas e halófitas foi estudada em função da salinidade por Niu et al. (1993). O NaCl induziu a expressão

gênica (RNAm) desta ATPase em folhas expandidas e raízes de halófitas, indicando que estes tecidos requerem um aumento do gradiente de potencial eletroquímico (H^+) para a manutenção do balanço iônico das células para adaptação ao estresse salino. Este efeito iônico do NaCl mais pronunciado em halófitas do que em glicófitas, caracteriza as halófitas como plantas mais tolerantes ao estresse salino.

Joshi et al.(1985) cultivaram plantas de trigo em solução nutritiva para se verificar diferenças entre cultivares sensíveis e tolerantes a salinidade. O acúmulo de sódio e potássio foi adotado como parâmetro de tolerância ou sensibilidade destes cultivares ao sal. Cultivares mais sensíveis acumularam altas concentrações de sódio nas folhas, contrastando com os baixos níveis do elemento encontrados nos cultivares mais tolerantes. Quanto ao potássio, observou-se que ambos os cultivares apresentaram queda elevada nos níveis do elemento com o aumento da concentração salina.

O efeito do Na^+ sobre a absorção do K^+ pode ser considerado duplo. A baixas concentrações, Na^+ favorece a absorção de K^+ , sendo que o contrário ocorre para altas concentrações de Na^+ como foi demonstrado por Nimbalkar & Joshi (1975) em cana-de-açúcar e por Paricha et al. (1975) em arroz.

Alterações ocorridas na concentração de íons, ácidos orgânicos e açúcares em plântulas de feijão submetidas a 48 mM de NaCl em solução nutritiva, foram relatadas por Wignarajah et al. (1975). Estes experimentos revelaram que em folhas primárias ou primeiros trifólios, os níveis de ácidos orgânicos foram pouco alterados quando comparou-se plantas tratadas com sal com aquelas do controle, ao contrário do observado para os níveis de açúcares. A análise dos íons sódio e potássio mostrou alta concentração de K em folhas primárias de plantas tratadas com sal, embora o fornecimento do elemento via solução nutritiva tenha sido igual para ambos os blocos de tratamentos. Os íons sódio foram de certa forma impedidos de se translocarem para as folhas por um fator de seleção a nível de raízes, em favor da entrada de potássio e possivelmente pela retenção do sódio no caule.

2.8 Sistemas de resposta antioxidativa em plantas sob estresse

Em condições ambientais adversas, os vegetais sofrem alterações no seu metabolismo. Nessas condições (estresse), seja ele hídrico, osmótico, excesso de luminosidade, salinidade, temperatura, injúrias provocadas por patógenos, herbicidas e outros, ocorre a formação de espécies reativas de oxigênio. Estas formas de oxigênio como peróxido de Hidrogênio (H_2O_2), radical superóxido ($O_2^{\cdot-}$) e o radical Hidroxila (OH^{\cdot}) são conhecidos por oxidar importantes constituintes celulares, tais como ácidos nucleicos, lípideos de membrana (camada bipolar) e proteínas, podendo levar as células a morte (Alscher *et al.*1997). Tal oxidação ocorre principalmente em membranas, em nível das duplas ligações em ácidos graxos apolares da camada bipolar. A consequência imediata deste ataque oxidativo traduz-se em alterações da permeabilidade seletiva e efluxo de íons. Em nível do complexo protéico, pode ocorrer mudanças na estrutura conformacional. No caso de enzimas pode haver distúrbios no sítio ativo, influenciando a atividade e outras alterações metabólicas, como aumento da síntese de proteases, responsáveis pela degradação das proteínas. A degradação oxidativa dos ácidos nucleicos, apresenta paralelos com os efeitos de ionização radioativa, induzindo a inúmeras lesões como falhas na cadeia do DNA, mutações e outros defeitos genéticos letais.

Para combater os danos causados pelo estresse oxidativo, alguns vegetais desenvolveram mecanismos de defesa. Entre eles, destaca-se o aumento da atividade de enzimas do metabolismo antioxidativo:

Padrões enzimáticos de diversas enzimas importantes podem variar em resposta a fatores estressantes como seca, salinidade, alta intensidade luminosa, etc. (Dubey & Sharma, 1990).

Assim, sugere-se que as plantas podem ser relativamente (dependendo da espécie) equipadas com um sistema efetivo para controlar a ação deletéria destes radicais. Em várias espécies vegetais observou-se uma super expressão da atividade da enzima superóxido dismutase (SOD; EC 1.15.1.1) em respostas a diversos fatores estressantes (Miszalski *et al.* 1998; Broetto *et al.* 2002).

A SOD catalisa a dismutação de radicais superóxidos para H_2O_2 . Existem três classes distintas de SOD, as quais diferenciam-se principalmente no seu cofator metálico. Em plantas CuZn-SOD foi encontrada nos cloroplastos (Foster & Edwards 1980), no citossol (Sakamoto *et al.* 1995) e em mitocôndria (Salin & Bridges 1981). Fe-SOD foi encontrada exclusivamente em cloroplastos (Salin & Bridges 1980) e a Mn-SOD foi detectada em mitocôndria, peroxissomo e citossol (Alsher *et al.* 1997). Considerando-se que a CuZn-SOD, a Fe-SOD e a Mn-SOD estão presentes no citoplasma, no cloroplasto e na mitocôndria, respectivamente, é possível medir-se resposta específicas e compartimentalizadas do sistema de resposta antioxidativo, pelo monitoramento da atividade destas diferentes classes de SOD.

Um outra enzima importante do sistema de resposta antioxidativa em plantas é a catalase (CAT; EC 1.11.1.6), a qual decompõe a H_2O_2 (reduz até H_2O) gerada nos peroxissomos durante a fotorrespiração (Gerbling *et al.* 1984), bem como o produto de reação da SOD. A catalase tem sido descrita como susceptível a fotoinibição e degradação (Feierabend & Enger 1986). Após sua inativação por luz, a atividade da catalase é fortemente dependente da síntese *de novo* da enzima, como relatado por Hertwig *et al.* (1992). Concordante com este relato, Niewiadomska *et al.* (1999) e Broetto *et al.* (2002), demonstraram que em *M. crystallinum* estressadas com sal, a indução de CAM vem acompanhada pelo decréscimo da atividade de catalase. Castillo (1996) demonstrou o mesmo efeito quando plantas intermediárias (C_3 -CAM) de *Sedum album* L. foram mantidas sob severo regime de estresse hídrico.

O ácido ascórbico (vitamina C) é uma vitamina abundante em tecidos vegetais, sendo que folhas verdes possuem ascorbato em concentrações similares a clorofila. O ascorbato exerce papel essencial em diversos processos fisiológicos, incluindo crescimento, diferenciação e metabolismo. O ácido orgânico age como redutor de muitos radicais livres, portanto minimiza o dano causado pelo estresse oxidativo, mas possui outras funções que ainda estão indefinidas.

Como antioxidante a enzima ascorbato peroxidase (APX) reagirá com o radical peróxido de hidrogênio formando ácido monodehidroascórbico e/ou dehidroascorbato. As formas reduzidas voltam a ácido ascórbico pela monohidroascorbato redutase e dehidroascorbato redutase usando redutores equivalentes como NAD(P)H ou glutathione (GHS).

A Glutathione (GHS) é encontrada na maioria dos tecidos, células e compartimentos celulares de plantas superiores. Seu nível diminui com envelhecimento dos tecidos e varia entre os meios de crescimento.

O GHS é o agente redutor que recicla ácido ascórbico de sua forma oxidada a sua forma reduzida pela enzima dehidroascorbato redutase. As enzimas que catalisam a síntese e degradação do GHS foram caracterizadas tanto nos compartimentos cloroplásticos e quanto citoplasmáticos, e pesquisas mostram que o estresse ambiental acarreta em um acúmulo de GHS, sendo que o mecanismo envolvido não está definido.

Em síntese, os tecidos vegetais são dotados de diferentes sistemas de resposta para o controle da produção de radicais livres. Devido a sua compartimentalização específica nas células, as enzimas e compostos orgânicos formados em situação de estresse ambiental, respondem também de forma específica conforme o envolvimento de reações metabólicas que se façam necessárias.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e instalação dos experimentos.

A pesquisa foi dividida em duas etapas, sendo a primeira desenvolvida nas dependências do Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, Câmpus de Botucatu, SP. Após as coletas, parte do material vegetal (folhas) foi processado e analisado quanto aos parâmetros bioquímicos, no Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências - UNESP, Câmpus de Botucatu, SP. A condução inicial do experimento foi realizada em túnel de plástico com dimensões de 7,0 x 12,5 m, utilizando-se caixas de amianto previamente impermeabilizadas com tinta betuminosa e com dimensões de 36,0 x 36,0 x 30,0 cm, com capacidade para 30 L de solo. Utilizou-se um Latossolo Vermelho Escuro distrófico textura média (Le_d), segundo classificação feita por Carvalho *et al.* (1983), coletado na Fazenda Experimental Lageado, na gleba denominada “Patrulha”, para o preenchimento dos vasos.

3.1.1 Tratamentos preliminares.

Para prevenção do ataque de nematóides o solo foi tratado com nematicida na ordem de 50 g / m² do produto comercial. O solo foi umedecido e mantido coberto por 23 dias para reação do produto. Após este período, coletou-se amostras e realizou-se análise nematológica da mesmas no Departamento de Defesa Fitossanitária da FCA/UNESP – Câmpus de Botucatu.

3.1.2 Análise de solo.

Foram coletadas 10 amostras simples dos primeiros 20 cm de profundidade do solo para a realização de análise química no laboratório do Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, Câmpus de Botucatu, SP, utilizando-se metodologia descrita por Raij & Quaggio (1983). As características químicas do solo, segundo Raij et al. (1997) e EMBRAPA (1997) estão apresentadas na Tabela 1.

A adubação química do solo (para todos os tratamentos) baseou-se na recomendação feita por Villas Bôas et al (2000), para a cultura do pimentão. Para a calagem, foi aplicado calcário dolomítico (PRNT = 91%) para elevar a V% a 80, segundo Raij et al (1997); aplicou-se quantidade equivalente a 150 mg P/ L de solo, sendo 75 mg P aplicado como Superfosfato Simples (18% P₂O₅) e 75 mg P na forma de Termofosfato Master + S (17,5% P₂O₅). Nos tratamentos onde utilizou-se matéria orgânica foi aplicado 260 g de esterco de curral seco por vaso (as características químicas do esterco estão apresentadas na Tabela 2) sendo a quantidade aplicada calculada em função da área do vaso (6,0 x 36,0 cm) equivalente a 2 Kg do esterco de curral por m² (20 t ha⁻¹ de esterco).

Tabela 1: Análise química do Latossolo Vermelho distrófico textura média (Led).

Solo	pH	M.O.	P	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S
	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	mmol _c /dm ³								
Led	4,2	14	2	12	72	0,2	4	1	5	76	6	15
					B	Cu	Fe	Mn	Zn			
					mg/dm ³							
					0,18	1,1	102	0,4	0,1			

Tabela 2: Análises químicas e físicas do esterco de curral utilizado. Resultados apresentados no material seco a 110°C.

pH	U	C	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	C/N
CaCl ₂	%	g . Kg ⁻¹								mg . Kg ⁻¹				
4,8	40	194	11,2	11,2	2,6	9,1	0,8	8,6	560	156	69600	332	200	17/1

Durante o experimento foi verificada a necessidade de adubação com Zn e B. Visualmente, as plantas apresentavam intensa queda de botões florais bem como diminuição dos internódios da extremidade da planta. Realizou-se então aos 136 DAT (dias após o transplante) adubação foliar com 0,5% de sulfato de zinco e 0,1% de Bórax.

3.2 Condução dos tratamentos.

Para o tratamento considerado controle (conforme recomendações técnicas), a formulação descrita no item 3.1.2., foi suplementada com 0,24 g N / planta, na forma de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (15,5% N) e 0,2 g K / planta na forma de KCl (60% K_2O), de forma parcelada a cada 3 dias. Segundo Villas Bôas (2000) estas doses seriam ideais para a nutrição balanceada da planta, mantendo-se a CE (condutividade elétrica) do solo em torno de 1,5 dS/m. Segundo Lorens & Maynard (1988) este seria o valor de CE considerado limite para a cultura do pimentão.

Assim, conforme as curvas de salinização do solo ajustadas pela equação linear, apresentadas nas Figuras 1 e 2, foram aplicados as quantidades de nutrientes para elevar a CE para valores que dupliquem (3,0 dS/m), tripliquem (4,5 dS/m) e quadruplicuem (6,0 dS/m) os valores considerados como controle (1,5 dS/m).

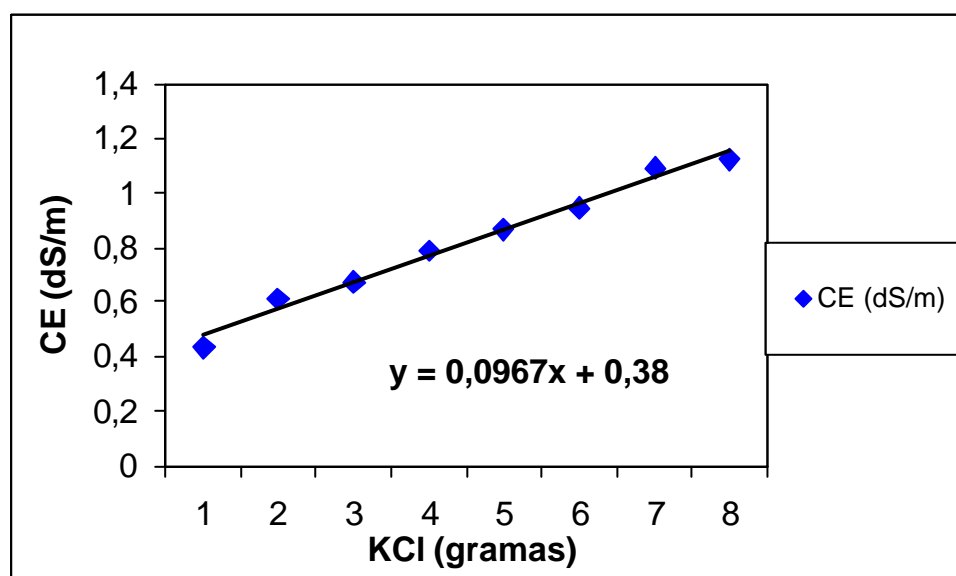


Figura 1: Curva de Salinização de um solo LVE distrófico textura média em função de doses crescente de Cloreto de Potássio (KCl), os valores de CE, foram obtidos através de extrato de saturação.

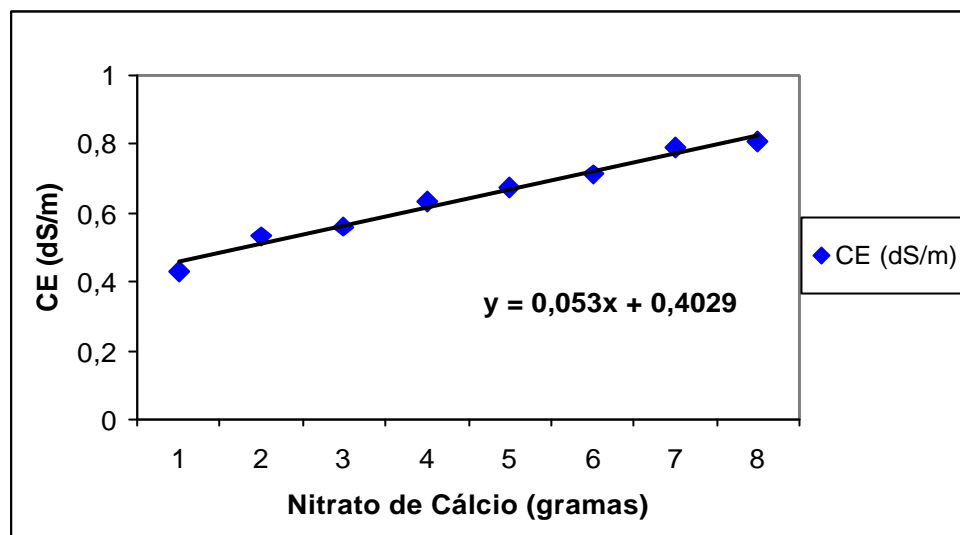


Figura 2: Curva de Salinização de um solo LVE distrófico textura média em função de doses crescente de Nitrato de Cálcio $[Ca(NO_3)_2]$, os valores de CE, foram obtidos através de extrato de saturação.

As medidas da CE do solo, foram monitoradas através da análise da solução do solo CE_{scp} (condutividade elétrica da solução da cápsula porosa), retirada através de um extrator de solução, levando-se em consideração no momento da extração da solução do solo o teor de água de cada vaso U_p (umidade da cápsula porosa), que posteriormente através da equação da curva de retenção de água no solo, os valores da CE (dS/m) foram transformados em um valor corrigido ($CE_{corrigido}$), em relação ao teor de água no solo, quando saturado (U_s), conforme a expressão:

$$CE_{corrigida} = \frac{CE_{scp} \times U_{scp}}{U_s}$$

Para determinação do teor de água no solo, foi utilizado um tensiômetro eletrônico de punção, com medidas expressas em bar (-0,01 a -1,00 bar). Para a definição o teor real de água do solo em relação a tensão dada pelo aparelho, foi feita uma

curva de retenção de água do solo ajustada pela equação logarítima, conforme apresentado na figura 3.

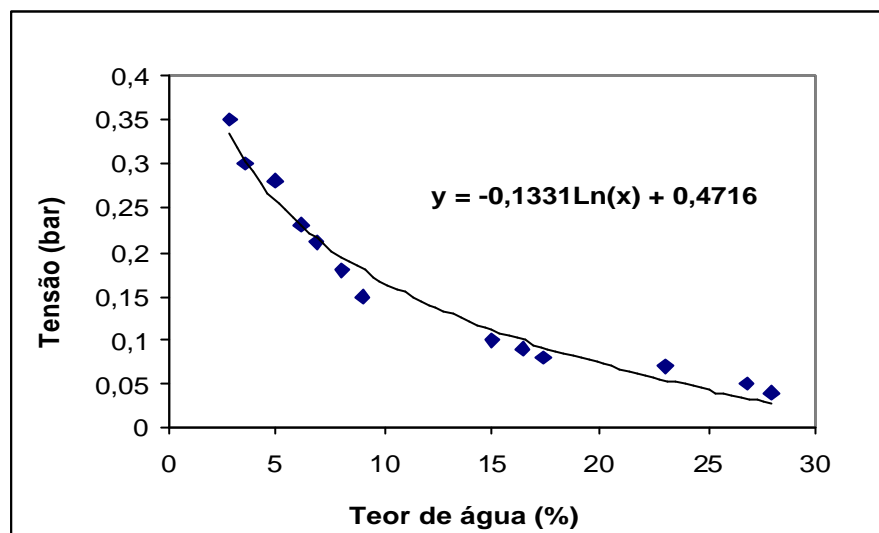


Figura 3: Curva de retenção de água de um solo LVE distrófico textura média e a relação entre a tensão (expressa em bar) e o teor de água no solo (%).

Os equipamentos (extrator da solução do solo e o tensiômetro eletrônico de punção), foram instalados permanentemente nos vasos de cultivo a uma distância de 15 cm da planta e a uma profundidade de 20 cm do centro da cápsula porosa, apresentados na Foto 1 e 2.

Os adubos citados, com exceção do calcário, da matéria orgânica e do fósforo, foram aplicados em solução, através de sistema de gotejamento por gravidade adaptado (garrafas do tipo *Pete* de 2 L). Os recipientes foram virados para baixo, sendo que a parte superior (fundo da garrafa) foi cortada para a aplicação da solução fertilizante e/ou água. A parte inferior (tampa) foi perfurada, sendo colocada uma mangueira em cuja extremidade foi adaptado um controlador de vazão, simulando um gotejador. Os gotejadores foram instalados a 15 cm do colo da planta, produzindo uma vazão de 2 L.h^{-1} , apresentados na Foto 3.

A reposição da água foi feita manualmente, sempre que a leitura da tensão de água no solo, verificada pelo tensiômetro, fosse superior a $-0,20 \text{ bar}$ (-20 KPa), mantendo o solo com uma tensão de $-0,15 \text{ bar}$ (-15 KPa)



Foto 1:Tensiômetro eletrônico de punção



Foto 2:Extrator e Tensiômetro a 15 cm do colo da planta.



Foto 3: Garrafas do tipo *Pete* onde foram aplicados os fertilizantes

3.3 Material vegetal e manejo da cultura.

Foram utilizadas mudas de um híbrido de pimentão (*Capsicum annum*, L.), denominado comercialmente “Elisa” (Rogers). A semeadura foi feita em bandejas de isopor com 128 alvéolos em 15 / 07 / 2001.

As mudas foram conduzidas em viveiro da Fazenda Experimental São Manuel (FCA-UNESP), localizada no município de São Manuel, SP e transplantadas 50 dias após semeadura (03 / 09 / 2001), quando a planta atingiu 7 a 8 cm de altura e 4 a 5 folhas definitivas.

A estrutura de condução das plantas foi instalada conforme descrito por Villas Bôas (2001). Ao lado das caixas foram montadas estruturas fixas com mourões de eucalipto e arame com o objetivo de sustentar as plantas e o fitilho de condução das mesmas. Os fitilhos de sustentação foram amarrados na região do colo da planta e esticados até o arame. Lateralmente às plantas foram passados fitilhos para sustentação em ramos que apresentavam frutos.

As plantas foram conduzidas livremente com duas ou três hastes, sem a realização de desbaste das hastes durante o crescimento das plantas. A primeira flor (relativa ao primeiro internódio) foi retirada para evitar que o desenvolvimento excessivo desse primeiro fruto prejudicasse os frutos subsequentes. Durante o experimento foi realizado a desbrota da planta até a altura das primeiras flôres, o que favorece o alongamento da haste, sendo que posteriormente deixou-se os brotos laterais crescerem livremente.

Foi realizado o controle fitossanitário quinzenal de forma preventiva com uso de *Decis* (inseticida piretróide) para o controle de pulgão e de *Folicur* (fungicida) e *Vertimec* (Acaricida), para o controle principalmente do ácaro rajado. Durante todo o experimento não foi constatado nenhum dano causado por praga ou doença que fosse significativo para a condução do mesmo.

3.4 Delineamento Experimental

Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2, com 4 repetições, segundo descrito por Banzato & Kronka (1989), sendo 4 doses de adubo com presença e ausência matéria orgânica, conforme descrito abaixo.

Tratamento 1: Adubação básica + Matéria orgânica, seguida da formulação recomendada para pimentão (N e K), conforme descrito no item 3.2, simulando salinidade de 1,5 dS/m. Este tratamento foi considerado controle do bloco com matéria orgânica (tratamentos de 1 a 4)

Tratamento 2: Adubação básica + Matéria orgânica, seguida da formulação recomendada para pimentão (N e K) com doses dobradas, conforme descrito no item 3.2, simulando salinidade de 3,0 dS/m.

Tratamento 3: Adubação básica + Matéria orgânica, seguida da formulação recomendada para pimentão (N e K) com doses triplicadas, conforme descrito no item 3.2, simulando salinidade de 4,5 dS/m.

Tratamento 4: Adubação básica + Matéria orgânica, seguida da formulação recomendada para pimentão (N e K) com doses quadruplicadas, conforme descrito no item 3.2, simulando salinidade de 6,0 dS/m.

Tratamento 5: Adubação básica, seguida da formulação recomendada para pimentão (N e K), conforme descrito no item 3.2, simulando salinidade de 1,5 dS/m. Este tratamento foi considerado controle do bloco sem matéria orgânica (tratamentos de 5 a 8)

Tratamento 6: Adubação básica, seguida da formulação recomendada para pimentão (N e K) com doses dobradas, conforme descrito no item 3.2, simulando salinidade de 3,0 dS/m.

Tratamento 7: Adubação básica, seguida da formulação recomendada para pimentão (N e K) com doses triplicadas, conforme descrito no item 3.2, simulando salinidade de 4,5 dS/m.

Tratamento 8: Adubação básica, seguida da formulação recomendada para pimentão (N e K) com doses quadruplicadas, conforme descrito no item 3.2, simulando salinidade de 6,0 dS/m.

Dependendo do comportamento da CE do solo, a dose dos adubos foi aumentada ou diminuída, levando-se em consideração a curva de salinização do solo. Os valores totais da quantidade de adubos utilizados por planta estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Quantidades totais de CaNO_3 e KCl utilizados para salinização e manutenção da CE do solo, para cada tratamento.

TRATAMENTOS	NITRATO DE CÁLCIO	CLORETO DE POTÁSSIO
Tratamentos 1 e 5 (1,5 dS/m)	56 g	15 g
Tratamentos 2 e 6 (3,0 dS/m)	98 g	35 g
Tratamentos 3 e 7 (4,5 dS/m)	153 g	55 g
Tratamentos 4 e 8 (6,0 dS/m)	198 g	101 g

3.5 Análises de parâmetros de crescimento e produtividade.

Foram avaliados os parâmetros de crescimento e produtividade descritos abaixo:

3.5.1 Altura de plantas.

Foram feitas 5 determinações de altura aos, 19 DAT (dias após o transplântio); 34 DAT; 50 DAT, 77 DAT; 90 DAT, 121DAT, sendo que as plantas foram medidas do colo até o ápice da haste maior.

3.5.2 Número de folhas.

Foram feitas 6 determinações do número total de folhas expandidas aos, 19 DAT; 34 DAT; 50 DAT; 77 DAT; 98 DAT; 123 DAT.

3.5.3 Número de bifurcações e bifurcações com frutos.

Ao final do experimento foram contados o número total de bifurcações. Através da presença da cicatriz do pedúnculo dos internódios que produziram frutos, avaliou-se o índice percentual do número de bifurcações com frutos.

3.5.4 Área foliar.

Foi determinada através de um analisador de área foliar modelo Aam 8-Hayashi (Tarc). Para realização das medições foram coletadas 20 folhas da região mediana da planta 150 DAT, sendo a área foliar expressa em cm².

3.5.5 Teor de clorofila.

Durante o ciclo da cultura foram feitas 8 amostragens aos 36 DAT; 50 DAT; 72 DAT; 86 DAT; 91 DAT; 99 DAT; 120 DAT; 140 DAT utilizando-se um medidor de clorofila (clorofilômetro) modelo HORIBA- SPAD. As medições foram feitas em 5 folhas por planta com 5 repetições, elegendo-se para tanto aquelas recém maduras na região mediana da planta.

3.5.6 Produção de frutos.

Foram feitas várias colheitas durante o ciclo da cultura, sempre que os frutos apresentavam 25 % de coloração vermelha. Frutos que apresentavam deformidades, podridões ou escaldadura (queimadura devido ao sol) foram considerados como descarte ou não comerciais (NC). Foram realizadas ainda, determinações de produtividade como número e peso médio de frutos por planta.

3.5.7 Análise da massa de matéria seca.

Todo o material da parte aérea da planta foi coletado ao final do experimento (155 DAT) sendo posteriormente pesado, seco em estufa a 50 °C até peso constante, com pesagem final para determinação da massa de matéria seca.

3.5.8 Análise química dos constituintes da planta.

Ao final do experimento (entre 140 e 155 DAT) foram coletados e analisados amostras de folhas, caule e frutos. A análise foi conduzida conforme metodologia descrita por Malavolta et al (1997), no laboratório de análise foliar do Departamento de Recursos Naturais – Ciência do Solo, FCA/UNESP.

3.6 Análises Bioquímicas

3.6.1 Coleta e armazenamento do material vegetal.

Conforme planejado para o conjunto dos experimentos, procedeu-se as coletas de folhas para as análises de parâmetros bioquímicos. As folhas expandidas foram coletadas da região mediana das plantas, acondicionadas em frascos do tipo falcon e imediatamente imersas em nitrogênio líquido para congelamento rápido. Após a coleta, as amostras foram armazenadas em *Freezer* a -80°C .

As amostras foram então moídas na presença de Nitrogênio líquido, até a obtenção de um pó fino. Após pesagem, as amostras foram armazenadas em frascos *Eppendorf*, em *Freezer* a -80°C .

3.6.2 Processamento do material vegetal para obtenção do extrato bruto.

As amostras foram processadas para obtenção de dois extratos diferentes: o primeiro serviu para a análise do teor de L-prolina e o segundo para as análises de atividade enzimática. Para o primeiro extrato, amostras de tecido foliar (100 mg) citadas em 3.6.1 foram ressuspensas em 1,5 mL de ácido sulfosalicílico (3 % em água destilada). Após centrifugação por 5 min a $4.000 \times g$ o sobrenadante foi coletado e armazenado em *freezer* a -80°C .

O extrato para as análises enzimáticas foi obtido pela ressuspensão do material vegetal (300 mg) em 5,0 mL de tampão fosfato de potássio 0.1 M, pH 6.8. Após centrifugação por 10 minutos a $5.000 \times g$, o sobrenadante foi coletado e armazenado em *freezer* a -80°C .

3.6.3 Determinação do teor de proteína solúvel total.

A concentração de proteína solúvel presente nos extratos foi determinada em triplicata, utilizando-se o método descrito por Bradford (1976) com albumina de soro bovino (BSA) como proteína padrão.

3.6.4. Determinação do teor de prolina.

O teor de L-prolina foi determinado utilizando-se o método de Bates et al. (1973). Para a realização do teste colorimétrico, pipetou-se alíquotas de 1,0 mL do extrato bruto; 1,0 mL de ninhidrina ácida; 1,0 mL de ácido acético glacial. Após banho-maria fervente por 60 minutos, resfriou-se os frascos e efetuou-se leitura a 520 nm. Como referência, utilizou-se uma reta padrão com L-prolina p.a .

3.6.5 Atividade da enzima Superóxido Dismutase (SOD; EC 1.15.1.1).

A determinação da atividade da SOD considerou a capacidade da enzima em inibir a fotoredução do NBT (Azul de nitrotetrazólio cloreto). A atividade foi determinada pela adição de 50 µL de extrato bruto a uma solução contendo 13 mM de metionina, 75 µM de NBT, 100 nM de EDTA e 2 µM de riboflavina em 3,0 ml de tampão fosfato de potássio 50 mM, pH 7.8.

A reação foi iniciada pela iluminação dos tubos, em câmara composta por tubos fluorescentes (15 W), a 25° C. Após 5 minutos de incubação, o final da catálise foi determinado pela interrupção da luz (Giannopolitis & Ries, 1977). O composto azul formado (formazana) pela fotoredução do NBT, foi determinado pelo incremento na absorção a 560 nm. Os tubos considerados *branco* para a análise, receberam os mesmos reagentes, porém

foram mantidos cobertos com papel alumínio, portanto, abrigados da luz. Uma unidade de SOD foi definida como a quantidade de enzima necessária para a inibição de 50 % da fotorredução do NBT. Para o cálculo da atividade específica da enzima, considerou-se a percentagem de inibição obtida, o volume da amostra e a concentração de proteína na amostra ($\mu\text{g}/\mu\text{L}$).

3.6.5 Atividade da enzima Catalase (CAT; EC 1.11.1.6).

A atividade da enzima catalase foi determinada espectrofotometricamente a 240 nm pelo monitoramento da variação da absorção do peróxido de hidrogênio, conforme Peixoto *et al.* (1999). Para o teste, 50 μL de extrato bruto foram adicionados a 950 μL de um tampão fosfato de potássio 50 mM, pH7,0 suplementado com peróxido de hidrogênio a uma concentração final de 12.5 mM. A variação da absorção (ΔE) foi calculada em um intervalo de 80 s, sendo a atividade da enzima calculada utilizando-se um coeficiente de extinção molar $\epsilon = 39,4 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$. A atividade específica (mkat) da catalase, levou em consideração a concentração de proteína solúvel no teste.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Monitoramento da condutividade elétrica durante o ciclo da cultura

As medidas da condutividade elétrica foram feitas a cada de três dias e dependendo do valor encontrado, a dose de adubo foi ajustada a manutenção dos valores previstos para cada tratamento.

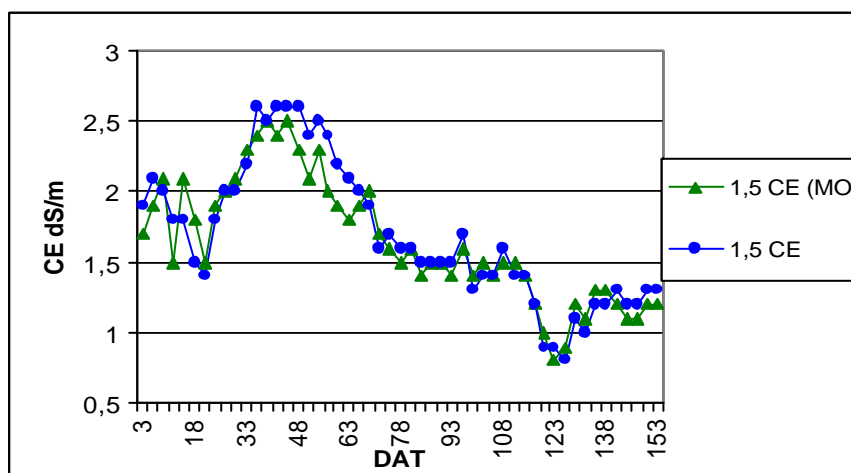


Figura 4: Condutividade elétrica corrigida para os tratamentos 1 e 5.

Para a manutenção da CE nos tratamentos 1 e 5, foram realizadas 12 aplicações a cada 6 dias até 75 DAT. Após este período as aplicações foram realizadas a cada 3 dias até os 152 DAT, perfazendo um total de 37 aplicações, com uma dosagem total de 8,8 g de N e 7,4 g de K por planta.

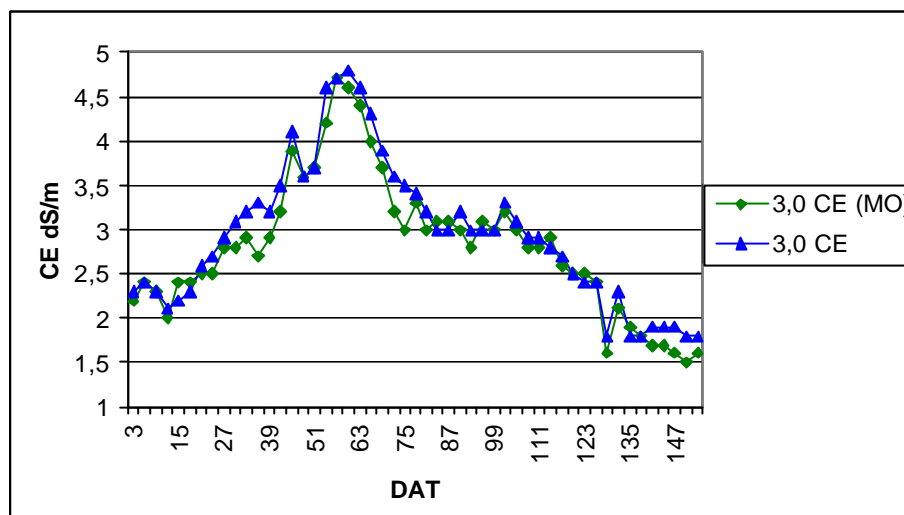


Figura 5: Condutividade elétrica corrigida para os tratamentos 2 e 6.

Em relação aos tratamentos 2 e 6, foram realizadas 12 aplicações a cada 6 dias até 75 DAT. Após este período as aplicações foram realizadas aplicações a cada três dias até os 152 DAT, perfazendo um total de 37 aplicações, com uma dosagem total de 15,2 g de N e 17,4 g de K por planta.

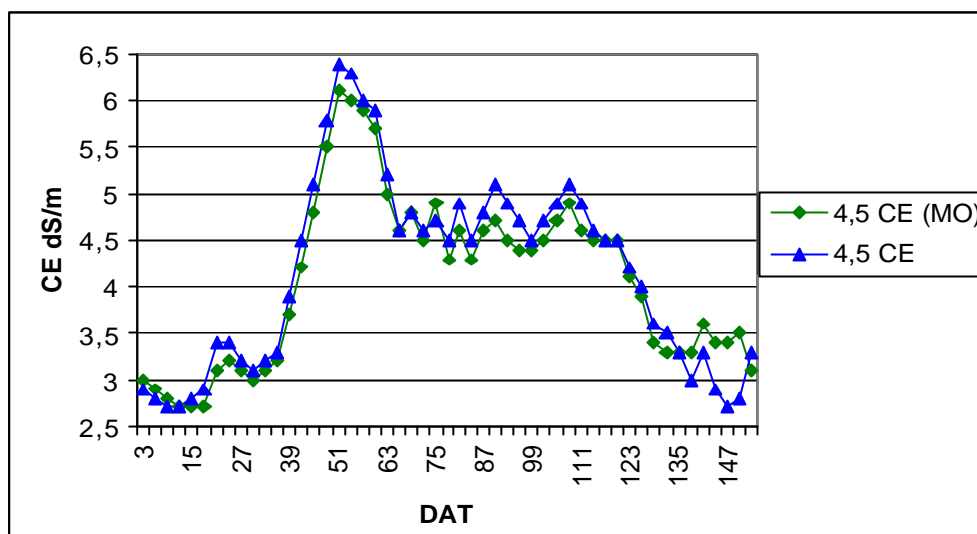


Figura 6: Valores da condutividade elétrica corrigida para os tratamentos 3 e 7.

Para a manutenção da CE nos tratamentos 3 e 7, foram realizadas 12 aplicações a cada 6 dias até 75 DAT. Desta etapa em diante, as aplicações foram feitas a cada 3 dias até os 152 DAT, perfazendo um total de 37 aplicações, com uma dosagem total de 23,7 g de N e 27,4 g de K por planta.

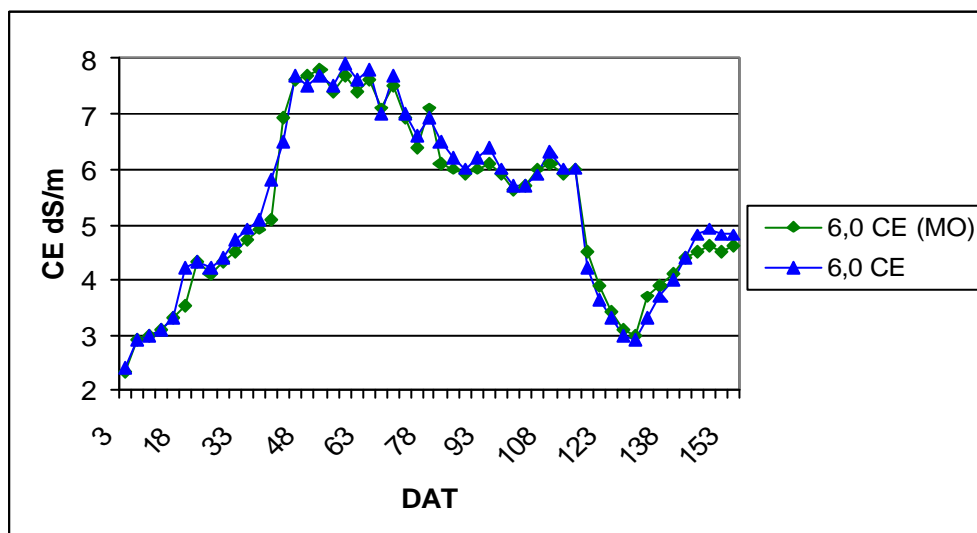


Figura 7: Condutividade elétrica corrigida para os tratamentos 4 e 8.

Para a manutenção da condutividade elétrica nos tratamentos 4 e 8, foram realizadas 13 aplicações a cada 6 dias até 80 DAT. Após este período as aplicações foram feitas a cada 3 dias até os 152 DAT, perfazendo um total de 37 aplicações, com uma dosagem total de 30,7 g de N e 50,4 g de K por planta.

De acordo com as figuras 4, 5, 6 e 7 todos os tratamentos produziram CE inicial (antes do transplante das mudas) em torno de 2,0 dS/m, sendo que estes valores refletiam a CE relativa aos minerais do solo natural somada àquela derivada da adubação do plantio e calagem.

Todos os tratamentos mantiveram um comportamento semelhante, após o transplante, sendo a CE cresceu, em função do início da fertirrigação regular, ultrapassando o patamar pré-estabelecido para cada tratamento. Além disso, este efeito se potencializou em função da baixa extração de nutrientes pela planta. Esta situação pode ser visualizada nas Figuras 4, 5 e 6 até 75 DAT e na Figura 7 até 80 DAT, decrescendo posteriormente para todos os tratamentos, até a faixa determinada para os mesmos.

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

O material orgânico segundo as suas características de carga elétrica, pode alterar ou não a CE do solo, mas durante todo o ciclo e para todos os tratamentos não houve nenhuma alteração para este parâmetro pela adição ou não da matéria orgânica, como apresentado nas Figuras discutidas no item 4.1.

4.2 Valores de temperaturas máxima e mínima durante o ciclo da cultura.

Conforme os valores aferidos e apresentados na Figura 5, observa-se que as temperaturas, entre 03/09/2001 a 05/02/2002, apresentaram valores em torno de 19 e 40 °C de temperatura mínima e máxima, respectivamente.

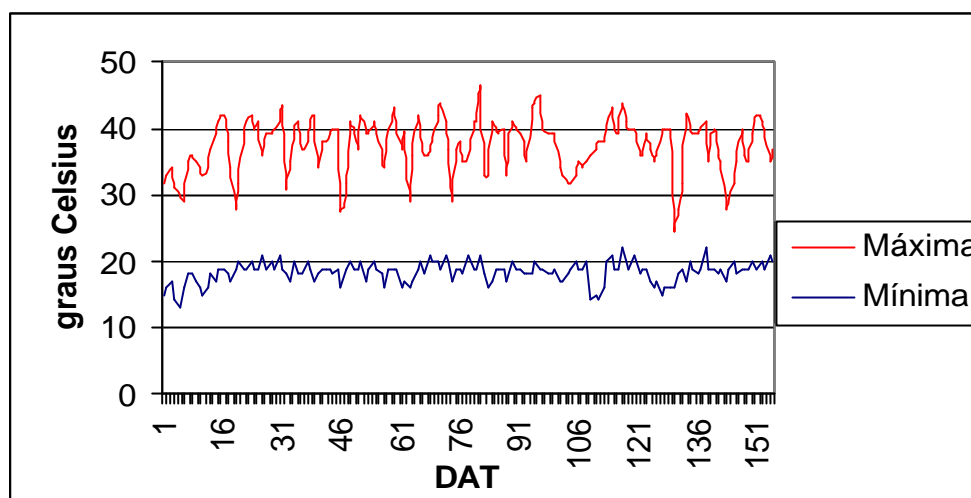


Figura 8. Valores das temperaturas máximas e mínimas anotadas no interior da estufa, durante a condução do experimento.

De acordo com a literatura, as temperaturas mínimas observadas no período, adequaram-se as exigências da cultura. Segundo Sonnenberg (1981), temperaturas menores que 15 °C determinam desenvolvimento vegetativo lento e formação reduzida de flores. Temperaturas mínimas (período noturno) entre 18 e 20 °C conforme encontradas no experimento, podem favorecer a formação de frutos (Camargo, 1984).

As temperaturas máximas atingiram valores superiores a 40 °C, podem ter causado prejuízos a produção. Segundo Sganzerla (1995) valores de temperaturas até 35 °C não causam prejuízos à planta. O efeito sinérgico de altas temperaturas com baixa umidade relativa do ar, causa déficit hídrico à planta, podendo ocorrer morte de gemas, quedas de flores e a formação de frutos pequenos.

As temperaturas altas influenciaram no tamanho médio dos frutos de pimentão, sendo que no tratamento considerado controle (1 e 5) o peso médio dos frutos foi de 120 g, inferiores aos valores reportados por Villas Bôas (2001), em torno de 140 g (frutos do tipo A) e 220 g (frutos do tipo AA) em condições experimentais análogas.

4.3 Produção de frutos

4.3.1 Peso médio de frutos de pimentão Elisa.

Para melhor avaliar o efeito dos tratamentos sobre o peso médio de frutos, os dados observados foram analisados segundo variância, quadrado médio e o teste F cujos resultados estão resumidos na Tabela 4 .

Tabela 4: Análise de variância para o peso médio de frutos de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.

Causa de variação	GL	Qm	F
Níveis de condutividade	3	3259,80	0,0001*
Matéria Orgânica	1	42,97	0,1427
Interação (CE x MO)	3	0,58	0,9924
Resíduo	24	17,70	
Total	31		
CV	4,35		

* significativo ao nível de 1%

** significativo ao nível de 5%

Analisando-se os resultados apresentados na Tabela 4, observou-se que houve influência significativa para os níveis de CE em relação ao parâmetro peso médio de frutos. Por outro lado, a suplementação ou não com matéria orgânica bem como a interação

entre a (MO X CE) não apresentaram diferenças significativas à 5% de probabilidade pelo teste F.

Os valores médios apresentados na Tabela 5, demonstraram uma 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, conforme apresentado na Foto 4.

Tabela 5: Peso médio de frutos de pimentão Elisa (em g) em função de diferentes níveis de CE na presença ou ausência de matéria orgânica*.

TRATAMENTOS	COM MATÉRIA ORGÂNICA	SEM MATÉRIA ORGÂNICA	MÉDIA
CE 1,5 dS/m	122,33	120,45	121,39
CE 3,0 dS/m	111,24	109,11	110,18
CE 4,5 dS/m	90,90	87,79	89,35
CE 6,0 dS/m	77,64	75,48	76,56

*média de 4 repetições para cada tratamento.

Através da equação apresentada na Figura 9, pode-se demonstrar que pela expansão dos níveis de CE e pelo ajuste dos dados, observa-se que houve efeito significativo da CE em relação ao peso médio de frutos.

Portanto é possível, definir pelo ajuste da equação, que para cada incremento de 1,0 dS/m na CE do solo, ocorre em média um decréscimo de aproximadamente 15 % no peso médio de cada fruto. Tal observação, corrobora os resultados apresentados por Silva (2002), mesmo que em outra realidade experimental.

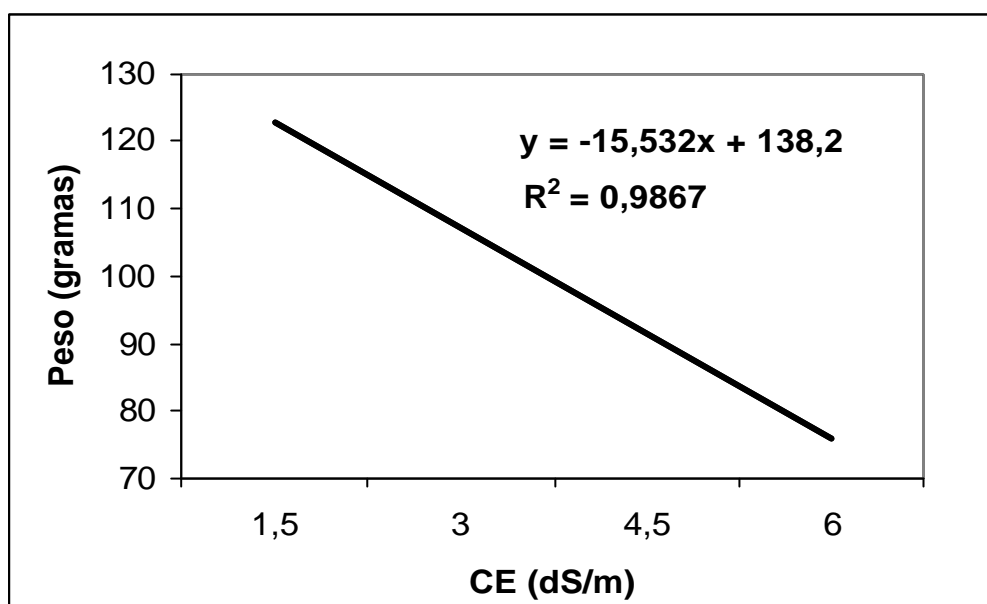


Figura 9: Peso médio dos frutos de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE no solo.

Como exposto na Tabela 5, mesmo para o tratamento de 1,5 dS/m, considerado por Lorens & Maynard (1988) como o ideal para a cultura do pimentão, os valores de peso médio dos frutos foram relativamente pequenos, comparados a outros trabalhos da literatura para esta cultura (Villas Boas, 2001; Tivelli, 1999; Santos, 2001; Cunha, 2001 e Silva, 2002).

Em nossas condições experimentais, creditamos às altas temperaturas (acima de 35 °C) a provável causa da produção de frutos com menor peso médio, concordando com Sganzerla (1995).

Conforme apresentado na Figura 9, observa-se que as plantas cultivadas sob CE de 1,5 dS/m, produziram frutos com média em cerca de 10 %, 36 % e 58% superior aos verificados em plantas submetidas a valores de CE de 3,0; 4,5 e 6,0 dS/m respectivamente.



Foto 4: Comparação entre frutos conduzidos a 1,5 e 6,0 dS/m da CE no solo.

4.3.2 Número total de frutos de pimentão Elisa

Para a caracterização agronômica da cultura, monitorou-se o número total de frutos e sua relação com os tratamentos, durante as diferentes fases de desenvolvimento. A análise de variância, quadrado médio e o teste F para este parâmetro estão resumidos na Tabela 6. Os valores médios para este parâmetro encontram-se resumidos na Tabela 7.

Tabela 6: Análise de variância para o número total de frutos de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE no solo, na presença ou não de matéria orgânica.

Causa de variação	GL	Qm	F
Níveis de condutividade	3	101,46	0,0001*
Matéria Orgânica	1	3,12	0,5509
Interação (CE x MO)	3	7,12	0,4883
Resíduo	24	8,54	
Total	31		
CV	18,34		

* significativo ao nível de 1%.

** significativo ao nível de 5%.

Tabela 7: Número de total de frutos de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE no solo, na presença ou não de matéria orgânica.*

TRATAMENTOS	COM MATÉRIA	SEM MATÉRIA	Média
	ORGÂNICA	ORGÂNICA	
CE 1,5 dS/m	19,75	18,50	19,12
CE 3,0 dS/m	17,75	20,00	18,87
CE 4,5 dS/m	12,25	14,50	13,37
CE 6,0 dS/m	12,75	12,00	12,37

*média de 4 repetições para cada tratamento.

Conforme o resultado da análise de variância, o teste F apresentou significância ao nível de 5% apenas para os tratamentos com diferentes níveis de CE.

Para os valores médios do número total de frutos, a análise revelou a ausência de diferenças estatística entre os tratamentos 1,5 e 3,0 dS/m (19,12 e 18,87 frutos por planta, respectivamente), similarmente aos encontrados por Cunha (2001) e Medeiros (1998) para as condições experimentais semelhantes. Por outro lado, observou-se diferenças significativas para os valores mais elevados de CE (4,5 e 6,0 dS/m) em relação a este

parâmetro. Estes resultados, curiosamente, diferem dos apresentados por Silva (2002), que reporta a média de 28 frutos por planta em solos com CE variando entre 1,0 e 9,0 dS/m.

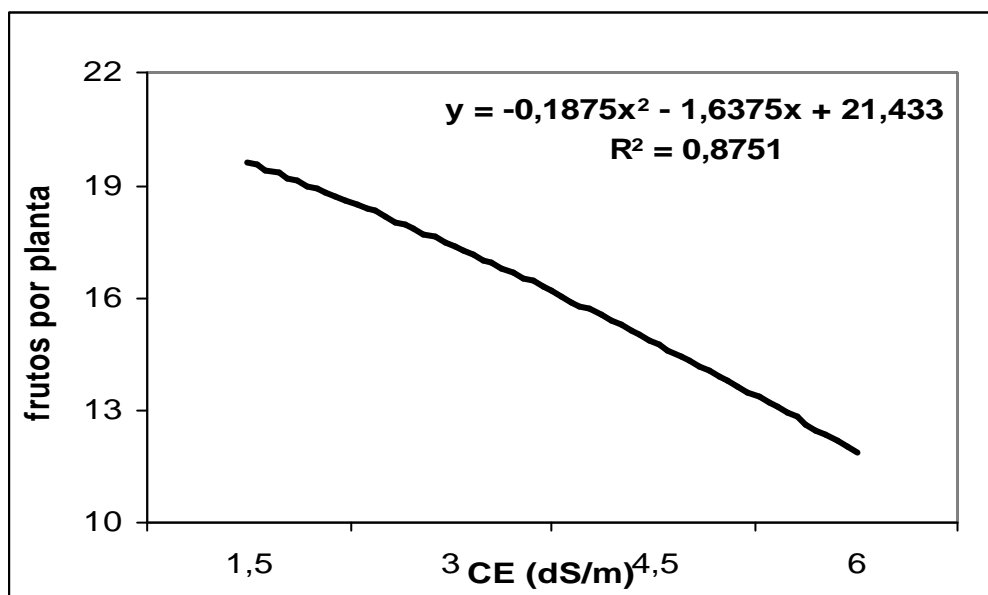


Figura 10: Número total de frutos de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE.

Conforme demonstrado na Figura 10, os tratamentos com maior CE, induziram as plantas a uma diferença de 55% no total de frutos produzidos.

4.3.3 Número total de bifurcações e bifurcações com frutos.

A análise de variância, quadrado médio e o teste F estão apresentados na Tabela 8. A Tabela 9 resume os valores médios para o número total de bifurcações e bifurcações com frutos de pimentão Elisa.

Tabela 8: Análise de variância para o número total de bifurcações com frutos de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.

Causa de variação	GL	Qm	F
Níveis de condutividade	3	706,03	0,0001*
Matéria Orgânica	1	87,78	0,2103
Interação (CE x MO)	3	2,70	0,9844
Resíduo	24	52,97	
Total	31		
CV	24,54		

* significativo ao nível de 1%.

** significativo ao nível de 5%

Tabela 9: % de bifurcações com frutos de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE, na presença ou não de matéria orgânica*.

TRATAMENTOS	COM MATÉRIA	SEM MATÉRIA	Média
	ORGÂNICA	ORGÂNICA	
CE 1,5 dS/m	38,00	42,5	40,25
CE 3,0 dS/m	34,00	35,75	34,87
CE 4,5 dS/m	20,5	23,75	22,12
CE 6,0 dS/m	19,5	23,25	21,37

*média de 4 repetições para cada tratamento.

Para cada internódio da planta, espera-se a emissão de uma flor. A relação entre as flores que chegaram a abrir e os frutos efetivamente formados, resulta na porcentagem de pegamento de frutos avaliados no experimento. Os resultados da análise de variância apresentada na Tabela 8 resumem a relação entre o número total de bifurcações da planta e a porcentagem do total que continha cicatriz no pedúnculo. O incremento da CE do

solo foi capaz de induzir tal relação, pelo teste F ao nível de 5 %. Outras interações, como a aplicação de matéria orgânica, não resultaram em diferenças significativas, pelo mesmo modelo estatístico.

O alto valor de CE do solo interferiu na capacidade da planta em regular índices de pegamento de frutos. Provavelmente, este dano fisiológico esteja relacionado ao baixo teor de Ca a disposição dos tecidos nessa situação de estresse ou a interação negativa entre K e Ca

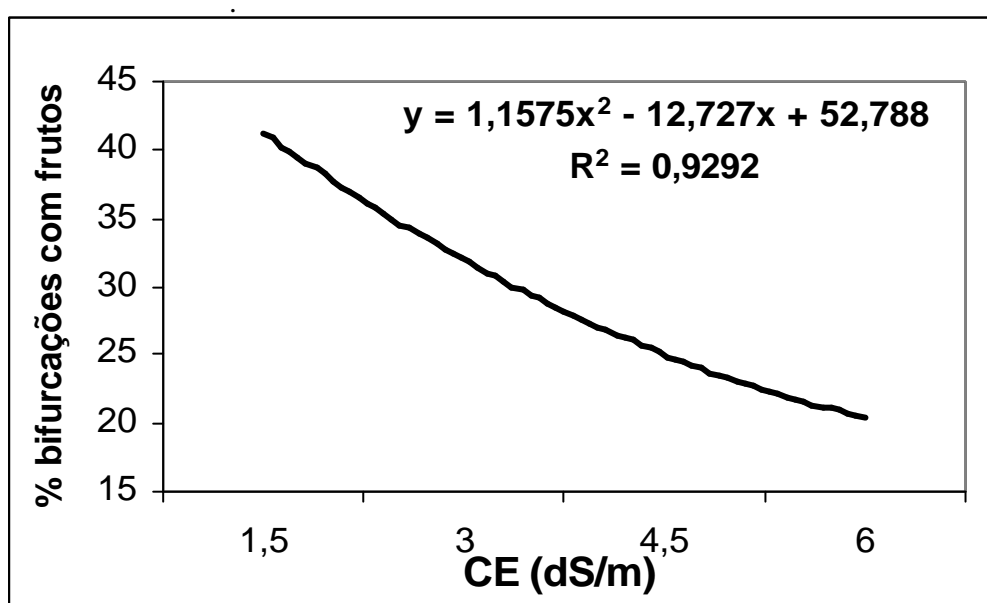


Figura 11: Número total de bifurcações e bifurcações com frutos de pimentão Elisa em % em função de diferentes níveis de CE.

Pelo ajuste da equação quadrática, demonstrou-se que apenas os tratamentos de 4,5 e 6,0 dS/m apresentaram diferença significativa na avaliação deste parâmetro. Por outro lado, os tratamentos com menor CE apresentaram taxa de pegamento de frutos 88 % maior em comparação com os tratamentos com a CE mais acentuada.

4.3.4 Total de frutos descartados em relação ao total de frutos produzidos por planta.

O resumo da análise de variância, quadrado médio e o teste F está apresentado na Tabela 10. A Tabela 11 apresenta valores médios para o total de frutos descartados em relação ao total de frutos produzidos por planta.

Tabela 10: Análise de variância para o número total de frutos de pimentão Elisa descartados em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.

Causa de variação	GL	Qm	F
Níveis de condutividade	3	3338,27	0,0001*
Matéria Orgânica	1	3,58	0,9050
Interação (CE x MO)	3	10,61	0,9878
Resíduo	24	245,76	
Total	31		
CV	56,81		

* significativo ao nível de 1%.

** significativo ao nível de 5%

Tabela 11: Número total de frutos em % de pimentão Elisa descartados em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica*.

TRATAMENTOS	COM MATÉRIA ORGÂNICA	SEM MATÉRIA ORGÂNICA	Média
CE 1,5 dS/m	8,97	10,62	9,8
CE 3,0 dS/m	12,45	15,90	14,17
CE 4,5 dS/m	32,37	30,90	31,64
CE 6,0 dS/m	55,25	54,30	54,77

*média de 4 repetições para cada tratamento.

Foram considerados frutos descartados ou não comerciais, aqueles com escaldadura provocadas pelo sol, podridão apical, tortos e com peso abaixo de 30 gramas.

De acordo com análise de variância, a relação entre o total de frutos descartados e o total de frutos produzidos por planta foi influenciada pelos diferentes níveis de CE. Os tratamentos com ou sem a presença de matéria orgânica e as suas interações não foram significativas, apresentando um coeficiente de variação de 56,81 %.

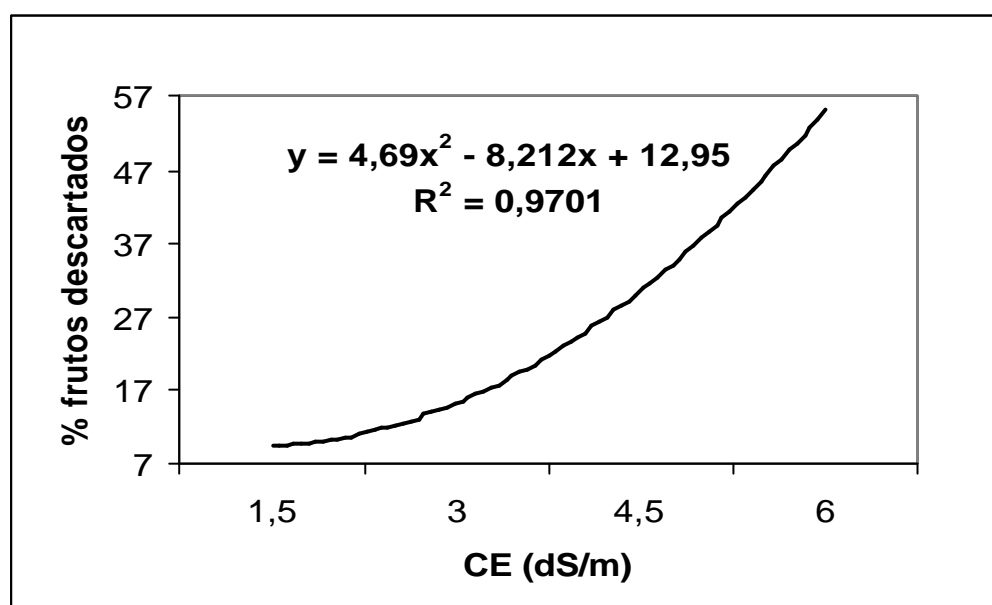


Figura 12: Número total de frutos em % de pimentão Elisa descartados em função de diferentes níveis de CE.

Observa-se que os dados relativos a este parâmetro foram melhor ajustados através de um modelo quadrático. O aumento da CE do solo afetou significativamente a qualidade dos frutos, sendo que no tratamento com 6,0 dS/m, o total de frutos descartados ou não comerciais foi 73 % maior que aquele obtido no tratamento 4,5 dS/m, 286 % em relação ao tratamento 3,0 dS/m e 458 % maior que o total produzido pelo tratamento 1,5 dS/m, considerado como controle.

No tratamento de 1,5 dS/m o valor encontrado de 9,8 % de frutos descartados ou não comerciais, foi relativamente próximo ao encontrado por Tivelli (1999), que apresentou uma porcentagem variando de 1,4 a 6,7 % e de Villas Bôas (2001) de 0 a 12%.

4.4 Área foliar

A análise de variância, quadrado médio e o teste F, estão apresentados na Tabela 12. A Tabela 13 resume os valores médios de área foliar em cm^2 para plantas de pimentão Elisa, ao atingir 150 DAT.

Tabela 12: Análise de variância para área foliar de plantas pimentão Elisa aos 150 DAT em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.

Causa de variação	GL	Qm	F
Níveis de condutividade	3	11137,60	0,4037
Matéria Orgânica	1	143,95	0,9098
Interação (CE x MO)	3	1494,64	0,9375
Resíduo	24	10981,60	
Total	31		
CV	12,91		

* significativo ao nível de 1%.

** significativo ao nível de 5%

Tabela 13: Área foliar em cm^2 em 20 folhas de plantas de pimentão Elisa determinada aos 150 DAT em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica*.

TRATAMENTOS	COM MATÉRIA ORGÂNICA	SEM MATÉRIA ORGÂNICA
CE 1,5 dS/m	912,51	886,59
CE 3,0 dS/m	876,18	915,51
CE 4,5 dS/m	829,52	838,62
CE 6,0 dS/m	834,78	829,45

*média de 4 repetições para cada tratamento.

O teste F (5 %) utilizado na análise deste parâmetro, revelou que os tratamentos com aumento da CE não interferiram na área foliar, apresentando um coeficiente de variação de 12,91%.

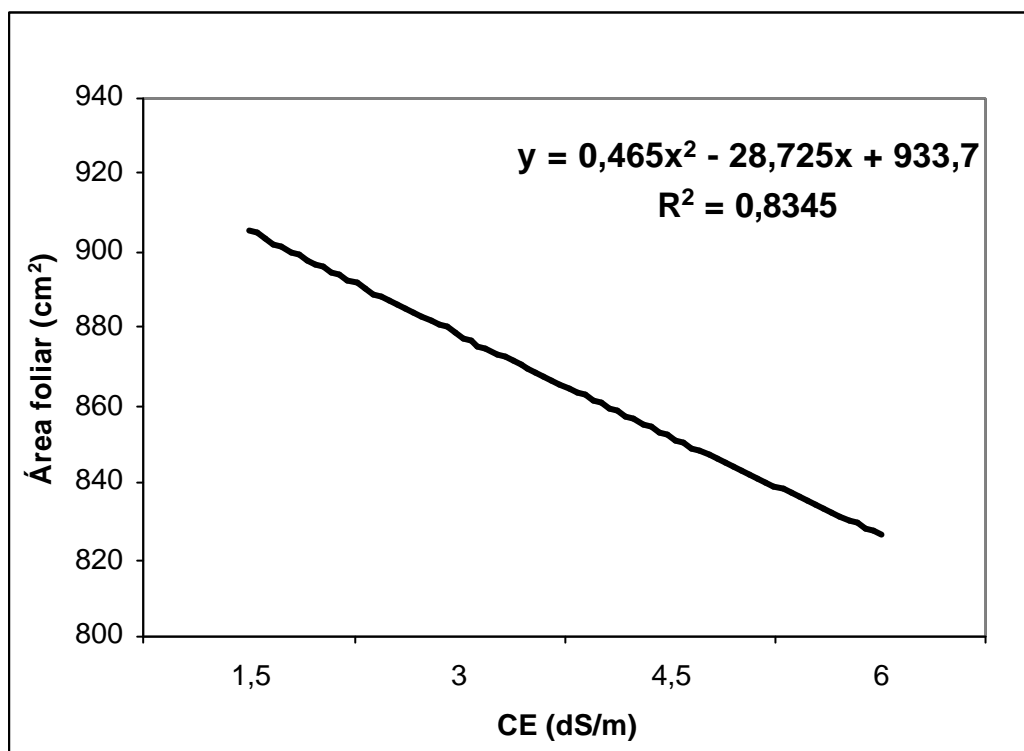


Figura 13: Área foliar em cm² de 20 folhas de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE.

Observa-se através da Figura 13, que a equação quadrática foi a que melhor se ajustou a natureza dos dados. Apesar da ausência de significância conforme demonstrado pelo teste F, evidenciou-se uma tendência para a diminuição da área foliar em relação ao aumento da condutividade elétrica do solo. Devido a flutuações na CE (o período final do ciclo coincide com uma maior extração de nutrientes por parte da planta) provavelmente este parâmetro foi pouco alterado, em função da época de amostragem.

Estes resultados diferem dos encontrados por Medeiros et al (1998), que verificaram que o componente mais afetado pela salinização do solo foi a área foliar.

No tratamento controle (1,5 dS/m) obteve-se médias superiores as descritas por Santos (2001), que encontrou médias de 870 cm² para o mesmo híbrido de

pimentão (Elisa). A área foliar do tratamento controle, mesmo não diferindo estatisticamente, revelou médias superiores (cerca de 8 %) as do tratamento com maior condutividade elétrica (6,0 dS/m).

4.5 Análise da massa de matéria seca (MMS) da parte aérea

Conforme análise de variância apresentada na Tabela 14 para massa de matéria seca das folhas + caule aos 155 DAT, não encontrou-se variação significativa dos valores observados, em função dos tratamentos e de suas interações, com um coeficiente de variação de 14,02%.

Tabela 14: Análise de variância para MMS (folhas + caule) de plantas de pimentão Elisa aos 155 DAT em função de diferentes níveis de CE na presença ou não de matéria orgânica.

Causa de variação	GL	Qm	F
Níveis de condutividade	3	55,59	0,1328
Matéria Orgânica	1	8,61	0,5778
Interação (CE x MO)	3	15,28	0,6433
Resíduo	24	27,04	
Total	31		
CV	14,02		

* significativo ao nível de 1%.

** significativo ao nível de 5%

Tabela 15: Valores médios em gramas para MMS (folhas + caule) de plantas pimentão Elisa aos 155 DAT em função de diferentes níveis de CE na presença ou não de matéria orgânica*.

TRATAMENTOS	COM MATÉRIA ORGÂNICA	SEM MATÉRIA ORGÂNICA
CE 1,5 dS/m	69,88	68,13
CE 3,0 dS/m	68,79	70,37
CE 4,5 dS/m	63,39	68,03
CE 6,0 dS/m	64,23	63,92

* média de 4 repetições para cada tratamento

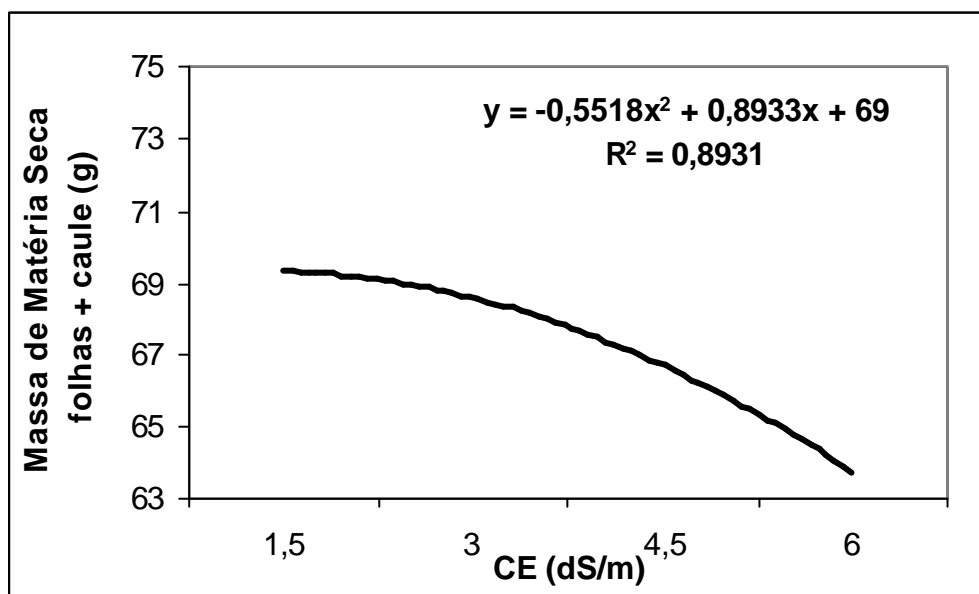


Figura 14: Valores médios para MMS (folhas + caule) de plantas de pimentão Elisa aos 155 DAT em função de diferentes níveis de CE

Apesar da ausência de significância, observou-se uma tendência para a diminuição da MMS da parte aérea em relação ao aumento da condutividade elétrica do solo. As plantas do controle (1,5 dS/m), apresentaram uma MMS cerca de 14 % superior ao tratamento com maior CE (6,0 dS/m), o que de forma global deve ter refletido nos outros parâmetros fisiológicos estudados.

Segundo Medeiros et al (1998) e Silva (2002), o índice salino do solo pode causar decréscimo na MMS da parte aérea.

Os valores encontrados nos nossos experimentos, foram similares aqueles reportados por Locascio & Fiskell (1979) de 61,4 g/planta, e menores que os valores encontrado por Hochumuth et al (1987) de 100 g/planta, ambos para cultivares distintos do Elisa. Villas Bôas (2001), por outro lado, obteve valores médios de 139 g de MMS (folha + caule) de pimentão Elisa fertirrigados em cultivo protegido.

Os valores baixos da produção de MMS, podem ter sido influenciados pelas condições climáticas menos favoráveis, do que as condições encontradas pelos outros autores, considerando-se que no presente experimento, o plantio não coincidiu plenamente com a época mais adequada para a cultura.

4.6 Altura de plantas de pimentão Elisa amostradas durante o ciclo

Na Tabela 16 apresenta-se o quadro de análise de variância, quadrado médio e o teste F, da altura de plantas de pimentão Elisa. A Tabela 17 apresenta os valores médios da altura em função de diferentes níveis de CE e na Tabela 18 os valores médios da altura em função da data da amostragem.

Tabela 16: Análise de variância da altura de plantas de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE, na presença ou não de matéria orgânica.

Causa de variação	GL	Qm	F
Tratamento A (CE)	3	83,41	0,0037 *
Tratamento B (MO)	1	65,92	0,0530
Interação (CE x MO)	3	32,77	0,1334
Resíduo (a)	24		
Parcela	31		
Tratamento C (coletas)	4	14278,45	0,0001 *
Interação C x CE	12	104,69	0,0001 *
Interação C x MO	4	84,75	0,9590
Interação C x CE x MO	12	6,17	0,9934
Interação C x repetições	15	27,29	0,0237 **
Resíduo	81	17,03	
Total	159		
CV	9,11		

* significativo ao nível de 1%.

** significativo ao nível de 5%

Tabela 17: Valores médios em centímetros para altura de plantas de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica*.

TRATAMENTOS	COM MATÉRIA ORGÂNICA	SEM MATÉRIA ORGÂNICA	Média
CE 1,5 dS/m	46,44	46,37	46,40
CE 3,0 dS/m	44,76	47,70	46,23
CE 4,5 dS/m	43,85	46,06	44,96
CE 6,0 dS/m	43,76	43,36	43,56

* média de 4 repetições para cada tratamento

Tabela 18: Valores médios em centímetros para altura de plantas de pimentão Elisa até os 121 DAT em função de diferentes níveis de CE*.

COLETAS	Tratamentos CE (dS/m)				MÉDIA
	1,5	3,0	4,5	6,0	
Coleta 1 (19 DAT)	15,84	16,14	17,51	16,92	16,60
Coleta 2 (34 DAT)	33,17	32,86	33,79	33,50	33,33
Coleta 3 (50 DAT)	38,79	39,20	37,21	36,71	37,98
Coleta 4 (77 DAT)	50,25	51,75	52,87	52,25	51,78
Coleta 5 (90 DAT)	52,25	54,93	54,87	52,25	53,58
Coleta 6 (121 DAT)	88,12	82,50	73,50	69,75	78,47

*média de 4 repetições para cada tratamento

Avaliando-se os resultados da análise de variância apresentada na Tabela 16, verificou-se que houve significância (5 % pelo teste F) para todos os tratamentos e época de coletas, exceto para aqueles que envolviam a suplementação com matéria orgânica.

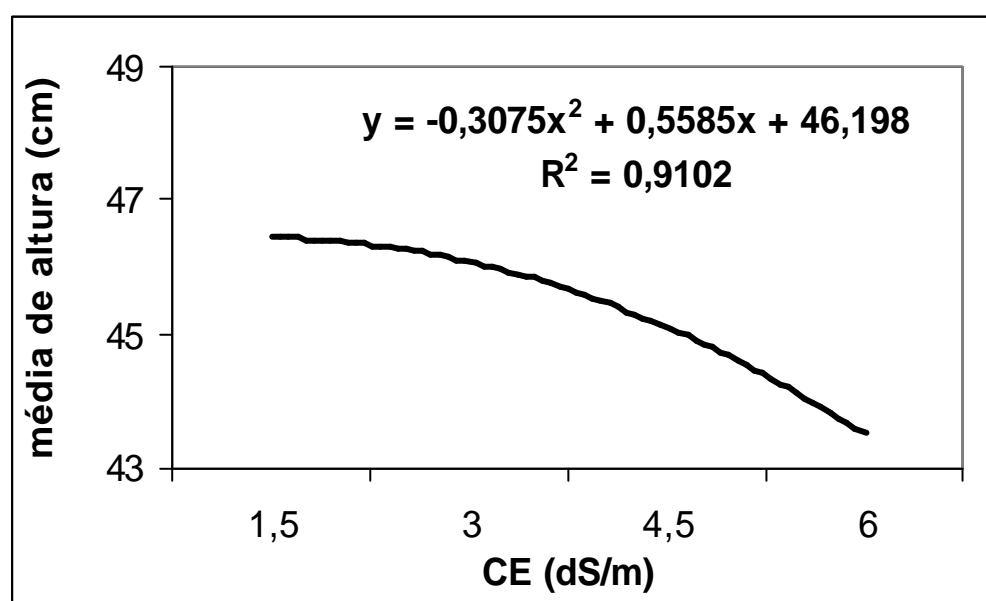


Figura 15: Valores médios para altura de plantas de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE.

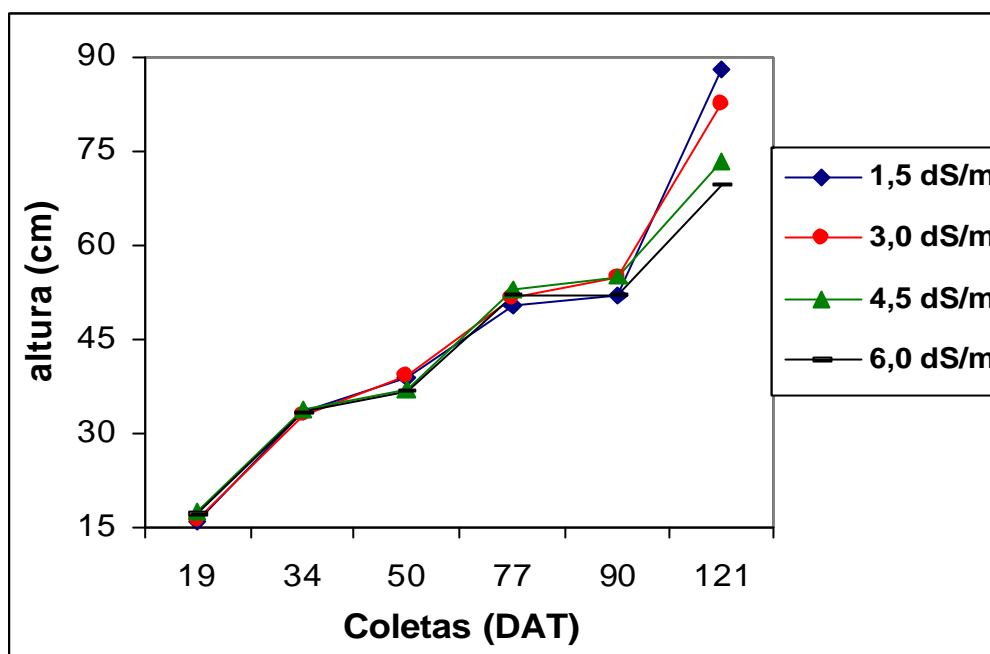


Figura 16: Valores médios para altura de plantas de pimentão Elisa até os 121 DAT em função de diferentes níveis de CE .

De acordo com a Figura 16 constatou-se que até os 90 DAT, todos os tratamentos apresentaram desempenho semelhante quanto a altura das plantas. Provavelmente, esta baixa diferenciação entre os tratamentos ocorreu em função do crescimento lento característico da cultura até esta idade fisiológica, diluindo-se então os possíveis efeitos do aumento da CE. A partir dos 90 DAT, verificou-se uma diferença na altura de plantas em função dos tratamentos, sendo que o controle (1,5 dS/m), alcançou altura superior em 7 , 20 e 26 % comparado aos tratamentos de 3,0, 4,5 e 6,0 dS/m.

O parâmetro altura média de plantas (entre 80 e 90 cm) para o tratamento controle (1,5 dS/m), equivaleu às médias encontradas por Panelo (1995), Tivelli (1999) e Cunha (2001); foi superior as médias encontrada por Teodoro (1986) e inferiores às médias encontradas por Santos (2001), Villas Bôas (2001) e Silva (2002).

Trabalhando com o mesmo híbrido, Silva (2002) constatou que com o aumento da salinidade do solo pode ocorrer decréscimo significativo na altura das plantas.

Contrariamente, Medeiros (1998) sustenta que a salinidade não afetou significativamente a altura de plantas de pimentão.

4.7 Número de folhas totalmente expandidas amostradas durante o ciclo

De acordo com análise de variância apresentada na Tabela 19 para o número de folhas totalmente expandidas, delineou-se que os tratamentos com diferentes níveis de CE e diferentes épocas de coleta, variaram significativamente pelo teste F (5 %). No mesmo teste, verificou-se que a interação entre coletas e os tratamentos com diferentes níveis de CE e os tratamentos com ou sem a presença de matéria orgânica e as suas interações não foram estatisticamente significativas para influenciar o parâmetro em questão.

Tabela 19: Análise de variância do número de folhas totalmente expandidas de plantas pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.

Causa de variação	GL	Qm	F
Tratamento A (CE)	3	49,92	0,0134 **
Tratamento B (MO)	1	3,79	0,5915
Interação (CE x MO)	3	7,57	0,6302
Resíduo (a)	24		
Parcela	31		
Tratamento C (coletas)	4	9752,42	0,0001 *
Interação C x CE	12	15,55	0,2991
Interação C x MO	4	13,46	0,4060
Interação C x CE x MO	12	10,76	0,6772
Interação C x repetições	15	12,25	0,6070
Resíduo	81	13,06	
Total	159		
CV	11,46		

* significativo ao nível de 1%.

** significativo ao nível de 5%

Tabela 20: Valores médios do número de folhas de plantas totalmente expandidas de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica *.

TRATAMENTOS	COM MATÉRIA ORGÂNICA	SEM MATÉRIA ORGÂNICA	Média
CE 1,5 dS/m	33,08	32,37	32,73
CE 3,0 dS/m	32,00	32,08	32,04
CE 4,5 dS/m	30,12	31,29	30,67
CE 6,0 dS/m	30,37	30,96	30,71

* média de 4 repetições para cada tratamento

Tabela 21: Valores médios do número de folhas totalmente expandidas de plantas de pimentão Elisa até os 123 DAT em função de diferentes níveis de CE * .

COLETAS	Tratamentos CE (dS/m)				MÉDIA
	1,5	3,0	4,5	6,0	
Coleta 1 (19 DAT)	7,50	7,00	7,00	6,75	7,06
Coleta 2 (34 DAT)	19,62	21,75	18,50	17,25	19,28
Coleta 3 (50 DAT)	25,12	24,50	23,37	23,25	24,06
Coleta 4 (77 DAT)	40,12	38,87	38,25	39,25	39,12
Coleta 5 (98 DAT)	49,87	48,37	46,75	45,87	45,87
Coleta 6 (123 DAT)	54,12	51,75	50,12	48,87	51,21

* média de 4 repetições para cada tratamento

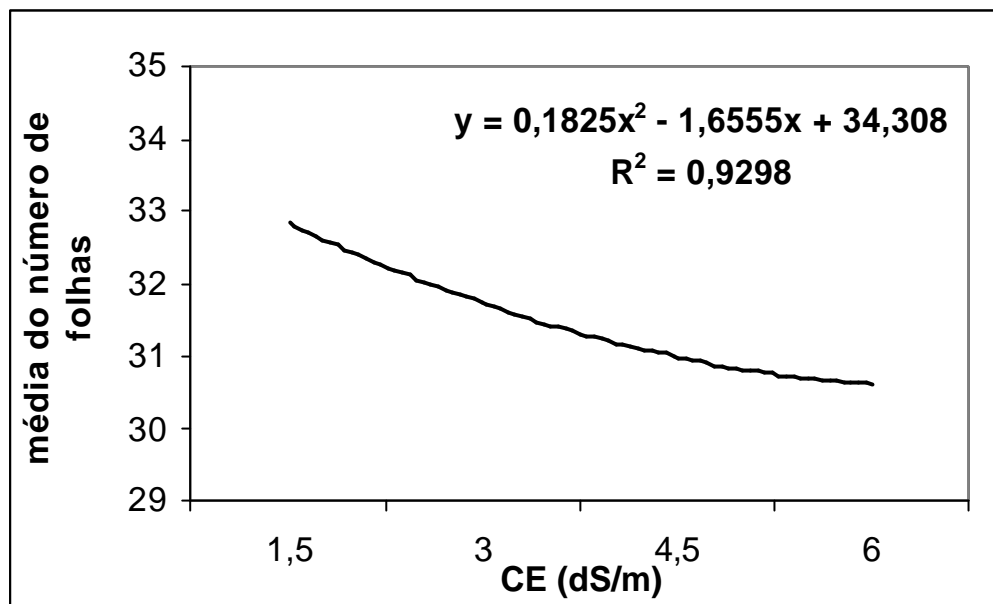


Figura 17: Valores médios para números de folhas totalmente expandidas de plantas de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE .

A Figura 17 ilustra que houve diferença estatística significativa entre os tratamentos com diferentes níveis de condutividade elétrica, conforme ajuste da equação quadrática para os valores médios do número de folhas totalmente expandidas de pimentão Elisa. Por esses resultados nata-se que com o aumento do potencial salino do solo provocado pelo excesso de fertilizantes, que eleva a CE solo, poderá induzir um decréscimo no número total de folhas.

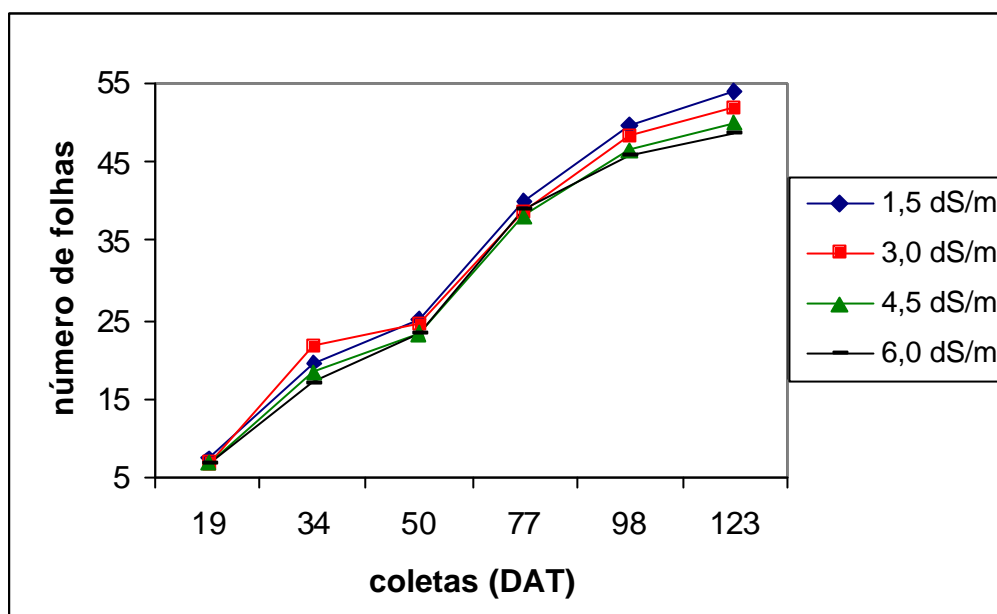


Figura 18: Valores médios para número de folhas de plantas de pimentão Elisa até os 123 DAT em função de diferentes níveis de CE .

Considerando-se a época de amostragem, constatou-se que até os 90 DAT, todos os tratamentos apresentaram desempenho semelhante quanto ao número de folhas. A partir dos 90 DAT houve apenas pequenas diferenças entre os tratamentos, sendo que o controle (1,5 dS/m), apresentou número de folhas superior em 4,6 , 8 e 11 % comparado aos tratamentos de 3,0, 4,5 e 6,0 dS/m.

O número de folhas totalmente expandidas de pimentão Elisa para o tratamento controle (1,5 dS/m) ficou abaixo das médias encontradas por Villas Bôas (2001), tanto em sistemas de fertirrigação como para cultivo convencional, para o mesmo híbrido.

4.8 Medidas indiretas do índice relativo de clorofila - IRC

Baseado nos resultados da análise de variância apresentada na Tabela 22, verifica-se que o índice relativo de clorofila medidas em folhas de pimentão Elisa, mostrou que na interação entre a CE e a matéria orgânica e nas diferentes épocas de amostragem, os tratamentos foram significativos pelo teste F ao nível de 5 %, sendo que para todos os outros tratamentos e as suas interações, tal significância não se repetiu.

Tabela 22: Análise de variância do índice relativo de clorofila em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.

Causa de variação	GL	Qm	F
Tratamento A (CE)	3	38,54	0,0884
Tratamento B (MO)	1	8,56	0,4839
Interação (CE x MO)	3	71,36	0,0078 *
Resíduo (a)	24		
Parcela	31		
Tratamento C (coletas)	4	13600,28	0,0001 *
Interação C x CE	12	23,22	0,1612
Interação C x MO	4	20,37	0,3220
Interação C x CE x MO	12	12,74	0,7928
Interação C x repetições	15	13,48	0,7613
Resíduo	81	17,37	
Total	159		
CV	6,45		

* significativo ao nível de 1%.

** significativo ao nível de 5%

Tabela 23: Valores médios do índice relativo de clorofila (IRC) em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica *.

TRATAMENTOS	COM MATÉRIA	SEM MATÉRIA	Média
	ORGÂNICA	ORGÂNICA	
CE 1,5 dS/m	64,64	64,95	64,79
CE 3,0 dS/m	65,12	63,90	64,51
CE 4,5 dS/m	61,97	65,34	63,65
CE 6,0 dS/m	66,03	65,03	65,53

* média de 4 repetições para cada tratamento

Tabela 24: Valores médios do índice relativo de clorofila (IRC) até os 140 DAT em função de diferentes níveis de CE *.

COLETAS	Tratamentos CE (dS/m)				MÉDIA
	1,5	3,0	4,5	6,0	
Coleta 1 (36 DAT)	60,01	59,91	59,10	59,51	59,63
Coleta 2 (50 DAT)	68,26	66,80	69,04	68,54	68,16
Coleta 3 (72 DAT)	86,34	80,36	78,71	84,96	82,59
Coleta 4 (86 DAT)	61,41	60,10	62,07	64,55	62,03
Coleta 5 (91 DAT)	59,44	59,00	58,77	61,64	59,71
Coleta 6 (99 DAT)	60,69	62,66	60,87	61,12	61,34
Coleta 7 (120 DAT)	59,47	62,60	58,12	59,55	59,94
Coleta 8 (140 DAT)	62,72	64,66	62,52	64,37	63,57

* média de 4 repetições para cada tratamento.

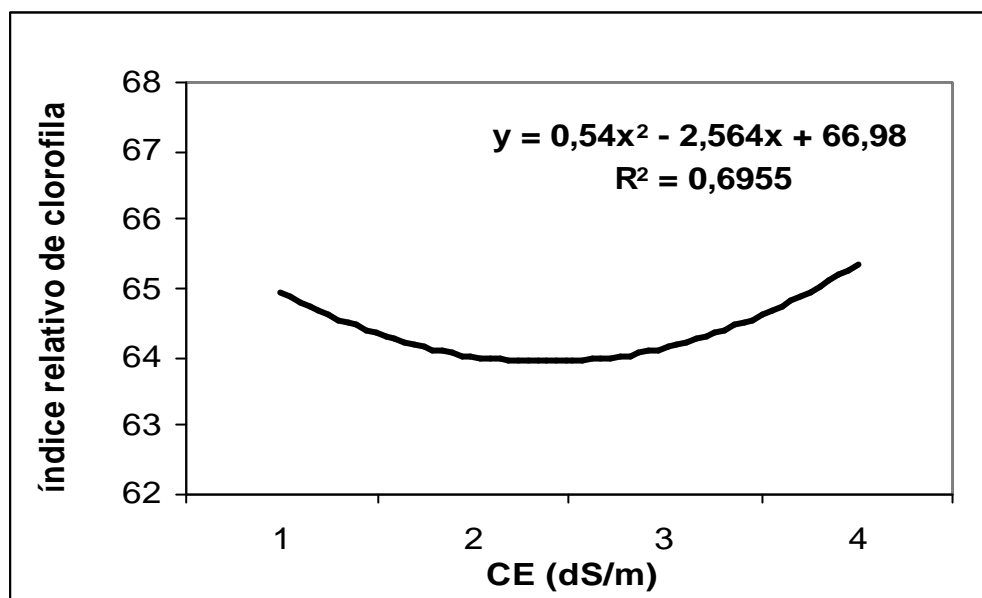


Figura 19: Valores médios para o índice relativo de clorofila de plantas de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE .

Na figura 19 observa-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos com diferentes níveis de condutividade elétrica, de acordo com o ajuste da equação cúbica para os valores médios do índice relativo de clorofila em folhas de plantas de pimentão Elisa.

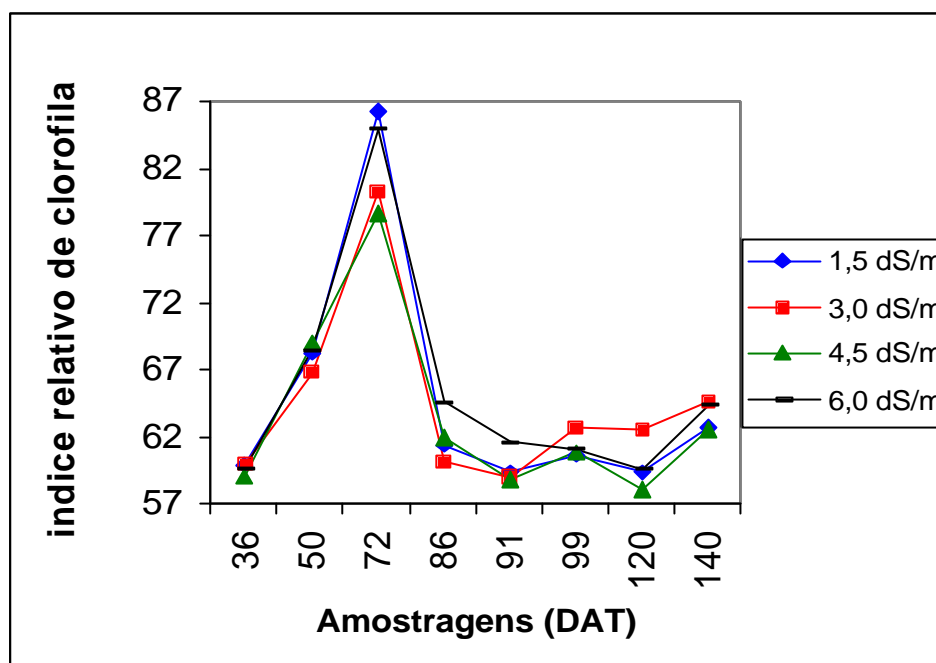


Figura 20: Valores médios para o índice relativo de clorofila de plantas de pimentão Elisa até os 140 DAT em função de diferentes níveis de CE .

Observando-se a Figura 20, colocou-se a possibilidade de interpretar o acúmulo de clorofila em função dos níveis de N disponíveis e/ou absorvidos e assimilados pelas plantas. Mesmo com diferentes concentrações de N, todos os tratamentos mantiveram um comportamento semelhante, sendo que até 75 DAT o teor relativo de clorofila aumentou de maneira significativa. Neste período, salienta-se que existe uma relação direta entre a grande quantidade de adubo aplicada e a baixa extração de nutrientes pelas plantas. Considerando-se que este período coincide com o acúmulo máximo de matéria fresca inerente ao crescimento natural da planta, os valores elevados do teor de clorofila parecem se justificar. A queda do teor relativo de clorofila após 75 DAT, pode ser função de vários fatores. Entre eles, cita-se o redirecionamento da atividade metabólica das plantas, no sentido do florescimento e produção de frutos. Assim, a clorofila acumulada até então, parece ser suficiente para a manutenção dos tecidos verdes, garantindo eficiência fotossintética para acúmulo de carbono em outras formas químicas e transporte de sintetados em direção a parte aérea.

Os valores obtidos no tratamento controle para o período de florescimento e início de formação de frutos (60 a 80 DAT), foram superiores aos encontrados por Villas Bôas (2001), que variaram entre os tratamentos em 58 a 60 (valores de IRC). Para os demais estádios fisiológicos, os valores encontrados por Villas Bôas (2001) foram superiores aos encontrados no tratamento controle deste experimento.

4.9 Análise química da concentração de nutrientes em folhas, frutos e caule de plantas de pimentão Elisa aos 155 DAT.

O resumo das análises de variância para a concentração de nutrientes em folhas, frutos e caule de pimentão Elisa amostradas aos 155 DAT, está apresentado nas Tabelas 25, 27 e 29. Os valores médios da concentração em $g\ Kg^{-1}$ para os nutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S), estão apresentados nas Tabelas 26, 28 e 30.

Tabela 25: Análise de variância para o concentração de nutrientes em folhas de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.

Causa de variação	GL	F					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Níveis de condutividade	3	0,0209**	0,6548	0,0005*	0,0352*	0,0008*	0,3616
Matéria Orgânica	1	0,8120	0,2947	0,0726	0,3253	0,5135	0,8175
Interação (CE x MO)	3	0,8086	0,6548	0,0122**	0,0341**	0,7923	0,8109
Resíduo	24						
Total	31						
CV		9,16	24,37	8,32	10,86	15,13	13,49

* significativo ao nível de 1%.

** significativo ao nível de 5%

Tabela 26: Concentração de nutrientes (g Kg^{-1}) em folhas de pimentão Elisa aos 155 DAT *.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
1,5 dS/m	36,25	1,55	49,12	14,75	5,00	4,76
3,0 dS/m	41,37	1,56	54,50	15,50	4,82	4,60
4,5 dS/m	41,12	1,61	57,87	15,00	4,25	4,31
6,0 dS/m	41,62	1,77	60,12	13,12	3,53	4,30

* média de 4 repetições para cada tratamento.

De acordo com análise de variância apresentada na Tabela 25 para concentração de nutrientes em folhas, as concentrações de N, K Ca e Mg foram significativas pelo teste F ao nível de 5 % em tratamentos com diferentes níveis de CE.

Tabela 27: Análise de variância para o concentração de nutrientes em frutos de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.

Causa de variação	GL	F					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Níveis de condutividade	3	0,0632	0,4700	0,0427*	0,0543	0,2504	0,0766
Matéria Orgânica	1	0,4686	0,4982	0,9495	0,6081	0,6287	0,9523
Interação (CE x MO)	3	0,1741	0,0805	0,1814	0,2879	0,0252*	0,3443
Resíduo	24						
Total	31						
CV		14,93	22,52	8,87	15,48	8,34	13,43

* significativo ao nível de 1%.

** significativo ao nível de 5%

Tabela 28: Concentração de nutrientes (g Kg⁻¹) em frutos de pimentão Elisa aos 155 DAT *.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
1,5 dS/m	19,12	2,42	29,12	1,32	1,76	2,02
3,0 dS/m	20,00	2,27	31,00	1,31	1,70	2,16
4,5 dS/m	21,12	2,25	31,12	1,16	1,66	2,11
6,0 dS/m	23,37	2,64	33,37	1,47	1,80	2,41

* média de 4 repetições para cada tratamento.

Conforme a análise de variância apresentada na Tabela 27 para concentração de nutrientes em frutos de pimentão Elisa, verificou-se que as concentrações de K apresentaram significância pelo teste F (5 %) para os tratamentos com diferentes níveis de CE.

Tabela 29: Análise de variância para o concentração de nutrientes em caule de pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.

Causa de variação	GL	F					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Níveis de condutividade	3	0,4590	0,5197	0,0001*	0,3900	0,0006*	0,3670
Matéria Orgânica	1	0,4899	0,0595	0,6414	0,1261	0,9762	0,2487
Interação (CE x MO)	3	0,8220	0,3221	0,1268	0,2553	0,3361	0,7661
Resíduo	24						
Total	31						
CV		11,60	17,65	14,50	13,81	12,92	16,10

* significativo ao nível de 1%.

** significativo ao nível de 5%

Tabela 30: Concentração de nutrientes (g Kg^{-1}) em caule de pimentão Elisa aos 155 DAT *.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
1,5 dS/m	14,37	1,24	36,37	9,50	5,35	3,52
3,0 dS/m	15,25	1,36	47,62	9,25	4,59	3,57
4,5 dS/m	15,62	1,26	54,00	9,62	4,02	3,45
6,0 dS/m	15,62	1,20	58,00	10,37	4,17	3,94

* média de 4 repetições para cada tratamento.

De acordo com análise de variância apresentada na Tabela 29 para concentração de nutrientes em caule de plantas de pimentão Elisa, as concentrações de K e Mg foram significativas pelo teste F ao nível de 5 % para os tratamentos com diferentes níveis de condutividade elétrica.

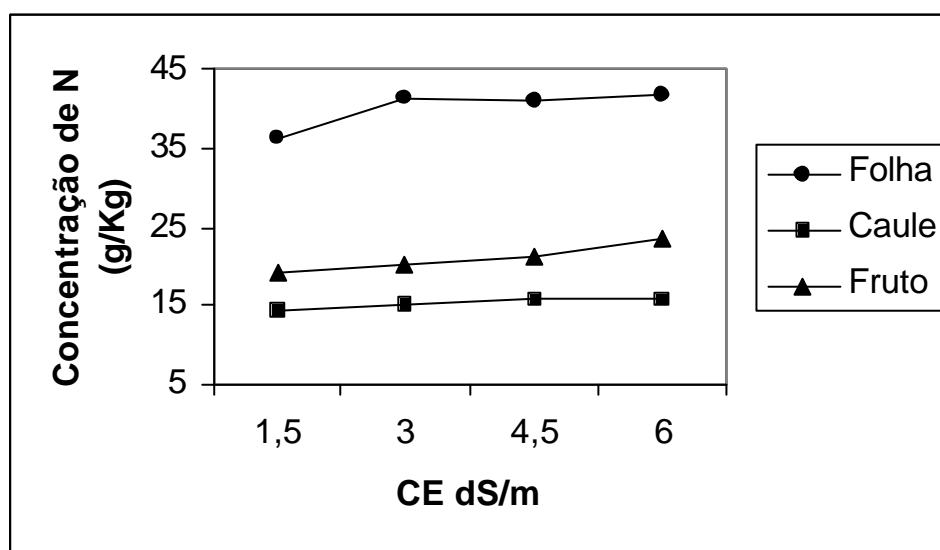


Figura 21: Valores médios para concentração de N em folhas, caule e frutos de plantas de pimentão Elisa amostradas aos 155 DAT em função de diferentes níveis de CE .

A concentração de N aumentou significativamente nas folhas em resposta ao aumento correspondente das doses de N aplicadas nesses tratamentos. Entretanto, a maior disponibilidade de N não induziu a um aumento na produção.

Os valores encontrados para o tratamento controle foram iguais as médias encontradas por Villas Bôas (2001) (36 g Kg^{-1} e 38 g Kg^{-1}), em aplicação convencional e fertirrigadas, respectivamente.

Para os tratamentos com maior CE, os valores médios de N foram superiores as médias encontradas por Villas Bôas (2001). Apesar das plantas do controle terem apresentado menor concentração de N na folha, este tratamento foi o mais efetivo para a produção, considerando-se que os frutos representam o maior dreno nutricional da planta.

A alta concentração de N nas folhas nos tratamentos conduzidos sob maior CE do solo, justifica-se pelo provável acúmulo de nitrato nos vacúolos, que são importantes para o balanço cátion - ânion e para o equilíbrio osmótico, embora o pimentão seja considerado uma planta glicófito. Outra possibilidade seria a formação de fontes de N, inseridas em outras macromoléculas, que devido a sua natureza metabólica constitutiva, preservariam o N, desviando o seu uso da síntese de proteínas.

Os valores médios da concentração de N no caule e nos frutos, não apresentaram diferenças significativas, sendo que as concentrações encontradas foram inferiores às observadas nas folhas.

As concentrações de N no caule e nos frutos foram iguais as médias encontradas por Villas Bôas (2001) de 15 g Kg^{-1} , e 19 g Kg^{-1} , sendo que apenas no tratamento com CE de $6,0 \text{ dS/m}$ os frutos apresentaram média de 23 g Kg^{-1} , mas não diferenciando estatisticamente.

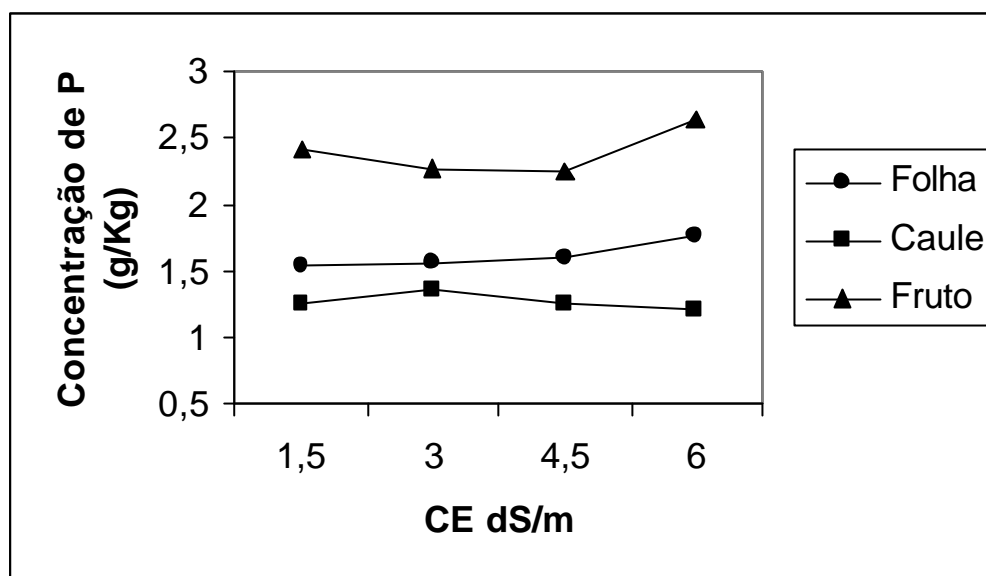


Figura 22: Valores médios para concentração de fósforo em folhas, caule e frutos de plantas de pimentão Elisa amostradas aos 155 DAT em função de diferentes níveis de CE .

De acordo com a Figura 22, observou-se que as concentrações de P não diferiram estatisticamente para os parâmetros estudados (folha, caule e fruto).

A concentração de P nas folhas atingiu valores abaixo do recomendado por Raij et al (1996) para esta cultura. Uma das hipóteses para justificar esse efeito seria a diminuição da disponibilidade de P no solo pela presença de Ca ou pela rápida formação de zona de depleção. Segundo Jones Jr. *et al* (1991), o Ca pode precipitar quantidades consideráveis de P, principalmente em solos mais arenosos. Segundo Villas Bôas (2001), ocorre a diminuição da concentração de P, pelo uso de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ em aplicação por fertirrigação. O Autor sugere atenção especial para o teor de P no solo, quando a aplicação for feita via irrigação localizada, utilizando fontes de Ca.

As concentrações de P foram inferiores aos valores encontrados por Villas Bôas (2001) ($3,0 \text{ g Kg}^{-1}$). Neste experimento, sugere-se que a indisponibilidade de P, pode ter sido a provável causa do menor crescimento da planta, já que este elemento é importante nas etapas de síntese de proteínas, carboidratos e lipídeos.

As concentrações de P no caule também foram inferiores aos valores encontrados por Villas Bôas (2001) e Miller et al (1979), os quais obtiveram 1,9 e 2,9 g Kg⁻¹, respectivamente.

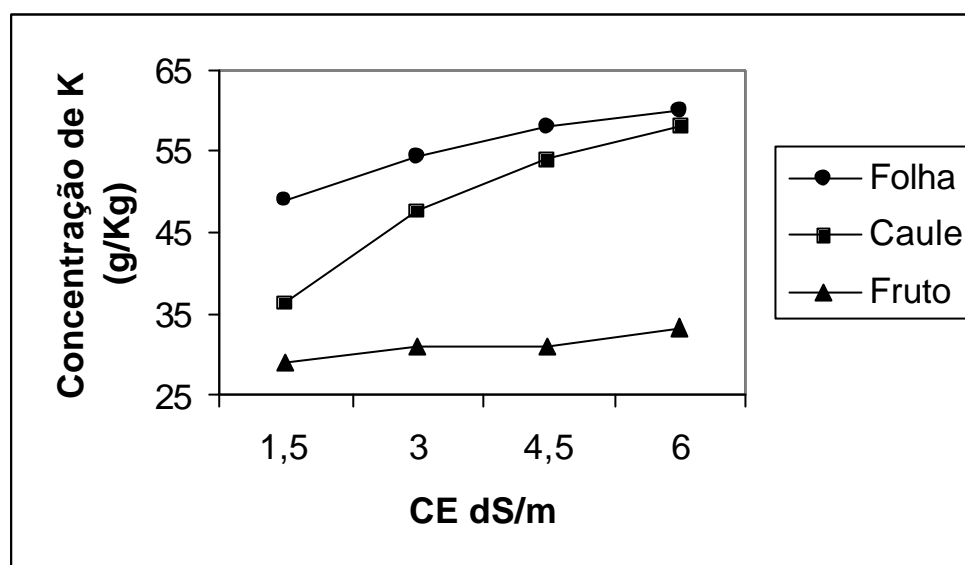


Figura 23: Valores médios para concentração de Potássio em folhas, caule e frutos de plantas de pimentão Elisa amostradas aos 155 DAT em função de diferentes níveis de CE .

Na Figura 23 observa-se que as concentrações de K em folhas, caule e frutos aumentaram significativamente para os tratamentos com maior CE do solo, provavelmente em função de maiores dosagens de KCl utilizadas nesses tratamentos para a manutenção da CE

As concentrações de K na folha foram superiores aos valores encontrados por Villas Bôas (2001), de 48 g Kg⁻¹. De acordo com Hagin & Tucker (1982), a elevação do teor de K em solos salinos, causa grande desequilíbrio nutricional na planta. A alta concentração de K na solução do solo, induziu efeitos antagônicos, pela diminuição da absorção de outros cátions como Ca e Mg.

O K é um dos elementos relacionados ao controle osmótico da célula. Segundo Greenway & Munns (1980), a absorção intracelular de íons é um componente importante do ajustamento osmótico necessário para a adaptação a condições de salinidade.

No caule ocorreu diferenças significativas nas concentrações de K e Mg, sendo que nos tratamentos com maior CE, houve uma maior concentração de K, um decréscimo na concentração de Mg. Para o tratamento controle, verificou-se que esta relação se inverteu.

Para os tecidos do fruto e do caule, verificou-se que ocorreram diferenças significativas nas concentrações de K, com valores superiores aos encontrados por Villas Bôas (2001).

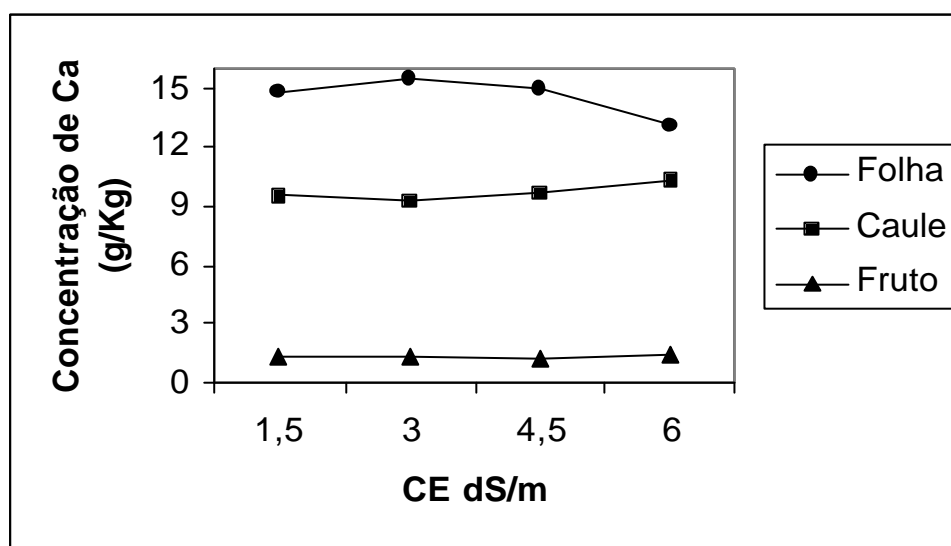


Figura 24: Valores médios para concentração de cálcio em folhas, caule e frutos de plantas de pimentão Elisa amostradas aos 155 DAT em função de diferentes níveis de CE .

Conforme apresentado na Figura 24, houve diferenças significativas na concentração de Ca em folhas, porém não significativas em caule e frutos. A Figura demonstra ainda que houve diminuição da concentração de Ca com aumento da CE nas folhas, provavelmente relacionado pelo antagonismo com o K.

As baixas concentrações de Ca nos tratamentos com maior CE, foram responsáveis pela formação de folhas retorcidas, apresentado na Foto 5. Os frutos nos

tratamentos com maior CE, mesmo apresentando concentrações de Ca superiores aos do tratamento controle, apresentaram deformidades e podridão apical, sintomas típicos da deficiência de Ca, apresentado na Foto 6. O mesmo não ocorreu no tratamento controle. Isto pode indicar a ação tóxica de outros agentes, como radicais livres, di- e poliaminas, etc, como indicadores do estresse causado pela CE, mascarando um efeito inexistente de deficiência de Ca nos frutos.

Em condições salinas, com alta CE do solo, ocorre uma redução na disponibilidade de água, em função de ajustamento osmótico. Considerando-se que o Ca só é transportado via xilema, não ocorrerá redistribuição via floema. Portanto, durante o crescimento do fruto, ocorreram prováveis oscilações no abastecimento de água e conseqüentemente no fornecimento de Ca, apesar de que a quantidade de água aplicada foi a mesma para todos os tratamentos.



Foto 5: Folha apresentando deficiência de Ca no tratamento de 6,0 dS/m.



Foto 6: Frutos com deficiência de Ca, apresentando podridão apical (A) e deformidades (B) no tratamento de 6,0 dS/m.

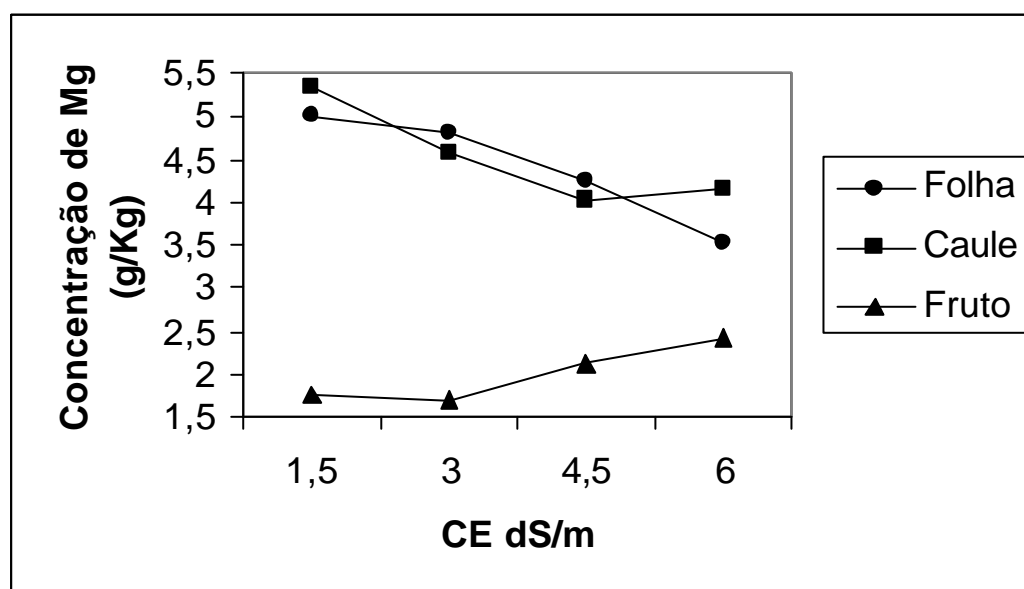


Figura 25: Valores médios para concentração de magnésio em folhas, caule e frutos de plantas de pimentão Elisa amostradas aos 155 DAT em função de diferentes níveis de CE .

Segundo análise de variância resumida na Tabela 28, houve significância apenas para as concentrações de Mg no caule e nas folhas. A Figura 25 evidencia que as concentrações de Mg diminuíram nos tratamentos com maior CE, repetindo o antagonismo com as altas concentrações de K, já discutidas para o Ca.

Para as concentrações de Mg nos frutos, observou-se leve tendência de aumento de sua concentração devido ao aumento da CE. Este efeito pode ter sido desencadeado pelo desequilíbrio nutricional causado pela salinidade do solo e pelo antagonismo observado entre o K, Ca e o Mg, ou ainda pela oscilação no abastecimento de água nos frutos com maior CE.

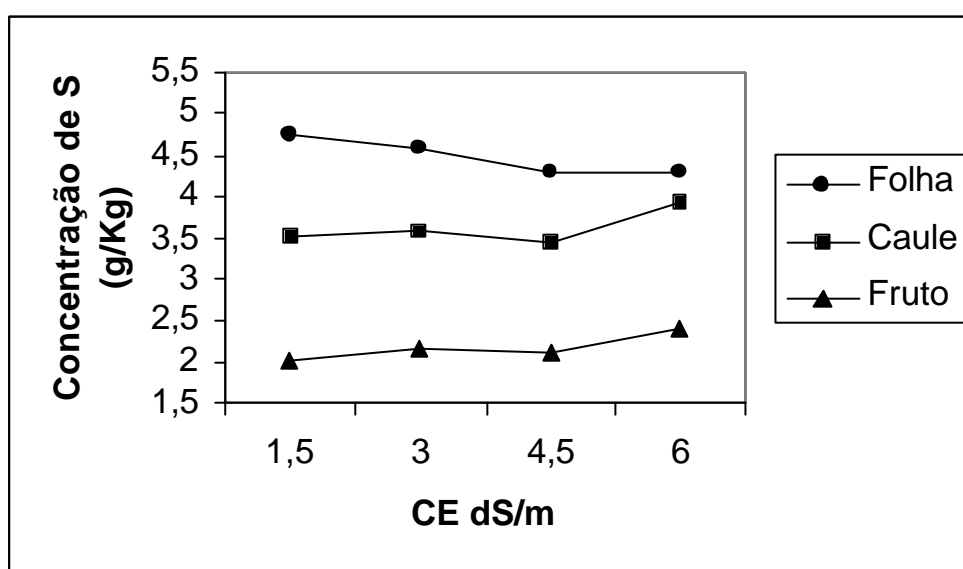


Figura 26: Valores médios para concentração de enxofre em folhas, caule e frutos de plantas de pimentão Elisa amostradas aos 155 DAT em função de diferentes níveis de CE .

Os tratamentos com valores crescentes de CE (Figura 26) não produziram variações significativas para as concentrações de S em folhas, caule e frutos.

Observa-se que os teores de S no caule foram levemente incrementados com o aumento da CE, diferentemente do observado na folha. Considerando-se que nos tratamentos com maior CE a quantidade de N aplicada é maior, o resultados aqui

obtidos concordam com (Villas Bôas, 2001) que demonstrou haver uma correlação entre os dois elementos, pelo menos nos tecidos do caule.

4.10 Análises Bioquímicas

4.10.1 Análise da atividade da enzima superóxido dismutase (SOD)

O resumo das análises de variância para a atividade da SOD em folhas de pimentão Elisa está apresentada na Tabela 31. Os valores médios da atividade da SOD expressos em $UI \cdot \mu g \text{ prot.}^{-1}$, estão apresentados nas Tabela 32. Os valores obtidos para SOD em função idade fisiológica das plantas estão apresentados na Tabela 33.

Tabela 31: Análise de variância da atividade da enzima Superóxido Dismutase (SOD) em folhas de plantas pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.

Causa de variação	GL	Qm	F
Tratamento A (CE)	3	3288,63	0,0001*
Tratamento B (MO)	1	234,25	0,0157**
Interação (CE x MO)	3	19,24	0,6844
Resíduo (a)	24		
Parcela	31		
Tratamento C (coletas)	4	69,47	0,1359
Interação C x CE	12	24,94	0,7975
Interação C x MO	4	205,28	0,0007*
Interação C x CE x MO	12	24,13	0,8160
Interação C x repetições	15	40,02	0,4268
Resíduo	81	38,61	
Total	159		
CV	15,09		

* significativo ao nível de 1%.

** significativo ao nível de 5%

Tabela 32: Valores médios em UI . $\mu\text{g prot.}^{-1}$ da atividade da enzima superóxido dismutase (SOD) em folhas de plantas pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica *.

TRATAMENTOS	COM MATÉRIA	SEM MATÉRIA	Média
	ORGÂNICA	ORGÂNICA	
CE 1,5 dS/m	30,00	28,75	29,38
CE 3,0 dS/m	40,82	37,58	39,20
CE 4,5 dS/m	46,47	45,24	45,86
CE 6,0 dS/m	52,19	48,24	50,21
Média	42,37	39,95	

* média de 4 repetições para cada tratamento.

Tabela 33: Valores médios em UI . $\mu\text{g prot.}^{-1}$ da atividade da enzima superóxido dismutase (SOD) em folhas de plantas pimentão Elisa até os 146 DAT em função de diferentes níveis de CE * .

COLETAS	Tratamentos CE (dS/m)				MÉDIA
	1,5	3,0	4,5	6,0	
Coleta 1 (36 DAT)	29,01	38,53	48,53	52,25	42,08
Coleta 2 (51 DAT)	30,87	39,42	46,13	50,88	41,83
Coleta 3 (78 DAT)	29,85	38,08	42,30	44,79	38,75
Coleta 4 (108 DAT)	30,27	40,49	46,93	51,77	42,37
Coleta 5 (146 DAT)	26,88	39,46	45,39	51,37	40,78

* média de 4 repetições para cada tratamento.

Analisando-se os resultados da análise de variância apresentada na Tabela 31, verificou-se que houve variação significativa (teste F a 5 %) para todos os tratamentos com diferentes níveis de CE e/ou matéria orgânica. Verificou-se ainda ausência de variação para as diferentes épocas de coleta.

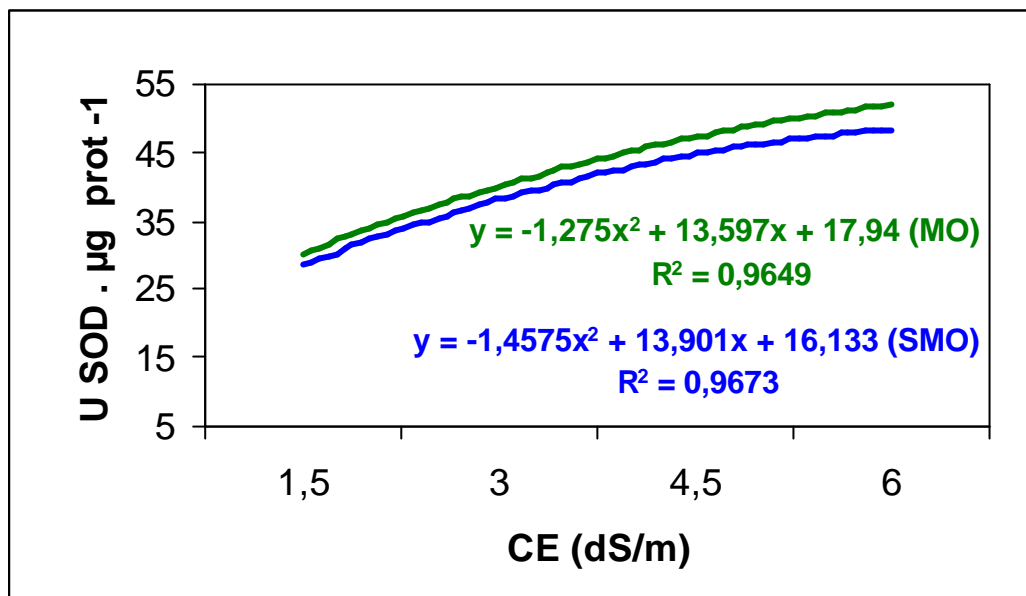


Figura 27: Valores médios da atividade da enzima Superóxido Dismutase (SOD) em folhas de plantas pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE .

Observa-se na Figura 27, que a atividade da enzima SOD, apresentou correlação com o aumento da CE do solo.

Para o tratamento controle a atividade da enzima foi menor em cerca de 33, 56 e 71 %, comparada à atividade devido aos tratamentos com 3,0, 4,5 e 6,0 dS/m de CE.

A enzima SOD correspondeu às expectativas como marcador bioquímico do estabelecimento de reações antioxidativas típicas, agindo na dismutação de espécies reativas de oxigênio, comuns em situação de estresse ambiental. A formação destas espécies tende a se dividir de forma compartimentalizada nas células, conforme a intensidade da atividade metabólica. Assim, e de acordo com o grupo prostético metálico a SOD pode ocorrer sob diferentes formas. A isoforma CuZn-SOD, a Fe-SOD e a Mn-SOD estão presentes no citoplasma, no cloroplasto e na mitocôndria, respectivamente, tornando possível medir-se respostas específicas e do sistema de resposta antioxidativo, pelo monitoramento da atividade destas diferentes classes de SOD (Misalski *et al.* 1998).

A aplicação de matéria orgânica foi significativa, como observado na Tabela 31, apresentando algum fator que estimulou a atividade da enzima, porém sem relação direta com atenuação devido ao aumento da CE. Os mecanismos que estariam fomentando esta interação não foram objeto de estudo dos experimentos.

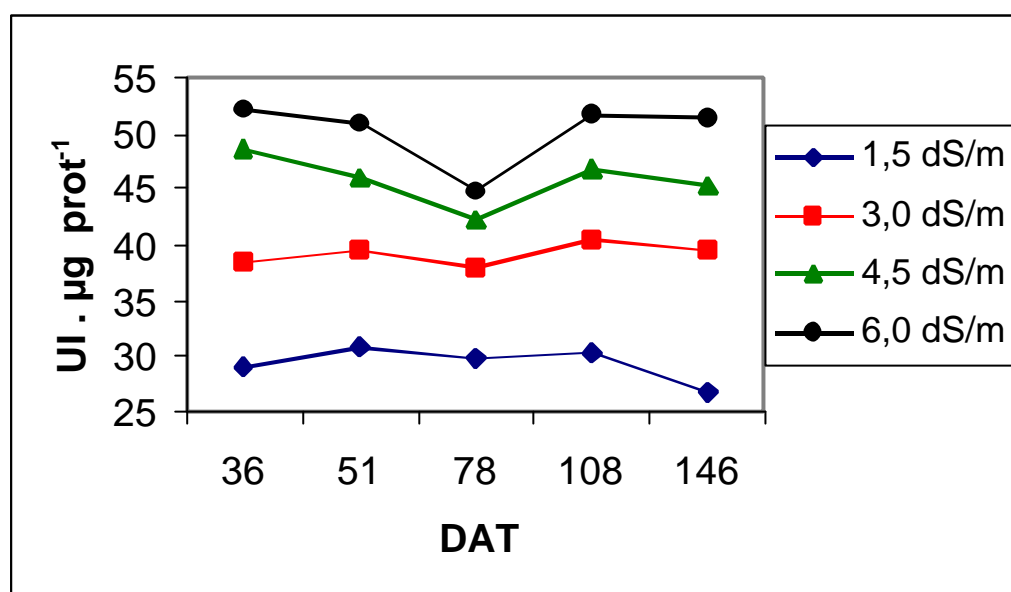


Figura 28: Valores médios da atividade da enzima superóxido dismutase (SOD) em folhas de plantas pimentão Elisa até os 146 DAT em função de diferentes níveis de CE .

A Figura 28 apresenta o comportamento da atividade da SOD, durante o desenvolvimento da cultura. Observa-se que para todos os tratamentos a enzima não houve grandes oscilações para as diferentes coletas realizadas. Como exceção, verificou-se que aos 78 DAT quando a planta entra em um período de transição entre o estágio vegetativo para o reprodutivo, a atividade da enzima diminuiu. Esta diminuição de atividade, voltou a ocorrer no final do ciclo.

A enzima SOD apresenta aumento de atividade, sempre que as plantas são submetidas a um ambiente estressante, como salinidade, altas temperaturas, estresse hídrico, alta intensidade luminosa, ataque fitopatogênico e ou insetos, entre outros (Broetto et al, 2002). No entanto, a atividade da enzima pode ser requerida, mesmo em situações normais,

para dismutar espécies reativas de oxigênio evoluídas do metabolismo de açúcares na mitocôndria.

Os resultados aqui apresentados, sugerem que os tratamentos com aumento da CE simularam os efeitos do estresse hídrico, os quais com exceção do controle, mantiveram a atividade da SOD em correlação direta com o aumento deste fator. Além disso, as altas temperaturas médias observadas na estufa durante o ciclo (em torno de 40 °C) podem ter exercido efeito estressante sinérgico com as CEs do solo para os tratamentos diferentes do controle.

Observando-se a Figura 28, fica claro que os fatores estressantes devido a CE foram de certa forma atenuados ao final do ciclo (após 108 DAT) da cultura (coincidindo com as maiores taxas de extração) o que parece indicar ser esta a causa da atividade menor da SOD neste período, principalmente para as plantas do controle.

4.10.2 Análise da atividade da enzima catalase (CAT)

O resultado das análises de variância para a atividade da enzima catalase em folhas de pimentão Elisa está apresentada na Tabela 34. Os valores médios da atividade da catalase em $\text{mKat} \cdot \text{mg prot.}^{-1}$, estão resumidos na Tabela 35, e esses valores em função da data de amostragem estão apresentados na Tabela 36.

Tabela 34: Análise de variância da atividade da enzima catalase (CAT) em folhas de plantas pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.

Causa de variação	GL	Qm	F
Tratamento A (CE)	3	36961,48	0,0679
Tratamento B (MO)	1	64345,66	0,0412**
Interação (CE x MO)	3	21290,12	0,2398
Resíduo (a)	24		
Parcela	31		
Tratamento C (coletas)	4	407720,83	0,0001*
Interação C x CE	12	17332,85	0,3227
Interação C x MO	4	18615,02	0,2241
Interação C x CE x MO	12	23090,41	0,1081
Interação C x repetições	15	19053,54	0,1636
Resíduo	81	14774,04	
Total	159		
CV	114,83		

* significativo ao nível de 1%.

** significativo ao nível de 5%

Tabela 35: Valores médios em mKat . mg prot.⁻¹ da atividade da enzima catalase (CAT) em folhas de plantas pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica *.

TRATAMENTOS	COM MATÉRIA	SEM MATÉRIA	Média
	ORGÂNICA	ORGÂNICA	
CE 1,5 dS/m	163,34	123,84	143,59
CE 3,0 dS/m	138,42	83,43	110,93
CE 4,5 dS/m	87,62	109,71	98,66
CE 6,0 dS/m	114,22	26,19	70,21
Média	125,90	85,79	

* média de 4 repetições para cada tratamento

Tabela 36: Valores médios em mKat .mg prot.⁻¹ da atividade da enzima catalase (CAT) em folhas de plantas pimentão Elisa até os 146 DAT em função de diferentes níveis de CE *.

COLETAS	Tratamentos CE (dS/m)				MÉDIA
	1,5	3,0	4,5	6,0	
Coleta 1 (36 DAT)	12,08	27,91	15,38	7,58	13,84
Coleta 2 (51 DAT)	3,65	9,23	53,90	8,19	18,75
Coleta 3 (78 DAT)	75,51	102,24	30,16	42,80	55,14
Coleta 4 (108 DAT)	256,91	122,48	155,33	130,33	166,27
Coleta 5 (146 DAT)	369,79	292,75	268,70	169,70	

* média de 4 repetições para cada tratamento.

Conforme apresentado na Tabela 34, os resultados da análise de variância ao nível de significância de 5 % pelo teste F, demonstraram que somente os tratamentos com presença ou não de matéria orgânica e diferentes épocas de coletas foram significativos.

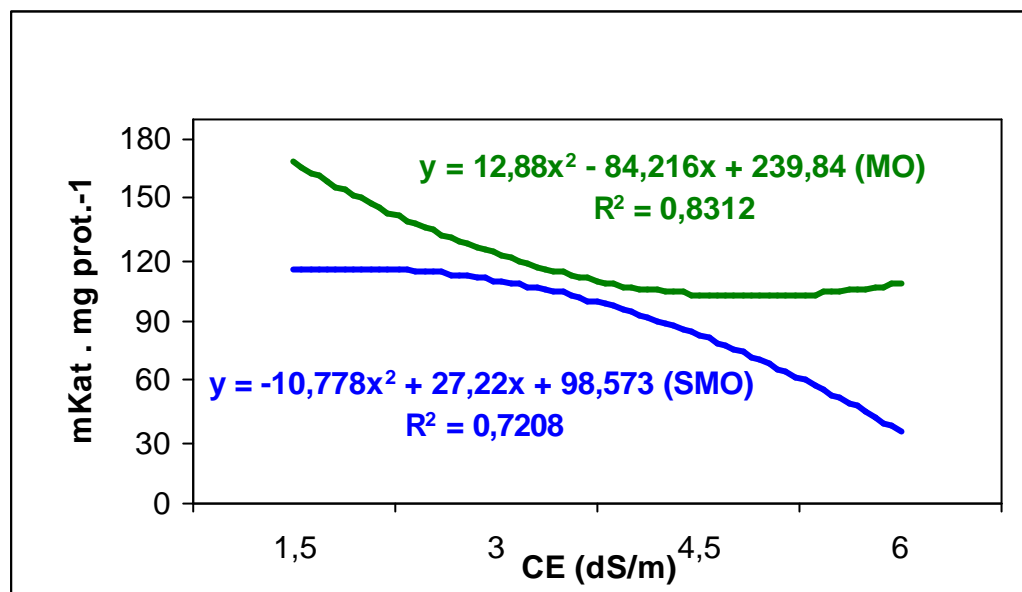


Figura 29: Valores médios da atividade da enzima catalase (CAT) em folhas de plantas pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE .

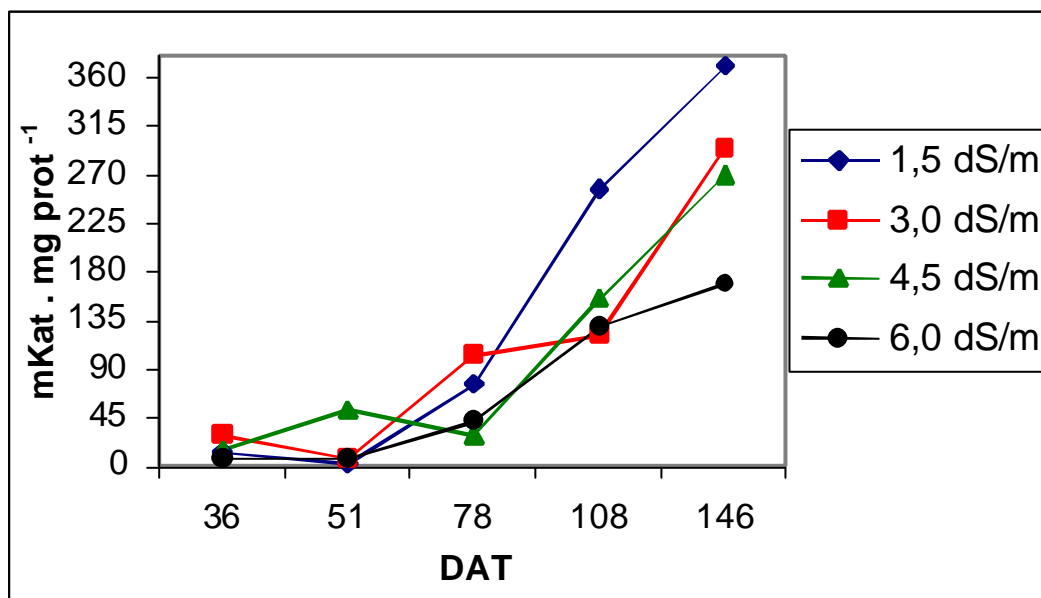


Figura 30: Valores médios da atividade da enzima catalase (CAT) em folhas de plantas pimentão Elisa até os 146 DAT em função de diferentes níveis de CE .

Conforme pode ser observado na Figura 30, a atividade da catalase variou pouco, considerando-se os diferentes valores de CE, até os 78 DAT. Após este período e até o final do ciclo da cultura, registrou-se aumento drástico na atividade da enzima. Este evento pode ter relação com um aumento das taxas de respiração celular, em função da alteração das rotas metabólicas (catabolismo) relacionadas com o florescimento, com maior ênfase para o controle. Como estas reações elementares, ocorrem em nível de mitocôndrias e peroxissomos, postula-se que a atividade da catalase tenha acompanhado os eventos de dismutação de peróxido de hidrogênio, em cooperação com a enzima ascorbato peroxidase. Esta reação faz parte do ciclo água-água, cuja reação básica de dismutação de radicais livres, foi desencadeada pela SOD. Portanto, assume-se que a atividade da catalase tenha acompanhado a atividade da SOD, principalmente para os tratamentos mais severos. Para a catalase, observou-se ainda que o aumento da atividade foi inversamente proporcional ao aumento da CE do solo, ao final da cultura. Neste caso, infere-se que tenha ocorrido alterações na estrutura protéica da enzima, devido ao efeito estressante dos sais em conjunto com as altas temperaturas na estufa, causando a diminuição de sua atividade. Tais alterações na atividade da catalase podem ocorrer como resposta a salinidade, altas intensidades luminosas, temperatura e outros eventos estressantes, com diminuição de sua atividade (Kalir & Poljakoff-Mayber, 1981; Broetto, 2002). Experimentos *in vitro* demonstraram que podem ocorrer efeitos como alteração da estrutura da enzima ou hidrólise protéica, pela ação osmótica do sal nos tecidos vegetais (Feierabend & Engel, 1986).

4.10.3 Teor de prolina.

O resumo das análises de variância para o teor de prolina em folhas de pimentão Elisa está apresentado na Tabela 37. Os valores médios do teor de prolina em $\mu\text{M} \cdot \text{g}^{-1}$ MF, estão apresentados nas Tabela 38 e os valores em função da data de amostragem estão apresentados na Tabela 39.

Tabela 37: Análise de variância do teor de prolina em folhas de plantas pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica.

Causa de variação	GL	Qm	F
Tratamento A (CE)	3	71,06	0,0001*
Tratamento B (MO)	1	0,31	0,0007*
Interação (CE x MO)	3	1,60	0,0001*
Resíduo (a)	24		
Parcela	31		
Tratamento C (coletas)	4	317,14	0,0001*
Interação C x CE	12	4,54	0,0001*
Interação C x MO	4	2,26	0,0001*
Interação C x CE x MO	12	91,36	0,0001*
Interação C x repetições	15	1,21	0,2353
Resíduo	81	0,02	
Total	159		
CV	3,16		

* significativo ao nível de 1%.

** significativo ao nível de 5%

Tabela 38: Valores médios em $\mu\text{M. g}^{-1}$ MF do teor de prolina em folhas de plantas pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE e na presença ou não de matéria orgânica*.

TRATAMENTOS	COM MATÉRIA	SEM MATÉRIA	Média
	ORGÂNICA	ORGÂNICA	
CE 1,5 dS/m	2,95	3,40	3,17
CE 3,0 dS/m	4,45	4,42	4,43
CE 4,5 dS/m	5,89	5,62	5,76
CE 6,0 dS/m	6,33	5,84	6,08
Média	4,91	4,82	

* média de 4 repetições para cada tratamento

Tabela 39: Valores médios em $\mu\text{M} \cdot \text{g}^{-1}$ MF do teor de prolina em folhas de plantas pimentão Elisa até os 146 DAT em função de diferentes níveis de CE *.

COLETAS	Tratamentos CE (dS/m)				MÉDIA
	1,5	3,0	4,5	6,0	
Coleta 1 (36 DAT)	7,04	9,64	10,77	12,35	9,95
Coleta 2 (51 DAT)	2,59	4,03	6,22	6,50	4,87
Coleta 3 (78 DAT)	3,48	4,48	5,82	5,93	4,92
Coleta 4 (108 DAT)	1,25	1,48	2,09	2,11	1,74
Coleta 5 (146 DAT)	1,51	2,54	3,89	3,53	2,87

* média de 4 repetições para cada tratamento.

Observa-se pela Tabela 37, que os resultados de variância demonstraram que para todos os tratamentos, como também para as suas interações, os dados analisados foram significantes ao nível de 5 % pelo teste F.

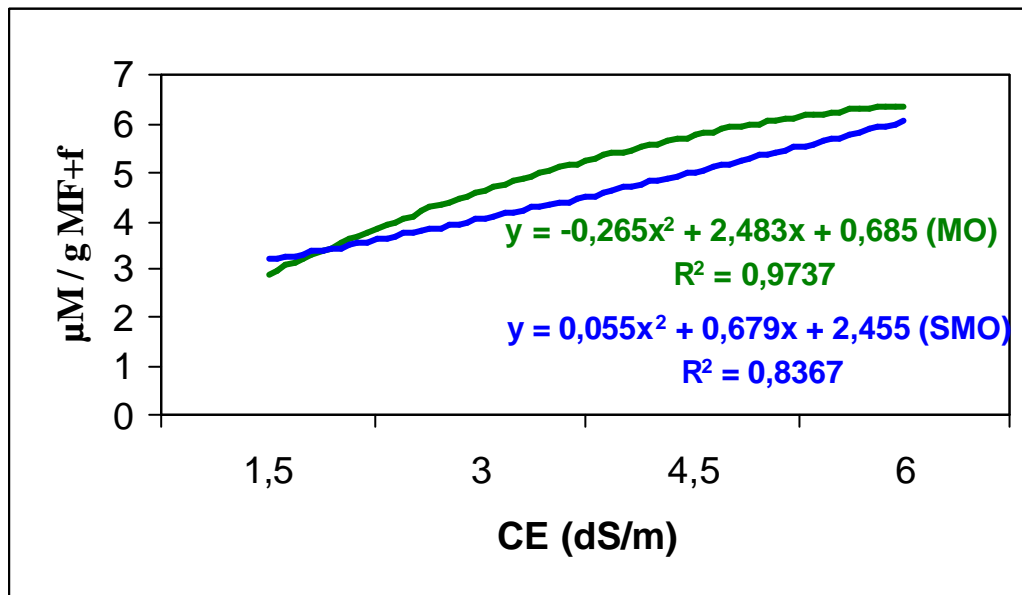


Figura 31: Valores médios do teor de prolina em folhas de plantas pimentão Elisa em função de diferentes níveis de CE .

Baseado na Figura 31, pode-se afirmar que o teor de prolina encontrado nas folhas aumentou em resposta a CE do solo. Nessa correlação o controle apresentou teores de 40, 81 e 92 % menor que os observados nos tratamentos conduzidos a 3,0, 4,5 e 6,0 dS/m.

A suplementação do solo com matéria orgânica, também apresentou significância em relação a este parâmetro.

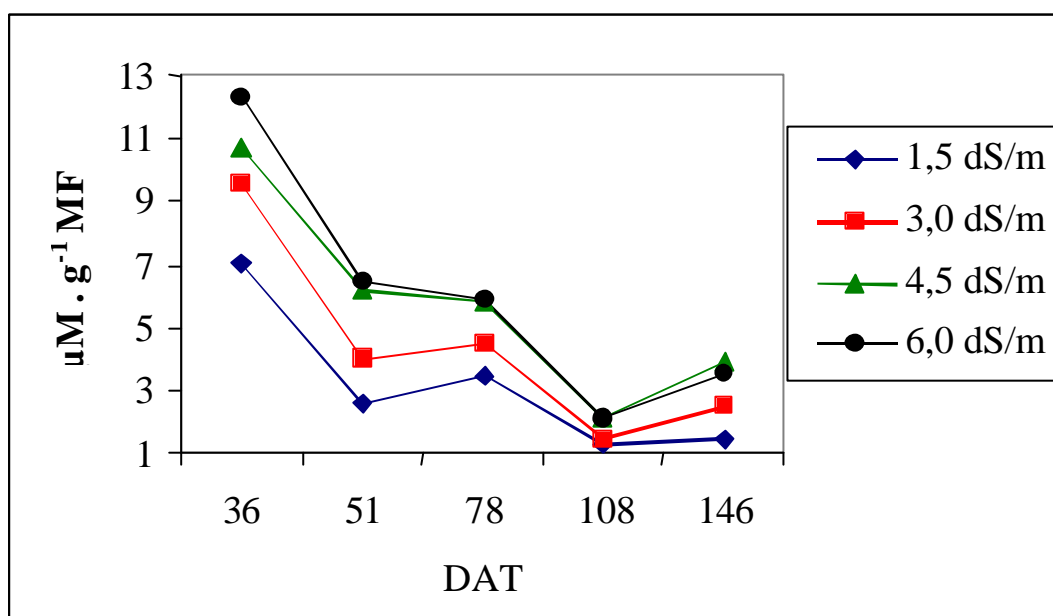


Figura 32: Valores médios do teor de prolina em folhas de plantas pimentão Elisa até os 146 DAT em função de diferentes níveis de CE .

Os valores apresentados na Figura 32, demonstram que houve grande acúmulo de prolina no início dos experimentos. Estes teores elevados foram gradativamente diminuindo, a medida em que a cultura se desenvolvia. No entanto, o acúmulo do aminoácido foi sempre maior para aqueles tratamentos com maior CE. Isto pode evidenciar que o transplante das mudas e a sua adaptação ao sistema de plantio adotado, representou um fator estressante, que provavelmente induziu a degradação de proteína, com acúmulo de prolina.

O acúmulo de prolina em plantas submetidas a estresse salino esta amplamente discutido na literatura. Citam-se os trabalhos de Jaeger & Priebe (1975); Huber et al. (1977) em feijão; Torello & Rice (1986) em gramíneas; Thomas et al. (1992) em milho e Broetto (1995) em calos de feijão salinizados. Vários autores argumentam que o acúmulo de prolina ocorre em função do aumento da hidrólise de proteínas em situações de estresse salino ou como resultado da conversão de açúcares na via do glicolato.

Pode-se, portanto, discutir a possibilidade de se adotar a prolina como aminoácido osmoprotetor das proteínas em situações de estresse salino, embora muitos autores afirmem que esta função tem apenas um valor adaptativo nas condições de estresse salino e não como indicador de tolerância a salinidade, como citado em inúmeros trabalhos (Rodriguez & Heyser, 1988).

Evidências quanto a esta afirmação são também discutidas por outros autores, em outras culturas. Torello & Rice (1986), estudando o efeito do NaCl em gramíneas, demonstraram o efeito osmorregulatório exercido pelo acúmulo de prolina. Weinberg et al (1984) também verificaram a correlação entre o aumento da tolerância a sais com o acúmulo de prolina em tecidos vegetais.

Especificamente em plantas cultivadas em estufa, poucas são as informações sobre o efeito da salinização do solo, via fertirrigação. Como a metodologia de análise de prolina é relativamente simples e de baixo custo, a mesma pode se estabelecer como excelente marcador de condições estressantes.

5. CONCLUSÕES

A fertirrigação de pimentão em ambiente protegido, foi conduzida visando a indução de estresse salino, através de alterações da condutividade elétrica (CE) no solo. Baseado nos resultados obtidos, concluiu-se que:

- É possível o estabelecimento de diferentes CEs no solo, a partir do dimensionamento da fertirrigação baseando-se nas curvas de salinização e retenção de água no solo.
- O controle dos valores de CE podem ser monitorados através do uso da técnica de extratores.
- Todos os parâmetros agronômicos avaliados apresentaram relação com a alteração da CE e/ou produtividade.
- De forma geral especialmente para valores extremos de CE, interferiram drasticamente na produção.
- Os tratamentos que receberam matéria orgânica, não influenciaram diretamente nos parâmetros avaliados.

- Observou-se que houve antagonismo de várias formas catiônicas devido ao aumento da concentração de K, nos tratamentos com alta CE. Este antagonismo contribuiu em vários parâmetros fisiológicos, dependentes dos cátions suprimidos.
- O aumento da CE do solo foi proporcional ao aumento da concentração de prolina e da atividade da enzima SOD e inversamente proporcional ao aumento da atividade da enzima catalase.
- O monitoramento da atividade das enzimas SOD e catalase do sistema de resposta antioxidativo e da concentração de prolina podem ser utilizados como indicadores dos níveis de estresse da planta.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALSCHER R.G., DONAHUE J.L., CRAMER C.L.; Reactive oxygen species and antioxidants: Relationships in green cells. **Physiology Plantarum** 100, 224-233, 1997.

BANZATO, D. A; KRONKA, S.N.; **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 247p. 1989.

BATES, L.S. ; WALDERN, R.P.; TEARE, I.D.; Rapid determination of free proline for water stress studies. **Plant and Soil**, The Hague, v.39. p.205-07, 1973.

BERNSTEIN, L.; FRANÇOIS, L.E.; CLARK, R.A. Interactive effects of salinity and fertility on yields of grains and vegetables. **Agronomy Journal**, v.66, p.412-421, 1974.

BRADFORD, M.M.; A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye-binding. **Analytical Biochemistry**, New York, v.72, p.248-254, 1976.

BRESLER, E. Trickle-drip irrigation: Principles and application to soil-water management **Advances in Agronomy**, v.29, p.343-93, 1977.

BROETTO, F.; LUTTGE, U.; RATAJCZAK, R.; Influence of light intensity and salt treatment on mode of photosynthesis and enzymes of the antioxidative response system of *mesembryanthemum crystallinum*, **Functional Plant Biology**, Victoria, v.29, , p. 13-23, 2002.

BROETTO, F.; “Efeito de estresse salino e biológico sobre o metabolismo de calos e suspensão de células de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)” **tese** apresentada ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura, da **USP** - Piracicaba, 1995..

CAMARGO, L.S. As hortaliças e seu cultivo 2^ª ed. Campinas: Fundação Cargil,. 488p. 1984.

CARVALHO, W.A.; ESPÍNDOLA, C.R.; PACOLLA, A.A. Levantamento de Solos da Fazenda Lageado-Estação Experimental "Presidente Médici". Botucatu, UNESP/F.C.A, 1983. 95p.

CASALI, V.W.D.; COUTO, F.A.A. Origem botânica de *Capsicum*. **Informe Agropecuário**, v.10, n. 113, 8-13, 1984.

CASARINI, E. ;FOLEGATTI, M. V. **Fertirrigação**: “ Aspectos relevantes na fertirrigação de flores e hortaliças” ., Guaíba., Ed., Agropecuária, p. 441-58, 1999.

CASTILLO F. Antioxidative protection in the inducible CAM plant *Sedum album* L. following the imposition of severe water stress and recovery. **Oecologia** 107, 469-477, 1996.

CERMEÑO, Z.S. Pimento. In: __ Cultivo de plantas hortícolas em estufa. Lisboa: Litexa, 1977. Cap. 17, p.261-75. 1977

CERMEÑO, Z.S. Necessidades dos vegetais. In: __ Estufas: instalação e manejo: Litexa, 335p., 1990.

CRUCIANI, D. E. A drenagem na agricultura. 4. ed. São Paulo: Nobel, 337p. 1987.

CUNHA, R.A. ; "Parâmetros agrometeorológicos de cultura de pimentão (*Capsicum annum* L.) em ambientes protegido e campo." **tese** apresentada a Faculdade de Ciências Agronômicas – **Unesp** - Botucatu, 2001.

DUBEY, R.S.; SHARMA, K.N. Behavior of phosphatases in germinating rice in relation to salt tolerance. *Plant Physiology & Biochemistry*, Paris, 28: 17-26, 1990.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 212p.

FEIERABEND J., ENGEL S.; Photoinactivation of catalase *in vitro* and in leaves. **Archives of Biochemistry and Biophysics** 251, 630-638, 1986.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de Olericultura**: cultivo e comercialização de hortaliças. 2. Ed., São Paulo: Agronômica Ceres, v.2,357p., 1982.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças, Viçosa: UFV, 402p., 2000.

FLOWERS, T.J.; TROKE, P.F.; YEO, A.R. The mechanism of salt tolerance in halophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, 28: 89-121, 1977.

FOLEGATTI, M.V., coord.; **Fertirrigação**: Citrus, Flores, Hortaliças., Guaíba., Ed., Agropecuária, 458p, 1999.

FOSTER J.G., EDWARDS G.E., Localization of superoxide dismutase in leaves of C₃ and C₄ plants. **Plant Cell Physiology** 21, 895-906, 1980.

GIANNOPOLITIS, C.N. & RIES, S.K.; Superóxido dismutases. I. occurrence in Higher plants. **Plant Physiology**, 59:309-314, 1977

GERBLING K.P., KELLY G.J., FISHER K.H., LATZKO E. Partial purification and properties of soluble ascorbate peroxidase from pea leaves. **Journal of Plant Physiology** 115, 59-67, 1984.

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: Macel Dekker, p.203-226, 1993.

GREEWAY, H. & MUNNS, R.; Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.31: P. 149-190, 1980.

HAAG, H.P., HOMA, P. KIMOTO, T.; Absorção de nutrientes pela cultura do pimentão., **Solo**, n-2, 1-14, 1970

HAGIN, J.; TUCKER, B.; Fertilization of dryland and irrigated soils., **Advanced Series in Agricultural Sciences**, Berlin: Springer-Verlag, v.12, p.188, 1982.

HERTWIG, B.; STREB, P.; FEIERABEND, J.; Light dependence of catalase synthesis and degradation in leaves and the influence stress conditions. **Plant Physiology**. V.100, p.1547-53, 1992.

HOCHMUTH, G.J., SHULER, K., MITCHEL, R.L., GILREATH, P.R.; Nitrogen corp nutrient requirement demonstrations for mulched pepper in Florida. **Proceedings of Florida State of Horticultural Society**, v.100, p.205-09, 1987.

HUBER, R.K.; KREUTMAIER, F.; SANKHLA, N.; Eco-physiological studies on Indian arid zone plants: VI. Effect of NaCl and ABA on amino-acid and protein metabolism in leaves of *Phaseolus acutniifolius*. **Zeitschrift für Pflanzenphysiologie**, Stuttgart, v.81, p.234-247, 1977.

JANICK, J.; Orientação do crescimento da planta In: **A ciência da horticultura**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, cap. 7, p. 203-37, 1966.

JAEGER, H.J.; PRIEBE, A.; The problem of putrescine formation in plants caused by high salinity. **Acta Oecologica**, Paris v. 10, p.267-279, 1975.

JONES JR, J. B., WOLF, B., MILLS, H. A.; **Plant Analysis Handbook**. Athens: Micro-Macro publishing, Inc.,213p, 1991.

JOSHI, Y.C.; QADAR, A.; BAL, A.R.; DWIVEDI, R.S. Differences between salt sensitive and salt tolerant wheat species in relation to Na and K accumulation. **Indian Journal of Plant Physiology**, Bombay, 28(1): 81-4, 1985.

KALIR, A.; POLJAKOFF-MAYBER, A.; Changes in activity of malate dehydrogenase, catalase, peroxidase and superoxido dismutase in leaves of *Halimione portulacoides* L. aellen exposed to high sodium chloride concentrations. **Annals of Botany**. V. 47, p.75-85, 1981.

LAEMMLI U.K. Cleavage of structural proteins of the head of bacteriophage T₄. **Nature** (London) 227, 680-685, 1970.

LARCHER, W., **Physiological plant ecology**, 3 ed., Stuttgart, Germany: Springer, p.396-408. 1995

LEVITT, J. Responses of plants to environmental stresses. Vol.II: water, radiation, salt and other stresses. **Academic Press**, New York., p. 25-211, 1980.

LIMA, L. A. Efeitos de sais no solo e na planta. In: **Simpósio** "Manejo e controle da salinidade na agricultura". GHEYI; H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M. (ed.). Campina Grande: UFPB-SBEA, p.113-36. 1997.

LOCASCIO, S., FISKELL, J.G.A.; Pepper response to sulfur-coated urea, mulch and nitrogen rate. **Proceedings Florida State of Horticultural Society**, v.92, p-112-15, 1979.

LORENS, O.A. & MAYNARD, D.N. Knott's handbook for vegetables growers. 3^a ed John Wiley & Sons, N.Y., 456p. 1988.

MALAVOLTA, E., Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 251p. 1980.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional de plantas. princípios e aplicações, Piracicaba, **Potafos** 1997. 304p.

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. *Relatório final* FAPESP. P. 1-40, 2000.

MARFÀ, O. Fertirriego. **Revista Sociedad Española de Horticultura.**, v.68, p.32-33, 1987.

MARTINEZ, V.; CERDA, A. Nitrate reductase activity in tomato and cucumber leaves as influenced by NaCl and N source. **Journal of Plant nutrition**, New York, 12: 1335-50, 1989.

MASS, E. V., HOLFMAN, G. J. Crop salt tolerance - Current assessment. **Journal Irrigation and Drainage Division**, v.103, p. 115-34, 1977.

MASS, E. V.; Crop salt tolerance. In: TANJI, K.K. (ed). **Agricultural Salinity Assessment and Management Manual**. New York: Asce, v.13, p.262-304, 1990.

MEDEIROS J.F.; "Manejo da água de irrigação salina em estufa cultivada com pimentão" **tese** apresentada na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz" - **USP** - Piracicaba, 1998.

MELO, A.M.T. "Análise genética de caracteres de fruto em híbridos de pimentão. Piracicaba, 112p. **Tese** (Doutorado em Agronomia/Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz" - **USP** - Piracicaba, 1997.

MILLER, C.R.; MICCOLLUM, R.E.; CLAIMON, N.S.; Relationship between growth of bell pepper and nutrient accumulation during ontogeny in field environments, **Journal American Society Horticultural Sciences** v.104, n.6, p.852-7, 1979.

MINAMI, K.; NETO, J.T. Cultura do Pimentão, Piracicaba: **SEBRAE**, 57p, 1994.

MISZALSKI Z., SLESIAK I., NIEWIADONSKA E., BACZEK-KWINTA R., LÜTTGE U., RATAJCZAK R. Subcellular localization and stress response of superoxide dismutase isoforms from leaves in the C₃-CAM intermediate halophyte *Mesembryanthemum crystallinum* L. **Plant, Cell and Environment** 21, 169-179, 1998.

NASCIMENTO. N.A., “Efeito da aplicação de nitrogênio e potássio via água de irrigação por gotejamento na cultura do pimentão”, **dissertação** apresentada a Faculdade de Ciências Agronômicas – **Unesp** - Botucatu, 1998.

NIEWIADOMSKA. E., MISZALSKI Z., SLESACK I., RATAJCZAK R.; Catalase activity during C₃-CAM transition in *Mesembryanthemum crystallinum* L. leaves. **Free Radical Research** 31, 251-256, 1999.

NIMBALKAR, J.D.; JOSHI, G.V. Effect of increasing salinity on germination, growth and mineral metabolism of sugarcane var. Co 740. **Journal of Biological Sciences**, Bombay, 18: 55-63, 1975.

NIU, X.; NARASIMHAN, M.L.; SALZMAN, R.A.; BRESSAN, R.A.; HASEGAWA, P.M. NaCl regulation of plasma membrane H⁺-ATPase gene expression in a glycophyte and a halophyte. **Plant Physiology**, Rockville, 103: 713-18, 1993.

OLIVEIRA, M.R., PORTAS, C.A.M. Enraizamento de plantas cultivada: aspectos pertinentes às culturas olerícolas. In: FERREIRA, M.E., CASTELLANE, P.D., CRUZ, N.P. Nutrição e adubação de hortaliças. Piracicaba: **POTAFOS**, Cap.2, p. 15-30., 1993.

OLSEN, J. K., LYONS, D. J., KELLY, M. M., Nitrogen uptake and utilization by bell pepper in subtropical Australia. **Journal of Plant Nutrition**, v.16, p.2055-71, 1993.

PÁDUA, J.G.; CASLI, V.W.O.; PINTO, C.M.F.; Efeitos climáticos sobre pimentão e pimenta, **Informe Agropecuário**, v.10 p.11-13, 1984.

PANELO, M.; Adaptabilidad de cultivares de pimiento a condiciones de cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.13, n.1, 1995.

PARICHA, P.C.; PATRA, G.J.; SAHOO, P. Effect of synthetic sea water on growth and chemical composition of rice at different stages of development. **Journal of Indian Society of Soil Science**, New Delhi, 23: 344-48, 1975.

PASSOS, F.A.; Beringela, jiló, pimenta e pimentão, **Boletim técnico (IAC)** Campinas, n.100, p.63, 1992.

PEIXOTO ,P.H.P.; CAMBRAIA, J.; SANT'ANA, R.; MOSQUIM, P.R.; MOREIRA, A.M.; Aluminum effects on lipid peroxidation and the activities of enzymes of oxidative metabolism in sorghum, **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Viçosa, v.11, n.3, p.137-43, 1999.

PEREIRA, A.L. **Cultura do Pimentão**. Fortaleza: DNOCS, 49p., 1990.

PESSARAKLI, M.; HUBER, J.T.; TUCKER, T.C. Protein synthesis in green beans under salt stress with two nitrogen sources. **Journal of Plant nutrition**, New York, 12(11): 1361-1377, 1989.

PINTO, C.M.; PÁDUA, J.G.; CASALI, V.W.D. Produção de mudas, plantio e espaçamento em pimentão e pimenta. **Informe. Agropecuario**., v.10, n.113, p.7-31., 1984.

RAIJ, B. van, CANTARELLA, H., GUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo, 2ed. Campinas, Instituto Agronômico e Fundação IAC., 285p (**Boletim Técnico, 100**). 1996.

RAIJ, B.van, CANTARELLA, H., GUAGGIO, J.A., FERREIRA, M. E., LOPES, A. S., BATAGLIA, O. C. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas Fundação Cargil., 170p. 1987.

RAIJ, B. van & QUAGGIO, A.J. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agronômico, 1983. 31p. (**IAC - Boletim técnico, 81**).

RYLSKI, I., ALONI, B., KARNIM, L., ZAIDMAN, Z. Flowering, fruit set, fruit development and fruit quality under different environmental conditions in tomato and pepper crops. **Acta Horticulturae.**, Wageningen, v.366, p. 45-55, 1994.

RUSSO, V. M., Effects fertilizer rate, application timing and plant spacing on yield and nutrient content of bell pepper. **Journal of Plant Nutrition**, v.14, p 1047-56, 1991.

SAKAMOTO A., OKUMURA T., KAMINAKA H., SUMI K., TANAKA K. Structure and differential response to abscisic acid of two promoters for the cytosolic copper/zinc-superoxide dismutase genes, *SodCcl* and *SodCc2*, in rice protoplasts. **FEBS Letters** 358, 62-66, 1995.

SALIN M.L., BRIDGES S.M.; Isolation and characterization of an iron-containing superoxide dismutase from a eucaryote, *Brassica campestris*. **Archives of Biochemistry and Biophysics** 201, 369-373, 1980.

SALIN M.L., BRIDGES S.M; Localization of superoxide dismutase in chloroplasts from *Brassica campestris*. **Zeitschrift für Pflanzenphysiologie** 99, 37-45, 1981.

SANTIAGO, C. L., GOYAL, M. R., Nutrient uptake and solute movement in drip irrigated summer peppers. **Journal of Agricultural P. R.**, v.69, p-63-8, 1985.

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

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**, .289-315, 1997.

SGANZERLA, E. Nova Agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos. 5ª ed. Esteio: **Agropecuária**,. 324p. 1995.

SHUKLA, V., SRINIVAS, K., PRABHAKAR, B.S.; Response of bell pepper to nitrogen, phosphorus and potassium fertilization. **Indian Journal of Horticulture**, v.44, n.1-2, p. 81-84, 1987.

SONNENBERG, P.E. Cultura do pimentão. In: **Olericultura Especial: 2ª parte**. 2 ed. Goiânia: Universidade Federal de Goiás. 143.p., 1981.

STANGHELLINI, C. Evapotranspiration in greenhouse with special reference on Mediterranean conditions. **Acta Horticulturae**, v.335, p.296-304, 1993.

SILVA, E.F.F., DUARTE, S.N., COELHO, R.D.. **Fertirrigação**: “*Salinização dos solos cultivados som ambientes protegidos no estado de São Paulo*”, Guaíba., Ed., Agropecuária, p. 267-78, 1999.

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

SIVIEIRO, P.; GALLERANI, M. La coltivazione del peperone. Verona: **L’informatore Agrario**, 217p, 1992.

TANJI, K. K. (ed.) Agricultural Salinity Management. ASCE **manuals and reports on engineering practice**, 619p, 1994.

TEODORO, R.E.F. "Efeito da irrigação no crescimento e produção do pimentão (*Capsicum annum* L.) conduzido em casa de vegetação e em condições de campo" . **Dissertação**, apresentada a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-USP - Piracicaba, 1986.

THOMAS, J.C.; ARMOND, R.L.; BOHNERT, H.J.; Influence of NaCl on growth, proline and phosphoenolpyruvate carboxylase levels in *Mesembryanthemum crystallinum* suspension cultures. **Plant Physiology**, Rockville, v.98, p. 626-31, 1992.

TIVELLI S.W., "Sistemas de cultivo na cultura do pimentão (*Capsicum annum* L.) vermelho em ambiente protegido", **tese** apresentada a Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp - Botucatu, 1999.

TORRELLI, W.A.; RICE, L.A. Effect of NaCl stress on Proline and cation accumulation in salt sensitive and tolerant turfgrasses. **Plant and Soil**, The Hague, 93: 241-27, 1986.

VILLAS BÔAS et al, "Efeitos de doses de nitrogênio aplicado de forma convencional através da fertirrigação da cultura do pimentão", **Congresso Brasileiro de Hortaliça**, 2000.

VILLAS BÔAS, R. L., "Doses de nitrogênio para o pimentão aplicadas de forma convencional e através da fertirrigação", **tese** (para obtenção do título de livre-docente) apresentada a Faculdade de Ciências Agrônômicas – Unesp - Botucatu, 2001.

WEIMBERG, R.; LERNER, H.R.; POLJAKOFF-MAYBER.; Changes in growth and water-soluble solute concentrations in *Sorghum bicolor* stressed with Na and K salts. **Physiologia Plantarum**, Kobenhavn, v.62; p.472-80, 1984.

WIGNARAJAH, K.; JENNINGS, D.H.; HANDLEY, J.F. The effect of salinity on growth of *Phaseolus vulgaris* L. II. Effect on internal solute concentration. **Annals of Botany**, Oxford, 39: 1039-55, 1975.