ÁGUA E ADUBAÇÃO NA CULTURA DO PIMENTÃO (*Capsicum annuum*, L.), IRRIGADA POR GOTEJAMENTO

OFÉLIA DE FÁTIMA GIL

Orientador: Prof. Dr. ANTONIO FERNANDO L. OLITTA

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Irrigação e Drenagem.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Outubro - 1987

A meu pai, Aureliano

A minha mãe, Dolores,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela fé e perseverança concedidas em todos os momentos.

Ao Prof. Antonio Fernando Lordelo Olitta, pela orientação, amizade e apoio recebidos no decorrer do curso e na realização deste trabalho.

Ao Prof. Keigo Minami, pelas suas sugestões e orientação do trabalho.

Ao Prof. Rubens Scardua, pelas suas sugestões e apoio.

Ao Eng^o Luiz Chaguri Neto, pelos momentos difíceis que a meu lado permaneceu.

Ao Centro Nacional de Engenharia Agrícola (CENEA), pela oportunidade de concluir o Curso de Mestrado em Irrigação e Drenagem

Aos amigos Sérgio, Colombo, Fátima, Myriane e João Rosa, pelo incentivo e colaboração.

Aos demais professores do Departamento de Engenharia Rural, pela acolhida e convívio amigo.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o êxito deste trabalho.

LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	ix
SUMMARY.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1. Descrição do Local do Experimento.....	12
3.1.1. Clima.....	12
3.1.2. Características físicas e químicas do solo.	13
3.2. Delineamento Experimental.....	15
3.3. Equipamento de Irrigação.....	19
3.4. Instalação e Condução do Experimento.....	21
3.5. Características Estudadas.....	23
3.5.1. Altura da planta e diâmetro do caule e da copa.....	23
3.5.2. Produtividade, número de frutos e peso mé- dio dos frutos.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1. Produtividade e Número de Frutos por Hectare.....	29
4.2. Altura da Planta e Diâmetro do Caule e da Copa....	32
4.3. Análise da Metodologia Utilizada.....	36
5. CONCLUSÕES.....	38
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Curva de retenção da água do solo.....	14
2. Kc da cultura de pimentão durante o período fenológico	16
3. Precipitação e evaporação do tanque Classe A, no período de realização do experimento.....	18
4. Esquema geral do experimento.....	20
5. Detalhe da sub parcela experimental.....	22
6. Curva de regressão ajustada, equação de regressão e coeficiente de determinação para produtividade em função do fator multiplicativo de evapotranspiração média	30
7. Curva de regressão ajustada, equação de regressão e coeficiente de determinação para número de frutos por hectare em função do fator multiplicativo da evapotranspiração média.....	31
8. Curvas de regressão ajustadas, equações de regressão e coeficientes de determinação para altura da planta, em função do fator multiplicativo da evapotranspiração média, nas três medições realizadas.....	33
9. Curvas de regressão ajustadas, equações de regressão e coeficientes de determinação para diâmetro do caule, em função do fator multiplicativo da evapotranspiração média, nas três medições realizadas.....	34

10. Curvas de regressão ajustadas, equações de regressão e coeficientes de determinação para diâmetro da copa em função do fator multiplicativo da evapotranspiração média, nas três medições realizadas.....	35
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Características físicas do solo.....	13
2. Características químicas da camada superficial do solo (0-20 cm).....	15
3. Resultados obtidos durante o experimento, em função da lâmina de água e tratamentos de adubação (média de 4 repetições).....	26
4. Resumo da análise de variância.....	27

ÁGUA E ADUBAÇÃO NA CULTURA DO PIMENTÃO
(*Capsicum annuum* L), IRRIGADA POR GOTEJAMENTO

Autora: Ofélia de Fátima Gil

Orientador: Prof. Dr. Antonio Fernando L.
Olitta

RESUMO

Estudou-se, em condições de campo, os efeitos de diferentes lâminas d'água e da adubação foliar na cultura do pimentão em sistema "line source", utilizando irrigação por gotejamento.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas, com quatro repetições. Foram aplicadas cinco lâminas d'água: 0, 1/3, 2/3, 1 e 2 vezes a evapotranspiração média. Os tratamentos de adubação utilizados foram os seguintes:

A1 - fórmula 15-9-6 (N-P-K) em diluição a 0,3%, pulverizada uma vez por semana, durante todo o ciclo da cultura.

A2 - fórmula 15-9-6 (N-P-K) em diluição a 0,3%, pulverizada semanalmente até o florescimento e posteriormente a

fórmula 9-15-6 (N-P-K) em diluição a 0,3%, também pulverizada semanalmente, até a colheita.

A3 - fórmula 9-15-6 (N-P-K) em diluição a 0,3%, pulverizada semanalmente até o florescimento e posteriormente a fórmula 15-9-6 (N-P-K) em diluição a 0,3% também pulverizada semanalmente, até a colheita.

Durante o ciclo fenológico foram determinadas: a altura da planta, o diâmetro do caule e da copa e na colheita, foram determinadas a produtividade da cultura, o número de frutos por hectare e o peso médio dos frutos.

Observaram-se diferenças significativas, entre as lâminas d'água, ao nível de 1% de probabilidade, para todas as características estudadas com exceção do peso médio dos frutos, enquanto que, os tratamentos de adubação foliar e a interação lâmina d'água e adubação, não apresentaram efeito significativo sobre nenhuma delas, levando a sugerir a adubação foliar serve apenas para complementar a aplicação tradicional de macronutrientes, não podendo substituir totalmente o fornecimento de adubos ao solo para absorção através das raízes.

Observou-se o efeito quadrático da lâmina d'água sobre a produtividade. Os dados obtidos indicaram a ocorrência de maior produtividade em lâminas d'água inferiores àquela correspondente, a 1 vez a evapotranspiração média (ET), indicando

que os valores de coeficiente de cultura (k_c), extraídos da literatura, encontram-se acima do valor real, o qual deve girar em torno de 0,8, para as condições do ensaio. Outra explicação parece ser devido ao maior desenvolvimento do sistema radicular, favorecido pelas condições de arejamento. O peso médio dos frutos não foi influenciado pelos fatores estudados.

O sistema "line source" adaptado para irrigação por gotejamento, apresentou-se como um método de fácil aplicação permitindo um controle preciso da lâmina d'água aplicada e tornando possível a casualização das unidades experimentais.

WATER AND FERTILIZATION ON TRICKLE IRRIGATED

SWEET PEPPER (*Capsicum annuum* L)

Author: Ofélia de Fátima Gil

Adviser: Prof. Dr. Antonio Fernando L.
Olitta

SUMMARY

A field experiment was conducted to study the effects of water depth and foliar fertilization on sweet pepper irrigated by a trickle line source system.

The trial was laid out in randomized block design, with split plots, consisting of five treatments, three sub treatments and four replications. The treatments were irrigation depths corresponding to 0, 1/3, 2/3, 1 and 2 times the average evapotranspiration. The sub treatments were:

A1 - Weekly applications of a 15-9-6 (N-P-K) formulation, at 0,3%, for all the crop cycle.

A2 - Weekly applications of a 15-9-6 (N-P-K) formulation, at 0,3%, until the flowering, followed by weekly applications of a 9-15-6 (N-P-K) formulation, at 0,3% until the

harvesting.

A3 - Weekly applications of a 9-15-6 (N-P-K) formulation at 0,3%, until the flowering, followed by weekly applications of a 15-9-6 (N-P-K) formulation, at 0,3% until the harvesting.

The plant height, the stem diameter and cup diameter were determined during the phenologic cycle. The yield, the number of fruits per hectare and the mean weight of the fruits were determined during the harvest period.

The statistical analyses shows significant differences at 1% level between water depths for all studied parameters, with the exception for the mean weight of the fruits. None of the studied parameters were effected by the foliar fertilization, showing that foliar fertilization alone does not substitutes traditional soil fertilization with macronutrients.

A quadratic relationship between irrigation depth and yield was observed. The occurrence of greater yields were obtained with water depths smaller than the correspondent calculated evapotranspiration (ET), indicating that the crop coefficient values (K_c) given by literature are greater than the real, which must be around 0,8, for the experimental conditions.

Another explanation is like to be the greather development of the root system, due to favorable soil aeration.

The continuous variable design using a line source sprinkler system adapted to a trickle line source system was shown to be a simple method, allowing a accurate control of the water depth and making possible the use of water treatments in a randon fashion.

I. INTRODUÇÃO

Dentre os fatores que afetam o rendimento das culturas, o teor de água do solo pode ser considerado de importância fundamental, principalmente para aquelas que respondem com maior produtividade à níveis mais altos de umidade. A água no solo, entre outras funções serve como meio de transporte dos elementos nutritivos e dos componentes que se formam durante o metabolismo da planta, além de ser necessária aos processos de crescimento COGO (1978) e MALAVOLTA (1980).

As olerícolas são culturas bastante susceptíveis às deficiências hídricas, principalmente às grandes variações do nível de água no solo, refletindo-se num desenvolvimento precário

e desuniforme dos frutos. Dentre essas, destaca-se o pimentão que é uma das dez hortaliças mais importantes do mercado hortigranjeiro do Brasil, podendo ser consumido "in natura", tanto sob a forma de frutos verdes como frutos maduros e mais recentemente, na indústria de desidratados, sob a forma de pó ou flocos.

A quantidade de água disponível para o pimentão tem sido objeto de estudo não só pelos efeitos que causa à cultura em si, como também pelo custo do sistema de irrigação a ser implantado.

A irrigação por gotejamento comparada a outros sistemas tem apresentado bons resultados, em termos de qualidade e produtividade dos frutos.

Outro fator a ser considerado é que o teor de água do solo, associado à disponibilidade às plantas de alguns nutrientes, como nitrogênio e fósforo, bem como a época de aplicação desses elementos, podem promover um maior desenvolvimento da cultura, e, conseqüentemente, um aumento na sua produtividade.

Assim sendo, é uma necessidade o estudo do efeito desses fatores no aumento de produtividade aliado a uma racionalização no uso de água e fertilizantes.

Este trabalho tem por objetivo avaliar os efeitos de diferentes lâminas d'água aplicadas através de irrigação por gotejamento e da adubação nitrogenada e fosfatada, via foliar, na cultura do pimentão (Capsicum annuum, L.), com base no sistema "line source" desenvolvido por HANKS et alii (1976) para irrigação por aspersão, adaptando esta metodologia para irrigação localizada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Vários trabalhos mostram que a suplementação de água, por meio da irrigação, na cultura do pimentão, constitui um fator de aumento de produtividade e diminuição de riscos, influenciando na qualidade e quantidade de frutos e em outros fatores de produção.

Os diferentes métodos de irrigação existentes podem ser usados na cultura do pimentão, desde que possibilitem uma distribuição uniforme da água para que a mesma possa ser utilizada pelas plantas de modo a supri-las adequadamente. Entretanto, a utilização de um ou outro método de irrigação está condicionado à maior ou menor facilidade de manejo e operação do sistema bem co-

mo a disponibilidade de água para irrigação, CAIXETA (1984).

Trabalhos experimentais e observações de campo mostraram que o sistema de irrigação por gotejamento permite um bom controle e economia da água aplicada. Em algumas condições tem apresentado produções superiores às obtidas com o uso de outros métodos, OLITTA (1977).

Nos últimos anos os estudos relacionados ao efeito de diferentes lâminas de água na produção das culturas têm sido baseados, principalmente, no sistema "line source". Esse sistema foi inicialmente desenvolvido para ser utilizado em aspersão por HANKS et alii (1976). Após o estabelecimento da cultura, é instalada uma única linha de aspersores, paralela às linhas de plantio, no centro da parcela. Os aspersores, num pequeno espaçamento ao longo da linha, fornecem um padrão de distribuição triangular, de forma que a máxima intensidade de aplicação ocorre próximo ao aspersor, diminuindo à medida que se afasta deste, nas duas direções. Finalmente, a uma distância correspondente ao raio de alcance dos aspersores, nenhuma lâmina d'água é aplicada. Desta forma, é possível obter-se a aplicação de diversas magnitudes de lâminas d'água.

Segundo HANKS et alii (1980) esse método é seguro e conveniente para ser aplicado em experimentos onde deseja-se variar a lâmina d'água aplicada contínua e uniformemente, como é o ca

so de funções de produção. Os autores acrescentam ainda que o sistema é simples e exige pequenas áreas e pouca disponibilidade de água, apresentando a vantagem de mostrar visualmente os efeitos da irrigação. Entretanto, apresenta a desvantagem de que os tratamentos de lâminas d'água não são dispostos de maneira casualizada, sendo arranjados sistematicamente, o que dificulta uma estimativa de erro. JOHNSON et alii (1983) realizaram um estudo em "line source" com o objetivo de desenvolver um modelo estatístico para esse sistema, concluindo que o modelo estudado adapta-se tanto ao "line source" quanto a outros experimentos não casualizados. A aplicação desse sistema foi utilizada também em experimentos de irrigação versus adubação nitrogenada por LAUER (1983).

CAIXETA et alii (1981) estudaram o efeito da lâmina de água, turno de rega e sistema de irrigação na cultura do pimentão e observaram que a produtividade da cultura foi boa, mesmo quando o cultivo foi realizado no inverno, em época de entressafra da produção normal. Os dois sistemas de irrigação estudados (irrigação por sulcos e por gotejamento) não apresentaram diferenças significativas quanto à produtividade, sendo que na irrigação por gotejamento a produção aumentou com o aumento da altura da lâmina d'água, ocorrendo o inverso para turno de rega. Em experimento conduzido anteriormente pelo mesmo autor, foi observado que a irrigação por gotejamento permite uma maior uniformidade no tama

nho do fruto durante as colheitas, quando comparado com irrigação por sulcos.

PUGLIA & CASCIO (1979) verificaram, em trabalho realizado na planície Gela, Sicília (Itália), com pimentão irrigado por aspersão, sulcos, gotejamento e gotejamento intermitente, que a produção e o peso médio dos frutos foram afetados pelo método de irrigação. Verificaram também que a maior porcentagem de frutos rejeitados para consumo foram aqueles produzidos quando a irrigação utilizada foi aspersão. SPALDON & STRELEC (1974), em três anos de trabalhos com pimentão irrigado por aspersão, verificaram que a produtividade e levou-se em 51,2% quando comparado com a testemunha não irrigada. Do aumento total, 55,7% se deu devido ao aumento do peso do fruto e 44,3% devido ao aumento do número dos mesmos. PALEVITCH et alii (1979), obtiveram um aumento significativo de produção, num estudo preliminar sobre o crescimento de pimentão irrigado por gotejamento. Estes autores concluíram que as irrigações durante a floração e durante a maturação dos frutos, foram decisivos para a obtenção de boa produtividade.

Em estudos de irrigação, independentemente do sistema utilizado, o importante é obter uma lâmina d'água adequada à cultura, o que implica em maior eficiência e conseqüentemente aumento de produtividade. Segundo alguns autores, SPALDON & STRELEC (1974), SHMUELI & GOLDBERG (1972) e PARWIN & WU (1972), o aumento

de produção é diretamente proporcional à disponibilidade de água, pressupondo que maiores disponibilidades de água acarretam maiores facilidades de absorção, tanto de água quanto de nutrientes. Porém, a aplicação de maiores volumes de água de uma só vez pode ocasionar deficiência de aeração com consequente diminuição da produtividade, FERREYRA et alii (1985) e MANFRINATO (1974). QUINTERO (1985) recomenda-se que deve ter uma certa precaução com o manejo da água na cultura do pimentão, uma vez que os excessos provocam, principalmente, asfixia das raízes.

CRUCIANI & MINAMI (1972) estudaram os efeitos de inundações temporárias no sistema radicular do pimentão e observaram que o excesso de água na zona radicular das plantas, com duração superior a dois dias em qualquer fase do ciclo, provoca danos severos às plantas, reduzindo acentuadamente a produção. SHMUELI & GOLDBERG (1972) concluíram que a cultura de pimentão não foi prejudicada com o excesso de umidade, num experimento realizado, onde foram estudados os efeitos de diferentes lâminas d'água aplicadas por gotejamento, durante três estações do ano (primavera, verão e outono), na cultura do pimentão. CAIXETA et alii (1981) atribuem tal fato, às características edafoclimáticas e culturais do ensaio.

Quantidades corretas de fertilizantes, posição ideal e época indicada de aplicação, combinadas adequadamente, defi-

nem o programa de fertilização de uma cultura. Esse programa é variável de acordo com o solo, a planta e as condições ambientais, FONTES & MONNERAT (1984). A forma de aplicação dos fertilizantes tem sido constantemente estudada como meio de obter-se melhores produções da cultura do pimentão. BERENYI (1983) estudou a aplicação parcelada de fertilizantes, via foliar, em três cultivares de pimentão e constatou que os cultivares não diferiram na resposta quanto ao período de aplicação, porém, os melhores resultados foram obtidos com quatro aplicações, a partir do início do florescimento, em intervalos de sete dias.

Segundo MALAVOLTA (1974) e CAMARGO & SILVA (1975), a prática de adubação foliar complementa a aplicação tradicional dos macronutrientes no solo (por exemplo N, P e K). Como esses elementos são exigidos em proporções relativamente grandes, no geral, dezenas de quilos por hectare, seu fornecimento por via foliar não é viável, a não ser em um ou outro caso isolado.

Os micronutrientes, entretanto por serem exigidos em pequenas proporções, pois às vezes, bastam umas poucas gramas por hectare para atender as exigências da cultura durante todo o ciclo, respondem de maneira mais eficiente à adubação foliar, MALAVOLTA (1974), WITTWER et alii (1963) e CAMARGO (1970).

Trabalhos têm sido realizados no que se refere a interação lâmina d'água e adubação na cultura do pimentão, com enfoque aos nutrientes que são mais absorvidos por esta cultura, como é o caso do nitrogênio e fósforo, que logo após o potássio é um dos elementos de maior absorção pela planta do pimentão, tendo sua maior concentração na parte vegetativa e nos frutos, FONTES & MONNERAT (1984).

A diminuição da quantidade de água disponível à planta, reduz a eficiência de absorção de nutrientes, enquanto que o seu excesso pode causar lixiviação dos mesmos no solo, conforme CAIXETA (1984). FERREYRA et alii (1985) estudaram o efeito de diferentes lâminas d'água sobre a cultura do pimentão e verificaram que a função de produção determinada, inicialmente aumenta até um certo limite e posteriormente diminui com lâminas d'água maiores. Os autores atribuíram o fato a prováveis problemas de aeração do solo e lixiviação de nitrogênio, pela aplicação excessiva de água.

THOMAS & HEILMAN (1967) estudaram a recuperação de nitrogênio e fósforo pela cultura do pimentão, influenciada pelo teor de umidade do solo e aplicação de fertilizantes. Verificaram que altos teores de umidade no solo aumentaram a disponibilidade de fósforo às plantas e reduziram a disponibilidade de nitrogênio. Verificaram ainda que foi necessária a aplicação de níveis

mais altos de nitrogênio para superar o efeito inibidor do alto teor de umidade, na absorção de nitrogênio pelas plantas de pimentão. Os efeitos de irrigação e níveis de nitrogênio na produção do pimentão foram também avaliados por BATAL e SMITTLE (1981), os quais concluíram que com irrigações frequentes, torna-se difícil manter um nível ótimo de nitrogênio no solo, tornando-se necessário a utilização de sucessivas aplicações deste nutriente. Harrington, citado por CAIXETA (1978), verificou baixos rendimentos em sementes quando houve deficiência de NPK e Ca, e plantas deficientes em K e Ca apresentaram menor índice de germinação, o que levou a crer que sob baixos teores de umidade no solo, poderá haver queda de produção, bem como características indesejáveis na germinação das sementes.

A medida que a pesquisa procura informações a respeito dos mecanismos de suprimento de água e nutrientes para a planta, através de um manejo adequado da irrigação e dos fertilizantes, mais seguro será um programa para implantação de uma determinada cultura.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição do Local do Experimento

O trabalho foi desenvolvido no campo experimental do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP, no ano de 1984.

3.1.1. Clima

O clima de Piracicaba, segundo SELTZER (1946) é do tipo mesotérmico, Cwa, isto é, subtropical úmido com estiagem no inverno; as chuvas do mês mais seco não atingem 30 mm. As médias de precipitação e temperatura das estações primavera, verão, outono e inverno são respectivamente: 303 mm e 20,8°C; 639 mm e 23,2°C; 235 mm e 20,5°C; e 108 mm e 16,9°C.

3.1.2. Características físicas e químicas do solo.

O solo onde foi desenvolvido o experimento pertence ao grande grupo Terra Roxa Estruturada, série Luiz de Queiroz, RANZANI (1966).

As características físicas referidas à análise granulométrica e à massa específica aparente e real do referido solo, determinados pelo Laboratório de Solos do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ, se encontram na Tabela 1.

Tabela 1 - Características físicas do solo

Profundidade (cm)	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Massa Espec. Aparente (g/cm ³)	Massa Espec. Real (g/cm ³)
0 - 15	29,53	32,83	37,64	1,53	2,86
15 - 30	62,34	14,14	23,52	1,38	2,82
30 - 45	60,94	16,98	22,08	1,35	2,86

Segundo DEMÉTRIO (1978) o teor de água na capacidade de campo e o ponto de murcha permanente deste solo é 34,6% e 22,6% (em volume) respectivamente; segundo SCARDUA (1972), a capacidade de campo ocorre entre os potenciais de 0,01 a 0,02 MPa, para a camada de 0 a 30 cm. A curva de retenção da água do solo encontra-se na Figura 1.

Figura 1 - Curva de retenção da água do solo.

Fonte: SCARDUA (1972).

Para as determinações das características químicas foram retiradas amostras da camada superficial do solo (0-20cm). A análise foi feita pelo Laboratório de Fertilidade de Solos do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ, e os resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Características químicas da camada superficial do solo (0 - 20 cm).

Profund. (cm)	pH	C (%)	Teores trocáveis (meq/100g de solo)					
			P	K ⁺	Al ⁺⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺
0 - 20	6,4	0,96 (alto)	0,96 (alto)	0,77 (alto)	0,08 (bom)	6,7 (alto)	2,6 (alto)	3,12

3.2. Delineamento Experimental

Foram aplicadas cinco lâminas d'água: 0, 1/3, 2/3, 1 e 2 vezes a evapotranspiração média (ET), com frequência de irrigação de 3,5 dias. As diferentes lâminas d'água foram calculadas considerando-se, para o cálculo de ET, a evaporação medida no tanque evaporimétrico Classe A e os valores de coeficiente da cultura (Kc) apresentados na Figura 2, conforme sugerido por VILLA NOVA (1982), e foram aplicadas através da operação simultânea de gotejadores com vazões de 2, 4, 6 e 12 l/h, trabalhando a pressão de serviço de 10 m.c.a. A vazão dos gotejadores foi

Figura 2 - K_c da cultura de pimentão durante o período fenológico.
Fonte: VILLANOVA (1972)

medida antes e durante a realização do experimento, não tendo sido encontrada diferenças significativas entre os valores medidos e os nominais. Os dados de evaporação semanal e precipitação durante o período de realização do experimento estão apresentados na Figura 3.

O sistema "line source", desenvolvido por HANKS et alii (1976), para utilização em irrigação por aspersão, foi adaptado para o caso específico da irrigação por gotejamento. Para tal, foram utilizados gotejadores de diversas vazões, que operados durante iguais intervalos de tempo, analogamente ao sistema proposto pelo referido autor, propiciaram a aplicação de diferentes lâminas d'água.

Os tratamentos de adubação utilizados foram:

- A1 - Fórmula 15-9-6 (N-P-K) em diluição a 0,3%, pulverizado com pulverizador costal, uma vez por semana, durante todo o ciclo fenológico;
- A2 - Fórmula 15-9-6 (N-P-K) em diluição a 0,3%, pulverizada semanalmente até o florescimento e posteriormente a fórmula 9-15-6 (N-P-K) em diluição a 0,3% também pulverizada semanalmente, até a colheita;
- A3 - Fórmula 9-15-6 (N-P-K) em diluição a 0,3%, pulverizada semanalmente até o florescimento e posteriormente a fórmula 15-9-6 (N-P-K) em diluição a 0,3% também pulverizada semanalmente, até a colheita.

Figura 3 - Precipitação e evaporação do tanque classe A, no período de realização do experimento.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados em parcelas subdivididas, com quatro repetições, sendo que as lâminas d'água formaram as parcelas e os tratamentos de adubação, as sub-parcelas.

Foi utilizada uma área de 1040 m^2 ($26 \times 40 \text{ m}$), a qual foi dividida em quatro blocos de $13 \times 20 \text{ m}$. Cada bloco constituiu-se de doze fileiras de plantas, com 20 m de comprimento, em um arranjo de fileiras duplas espaçadas de $0,5 \text{ m}$ entre si. As linhas de gotejadores foram instaladas no centro das fileiras duplas, espaçadas de $2,0 \text{ m}$. O espaçamento entre plantas foi de $0,5 \text{ m}$. Cada bloco foi subdividido em cinco parcelas e cada parcela em três sub-parcelas conforme pode ser visto na figura 4. A área de cada sub-parcela foi de 8 m^2 , equivalente a 32 plantas, sendo a área útil de 3 m^2 , correspondente a 12 plantas, como mostra a Figura 5. Para as linhas consideradas como bordadura foram utilizados gotejadores de 4 l/h .

3.3. Equipamento de Irrigação

O sistema de irrigação utilizado constituiu-se de um conjunto moto-bomba, recalcando água de um reservatório até o cabeçal de controle formado por filtro de areia e de tela, sistema de controle de pressão e vazão. Do cabeçal de controle a

- Planta
- X Gotejador 2 L/h = L4
- + Gotejador 4 L/h = L3
- O Gotejador 6 L/h = L2
- * Gotejador 12 L/h = L1
- Sem irrigação 0 L/h = L5

Tratamento de adubação:

- A1
- A2
- A3

Figura 4 - Esquema geral do experimento.

água foi conduzida por uma linha principal de polietileno flexível de 2" às linhas laterais de polietileno de 1/2", que continham os gotejadores.

3.4. Instalação e Condução do Experimento

As sementes de pimentão, cultivar "Cascadura Ikeda", foram semeadas em recipientes de papel, com diâmetro de 7 cm e altura de 13 cm, os quais foram preenchidos com solo peneirado e adubado com esterco de curral na proporção de $0,5 \text{ m}^3$ de esterco para 1 m^3 de solo.

A semeadura foi efetuada no dia 23/03/84, utilizando-se de 5 a 6 sementes por recipiente, a uma profundidade de aproximadamente 0,5 cm. Após o aparecimento da primeira folha definitiva, foi realizado um desbaste, deixando-se a planta mais vigorosa. Nesta fase foram feitas irrigações diárias.

O cultivo mínimo foi o sistema de preparo do solo utilizado na área para o desenvolvimento da cultura, após o transplante das mudas. Na área existia restos de cultura de soja que foi pulverizada com herbicida Gramoxone, na dosagem de 2 l/ha e roçada mecanicamente.

As mudas foram transplantadas para as covas com 20 cm de diâmetro e 30 cm de profundidade, no dia 04 de maio de 1984. Em seguida foi feita uma irrigação por aspersão, com a finalidade de proporcionar o pegamento das mudas e a elevação da umidade do solo à capacidade de campo. Em 06 de maio de 1984 iniciaram-se os tratamentos diferenciados de lâmina d'água.

Para o controle das ervas daninhas foi utilizado cultivo manual. Foi necessário apenas um combate a insetos, realizado através de uma pulverização com Folidol no dia 28 de maio de 1984. Todas as plantas foram tutoradas individualmente, com estacas de bambú de 60 cm, para evitar o tombamento das mesmas.

As colheitas foram realizadas semanalmente, no período de 11 de julho a 04 de outubro de 1984, quando os frutos atingiam o seu tamanho máximo.

3.5. Características Estudadas

Estudou-se o efeito de cinco diferentes lâminas d'água (0, 1/3, 2/3, 1 e 2 vezes ET) e de três tratamentos de adubação sobre a produtividade e alguns parâmetros importantes da cultura do pimentão.

As características estudadas foram as seguintes: altura da planta, diâmetro do caule e da copa, peso médio dos frutos, número de frutos e produtividade.

Os dados obtidos do ensaio foram submetidos à análise de variância e ajustamento de equações de regressão. O grau de ajustamento dos modelos foi avaliado pelo coeficiente de determinação (r^2).

3.5.1. Altura da planta e diâmetro do caule e da copa

Foram realizadas três determinações de altura da planta e diâmetro do caule e da copa, aos vinte, quarenta e sessenta dias a partir da data de transplante.

Foram sorteadas três plantas em cada sub-parcela, sendo que a altura da planta foi medida do nível do solo ao ápice da planta e o diâmetro do caule foi determinada a uma altura correspondente à metade da altura total da planta. O diâmetro da copa foi obtido pela média das determinações em duas direções ortogonais realizadas no ponto onde se obtinha a maior área de projeção da mesma sobre o solo.

3.5.2. Produtividade, número de frutos e peso médio dos frutos

A produtividade, o número de frutos e o peso dos mesmos foram determinados através de pesagens e contagem semanais dos frutos "in natura", durante oito semanas, que correspondem a cerca da metade do período de colheita da planta, calculando-se posteriormente a produtividade em kg/ha, o número de frutos em unidades/ha e o peso médio dos frutos em g/unidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados médios das características da planta obtidos durante o experimento, em função da lâmina de água e tratamentos de adubação. A Tabela 4 mostra o resumo da análise de variância, com indicação dos níveis de significância, no qual se pode observar que:

a) os tratamentos de adubação e a interação lâmina d'água x adubação, não tiveram efeito significativo sobre nenhuma das características estudadas. Tal fato parece estar relacionado, com as constatações de THOMAS & HEILMAN (1967), segundo os quais um alto teor de umidade no solo reduz a absorção de nitrogênio, sendo que este efeito pode ser compensado por maiores do-

TABELA 3 - Resultados obtidos durante o experimento, em função da lâmina de água e tratamentos de adubação (média de 4 repetições).

LÂMINA DE ÁGUA (1)	TRAT. DE ADUBAÇÃO (2)	ALTURA DA PLANTA (cm)			DIÂMETRO DO CAULE (mm)			DIÂMETRO DA COPA (cm)			PRODUTI- VIDADE (kg/ha)	Nº DE FRUTOS POR ha (un/ha) x 10 ⁻³	PESO MÉ- DIO DOS FRUTOS (g)
		1ª MEDICAÇÃO	2ª MEDICAÇÃO	3ª MEDICAÇÃO	1ª MEDICAÇÃO	2ª MEDICAÇÃO	3ª MEDICAÇÃO	1ª MEDICAÇÃO	2ª MEDICAÇÃO	3ª MEDICAÇÃO			
2 X ET	A1	17,70	21,33	36,10	4,0	4,3	6,3	17,70	21,03	25,80	12100	327,5	36,78
	A2	18,40	21,83	32,83	4,0	5,0	6,3	18,60	22,50	25,15	9100	264,2	34,40
	A3	15,70	22,33	34,05	4,0	5,0	6,6	15,40	20,13	23,75	9800	300,8	32,28
1 X ET	A1	19,23	22,56	35,73	4,3	5,8	6,9	17,50	22,53	23,65	11500	314,2	36,10
	A2	20,88	28,33	36,08	4,5	5,8	6,8	19,48	24,83	27,43	10900	306,7	35,45
	A3	19,23	23,60	34,43	4,3	5,3	6,8	17,88	23,25	27,10	10800	325,0	33,38
2/3 X ET	A1	18,85	20,73	33,85	3,8	5,0	6,6	16,58	23,48	24,68	12100	347,5	36,85
	A2	19,85	24,33	34,98	4,0	5,0	7,0	19,38	23,80	26,40	13900	356,7	39,58
	A3	19,20	26,08	36,10	4,0	5,3	7,1	18,95	24,48	27,88	12800	370,8	34,33
1/3 X ET	A1	19,40	27,35	34,80	4,5	5,5	6,1	20,30	24,33	24,00	9600	285,0	33,03
	A2	17,45	22,58	31,43	4,0	5,5	6,2	17,75	24,40	24,15	12700	339,2	38,88
	A3	20,75	24,00	34,38	4,5	5,0	7,2	19,13	24,10	24,73	11900	325,0	36,98
0	A1	20,55	24,48	26,73	4,8	5,0	5,1	18,48	19,56	12,38	6800	235,0	36,88
	A2	19,70	25,60	27,03	4,5	5,0	5,1	19,08	18,20	12,93	4300	153,3	28,50
	A3	20,40	24,28	26,88	4,5	4,9	5,1	18,88	19,78	13,80	6800	211,7	32,08

(1) ET = Evapotranspiração média na irrigação por gotejamento

(2) A1 - Fórmula (15-9-6) em diluição a 0,3%, uma vez por semana, durante todo o ciclo da cultura;

A2 - Fórmula (15-9-6) em diluição a 0,3%, até o florescimento e depois fórmula (9-15-6) em diluição a 0,3%, até a colheita, com uma aplicação semanal;

A3 - Fórmula (9-15-6) em diluição a 0,3%, até o florescimento e depois fórmula (15-9-6) em diluição a 0,3%, até a colheita, com uma aplicação semanal.

TABELA 4 - Resumo da análise de variância (1)

CAUSA DE VARIAÇÃO	G.L.	QUADRADOS						MÉDIOS					
		ALTURA DA PLANTA			DIÂMETRO DO CAULE			DIÂMETRO DA COPA			PRODU- TIVIDA DE	Nº DE FRUTOS POR ha	PESO MÉDIO DOS FRUTOS
		1ª MEDIÇÃO	2ª MEDIÇÃO	3ª MEDIÇÃO	1ª MEDIÇÃO	2ª MEDIÇÃO	3ª MEDIÇÃO	1ª MEDIÇÃO	2ª MEDIÇÃO	3ª MEDIÇÃO			
Blocos	3												
Lâminas d'água (L)	4	12,17ns	21,43ns	170,76**	0,41ns	1,17*	6,78**	6,01ns	55,38*	383,07**	67,804**	41639,47**	36,02ns
Resíduo (a)	12	14,37	14,57	28,53	0,20	0,31	0,46	6,14	15,49	5,65	7,616	4194,05	13,45
Adubação (A)	2	0,06ns	5,01ns	4,90ns	0,01ns	0,56ns	0,51ns	4,02ns	1,65ns	6,69ns	1,785ns	2850,56ns	24,26ns
Interação (L x A)	8	4,85ns	20,61ns	8,02ns	0,11ns	0,28ns	0,23ns	6,72ns	2,34ns	4,54ns	10,086ns	3080,17ns	34,20ns
Resíduo (b)	30	9,40	24,39	10,60	0,21	0,57	0,51	5,72	11,57	6,66	6,423	4153,02	19,50
C.V. (a) (%)		19,73	15,89	16,24	10,40	10,85	10,65	13,52	17,51	10,33	26,38	21,77	10,47
C.V. (b) (%)		15,96	20,56	9,90	10,66	14,71	11,21	13,05	15,13	11,22	24,23	21,66	12,61

(1) * e ** - Significativos, a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste F;
ns - não significativo ao nível de 5%, pelo teste F.

sagens do nutriente. Assim sendo, é possível que a diferença entre as dosagens utilizadas nos tratamentos, não tenham sido suficientes para causar efeitos significativos sobre as características estudadas. Por outro lado, a análise química mostrada na Tabela 2, revela a existência de altos teores de fósforo no solo, de forma que é provável que as necessidades da planta, deste nutriente seja pequena, sendo que possivelmente ambas as dosagens utilizadas foram suficientes para satisfazer as necessidades da cultura.

Tal constatação vem de encontro, ainda às afirmações de MALAVOLTA (1974) e CAMARGO & SILVA (1975), segundo os quais a prática de adubação foliar serve apenas para complementar a aplicação tradicional de macronutrientes, não podendo substituir totalmente o fornecimento de adubos ao solo, para absorção através das raízes.

b) a altura da planta diferiu significativamente entre lâminas d'água apenas na terceira medição;

c) os diâmetros do caule e da copa diferiram significativamente entre lâminas d'água apenas na segunda e terceira medições;

d) a produtividade e o número de frutos por hectare diferiram significativamente entre lâminas d'água;

e) o peso médio dos frutos não foi afetado por nenhum dos fatores estudados. Resultado semelhante foi encontrado por CAIXETA (1978).

4.1. Produtividade e Número de Frutos por Hectare

As figuras 6 e 7 apresentam, respectivamente, as equações de regressão ajustadas para produtividade e número de frutos por hectare, em função da lâmina d'água, bem como os coeficientes de determinação obtidos.

A análise das figuras 6 e 7 indica que a produtividade e o número de frutos por hectare aumentaram até certo limite, com lâminas crescentes, para logo após diminuírem, provavelmente devido ao excesso de umidade no solo.

Por outro lado, observa-se que a maior produtividade e número de frutos por hectare foram obtidos abaixo da lâmina correspondente a 1 ET, indicando que os valores de K_c adotados, conforme a Figura 2, encontram-se acima do valor real, o qual deve situar-se em torno de 0,8 para as condições do ensaio. Outra explicação parece ser devido ao maior desenvolvimento do sistema radicular, favorecido pelas condições de arejamento.

Comparando-se os valores de produtividade média obtidos com aqueles encontrados na literatura, 18.320 kg/ha, segundo CORREIA (1984) e 20.000 a 30.000 kg/ha, segundo CAIXETA (1978),

Figura 6 - Curva de regressão ajustada, equação de regressão e coeficiente de determinação para produtividade em função do fator multiplicativo da evapotranspiração média.

Figura 7- Curva de regressão ajustada, equação de regressão e coeficiente de determinação para número de frutos por hectare em função do fator multiplicativo da evapotranspiração média.

observa-se que os valores obtidos foram menores que as médias citadas. No entanto, há que se ressaltar que a produtividade foi avaliada durante os dois primeiros meses do período de colheita dos frutos, tempo este suficiente para possibilitar a análise relativa dos resultados, mas não para totalizar a produção real da cultura.

4.2. Altura da Planta e Diâmetro do Caule e da Copa

As Figuras 8, 9 e 10 apresentam, respectivamente, as equações de regressão ajustadas para altura de planta, diâmetro do caule e da copa, em função da lâmina d'água, bem como os coeficientes de determinação obtidos.

A altura da planta foi influenciada pela lâmina d'água apenas na 3ª medição, realizada aos setenta dias após o transplante. Nas 1ª e 2ª medições a análise de variância mostrada na Tabela 4 indicou que não houve efeito significativo de lâmina d'água sobre a altura das plantas, ou seja, até os quarenta dias após o transplante o estresse hídrico não se manifestou, provavelmente devido ao fato de que, até então, as plantas que receberam tratamentos de lâmina d'água menor que 1 ET estavam consumindo a água armazenada no solo por ocasião do início da

Figura 8 - Curvas de regressão ajustadas, equações de regressão e coeficientes de determinação para altura da planta, em função do fator multiplicativo da evapotranspiração média, nas três medições realizadas.

Figura 9 - Curvas de regressão ajustadas, equações de regressão e coeficientes de determinação para diâmetro do caule, em função do fator multiplicativo da evapotranspiração média, nas três medições realizadas.

Figura 10 - Curvas de regressão ajustadas, equações de regressão e coeficientes de determinação para diâmetro da copa, em função do fator multiplicativo da evapotranspiração média, nas três medições realizadas.

diferenciação dos tratamentos de irrigação.

Os diâmetros do caule e da copa foram influenciados pela lâmina d'água nas 2ª e 3ª medições, realizadas aos quarenta e setenta dias após o transplante. Na 1ª medição a análise de variância mostrada na Tabela 4, indicou que não houve efeito significativo da lâmina d'água sobre os diâmetros do caule da copa, provavelmente pelo mesmo motivo pelo qual não se verificou efeito significativo da lâmina d'água sobre a altura das plantas nas 1ª e 2ª medições.

4.3. Análise da Metodologia Utilizada

Comparando-se o sistema "line source" adaptado para irrigação por gotejamento com aquele desenvolvido por HANKS et alii (1976) para irrigação por aspersão, observou-se que o primeiro mostrou-se capaz de detectar diferenças significativas nos parâmetros relacionados à produtividade da cultura, bem como, apresentou-se como um método de fácil aplicação, tendo em vista o fato de que, por um lado é relativamente fácil encontrar no mercado, gotejadores de diferentes vazões, e por outro, a sua montagem é bastante simples. Além disso, é importante ressaltar os fatos de que permite um controle preciso da lâmina d'água aplica-

da, sem influência do vento, torna possível a casualização das unidades experimentais e exige pequenas área e pouca disponibilidade de água.

5. CONCLUSÕES

Considerando-se as condições em que foi conduzido o experimento, e com base nos resultados obtidos, evidenciam-se as conclusões a seguir:

a) os tratamentos de adubação foliar e a interação lâmina d'água x adubação não tiveram efeito significativo sobre nenhuma das variáveis estudadas, levando a crer que a adubação foliar serve apenas para complementar a aplicação tradicional de macronutrientes, não podendo substituir totalmente o fornecimento de adubos ao solo, para absorção através das raízes;

b) observou-se o efeito quadrático da lâmina d'água sobre a produtividade. Os dados indicaram a ocorrência de maior

produtividade em lâminas d'água inferiores à correspondente a 1 ET, indicando que os valores de K_c , extraídos da literatura encontram-se acima do valor real, o qual deve situar-se em torno de 0,8, para as condições do ensaio. Outra explicação ~~explicação~~ parece ser devido ao maior desenvolvimento do sistema radicular, favorecido pelas condições de arejamento;

c) o peso médio dos frutos não foi afetado por nenhum dos fatores estudados;

d) o sistema "line source" adaptado para irrigação por gotejamento apresentou-se como um método de fácil aplicação, permitindo um controle preciso da lâmina d'água aplicada e tornando possível a casualização das unidades experimentais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATAL, K.M. & SMITTLE, D.A. Response of bell pepper to irrigation, nitrogen, and plant population. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106(3): 259-262. 1981.

BERENYI, M. Effect of different foliar fertilizers on spice capsicum production. Zoldsegttermesztesi kulato intezet bulletinje. 15:39-52. In: Hort. Abst. 53(5) 332. 1983.

CAIXETA, T.J.; BERNARDO, S.; CASALI, V.W.D. & OLIVEIRA, L.M. Efeito da lâmina d'água e frequência de irrigação por gotejamento na cultura do pimentão. I - Produção de frutos maduros. Revista Ceres, 28(155):40-51. 1981.

- CAIXETA, T.J.; BERNARDO, S.; CASALI, V.W.D. & OLIVEIRA, L.M. Efeito da lâmina de água e frequência de irrigação por gotejamento na cultura do pimentão. II - Produção de sementes. Revista Ceres, 28(155):52-59. 1981.
- CAIXETA, T.J. Irrigação nas culturas de pimentão e pimenta. Informe Agropecuário 10(113):35-37. 1984.
- CAMARGO, P.N. Princípios de nutrição foliar. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1970. 118p.
- CAMARGO, P.N. & SILVA, O. Manual de adubação foliar. São Paulo, Editora e Distribuidora Herba Ltda., 1975. 258p.
- COGO, N.P. & GUERRA, M. Água no solo e rendimento das culturas em experimentos em casa de vegetação. I- Sorgo (Sorghum vulgare), em solos vertissolo, latossolo roxo distrófico e podzólico vermelho amarelo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 2(1):10-3. 1978.
- CORREIA, L.G. Colheita, rendimento, classificação, embalagem e comercialização de pimentão e pimenta. Informe Agropecuário. 10(113):70-72. 1984.

- CRUCIANI, D.E. & MINAMI, K. Suscetibilidade do pimentão (Capsicum annuum L.) a inundações temporárias do sistema radicular. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz". 32:137-233. 1982.
- DEMÉTRIO, V.A. Efeito da água do solo e temperatura ambiente no rendimento agrícola e industrial da cana-de-açúcar (Saccharum spp.). Piracicaba, 1978. 98p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP).
- FERREYRA, E.R.; Van Sch, G.S. & TOSSO, T.J. Efecto de diferentes alturas de água sobre el cultivo del pimiento. I - Influência de los excessos de humedad. Agricultura técnica, Chile, 45(1):47-51. 1985.
- FERREYRA, E.R.; Van Sch, G.S. & GONZALEZ, P.M. Efecto de diferentes alturas de água sobre el cultivo del pimiento (Capsicum annuum L.). II - Relacion Água - Rendimiento. Agricultura Técnica, Chile, 45(3):235-239. 1985.
- HANKS, R.J.; KELLER, J.; RASMUSSEN, V.P. & WILSON, G.D. Line source sprinkler for continuous variable irrigation-crop production studies. Soil Sci. Soc. Am. J. 40:426-429. 1976.
- HANKS, R.J.; Sisson, D.V., Hurst, R.L. & Hubbard, K.G. Statistical analysis of results from irrigation experiments using the line-source sprinkler system. Soil Sci. Am. J. 44:886-888. 1980.

- JOHNSON, D.E.; CHAUDHURI, U.N. & KANEMASU, E.T. Statistical analysis of line-source sprinkler experiments and other nonrandomized experiments using multivariate methods. Soil Sci. Soc. Am. J. 47:309-312. 1983.
- LAUER, D.A. Line source sprinkler systems for experimentation with sprinkler applied nitrogen fertilizers. Soil Sci. Soc. Am. J. 47:124-128. 1983.
- MALAVOLTA, E. Adubação foliar e inseticidas. Suplemento Agrícola de "O Estado de São Paulo". 25.08.1974.
- MALAVOLTA, E. Economia de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1980, 251p.
- MANFRINATO, H.A. A irrigação por gotejamento - I parte - Influência sobre as relações solo-água. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP. 31:35-50. 1974.
- OLITTA, A.F.L. Os métodos de irrigação. São Paulo, Ed. Nobel, 1977. 267p.
- PALEVITCH, D; GERA, G.; MANAGEM, E.; KALMAR, D. & GALILI, J. A preliminary study in growing paprika by drip irrigation. Agricultural Research Organization, Regional Research Station, Acre, Israel. 59(8):1601-1604. 1979.

- PARWIN, P.E. & WU, I. Trickle irrigation for intensive tomato production in Hawaii. Hort. Science. 7(3):337. 1972.
- PUGLIA, S.D. & CASCIO, B.L. The production effects of various methods of irrigation on peppers. Irrigazione nº 2 47 - en, 10 ref. 1979.
- QUINTERO, J.J. El cultivo extensivo del pimiento para industria Hojas Divulgadoras, Ministério da Agricultura, Madrid. nº 9, 1980, 20p.
- RANZANI, G., FREIRE, O. & KINJO, T. Carta de solos do município de Piracicaba. Piracicaba, Centro de Estudos de Solos. 1966. 85p.
- SCARDUA, R. Porosidade livre de água de dois solos do município de Piracicaba. Piracicaba, 1972. 83p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP).
- SELTZER, J. Contribuição para o estudo do clima do Estado de São Paulo. São Paulo, Escolas Profissionais Salesianas, 1946.
- SHMUELI, M. & GOLDBERG, D. Response of trickle-irrigated pepper in an arid zone to various water regimes. HortScience. 7(3): 241-243. 1972.

SPALDON, E., & STRELEC, V. The effect of irrigation on the quality and yield of red peppers. Polnohospodarstvo, Czechoslovakia. 20(4):263-272. In: Hort. Abstr. England 45(1):34, Abstr. 1974.

THOMAS, J.R. & HEILMAN, M.D. Influence of moisture and fertilizer on growth and N and uptake by sweet peppers. Agronomy journal. 58:27-30. 1967.

VILLA NOVA, N.A. Principais métodos climáticos de estimativa de aplicação de água de irrigação, 1982. 21p. (mimeografado).

WILSON, A.M. & McKELL, C.M. Effect of soil moisture stress on absorption and translocation of Phosphorus applied to leaves of sun flower. Plant Phys. 36(6):762. 1961.
36(6):762. 1961.

WITTWER, S.H.; BUKOVAC, M.J. & TUKEY, H.B. Advances in foliar feeding of plant nutrients. In "Fertilizer Technology and Usage", Edited by Mc Vickar, M.H., Bridger, G.L. e Nelson, L. B. Published by Soil Science Soc. of América, Madison II, Wisconsin, U.S.A. 1963.