

ESTUDO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NA
CULTURA DE BERINJELA (Solanum melongena, L.)

DIRCEU BRASIL VIEIRA

Engenheiro Agrônomo, M.S. pela
U.S.P., Professor Assistente do
Departamento de Hidráulica e Sa
neamento da Faculdade de Enge
nharia de Limeira, UNICAMP.

Tese apresentada à Faculdade
de Engenharia de Limeira,
UNICAMP, para a obtenção do
título de Doutor em Ciências.

LIMEIRA
Est. São Paulo - Brasil
1973

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

A minha mãe
À memória de meu pai

GRATIDÃO

À minha esposa e filhos

DEDICO

A G R A D E C I M E N T O S

O A. consigna seus agradecimentos ao Dr. Hélio Almeida Manfrinato, Professor Livre-Docente do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, pela orientação segura e consciente, pelo apoio decisivo que lhe ofereceu até a revisão final do presente trabalho.

Ao Dr. Pedro de Moraes Siqueira, Diretor da Faculdade de Engenharia de Limeira, UNICAMP, pelo precioso apoio e estímulo oferecido.

Ao Professor Paulo Roberto de Moura Castro, assistente do Departamento de Transportes, pelas facilidades oferecidas na utilização dos equipamentos do Laboratório de Geologia.

Ao Dr. Antonio Petta, Chefe do Departamento de Engenharia Rural, ESALQ, pelo apoio oferecido.

Ao Prof. Dr. Rubens Scardua pelas preciosas sugestões.

Ao Dr. Clóvis Pompílio de Abreu pelas sugestões e pela colaboração na área de estatística.

À professora Conceição W. B. V. José, catedrática do C. E. "Dr. Jorge Coury", Piracicaba, pela revisão e pelas sugestões do texto em português.

Aos funcionários da Faculdade de Engenharia de Limeira, que sem exceção, colaboraram eficazmente para o bom andamento da pesquisa.

À Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, que através da Faculdade de Engenharia de Limeira, forneceu apoio material e estímulo possibilitando a realização deste trabalho.

Finalmente a todos quantos de uma ou de outra forma concorreram para a realização deste trabalho.

Í N D I C E

	Pág.
1 - INTRODUÇÃO.....	1
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Considerações sobre a cultura irrigada	5
2.2. Considerações sobre a aeração do solo	5
2.3. Irrigação por gotejamento	8
3 - MATERIAL E MÉTODO	14
3.1. Material	14
3.1.1. Solo	14
3.1.1.1. Natureza do Solo	14
3.1.1.2. Propriedades físicas	14
3.1.1.3. Propriedades químicas	17
3.1.2. Plantas	17
3.1.3. Aparelho de irrigação por gotejamento ..	18
3.1.4. Sistema de irrigação por sulcos	22
3.1.5. Abrigos	22
3.1.6. Pluviômetro	22
3.1.7. Aparelhos de controle da irrigação	23
3.1.8. Peso específico aparente	23
3.2. Métodos	26
3.2.1. Delineamento experimental	26
3.2.2. Instalação do ensaio	26
3.2.2.1. Semeadura	26
3.2.2.2. Germinação	27
3.2.2.3. Tratamento fitossanitário	27
3.2.2.4. Repicagem e transplante	27
3.2.2.5. Programa de adubação	28
3.2.3. Tratos culturais	28
3.2.4. Determinação da umidade do solo	28
3.2.5. Quotas de irrigação	29
3.2.6. Controle da irrigação	31
3.2.7. Estudo do sistema radicular	33
4 - RESULTADOS E ANÁLISE	35
4.1. Resultados	35
4.2. Análise	35

	Pág.
5 - DISCUSSÃO	66
6 - CONCLUSÕES	74
7 - RESUMO	75
8 - SUMMARY	76
9 - BIBLIOGRAFIA CITADA	78

ÍNDICE DOS QUADROS

Quadro Nº		Pág.
1	Análise mecânica do perfil.....	15
2	Dados de umidade do solo submetido a diferentes tensões.....	15
3	Propriedades químicas	17
4	Dados da análise química do solo	17
5	Dados de altura de precipitação em milímetros, obtidos no local da experiência	34
6	Resultados da influência dos tratamentos sobre a altura das plantas em centímetros até o dia 01/03/73	36
7	Resultados da influência dos tratamentos sobre o número de botões até 01/03/73	38
8	Resultados da influência dos tratamentos sobre o número de flores até 01/03/73	39
9	Resultados da influência dos tratamentos sobre o número de frutos	40
10	Resultados da influência dos tratamentos sobre o peso das frutas em gramas	41
11	Resultados da influência dos tratamentos sobre a distribuição do sistema radicular em peso (gramas) no perfil do solo	42
12	Resultado da influência dos tratamentos sobre a distribuição do sistema radicular em porcentagem acumulada relativamente ao peso, de acordo com a profundidade do perfil, com os dados do quadro 11	43
13	Resultados referentes à influência dos tratamentos na precocidade da ocorrência de botões	44
14	Resultados referentes à influência dos tratamentos na precocidade de ocorrência de flores.....	48
15	Resultados referentes à influência dos tratamentos na precocidade de ocorrência de frutos	52

Quadro Nº		Pág.
16	Resultados referentes à influência dos tratamentos na precocidade da colheita de frutos..	56
17	Análise de variância com dados de altura das plantas do quadro 6	60
18	Análise de variância dos dados de número de botões (quadro 7), com a transformação $Y' = \sqrt{Y + 0.0000}$	
19	Análise de variância com os dados de número de flores obtidos do quadro 8, com a transformação $Y' = \sqrt{Y + 0.0000}$	62
20	Análise de variância com dados de número de frutos com a transformação $Y' = \sqrt{Y + 0.5000}$, obtidos do quadro 9	63
21	Análise de variância com os dados de peso de frutos obtidos no quadro 10	64
22	Médias de distribuição do sistema radicular em peso (gramas) nos tratamentos, dados originais.	65
23	Análise de variância dos dados do quadro 22 ..	65

1 - INTRODUÇÃO

A berinjela (Solanum melongena, L.), pertence à família botânica das Solanáceas, teve suas origens nas regiões tropicais do Oriente. Segundo alguns botânicos o centro de origem dessa Solanácea seria a Índia, onde ela pode ainda ser encontrada vegetando em estado selvagem.

Na China e nos países árabes o cultivo da berinjela se procede há mais de 1.000 anos, pois para eles assim como para os japoneses, esta planta hortícola é muito importante. Representa para esses povos o que o tomate representa para os norte-americanos. Nos últimos anos, na Europa e nos Estados Unidos, o cultivo da berinjela vem se desenvolvendo muito, pois ela é uma hortaliça muito nutritiva e saborosa.

No Brasil, mais particularmente no Estado de São Paulo, o cultivo da berinjela se desenvolveu muito, devido às cotações compensadoras que tem obtido no mercado. Soma-se a isto o fato dessa cultura ter-se adaptado muito bem as nossas condições climáticas desenvolvendo-se a contento e produzindo excelentes safras. A limitação maior ao cultivo da berinjela é a falta de umidade no solo.

Isto ocorre porque a berinjela, como todas as hortaliças, exige para o seu bom desenvolvimento teores adequados de água no solo durante todo o seu ciclo. No Estado de São Paulo, as precipitações atmosféricas oscilam em torno de 1.200 milímetros anuais, o que é um valor satisfatório, porém a distribuição dessa chuva não é uniforme durante o ano, ocorrendo períodos de estiagem, nos quais a irrigação é necessária para cultivos mais exigentes em água, como é o caso da berinjela.

Essa irrigação suplementar da berinjela corrige a má distribuição das chuvas e garante a boa vegetação das plantas. Normalmente essa irrigação é feita semanalmente e pelo sistema de sulcos de infiltração.

O sistema de irrigação por sulcos de infiltração não é muito eficiente, devido às excessivas perdas de água que ocorrem por percolação profunda e no final do sulco. As perdas de água por percolação abaixo do sistema radicular das plantas e por evaporação oscilam em torno de 15% da água aplicada. No final do sulco, perde-se aproximadamente 31% da água aplicada. Isto significa que a eficiência deste método de irrigação varia de 50 a 60%. Dessa maneira praticamente a metade da água aplicada é perdida, necessitando-se portanto, de grandes volumes de água para proceder à irrigação. Isto em muitos casos limita em demasia a possibilidade da irrigação de maiores áreas, devido à insuficiência da água no manancial.

O sistema de irrigação por aspersão além de ser de custo inicial bastante elevado, nem sempre se adapta a certos cultivos olerícolas. Pois estes são muito delicados, exigindo constantes tratamentos com fungicidas e inseticidas os quais seriam lavados pela água aspergida sobre as folhas das plantas. Com a lavagem, há perda dos defensivos, os quais são caros e imprescindíveis para a lavoura.

Em Israel, a falta de mananciais abundantes em água, limitou a irrigação de muitas áreas, o que era um grave problema, pois as chuvas em certas regiões desse país são praticamente nulas, de tal sorte que a agricultura não seria possível sem a irrigação. Visando obter maior aperfeiçoamento a eficiência dos métodos de irrigação, os pesquisadores israelenses estudaram com afinco as técnicas irrigatórias utilizadas. Como resultado desse trabalho de

pesquisa, surgiu o sistema de irrigação por gotejamento, que consiste na aplicação de água às plantas sob baixa intensidade de chuva, normalmente em gotas.

Na verdade, este sistema por gotejamento difere da irrigação por sulcos, praticamente apenas pela distribuição da água no campo por meio de tubos. Razão por que não ocorre no gotejamento a perda de água no final do sulco, e a perda por percolação profunda é reduzida. Isto sucede porque a água é aplicada no solo, por meio de gotejadores que a distribue próximo ao colo do caule. Esta maneira de distribuir e aplicar água é mais eficiente porque as perdas são menores.

Além disso experiências conduzidas em Israel mostraram que o método de irrigação por gotejamento propicia maiores produções que os convencionais, em idênticas condições. Isto se deve, ao fato da água ser aplicada sob pequena intensidade de chuva, não quebrando o teor de ar do solo. Isto é particularmente importante ao perfeito desenvolvimento do vegetal, pois além de ser indispensável para a respiração das células das raízes, sem ele a absorção da seiva bruta é prejudicada e a planta apresenta sintomas de seca fisiológica.

O oxigênio é queimado pelas células das raízes para realizar o trabalho de sucção da seiva bruta, isto é, água mais nutrientes do solo. A irrigação por gotejamento, ao contrário da maioria dos métodos, não reduz sensivelmente os teores de ar do solo e dessa forma não prejudica o trabalho das raízes. Em outras palavras o teor de umidade do solo é mantido em nível ideal para o bom desenvolvimento das plantas, sem que ocorram reduções drásticas no teor de oxigênio do solo.

A beringela é uma das olericulturas mais importantes para o Estado de São Paulo e para outros estados brasileiros. Via

de regra ela é feita com o auxílio da irrigação por sulcos de infiltração.

As áreas de cultivo geralmente são montanhosas, o que prejudica em demasia a eficiência desse método de irrigação. Por outro lado, como os gastos de água são grandes devido às perdas no sulco, o agricultor tem suas áreas de cultivo limitadas. A irrigação por gotejamento é, sem dúvida, uma grande possibilidade para essa cultura, pois além de permitir a exploração de maiores áreas, é mais produtiva.

Baseando-se nessa premissa, idealizou-se e implantou-se a pesquisa ora relatada, tendo como objetivo verificar o comportamento da cultura de berinjela perante a irrigação por gotejamento, feita em três níveis de intensidade. Procedeu-se igualmente à comparação desse sistema com a irrigação convencional por sulcos de infiltração. Nesse trabalho, como o plantio foi feito em época de chuvas abundantes, resolveu-se proteger os canteiros de gotejamento com cobertura plástica, a fim de que os mesmos não sofressem a influência das precipitações.

A maior eficiência do método de irrigação por gotejamento aliada a sua maior produção, como narram os pesquisadores israelenses, é um incentivo ao técnico em irrigação. Isto porque, realmente na região central do nosso País, a irrigação é uma técnica obrigatória apenas para cultivos altamente exigentes em água, que são as plantas olerícolas. As quais são, convém ressaltar, de enorme importância, pois são alimentos imprescindíveis à mesa do brasileiro. Dessa forma com uma tecnologia de irrigação mais evoluída, obter-se-iam safras mais compensadoras e produtos melhores. Esse é o objetivo básico deste trabalho, ao focar a irrigação por gotejamento na cultura da berinjela.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Considerações sobre a cultura irrigada

A cultura utilizada no presente ensaio é a de berinjela, científicamente denominada Solanum melongena, L.. Tecendo considerações agronômicas sobre o cultivo dessa solanácea, CAMARGO (7) recomenda que as irrigações devem ser semanais, desde que haja necessidade.

BERNARDI (4) afirma que a irrigação artificial da berinjela é indispensável, pois ela presta grande auxílio principalmente nos anos em que as chuvas são escassas ou mal distribuídas. Salienta esse autor que as irrigações devem, de preferência, ser pelo método de sulcos de infiltração.

As irrigações, segundo esse mesmo autor, devem ser feitas uma ou duas vezes por semana. Dessa maneira são conservados uniformes os teores de umidade do solo, propiciando melhor desenvolvimento das plantas.

2.2. Considerações sobre a aeração do solo

O teor e a composição do ar do solo são muito importantes para o bom desenvolvimento dos vegetais. BAVER e FARNSWORTH(2) citam que a adequada aeração do solo é um dos fatores essenciais para o bom desenvolvimento das plantas, principalmente do sistema radicular. Isto porque as células radiculares necessitam do ar do solo para a sua respiração. Por essa razão as aplicações de fertilizantes nem sempre dão boas respostas nos solos pesados, os quais são menos arejados.

A influência da aeração deficiente do solo, segundo BUCKMAN e BRADY (6), pode-se dar de diversas maneiras. Há no cresci-

mento dos vegetais uma restrição que se manifesta sobretudo no sistema radicular. Geralmente ocorre uma diminuição na absorção de nutrientes e de água pelas raízes. Outro fator que prejudica as raízes, é a transformação de certos compostos inorgânicos do solo em outros, tóxicos às células radiculares.

DAKER (9) em considerando as influências do arejamento do solo sobre o desenvolvimento das plantas, afirma que a deficiência de ar reduz a respiração normal das raízes, pois essa respiração é aeróbica. Em consequência disso, há uma redução na própria absorção de água e de minerais, podendo chegar a causar "sêca fisiológica". Esta ocorre quando a planta demonstra sintomas de deficiência de água, embora o solo se apresente saturado de umidade. Os sintomas de seca fisiológica são, portanto, os mesmos que a planta apresenta quando realmente há deficiência de umidade do solo. Isto ocorre, não por falta de água, pois o solo está saturado, mas por falta de aeração. Prova disso, cita o autor, é que essas próprias plantas podem ser cultivadas e se desenvolvem satisfatoriamente sob soluções nutritivas, desde que recebam arejamento adequado.

Como se sabe o ar está presente em todos os espaços vazios do solo, não ocupados pela água. O solo molhado, isto é saturado, apresenta todos os espaços vazios tomados pela água.

O mecanismo de renovação do ar do solo está intimamente ligado à adição e subtração da água desse solo. CAMARGO (8) explicando o fenômeno, observa que num solo molhado pela chuva ou irrigação, a água, que nele penetra, ocupará o lugar antes ocupado pelo ar. Posteriormente, quando o solo seca, nova quantidade de ar entrará no solo, ocupando os poros livres de água.

A medida que as raízes vegetais e os microrganismos do solo vão respirando, o teor de oxigênio do solo vai se reduzindo paralelamente ao aumento do teor de gás carbônico (6), o que é pre

judicial às células das raízes.

MANFRINATO (19), trabalhando com tomateiros (Lycopersicum esculentum, L.) irrigados a níveis diferentes de intensidade de chuva, concluiu que "o tempo que decorre para efetuar a irrigação do solo, somado ao tempo gasto para a água atingir a capacidade de campo, quando se utilizam chuvas de grandes intensidades, tornam-se prejudiciais as raízes". Isto se dá principalmente com respeito ao metabolismo das células vivas, as quais são responsáveis pela passagem da maior porcentagem do fluxo do solo para o xilema, confirmando-se portanto as conclusões de MEES e WEATHERLEY (20), ao afirmarem que as perturbações nas atividades metabólicas das células da raiz devem oferecer resistência ao fluxo através das células vivas. Isto causa prejuízos ao crescimento da planta e a sua produção.

A redução da porosidade livre de água (19), a qual deve ter ocorrido nos tratamentos de maior intensidade de chuva, implica numa redução da difusão do ar. Daí adveio um aumento na concentração de gás carbônico em detrimento da de oxigênio. Nessas condições, as células vivas da raiz, tiveram a sua vitalidade reduzida e conseqüentemente não davam total passagem à água. Isto porque criava-se uma resistência ao fluxo o que deve ter propiciado uma deficiência de água na planta. Essa deficiência gera uma redução na transpiração, afetando a produção da planta. Frisa o pesquisador, que através de observações diárias, pôde observar que nas horas de grande insolação, as plantas irrigadas a pequenas intensidades apresentavam as folhas mais túrgidas do que aquelas irrigadas a maiores intensidades, levando-o a supor que nessas ocorria maior déficit de água.

SWAN e COFFMAN (27) afirmam que periodicamente as irrigações por inundação e aspersão envolvem pesadas aplicações de água, o que mantém a cultura sob teores de umidade do solo próximos da

saturação e pobres de aeração. Ocorre posteriormente um constante decréscimo nos níveis de umidade do solo partindo da capacidade de campo para a porcentagem de murchamento permanente. Esta mudança no teor de água causa uma irregular tensão de umidade do solo.

A maior aeração do solo é uma das vantagens do método de irrigação por aspersão sobre o método de sulcos de infiltração (9). Nessas circunstâncias, podem se estender as citações de SWAN e COFFMAN, também à irrigação por sulcos de infiltração.

2.3. Irrigação por gotejamento

A irrigação por gotejamento é um sistema de aplicação de água a baixa pressão e em pequenas quantidades, tão freqüentes quanto possível de tal forma a manter o teor de umidade no solo em níveis próximos à capacidade de campo, durante todo o ciclo da cultura. O gotejamento não é um sistema de irrigação absolutamente novo, pois já era utilizado, segundo DUNN (10), há muitos anos, na irrigação de cultivos sob estufa de vidro. Exemplo disso é o trabalho de FORBES (11) que pesquisou o desenvolvimento da cultura de tomates em estufa de vidro e irrigados pelo sistema de gotejamento.

Os resultados alcançados com essa forma de irrigar, levaram o engenheiro israelense SYNCHA BLASS, por volta de 1962, a iniciar trabalhos experimentais de campo com o gotejamento. Daí para cá o método recebeu grande incremento mercê de suas vantagens sobre os métodos convencionais de irrigação.

Em Israel a irrigação das culturas é uma prática absolutamente necessária, pois as precipitações atmosféricas são escassas. Dessa forma muitos estudos foram implantados no campo da irrigação

com o objetivo de desenvolver técnicas e práticas que possibilitem a máxima economia de água. Nesse sentido GOLDBERG e SHMUELI (12) descrevem que há alguns anos foram iniciados em Israel estudos com um sistema de irrigação subterrânea, no qual com a ajuda de orifícios e perfurações de pequeno diâmetro em tubulações de polietileno enterrados, se administrava a água diretamente às raízes das plantas. Assim eliminar-se-iam as perdas de água por condução e por evaporação da superfície do solo, comuns aos métodos usuais de irrigação. Contudo, os pesquisadores rapidamente verificaram que ocorriam bloqueios dos orifícios pela penetração de raízes. Esses bloqueios eram de difícil detecção, sendo notados apenas quando as plantas demonstravam sinais de deficiência de água, traduzidos por murchamentos. Esse defeito porém foi eliminado ao se colocarem as tubulações sobre o terreno, próximo às plantas. Assim surgiu o método de irrigação por gotejamento que, testado, mostrou vantagens arrasadoras sobre os métodos convencionais.

As principais vantagens da irrigação por gotejamento são:

- a) propicia melhores colheitas em relação aos métodos convencionais;
- b) permite o cultivo em terrenos onde o sal é fator limitante;
- c) permite a utilização da água com teores elevados de sais;
- d) utiliza pequenas vazões;
- e) encurta o ciclo vegetativo da cultura.

Uma das vantagens da irrigação por gotejamento é a obtenção de colheitas mais compensadoras, em comparação com as obtidas pelos métodos de sulcos e aspersão. GOLDBERG e SHMUELI (13) afirmam que o gotejamento propicia grande melhoria nos rendimentos

dos cultivos, que em geral produzem o dobro ou mais do que os obtidos com os outros métodos de irrigação. Descreve esse autor que, em ensaio comparativo entre as irrigações por aspersão, sulcos e gotejamento sobre cultura de melão, os rendimentos foram os seguintes: aspersão - 21,6; sulcos - 21,9; e gotejamento - 39,0 ton/ha. Com tomateiros os resultados foram: aspersão - 47,2 e gotejamento - 61,0 ton/ha.

REMER (25) tecendo considerações sobre o método, cita que no deserto do Negueve, Israel, obtiveram-se aumentos de colheitas em culturas experimentais na ordem de 167% em tomateiros, 180% em melões, 100% em pimentões e de 233% em milho doce. Esse autor, trabalhando na Califórnia, E.U.A., com morango irrigado por sulcos e, por gotejamento, obteve aumento de produção de 144% nos tratamentos por gotejamento. Encontram-se ainda muitas referências sobre a irrigação por gotejamento; todas evidenciando a maior eficácia desse método sobre os convencionais.

Esses aumentos de produção observados são devidos, segundo GOLDBERG e GORNAT (15), a determinadas características dessa irrigação em relação às convencionais. Cita esse autor que nos métodos convencionais de irrigação ocorre uma mudança rápida no teor de umidade do solo desde a saturação, durante o processo de irrigação, até a capacidade de campo. Desta até a umidade do solo corresponde à irrigação seguinte, a mudança do teor de umidade é gradual, e acompanhada de amplas flutuações na tensão de umidade do solo. Observaram (12) que a tensão de umidade encontrada no solo sob condições de irrigação por gotejamento variava de 0,294 a 0,343 atmosfera. Sem dúvida, afirmam os autores, a tensão de umidade em todos os casos foi superior a zero atmosfera, e em nenhum ponto o conteúdo de umidade do solo atingiu a saturação. O solo durante a irrigação por gotejamento permanece insaturado e bem arejado, segun

do GOLDBERG e AL (14). Isto confirma BLACK (5) ao observar que, sob gotejamento, a tensão de umidade nunca excede à tensão de 0,33 atmosfera correspondente à capacidade de campo.

Uma grande limitação à agricultura nos climas áridos e se mi-áridos é o ensalinhamento dos solos, pois o sal eleva a tensão de umidade a níveis que impedem a absorção da água pelas plantas. A irrigação nestas condições deve ser feita com todo cuidado a fim de não tornar os solos salinos, como acentua ISRAELSEN (17).

A irrigação por gotejamento tem se demonstrado ideal para essas condições, pois propicia o desenvolvimento de culturas que não seriam possíveis sob condições normais de irrigação, devido ao perigo de ensalinhamento (12). Isto porque, ao manter o teor de umidade do solo sob baixas tensões, permite a fácil absorção da água e dos nutrientes do solo, garantindo o bom desenvolvimento das plantas. NORTHCOIT e CROSS (22) citam que a irrigação por gotejamento mantém a zona das raízes em níveis de umidade ideais por todo o ciclo da cultura, o que é importante para as plantas especialmente quando as exigências de água pelas mesmas são elevadas. As chuvas, as irrigações por sulcos de infiltração ou outro processo convencional de irrigação permitem ótimo teor de umidade do solo, apenas periodicamente, como descreve PACKARD (24).

Nas regiões áridas e semi-áridas a irrigação em grandes doses é necessária para lavar o sal do terreno (9). Porém essa água, lavando os sais, percola no terreno e acaba por atingir mananciais subterrâneos ou superficiais, os quais se tornam carregados de sais. Pesquisas (13) conduzidas com tomateiros irrigados por gotejamento e aspersão, utilizando águas salinas (C.E. = 3000 microhm/cm) apresentaram os seguintes resultados: aspersão - 38,8 ton/ha e gotejamento - 64,2 ton/ha, o que demonstra a vantagem do método mesmo quando se empregam águas salinas para a irrigação.

Na irrigação por gotejamento aplicam-se pequenas vazões às plantas, o que possibilita maior economia de água. Dessa forma, frisa LARKMAN (18), podem-se utilizar recursos de água insuficientes para os métodos convencionais de irrigação. Isto ocorre pois eliminam-se as perdas de água por evaporação durante a aplicação, fornecendo-se às plantas somente a quantidade exata de água por elas requerida (16). O gotejamento é uma irrigação por sulcos de infiltração (13), com certas qualidades: nessa irrigação a água não escoar pelo sulco para ser distribuída às plantas; a distribuição da água é uniforme e exata; na irrigação por gotejamento não existe o excesso de água no final do sulco, excesso esse que aumenta continuamente com a redução da infiltração do solo.

A irrigação por gotejamento proporciona um ciclo vegetativo mais rápido, garantindo maiores economias (12), que se manifestam pelos menores gastos de água e de defensivos. Outra consequência é permitir que se atinja o mercado antes das épocas normais, obtendo-se preços mais vantajosos.

Em climas úmidos e semi-úmidos, a irrigação por gotejamento pode ser utilizada com sucesso (13). Contudo NOVAIS (23) observando uma cultura irrigada pelo processo, acentua como grandes vantagens: a utilização de pequenas quantidades de água, baixo preço do equipamento e mão-de-obra mínima.

Em Israel os sistemas de irrigação por gotejamento constam de tubulações de pequeno diâmetro, geralmente 12,5 milímetros, nos quais estão ligados dispositivos de descarga de água, que reduzem ao mesmo tempo a pressão até próximo da atmosférica. Existem diversos tipos de dispositivos de descarga (14), chamados gotejadores, construídos de plástico e dando vazões de 0,8 a 5,8 litros por hora sob pressões oscilando de 1,0 a 2,0 atmosferas. Na Nova

Zelândia o sistema usado consta de uma tubulação de 12,5 milímetros da qual partem de ambos os lados micro tubos que promovem a distribuição da água e a redução da pressão. Esta redução de pressão (10) se dá em função do diâmetro e do comprimento dos micro tubos. O sistema utilizado no presente trabalho é uma modificação do descrito por DUNN e adaptado às condições da experiência.

3 - MATERIAL E MÉTODO

3.1. Material

O presente trabalho foi desenvolvido no campo experimental da área de irrigação afeta ao Departamento de Hidráulica e Saneamento da Faculdade de Engenharia de Limeira, Universidade Estadual de Campinas. Tal campo experimental localiza-se no próprio "campus" da Faculdade, no município de Limeira, bairro Jardim Nova Itália.

3.1.1. Solo

3.1.1.1. Natureza do Solo

O solo do local pertence ao Grande Grupo Latossol Vermelho Amarelo - orto. Trata-se de solo argiloso, profundo, de coloração alaranjada, medianamente ácido, baixa saturação de bases, bem drenado, sendo a sua vegetação natural composta de florestas VIEIRA (28). O material de origem desse solo é constituído de rochas, granito e gnaisses. Fisicamente apresenta boas propriedades, é profundo e tem boa capacidade de retenção de bases.

3.1.1.2. Propriedades físicas

A análise mecânica do solo foi executada até a profundidade de 40 centímetros, sendo adotada a classificação textural do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Essa análise foi feita pelo Laboratório de Física da Água do Solo, Departamento de Engenharia Rural, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - U.S.P. Os resultados obtidos estão expostos no quadro I.

QUADRO 1 - Análise mecânica do perfil do solo.

PROF. cm	A R E I A %				LIMO %	ARGILA %
	Muito grossa	Grossa	Média	Fina		
0 - 20	0,50	1,85	6,56	11,57	20,70	58,82
20 - 40	0,20	1,39	6,03	14,05	12,68	65,65

Com determinações feitas na placa porosa a tensão de até uma atmosfera e no extrator de membrana de pressão até a 15 atmosferas de tensão, obtiveram-se as relações de teor de umidade em porcentagem em relação ao peso seco com o potencial de água em atmosferas. Essas relações estão expostas no quadro 2 .

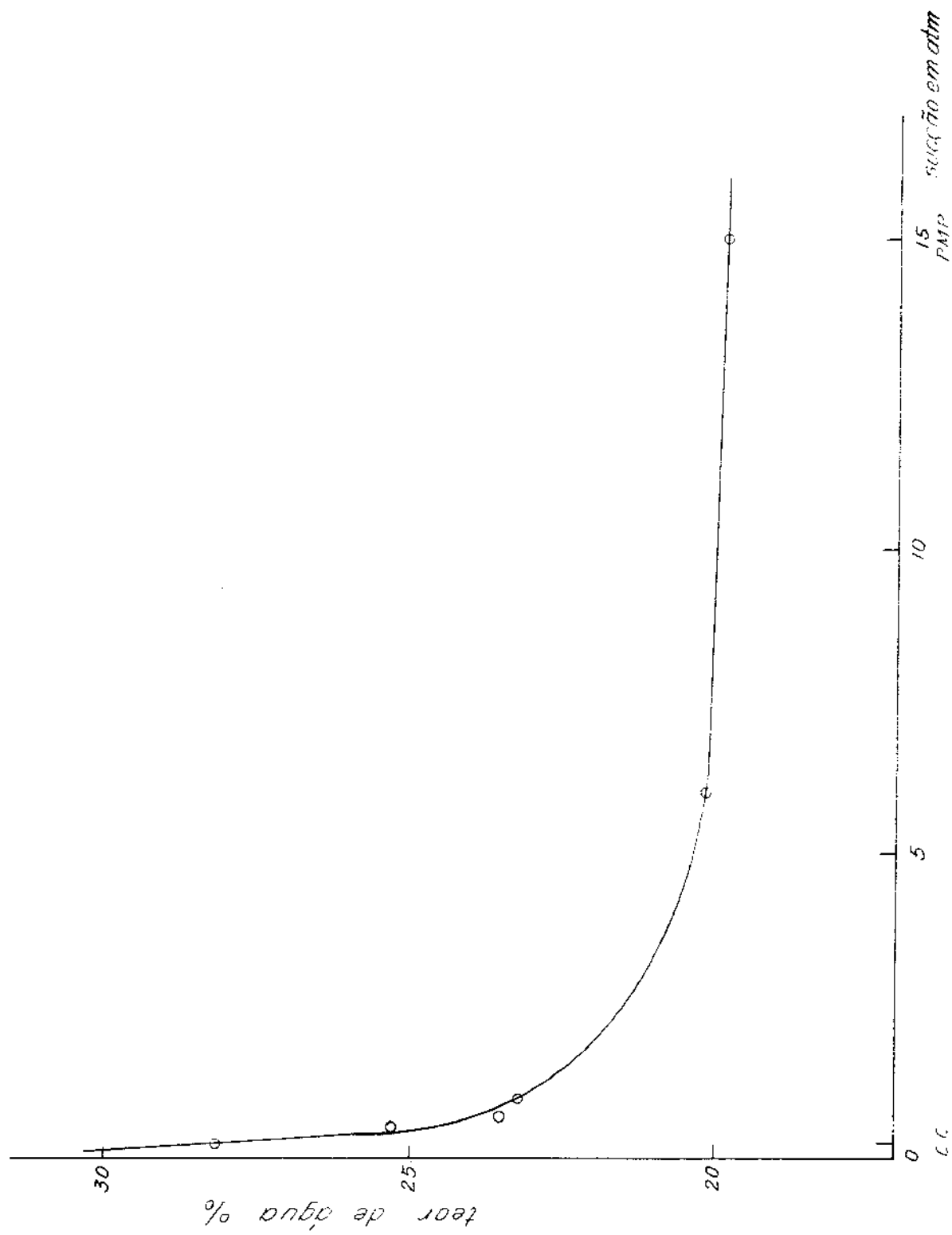
QUADRO 2 - Dados de umidade do solo submetido a diferentes tensões.

PROF. cm	TENSÃO MATRICIAL EM ATMOSFERAS						
	0,33	0,5	0,8	1,0	3,0	6,0	15,0
0 - 40	28,0	25,3	23,3	23,2	21,5	20,2	19,3

Com esses dados traçou-se a curva característica de umidade do solo, que aparece na figura 1 do presente trabalho. Os dados para o traçado dessa curva característica foram obtidas pelo Laboratório de Física da Água do Solo da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

Com base na curva característica da umidade, obteve-se o teor correspondente ao ponto de murchamento permanente (PMP), que equivale a tensão de 15 atmosferas. O teor de umidade do solo correspondente a capacidade de campo (CC) foi obtido no próprio local, utilizando-se a técnica normal. Os dados de peso

Fig. 1 - Característica de umidade
do solo a 40cm de profundidade



específico aparente (γ) foram obtidos pelos métodos rotineiros. Estes valores, necessários a cálculo da altura de água disponível no solo, figuram no quadro 3 do presente trabalho.

QUADRO 3 - Propriedades químicas

PROF. cm	C.C. %	P.M.P. %	γ_{g/cm^3}
0 - 40	28,2	19,3	1,43

3.1.1.3. Propriedades químicas

A análise química do solo local foi executada por gentileza do Laboratório de Análise de Solos da firme Ultrafértil S.A. Os resultados obtidos estão no quadro 4.

QUADRO 4 - Dados da análise química do solo

PROF. cm	pH	CARBONO %	TEOR TROCÁVEL EM c.mg/100g DE SOLO			
			PO ₄	K ⁺	Ca ⁺⁺ Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺
0 - 40	5,3	2,00	0,07	0,29	4,50	0,00

3.1.2. Plantas

A planta utilizada foi a berinjela, cientificamente Solanum melongena, L., pertencente à família das solanáceas. Dessas plantas há inúmeras variedades que produzem frutos com colorações as mais diversas desde o branco, o verde e o amarelo, até o cinzento e o marrom. Todavia apenas as variedades que produzem frutos

de cor roxo-azulada, quase negra, são utilizadas na alimentação humana.

A variedade empregada no presente trabalho foi a IAC-3015 Santa Genebra, que é precoce e produtiva. Seus frutos têm coloração tendente para o vinho, e pesam de 150 a 200 gramas, consoante BERNARDI (4). Este mesmo pesquisador descreve as plantas como sendo bem enfolhadas e de aspecto sadio, as quais em condições favoráveis, atingem 75 centímetros de altura.

As sementes utilizadas foram certificadas pela seção de Olericultura do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo e tinham poder germinativo garantido.

3.1.3. Aparelho de irrigação por gotejamento

Embora a irrigação por gotejamento seja prática corrente em alguns países, no Brasil, na época de implantação da pesquisa em questão, não se dispunha no mercado de um equipamento teve que ser construído na própria Faculdade.

Para a construção desse equipamento optou-se pelo sistema utilizado na Nova Zelândia como descreve DUNN (10). Tal sistema tem sido utilizado com sucesso nesse país e uma vez adaptado às condições da experiência mostrou-se eficiente. Basicamente consta de uma linha de distribuição com 25 milímetros de diâmetro, constituída de tubos de P.V.C.. Desta linha saem tubos finos de 2 milímetros de diâmetro interno.

Dos tubos finos a água é escoada diretamente para a planta e ao mesmo tempo sua pressão vai sendo reduzida de tal forma que ela jorra quase à pressão atmosférica, garantindo assim uma distribuição homogênea em toda linha. Essa pressão reduzida deve-se não só ao pequeno diâmetro dos tubos, como também ao seu con-

primento. No presente trabalho adotou-se um comprimento de 9,5 metros.

Os tubos finos foram colocados nos tubos da linha de distribuição a intervalos de 0,5 metro exceção feita ao tratamento de alta intensidade onde o espaçamento foi de 0,25 metros, para se obter a chuva desejada.

A linha de distribuição unia-se a um registro por meio de uma mangueira plástica. Do registro, através de uma tubulação de ferro fundido, ligava-se essa linha a um reservatório de água a nível constante. Para impedir a passagem de insetos que por ventura pudessem cair no depósito e entupir os tubos finos, foram colocadas telas de malhas estreitas na mangueira plástica. Estas telas antes de cada irrigação, eram removidas e lavadas.

A diferença de intensidade de irrigação foi obtida colocando-se os reservatórios a altura diferentes. Para se obter chuva de alta intensidade o reservatório foi colocado numa torre a qual permitia um desnível de 5,30 metros em relação a linha de distribuição. Para a média intensidade o desnível foi de 3,40 metros e para a baixa 2,40 metros. Neste último caso houve necessidade de ser colocado na mangueira plástica um redutor de pressão, para que desse a intensidade de irrigação desejada. Esse redutor era constituído de um tubo de madeira com 3 milímetros de diâmetro interno.

Havia uma linha de distribuição de 7,10 metros de comprimento e em nível para cada linha de cultura. Essas linhas eram colocadas lateralmente ao longo da linha de cultura.

Como a água utilizada era limpa, pois fora fornecida pelo Serviço Autônomo de Águas e Esgotos (S.A.A.E.) de Limeira água pura, portanto, não houve necessidade de filtros como se recomenda na Nova Zelândia. Dessa maneira não se registraram entu-

pimentos.

Praticamente não houve variações de escoamento entre os tubos finos, pois os mesmos foram calibrados, corrigindo-se as diferenças por meio de anéis metálicos colocados nesses tubos. A figura 2 mostra um esquema do sistema.

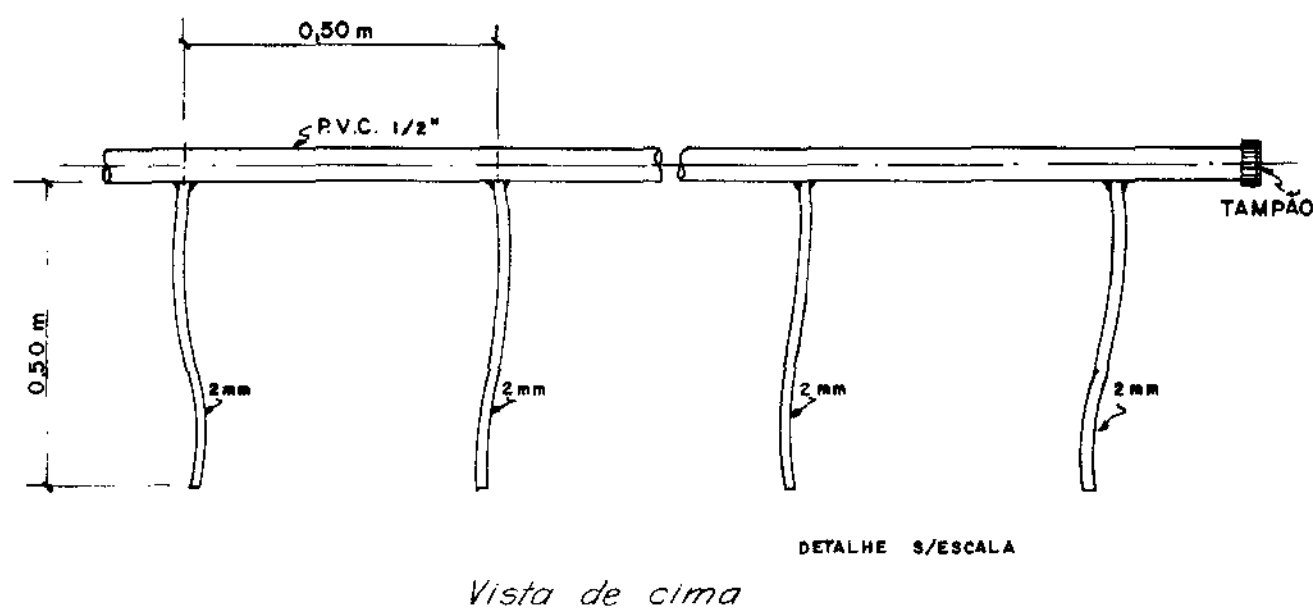
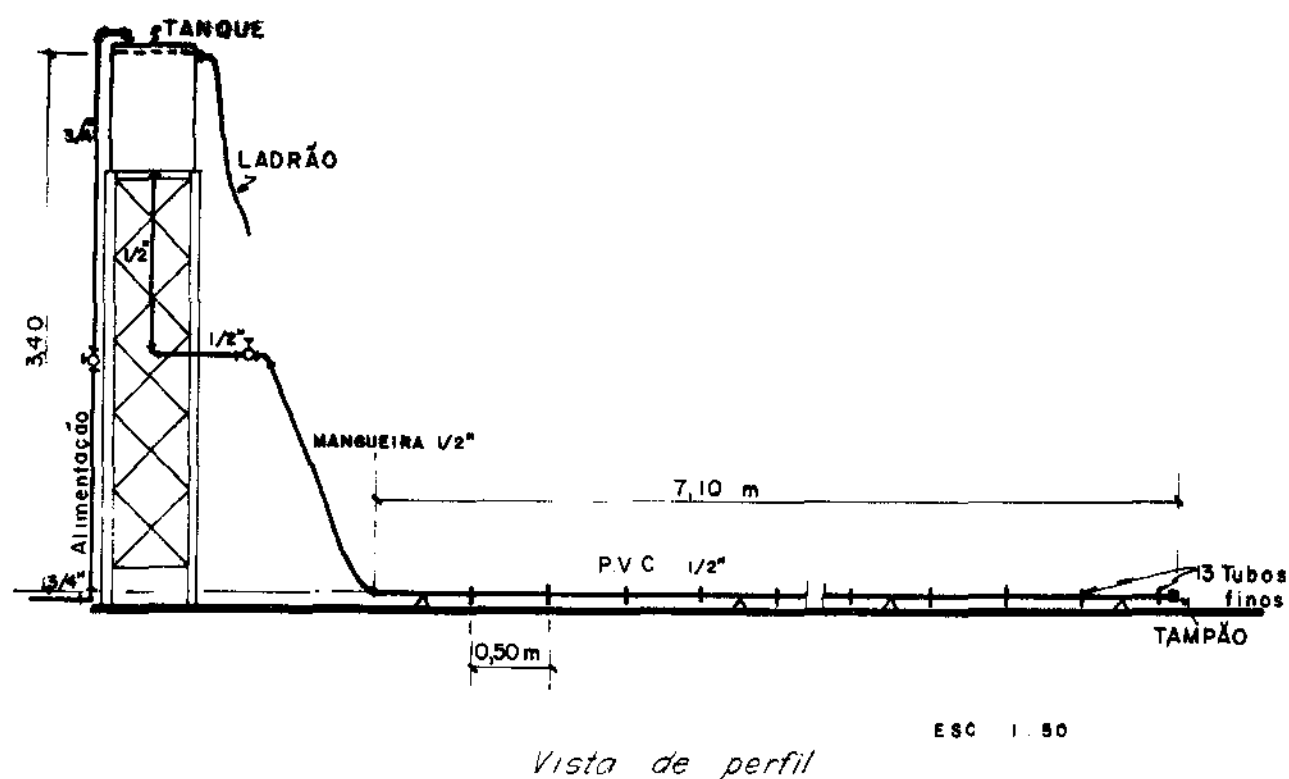


Fig. 2 - Esquema geral do sistema de irrigação por gotejamento

3.1.4. Sistema de irrigação por sulcos

Os sulcos de infiltração tinham cerca de 7 metros de comprimento, 0,30 metros de largura e 0,18 metros de profundidade. A sua declividade era de 1‰. O espaçamento entre os sulcos foi o mesmo adotado entre plantas, isto é, de um metro (BARRETO, 1).

Vertedores triangulares colocados à entrada dos sulcos permitiam o controle da vazão, propiciando dessa forma mantê-la constante. Foram construídos três sulcos, entre as duas linhas de cultura.

3.1.5. Abrigos

Para proteger das chuvas os tratamentos irrigados por gotejamento, foram abrigos, a fim de que águas adicionadas à cultura pelas chuvas, não mascarassem os resultados dessa irrigação.

Esses abrigos foram construídos com uma armação de madeira tendo 6,30 metros de comprimento e 2 metros de largura. Sua altura no ponto mais alto era de 2 metros. A cobertura foi feita com lona plástica transparente aos raios solares, deixando de cada lado um espaço de 0,5 metro do solo, a fim de permitir a circulação do ar. Nas frentes e fundos havia cortinas também de plástico, que eram abertas durante o dia e fechadas à noite ou, quando chovia.

3.1.6. Pluviômetro

A fim de tomar medidas das chuvas ocorridas na área do ensaio, foi instalado, próximo, um pluviômetro. Tais dados eram imprescindíveis para o controle da irrigação por sulcos, pois esse

tratamento não foi protegido por abrigo.

3.1.7. Aparelhos de controle da irrigação

Para retiradas de amostras de solo foi utilizado um trado de 25 milímetros de diâmetro e 1,50 metro de altura, graduado de 0,20 em 0,20 metros. As amostras retiradas eram colocadas em recipientes de alumínio previamente taradas e numeradas. Figura 3.

Para a secagem das amostras foi utilizada uma estufa marca Fanem do Laboratório de Geologia. Essa estufa foi regulada previamente para manter a temperatura máxima em seu interior ao redor de 105-110°C.

As pesagens das amostras foram feitas em uma balança elétrica Mettler com capacidade de 1.200 gramas e precisão de 0.01.

3.1.8. Peso específico aparente

O peso específico aparente foi determinado com amostras de solo retiradas no local, por meio dos cilindros Uhland, que são de alumínio, e têm capacidade de 500 centímetros cúbicos. As amostras foram levadas ao Laboratório de Água do Solo onde foram secadas na estufa e posteriormente pesadas como recomenda a técnica.

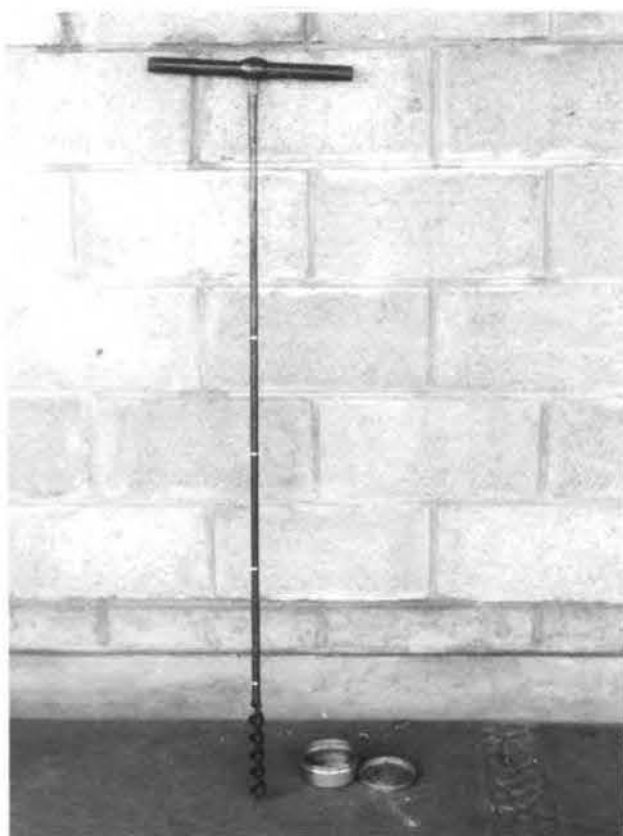


Fig. 3 - Trado e recipiente de
alumínio.



Fig. 4 - Amostrador e cilindro de
Uhland.

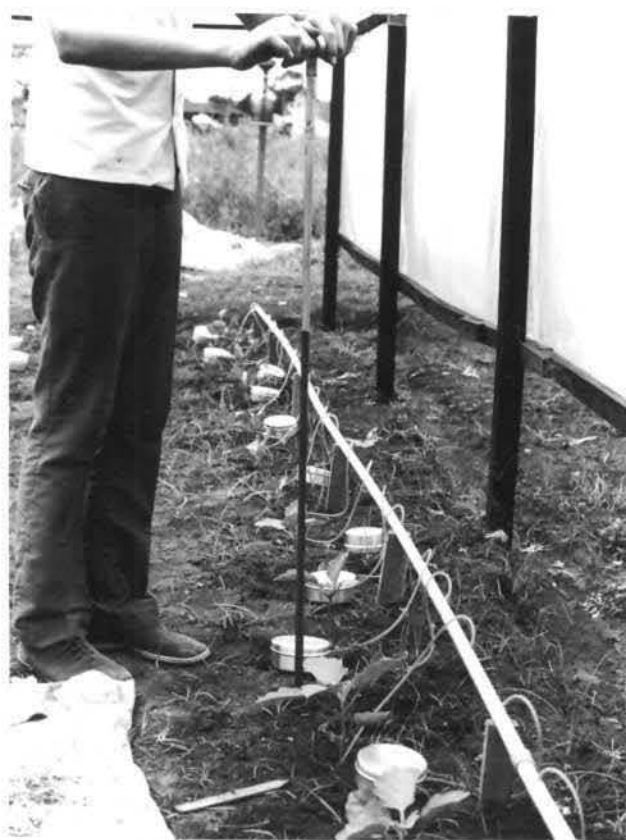


Fig. 5 - Aspecto da retirada de amostra de solo.



Fig. 6 - Vista de abrigos e reservatórios de água

3.2. Métodos

3.2.1. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi de ensaio inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos de irrigação, cada qual com vinte e seis repetições. Os tratamentos foram os seguintes:

Tratamento A - irrigação por gotejamento à alta intensidade. Os tubos finos escoavam por hora 62,0 litros de água para cada planta. Como a área ocupada por cada planta era de 0,5 metro quadrado, a intensidade de irrigação foi de 142 milímetros por hora.

Tratamento B - irrigação por gotejamento à baixa intensidade. Os tubos finos escoavam 5,2 litros por hora correspondendo a uma intensidade de 10 milímetros.

Tratamento C - irrigação à média intensidade. A vazão fornecida por cada tubo fino era de 27 litros por hora para cada planta, correspondendo à intensidade de 54 milímetros.

Tratamento D - irrigação por sulcos de infiltração. Foram construídos três sulcos entremeando duas linhas de cultura. A vazão entrada em cada sulco foi de 0,6 litros por segundo.

3.2.2. Instalação do ensaio

3.2.2.1. Semeadura

A semeadura foi realizada no dia 27 de setembro de 1972, em copinhos confeccionados de jornal. Tais copinhos foram preenchidos com uma mistura constituída de 50% de terra peneirada e 50% de esterco de curral curtido e também peneirado.

Em cada copinho foram colocadas duas sementes. Após a sementeira todos os copinhos foram mantidos a meia sombra em abrigo onde eles permaneceram até o transplante. Os copinhos eram molhados diariamente a fim de assegurar uma boa germinação.

3.2.2.2. Germinação

A germinação das sementes se iniciou no dia 9 de outubro de 1972 e manteve-se a irrigação em dias alternados para garantir o bom desenvolvimento das plantinhas.

3.2.2.3. Tratamento fitossanitário

Após a germinação, executou-se um programa de tratamento fitossanitário adequado, para impedir a ação de pragas e a manifestação de moléstias, assegurando dessa maneira, perfeito crescimento das plantinhas.

Semanalmente foram feitas pulverizações com uma mistura de Rodiatox emulsão 5% e Cupravit, respectivamente nas dosagens de 40 centímetros cúbicos em 10 litros de água e de 300 gramas por 100 litros de água.

3.2.2.4. Repicagem e transplante

Quando as plantas atingiram aproximadamente 5 centímetros de altura, foi feita uma repicagem, deixando-se a penas uma delas em cada copinho. Nessa repicagem conservavam-se as plantinhas mais vigorosas.

O transplante foi realizado no dia 19 de dezembro de 1972, tendo-se feito um conveniente preparo. As mudas

foram transplantadas no espaçamento de um metro entre linhas de 0,5 metro entre plantas, como recomenda BERNARDI (3). Após o transplante as plantas foram molhadas até o seu perfeito pegamento, quando se iniciou efetivamente o controle do ensaio. Isto ocorreu no dia 2 de janeiro de 1973.

3.2.2.5. Programa de adubação

O programa de adubação também seguiu as mesmas normas gerais recomendadas por BERNARDI (4). Nas covas foram colocadas 250 gramas de Super-fosfato com cerca de 20% de P_2O_5 e 20 gramas de Cloreto de Potássio com 60% de K_2O . Em cobertura, a intervalos de quinze dias, eram aplicados 25 gramas de Nitrato de Amônio por planta. Esse nitrato continha 16,75 de NO_3 e 16,75% de NH_4^+ .

3.2.3. Tratos culturais

Todos os tratos culturais necessários ao bom desenvolvimento da cultura foram realizados. Assim foram feitas capinas e amontoas, de tal forma a oferecer boas condições de desenvolvimento às plantas.

O combate às pragas e moléstias foi feito normalmente com uma mistura de Rodiatox e Cupravit, na dosagem já citada. Com o início da colheita o Rodiatox foi substituído pelo Phosdrin.

A adubação utilizada já foi mencionada no item anterior.

3.2.4. Determinação da umidade do solo

O teor de umidade do solo para fins de controle da

irrigação, foi determinada pelo método gravimétrico, que embora se ja bastante trabalhoso, é o mais preciso e seguro. O teor de umida de do solo era diariamente calculado pela fórmula:

$$U_a = \frac{P - P'}{P'} \cdot 100$$

onde:

U_a = teor de umidade atual do solo expresso com base no pe
so seco;

P = peso úmido da amostra de solo em gramas;

P' = peso seco da amostra de solo em gramas.

As amostragens de solo eram feitas diariamente por ponto nas profundidades de 0 a 20 e de 20 a 40 centímetros. Obten-do-se depois a umidade média na profundidade de 0 a 40 centímetros. Os pontos de amostragem localizavam-se próximo às plantas, como se pode observar na figura 5.

As amostras de solo eram oclocadas em recipientes de alumínio, os quais após haverem sido pesados, eram enviados, à estu fa a 105-110°C por 24 horas. Após esse período de tempo, eles eram novamente pesados, obtendo-se então os dados necessários para o cál culo da umidade atual do solo.

3.2.5. Quotas de irrigação

O teor de água disponível no solo foi obtido com a fórmula:

$$AD = \frac{(CC - PMP)}{10} \times h \times \frac{100}{E^i} \times \gamma$$

sendo:

AD = altura de água disponível no solo, em milímetros;

CC = teor médio de umidade do solo suposto na capacidade de campo, expresso em porcentagem com base no peso seco;

PMP = teor médio de umidade do solo suposto no ponto de murchamento permanente, expresso em porcentagem com base no peso seco;

h = profundidade do solo em que se pretende irrigar, expressa em milímetros;

γ = peso específico aparente do solo, expresso em gramas por centímetro cúbico;

E_i = eficiência do método de irrigação em porcentagem.

A profundidade de irrigação (h) foi fixada em 40 centímetros, pois acreditava-se que até a essa profundidade localizava-se a maior porcentagem do sistema radicular da berinjela. Isso foi feito após estudo comparativo da profundidade das raízes de outras Solanáceas.

A eficiência de irrigação (E_i) foi fixada em 80%, tanto para gotejamento como para sulcos. Embora a eficiência normal da irrigação por sulcos seja de 60%, adotou-se o valor de 80% por se tratar de sulcos bastante pequenos, de apenas 7 metros, onde os controles eram feitos com grande rigor. Portanto, a altura de água disponível no solo calculada foi de 63,6 milímetros, para a profundidade de 40 centímetros.

A berinjela, como toda planta olerícola, é bastante exigente em água. Há, portanto, necessidade de deixar uma reserva de umidade no solo. Para tanto, fixou-se essa reserva de 75% da água disponível, como recomenda DAKER (9), para cultivos

olerícolas. Quer isto dizer que apenas 25% da água disponível de veria ser consumida pelas plantas entre as irrigações, equivalendo-se a uma altura de água de 16 milímetros.

O tempo de irrigação necessário para adicionar ao solo essa quantidade de água foi de:

Tratamento A - 8 minutos

Tratamento B - 1 hora e 36 minutos

Tratamento C - 18 minutos

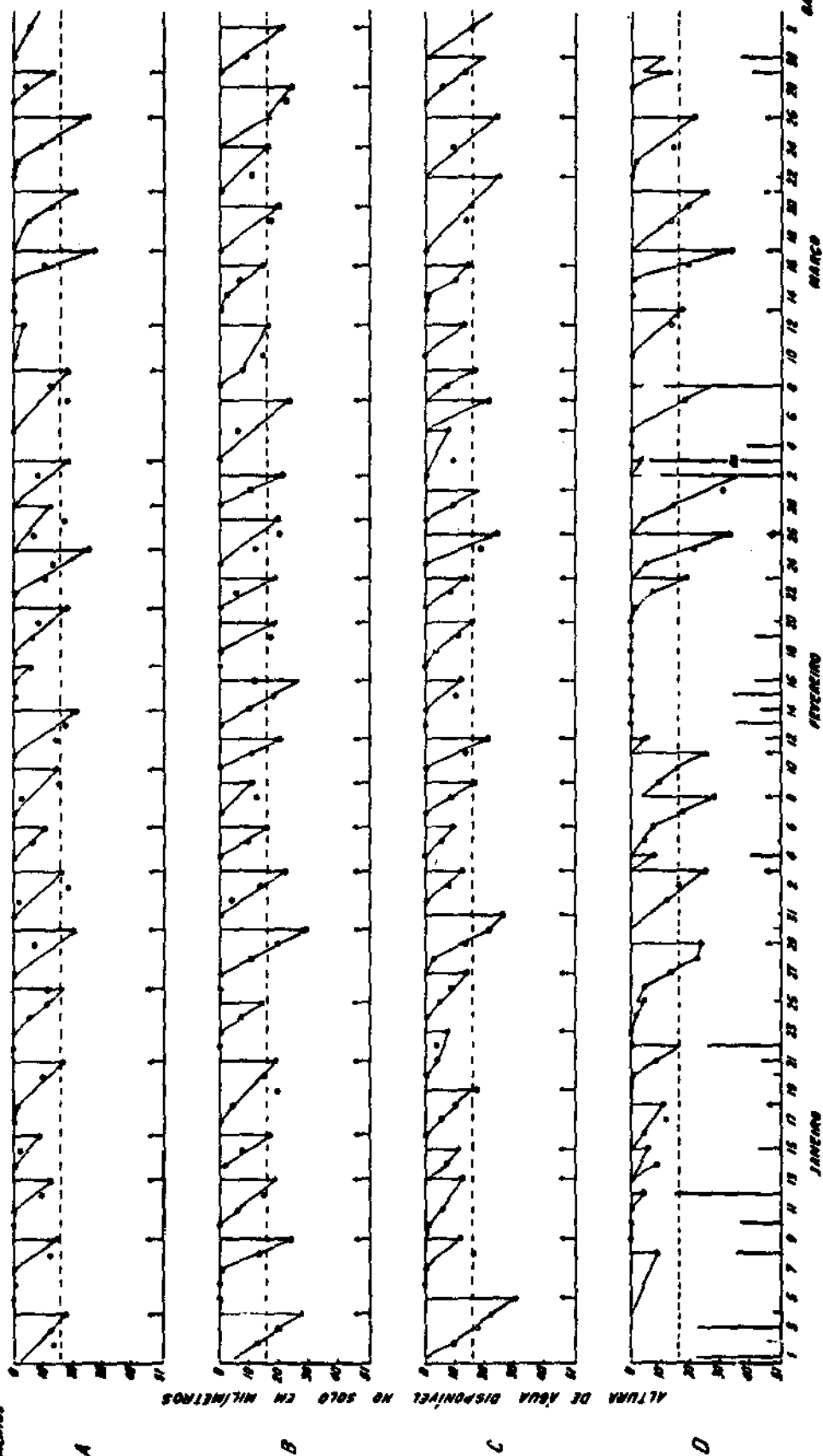
Tratamento D - 1 hora

3.2.6. Controle da irrigação

Para proceder ao controle da irrigação transformou-se o teor de umidade atual do solo (U_a) expresso em porcentagem com base no peso seco, em termos de altura de umidade atual com milímetros (H). Essa transformação foi feita com a fórmula

$$H = \frac{(CC - U_a)}{10} \times h \times x$$

Levando-se na abcissa o tempo em dias e, na ordenada a altura de água disponível no solo em milímetros, construiu-se um gráfico, no qual se plotavam diariamente os dados de altura de umidade atual do solo em milímetros, dados que correspondiam a pontos de amostragem. A união desses pontos permitiu o traçado da linha de variação do teor de umidade do solo. Toda vez que essa linha tendia a cortar uma linha horizontal correspondente a 25% da água disponível, irrigava-se o tratamento. Cada tratamento tinha o seu próprio gráfico de controle. Os gráficos relativos a cada tratamento estão na figura 7.



700

with the opportunity to call

! irigardo

altura de umidade atual no solo em mm (ponto de amostragem)

Como o tratamento D não era protegido, foram computados no gráfico os valores de altura de precipitação atmosférica. Tais valores estão expostos no quadro 5.

3.2.7. Estudo do sistema radicular

Uma grande dificuldade para o projetista de irrigação é a falta de dados sobre a profundidade do sistema radicular das plantas. Para se proceder ao estudo qualitativo dessa distribuição, imediatamente após o encerramento da pesquisa, que se deu no dia 3 de abril de 1973, abriram-se valetas em torno de cada quatro plantas de todos os tratamentos. Destinando-se essas valetas a manter as plantas, sorteadas ao acaso, num cubo de 50 X 50 X 50 centímetros.

A seguir, cada cubo foi retirado cuidadosamente do local e aspergiu-se sobre eles água a uma elevada pressão. Dessa maneira separou-se o sistema radicular do solo. Posteriormente tais sistemas radiculares, previamente secos, foram subdivididos em camadas de cinco centímetros e pesados. Estabeleceu-se assim a porcentagem de raízes em relação ao peso total do sistema radicular para cada camada de solo.

QUADRO 5 - Dados de altura de precipitação em milímetros, obtidos no local da experiência.

D I A	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO
1	29,0	0,0	0,0
2	5,0	0,0	40,8
3	28,5	0,0	65,0
4	3,0	9,5	11,2
5	0,0	1,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0
8	15,5	0,0	40,0
9	0,0	0,0	0,0
10	14,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0
12	36,2	5,0	0,0
13	0,0	15,0	0,0
14	0,0	7,0	0,0
15	8,0	16,8	0,0
16	0,0	8,5	0,0
17	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0
19	0,0	8,8	0,0
20	2,5	2,0	0,0
21	6,3	0,0	2,3
22	25,5	0,0	1,7
23	0,0	0,0	0,0
24	0,0	0,0	0,0
25	2,5	0,0	0,0
26	0,0	1,3	0,0
27	0,0	0,0	0,0
28	0,0	0,0	0,0
29	0,0	0,0	8,5
30	2,5	0,0	13,5
31	1,3	0,0	0,0
Total	179,8	74,9	183,0
Média	5,8	2,6	5,9
Dias de chuva	14	10	8

4 - RESULTADOS E ANÁLISE

4.1. Resultados

O presente trabalho que teve o objetivo de estudar a influência da irrigação por gotejamento sobre a cultura da berinjela e compará-la com a irrigação por sulcos, método convencional para essa cultura, teve seu encerramento em 3 de abril de 1973. Os resultados obtidos nos diversos tratamentos com relação à altura das plantas até a data de primeiro de março de 1973 estão no quadro 6. Mediu-se a altura das plantas diariamente, para se verificar a influência dos tratamentos sobre o seu crescimento. O número de botões e de flores também foi contado até a data de 1 de março de 1973, e os resultados estão expostos nos quadros 7 e 8 respectivamente.

O término do ensaio ocorreu no dia 3 de abril de 1973 e os resultados obtidos com relação ao número e peso dos frutos estão nos quadros 9 e 10.

Após o término do ensaio, estudou-se o sistema radicular de algumas plantas, sorteadas ao acaso, a fim de se verificar a distribuição das raízes no perfil do solo e, a influência dos tratamentos sobre essa distribuição. Resultados estes que se encontram nos quadros 11 e 12.

Verifica-se o efeito dos tratamentos sobre a precocidade de ocorrência de botões, flores e frutos nos quadros 13, 14 e 15. A influência sobre a precocidade das colheitas está no quadro 16.

4.2. Análise

As análises estatísticas dos resultados obtidos foram fei-

tas em relação à influência dos tratamentos não só sobre a altura das plantas, número de botões e de flores, como sobre número e peso dos frutos e estão nos quadros 17, 18, 19, 20 e 21, respectivamente.

A análise estatística dos dados de distribuição das raízes no perfil do solo acha-se nos quadros 22 e 23.

QUADRO 6 - Resultados da influência dos tratamentos sobre a altura das plantas em centímetros até o dia 01/03/73.

Trata- mentos Repeti- ções	ALTA	BAIXA	MÉDIA	SULCOS
1	37,0	60,0	40,0	70,0
2	80,0	60,0	80,0	45,0
3	88,0	70,0	83,0	67,5
4	87,0	60,0	78,5	67,5
5	70,0	60,0	74,0	72,0
6	91,0	80,0	78,0	71,0
7	81,0	91,0	102,0	66,0
8	77,0	52,5	66,0	80,0
9	97,0	88,0	75,0	66,0
10	100,0	82,0	88,0	83,0
11	76,0	77,0	90,0	69,5
12	84,0	60,0	80,0	79,0
13	80,0	78,0	77,0	60,0
14	87,0	13,0	80,0	73,0
15	88,0	76,0	82,0	56,0
16	98,0	77,0	84,0	72,0
17	100,0	90,0	95,0	63,0
18	80,0	90,0	96,0	75,0
19	84,0	82,0	91,0	70,0
20	80,0	92,0	95,0	77,0
21	100,0	87,0	87,0	70,0
22	100,0	84,5	90,0	75,0
23	105,0	89,0	93,0	70,0
24	97,0	86,0	89,0	63,0
25	16,0	73,0	85,0	77,0
26	96,0	80,0	80,0	66,0

QUADRO 7 - Resultados da influência dos tratamentos sobre o número de botões até 01/03/73.

Repe- tições \ Trata- mentos	ALTA	BAIXA	MÉDIA	SULCOS
1	26	81	15	95
2	88	40	48	31
3	107	59	99	53
4	78	103	80	55
5	37	57	71	71
6	88	96	97	47
7	78	52	98	70
8	81	86	56	101
9	72	72	53	49
10	140	58	76	79
11	86	88	91	75
12	108	60	132	67
13	87	124	122	54
14	68	0	75	67
15	156	74	88	40
16	122	96	131	48
17	93	85	124	59
18	66	108	103	71
19	83	84	114	56
20	71	111	82	65
21	61	58	106	57
22	95	94	119	66
23	104	104	116	51
24	100	45	92	48
25	6	74	130	40
26	90	71	85	71

QUADRO 8 - Resultados da influência dos tratamentos sobre o número de flores até 01/03/73.

Repe- tições \ Trata- mentos	ALTA	BAIXA	MÉDIA	SULCOS
1	12	22	7	26
2	32	16	17	14
3	36	16	44	30
4	35	43	33	34
5	15	23	23	21
6	34	32	23	24
7	29	18	43	35
8	32	24	15	39
9	33	27	17	20
10	40	30	30	24
11	39	38	32	31
12	35	24	26	20
13	39	44	32	19
14	27	0	19	36
15	36	28	32	18
16	44	47	27	27
17	35	26	32	27
18	34	29	30	30
19	33	33	41	23
20	37	35	34	24
21	23	26	42	17
22	29	34	37	19
23	34	23	37	17
24	31	32	33	19
25	3	32	45	16
26	31	26	31	19

QUADRO 9 - Resultados da influência dos tratamentos sobre o número frutos.

Trata- mentos Repeti- ções	ALTA	BAIXA	MÉDIA	SULCOS
1	1	4	0	5
2	4	8	2	1
3	9	5	10	4
4	10	13	7	7
5	7	7	5	6
6	9	9	5	7
7	9	9	10	6
8	6	5	4	6
9	6	13	5	3
10	9	9	6	7
11	8	7	8	11
12	8	9	8	2
13	10	12	9	9
14	9	0	8	8
15	11	9	9	8
16	12	9	9	5
17	7	11	13	6
18	11	9	11	6
19	6	10	8	9
20	7	17	10	5
21	7	8	10	6
22	6	9	11	5
23	9	10	8	5
24	12	8	4	2
25	0	6	9	5
26	7	8	7	6

QUADRO 10 - Resultados da influência dos tratamentos sobre o peso das frutas em gramas.

Repe- tições \ Trata- mentos	ALTA	BAIXA	MÉDIA	SULCOS
1	224,13	1030,50	0,00	1489,52
2	906,94	1400,34	478,16	169,52
3	2008,01	868,34	1857,71	882,81
4	2332,92	2714,32	1391,59	1569,65
5	1272,29	1430,05	1112,95	1105,26
6	2031,55	2026,09	678,32	1715,40
7	1831,13	1653,22	2586,24	689,89
8	1415,63	858,17	580,69	1311,77
9	1307,05	2629,89	621,26	290,00
10	1731,73	1325,26	871,29	1457,89
11	1620,99	1465,29	1519,87	2225,66
12	1829,78	1797,62	1709,82	453,89
13	2489,52	2352,62	1978,07	1175,86
14	1803,24	0,00	1110,15	1710,65
15	2538,27	1863,10	1895,81	1422,05
16	2731,51	1359,62	1542,45	1103,18
17	1465,04	2041,79	2797,40	1334,98
18	2161,27	2002,41	1948,49	1082,73
19	1001,91	1862,38	1693,69	1277,33
20	1221,67	2685,82	1810,29	1371,04
21	1423,59	1659,57	2177,26	1139,59
22	1545,38	1672,95	2425,12	916,10
23	2175,33	1705,48	1151,68	833,59
24	2718,03	1888,94	769,51	555,98
25	0,00	1287,26	2262,53	909,72
26	1533,86	1906,27	1601,24	925,90

QUADRO 11 - Resultados da influência dos tratamentos sobre a distribuição do sistema radicular em peso (gramas) no perfil do solo.

PROF.	A L T A				B A I X A				M É D I A				S U L C O S			
cm	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
0 - 5	81,75	57,83	40,53	73,49	114,33	34,68	50,75	38,70	50,99	54,05	49,45	61,35	22,58	49,83	7,56	6,23
5 - 10	45,83	94,54	12,58	56,77	23,50	21,20	13,81	36,72	40,12	36,31	49,67	62,67	47,43	8,94	24,06	10,73
10 - 15	15,05	16,98	2,74	17,69	3,06	3,87	5,50	14,78	7,65	10,16	28,58	7,96	24,01	2,33	24,84	2,30
15 - 20	1,91	3,91	2,49	1,77	1,53	0,97	2,77	2,40	1,23	3,03	4,82	1,23	3,48	1,14	2,92	2,57
20 - 25	0,13	0,40	1,19	0,03	0,64	0,22	0,53	0,83	0,00	0,00	1,56	0,16	1,72	0,06	1,68	0,00

QUADRO 12 - Resultado da influência dos tratamentos sobre a distribuição do sistema radicular em porcentagem acumulada relativamente ao peso, de acordo com a profundidade do perfil, com os dados do quadro 11.

TRAT. PROF.	A	B	C	D
0 - 5	51,64	61,67	46,52	23,35
0 - 10	87,89	88,97	86,27	58,36
0 - 15	97,03	96,86	97,20	93,04
0 - 20	99,25	99,10	99,86	98,51
0 - 25	99,83	99,63	99,97	99,50
0 - 30	-	-	-	99,97

QUADRO 13 - Resultados referentes à influência dos tratamentos na precocidade da ocorrência de botões.

TRAT.	DATA	2/1	12/1	22/1	1/2	11/2	21/2	1/3
	REP.							
A	1			1	5	9	8	
	2			2	7	33	28	34
	3		1	7	18	28	30	30
	4		1	4	15	28	19	16
	5			1	8	14	15	11
	6		1	3	18	37	44	17
	7			2	13	22	32	15
	8			3	13	31	28	19
	9			2	15	28	24	37
	10			3	11	44	53	24
	11			3	22	22	23	15
	12			1	24	34	44	18
	13			2	10	34	48	11
	14			5	8	24	18	20
	15	1	3	6	30	35	44	15
	16		1	4	26	30	39	19
	17		1	4	16	27	31	25
	18		1	5	17	25	21	15
	19			5	24	33	25	21
	20			3	10	33	22	17
	21			3	14	28	32	18
	22		1	4	15	39	42	21
	23			3	17	36	41	23
	24		1	6	26	40	38	7
	25				2	3		
	26			2	16	35	41	17
T O T A L		1	11	84	400	752	790	465

QUADRO 13 - (Continuação)

TRAT.	DATA	2/1	12/1	22/1	1/2	11/2	21/2	1/3
	REP.							
B	1			2	7	17	14	7
	2				6	14	14	9
	3			1	7	12	20	11
	4	2	2	8	27	23	21	15
	5			2	13	27	23	19
	6			2	12	25	41	13
	7			2	6	22	28	25
	8			1	6	10	15	12
	9		1	3	19	22	38	11
	10		1	4	15	13	7	11
	11			2	11	28	28	16
	12		1	6	18	10	10	10
	13	2	3	6	19	23	35	16
	14			2				
	15			2	10	24	29	11
	16			1	5	28	33	10
	17		1	7	23	36	24	19
	18		1	4	18	37	26	12
	19			7	12	28	32	15
	20			2	13	35	38	21
	21				11	19	20	17
	22			3	16	23	29	15
	23			3	13	35	42	13
	24			3	16	26	29	10
	25		1	5	19	27	17	10
	26			3	11	33	33	17
TOTAL		4	11	81	333	597	646	345

QUADRO 13 - (Continuação)

TRAT.	DATA	2/1	12/1	22/1	1/2	11/2	21/2	1/3
	REP.							
C	1				3	3	4	
	2			1	6	15	34	9
	3			3	15	32	34	15
	4			1	11	31	36	12
	5		1	4	14	26	32	17
	6			5	11	25	25	11
	7			6	21	37	49	18
	8			3	9	18	30	9
	9		1	3	6	14	17	11
	10		1	5	13	20	26	15
	11			3	12	25	42	17
	12		1	3	6	13	48	11
	13		1	3	13	14	38	12
	14			3	11	21	27	12
	15			4	21	37	23	17
	16			4	14	24	37	13
	17		1	5	26	32	38	17
	18		1	4	17	29	23	15
	19			5	17	38	50	17
	20			4	18	25	18	21
	21			6	29	39	21	16
	22			2	16	36	34	18
	23			5	20	38	34	19
	24			7	20	29	42	15
	25		1	2	28	33	49	12
				3	22	20	24	11
T O T A L		0	8	94	399	674	835	360

QUADRO 13-(Continuação)

TRAT.	DATA	2/1	12/1	22/1	1/2	11/2	21/2	1/3
	REP.							
D	1			2	7	21	52	12
	2				2	10	4	7
	3			2	11	16	28	12
	4			3	10	24	26	11
	5				14	24	26	17
	6		1	2	9	25	23	15
	7		1	3	13	15	18	9
	8		2	8	19	29	34	19
	9				3	12	7	5
	10			3	7	22	32	15
	11			4	11	24	17	16
	12			1	5	19	30	13
	13				8	14	9	8
	14			2	5	24	23	12
	15			2	5	13	14	12
	16			1	5	19	15	19
	17			1	5	23	19	11
	18			3	8	22	28	13
	19			3	5	24	21	17
	20			2	8	18	27	12
	21			2	9	16	17	9
	22			1	8	12	17	10
	23				3	18	14	13
	24			1	2	22	15	15
	25				3	14	13	5
	26			1	7	24	19	9
T O T A L		O	4	47	192	504	548	316

QUADRO 14 - Resultados referentes à influência dos tratamentos na precocidade de ocorrência de flores.

TRAT.	DATA	10/1	20/1	30/1	9/2	19/2	1/3
	REP.						
A	1			1	2		2
	2			1	3	9	6
	3		1	3	9	8	13
	4		1	3	7	4	7
	5				2	2	1
	6		1	3	8	8	13
	7			1	7	5	5
	8			1	7	12	9
	9			1	4	14	3
	10			1	9	16	4
	11				5	8	3
	12			1	11	15	7
	13			1	3	12	3
	14			2	4	4	7
	15		1	4	10	8	10
	16			4	13	6	7
	17		1	3	8	10	5
	18			5	11	2	9
	19			3	7	5	4
	20			1	4	14	6
	21			2	7	8	11
	22		1	3	5	6	3
	23			1		11	4
	24		1	4	8	8	5
	25						
	26			1		9	
T O T A L		0	7	50	167	204	142

QUADRO 14 - (Continuação)

TRAT.	DIA REP.	10/1	20/1	30/1	9/2	19/2	1/3
B	1	1	2		2	5	3
	2				5	3	1
	3			1	2	2	3
	4			5	4	8	5
	5			1	6	6	3
	6			2	6	18	6
	7			2	2	6	5
	8			1	5	2	1
	9		1	4	8	11	7
	10			3	4	1	3
	11		1	1	7	13	6
	12		1	3	9	2	1
	13			6	13	3	3
	14						
	15				3	11	7
	16			1	4	8	2
	17			6	7	4	9
	18		1	2	9	6	5
	19			4	8	8	8
	20			1	4	17	5
	21			1	6	1	7
	22			1	8	18	8
	23			2	6	13	4
	24			2	7	7	1
	25			2	5	4	3
	26			2	6	2	7
T O T A L		1	6	53	146	179	113

QUADRO 15 - (Continuação)

TRAT.	DATA	10/1	20/1	30/1	9/2	19/2	1/3
	REP.						
C	1				1	2	0
	2				3	1	6
	3			1	8	11	5
	4			1	5	11	7
	5			2	5	9	2
	6		1	4	6	4	3
	7		1	2	6	15	7
	8			2	4	5	5
	9			2	3	5	1
	10			1	4	4	4
	11			4	4	7	6
	12			1	3	7	9
	13			1	4	4	5
	14			1	5	5	3
	15			4	6	7	5
	16		1	4	6	6	3
	17			2	7	10	10
	18		1	4	9	5	6
	19			1	7	10	6
	20		1	2	10	6	7
	21			4	10	9	0
	22			1	8	7	3
	23			1	10	6	5
	24			5	10	7	4
	25			1	10	7	3
	26			4	8	2	5
T O T A L		0	5	54	162	172	120

QUADRO 15 - (Continuação)

TRAT.	DATA	10/1	20/1	30/1	9/2	19/2	1/3
	REP.						
D	1				2	6	7
	2				1	1	
	3				4	3	3
	4				4	2	6
	5			2	6	12	2
	6			2	5	4	
	7			5	6	7	2
	8				12	4	4
	9			3	1	2	
	10			1	4	3	3
	11			1	6	7	
	12				2	6	6
	13			2	2	4	
	14			1	1	16	5
	15			1	2	4	
	16			1	1	5	1
	17			2	2	11	
	18			1	6	10	3
	19			1	5	10	
	20				4	8	
	21				4	4	1
	22				2	6	
	23					6	3
	24				3	6	5
	25			1		10	3
	26			1	3	9	
T O T A L		0	0	24	88	176	54

QUADRO 15 - Resultados referentes à influência dos tratamentos na precocidade de ocorrência de frutos.

TRAT.	DATA	19/1	26/1	1/2	7/2	14/2	21/2	1/3
	REP.							
A	1				1	1	1	
	2			1	1	1	2	6
	3		1	1	4	3	6	8
	4		1	2	3	4	3	4
	5				1	1		1
	6		1	1	4	3	4	3
	7			1	1	4	5	4
	8			1	1	3	3	2
	9			1	1	1	5	5
	10			1	1	6	7	7
	11			1	2	4	4	3
	12				1	5	6	5
	13			1	2	4	6	7
	14			1	3	4	4	3
	15		3	5	8	6	4	3
	16		1	2	4	5	6	9
	17			2	4	5	7	7
	18		1	1	6	7	8	4
	19			1	3	6	2	2
	20			1	2	4	2	9
	21			1	3	3	4	5
	22		1	1	3	5	4	4
	23			1	3	2	6	5
	24			1	4	6	6	2
	25							
	26			1	2	5	5	4
T O T A L		0	9	30	68	98	108	112

QUADRO 15 - (Continuação)

TRAT.	REP.	DATA	19/1	26/1	1/2	7/2	14/2	21/2	1/3
B	1				1	1	3	2	3
	2						2	3	3
	3					1	2	1	3
	4			2	5	6	4	5	4
	5				1	3	3	2	2
	6					2	5	2	5
	7					3	4	2	3
	8					1	3	2	2
	9			1	1	2	4	4	3
	10			1	2	4	4	3	
	11				1	2	2	2	1
	12			1	2	3	2	1	2
	13			1	3	5	4	5	2
	14								
	15				1	2	3	4	6
	16					1	2	1	6
	17			1	1	3	5	6	3
	18				3	5	6	3	4
	19				1	3	4	6	7
	20				1	2	2	5	9
	21					1	1	1	2
	22				1	2	3	2	3
	23					3	5	6	5
	24				1	3	4	3	4
	25				1	2	3	2	2
	26				1	3	4	4	5
T O T A L			0	7	27	63	84	77	89

QUADRO 15 - (Continuação)

TRAT.	DATA	19/1	26/1	1/2	7/2	14/2	21/2	1/3
	REP.							
C	1	1	1	1	1	1	1	2
	2					2	2	
	3					4	6	
	4					4	4	
	5					2	2	
	6					4	5	
	7					4	5	
	8					2	3	
	9					4	2	
	10					2	4	
	11					3	3	
	12					1	5	
	13					3	4	
	14					6	4	
	15					5	3	
	16					5	5	
	17					5	4	
	18					3	2	
	19					6	8	
	20					5	5	
	21					7	8	
	22					4	7	
	23					6	8	
	24					2	2	
	25					5	7	
	26					6	5	
T O T A L		1	6	34	69	101	114	109

QUADRO 15 - (Continuação)

TRAT.	DATA	19/1	26/1	1/2	7/2	14/2	21/2	1/3
	REP.							
D	1			1	1	2	5	4
	2					1	1	1
	3			1	1	4	5	5
	4			1	2	3	4	3
	5				1	4	7	4
	6			1	3	3	5	7
	7			1	3	4	5	4
	8			1	3	5	6	7
	9					2	3	2
	10				1	3	4	4
	11				2	6	5	5
	12				1	2	3	3
	13				1	4	6	3
	14			1	1	1	4	5
	15				1	4	3	4
	16				1	2	4	8
	17				1	3	2	2
	18				1	4	4	3
	19				1	5	5	4
	20			1	1	5	6	5
	21			1	1	5	4	2
	22				1	4	5	5
	23					2	4	3
	24				1	3	3	4
	25					1	1	2
	26				1	4	3	3
T. O T A L		0	0	9	30	86	107	101

QUADRO 16 - Resultados referentes à influência dos tratamentos na precocidade da colheita de frutos.

TRAT.	DATA	6/8	8/2	12/2	15/2	19/2	22/2	27/2	5/3	12/3	19/3	26/3	1/4
	REP.												
A	1					1		1					
	2					1			1		1		1
	3			1	1	2	1			2	3		
	4		1			1		1	2	1	2		1
	5					1			1		5		
	6			1	1		2	1	2	1		1	
	7							1	2	1	4		
	8			1			1		2	1		1	
	9			1			1		1	1	2		
	10				1	1		1	3		1	1	2
	11				1				2	1	1	2	
	12				1	1				4	2	1	
	13			1					4	1			3
	14				1	1	1	2	2		2		1
	15		1	1	1	1	1	2			4		
	16		1		1		1		4	1	3		
	17			1		1	2	2	1	1			
	18		1			2		4	1	2	2		
	19					1	1		1			1	1
	20				1				2		2	1	
	21			1		1	2		1	1		1	1
	22		1			1		1	3				
	23			1			1		2	2		2	
	24		1				2	1	3	1	3	1	
	25												
	26					1	1		3		1	1	
T O T A L		0	6	9	9	17	17	17	43	21	38	13	10

QUADRO 16 -(Continuação)

TRAT.	DIAS	6/2	8/2	12/2	15/2	19/2	22/2	27/2	5/3	12/3	19/3	26/3	1/4
	REP.												
B	1								1		3		
	2					1			1	1	4		1
	3					1			1	1	2		
	4		1	1		2	1	1	1	1	5		
	5				1		1	1			4		
	6					1	1		2		3		2
	7					2			1		6		
	8					1			2		2		
	9		1			1		1	3		4		3
	10			1		1	2				4		1
	11				1	2	1				1		2
	12		1			1	1				6		
	13		1	1		2	1		2	1	1		3
	14												
	15				1		1		1	2	1		3
	16							1	1		7		
	17					1	1	1	4		4		
	18				1	1	1	1	1	2	1		1
	19			1		1	2		3	1	2		
	20			1					2	4	8		2
	21				1	1		2			3	1	
	22					1		1		1	5	1	
	23				1		2		1	2	1	2	1
	24			1			1		2	1	1		2
	25						1	1	2		2		
	26			1		2				1	1	3	
T O T A L		0	4	7	6	22	17	10	31	18	81	7	21

QUADRO 16 - (Continuação)

TRAT.	DIAS	6/2	8/2	12/2	15/2	19/2	22/2	27/2	5/3	12/3	19/3	26/3	1/4
	REP.												
C	1												
	2							1	1				
	3						2		3	3	1		1
	4					1		1	2	1	1		1
	5			1					1		2		1
	6				1	1	2		1				1
	7	1		1			2		3		1		1
	8					2			2		2		
	9							1	1		1		
	10				1				3	2			
	11		1	1					1	1	3		1
	12				1			1	1	4			1
	13			1		2		1	3		1		1
	14					3		1	2	2			
	15			1		2		1	3	1	1		
	16		1	1	1	4			2				
	17			1	1				3	4	2		1
	18		1		1	1	1	1	3	2	2		
	19			1			1	1		3	2		
	20				1		2	1	2		3		1
	21			1		1	1		2	4			1
	22				1				3	1	4		2
	23				1	1	1	1	1	3			
	24			1		1				1	1		
	25			1		2		1	2	2	1		
	26				1	1	2		2	1			
T O T A L		1	3	11	10	22	14	12	47	35	28	0	13

QUADRO 16 - (Continuação)

TRAT.	DIAS	6/2	8/2	12/2	15/2	19/2	22/2	27/2	5/3	12/3	19/3	26/3	1/4
	REP.												
D	1				1		1		2	1			
	2								1				
	3					1			3				
	4				1		1		3	1			1
	5							1	3				2
	6			1		1			5				
	7						2		3				1
	8					1	2		1	2			
	9					2			2				1
	10							1	2		1		2
	11								6	1			2
	12							1	1				
	13							2	3		1		3
	14				1			1		1	3		2
	15					1		1	3	1			2
	16				1			1	1	1		1	
	17					1			2			1	2
	18					1		2	1			2	
	19								4			2	3
	20			1	1		2		2				
	21								3			2	
	22					1	1		1			2	
	23							1	1		1	2	
	24					1			1				
	25								2	1		2	
	26					1			3			2	
T O T A L		0	0	2	5	11	9	11	59	9	6	16	21

QUADRO 17 - Análise de variância com dados de altura das plantas do quadro 6.

C. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	3	3771.5097	1257,1699	5.72**
Resíduo	100	21984.5195	219.8451	
Total	103	25756.0293		
MÉDIA GERAL = 77,6826 CV = 19,08%				

MÉDIAS DE TRATAMENTOS ... (C/ERRO = 2,9078)

A = 83,8076

B = 74,5384

C = 83,0192

D = 69,3653

QUADRO 18 - Análise de variância dos dados de número de botões (quadro 7), com a transformação $Y' = \text{RAIZ}(Y + 0.0000)$

C.V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	3	41.9388	13.9796	4,44**
Resíduo	100	315.0374	3.1503	
Total	103	356.9763		
MÉDIA GERAL = 8,6619 CV = 20,49%				

MÉDIAS DE TRATAMENTOS ... (C/ERRO = 0.3480)

A = 8,9630

B = 8,4734

C = 9,4660

D = 7,7452

QUADRO 19 - Análise de variância com os dados de número de flores
obtidos do quadro 8, com a transformação $Y' = \text{RAIZ}$
($Y + 0.0000$)

C. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	3	5.9420	1.9806	1.93
Resíduo	100	102.7947	1.0279	
Total	103	108.7367		
MÉDIA GERAL = 5,2240 CV = 19.40%				

MÉDIAS DE TRATAMENTOS ... (C/ERRO = 0.1988)

A = 5,4823

B = 5,1401

C = 5,4011

D = 4,8727

QUADRO 20 - Análise de variância com dados de número de frutos com a transformação $Y' = \text{RAIZ}(Y + 0.5000)$, obtidos do quadro 9.

C. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	3	3.3517	1.1172	3.07*
Resíduo	100	36.4115	0.3641	
Total	103	39.7632		
MÉDIA GERAL = 2,7425 CV = 22.00%				

MÉDIAS DE TRATAMENTOS ... (C/ERRO = 0.1183)

A = 2,7924

B = 2,9540

C = 2,7660

D = 2,4576

QUADRO 21 - Análise de variância com os dados de peso de frutos
obtidos no quadro 10.

C. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	3	5238928.7695	1746309.5898	4.52**
Resíduo	100	38683908.0312	386839.0804	
Total	103	43922836.7812		
MÉDIA GERAL = 1485.4867 CV = 41.86%				

MÉDIAS DE TRATAMENTOS... (C/ERRO = 121.9771)

A = 1666.1834

B = 1672.5884

C = 1483.5226

D = 1119.6523

QUADRO 22 - Médias de distribuição do sistema radicular em peso
(gramas) nos tratamentos, dados originais.

TRAT. PROF. cm	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
0 - 5	63,39	59,61	53,95	21,54
5 - 10	52,54	23,80	47,11	22,78
10 - 15	13,11	6,80	13,58	13,37
15 - 20	2,52	1,91	2,57	2,52
20 - 25	0,43	0,55	0,43	0,86

QUADRO 23 - Análise de variância dos dados do quadro 22.

F. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Posição (P)	3	2314,789	771,599	3,70*
Profundidade (D)	4	30521,489	7630,372	36,52**
PXD	12	5644,278	422,035	2,02
Resíduos	60	12537,099	208,951	1,00
Total	79	50437,814		
C.V. (Res.) = 71,67%				

5 - DISCUSSÃO

O presente trabalho teve por objetivo verificar a influência da irrigação por gotejamento, aplicada em três níveis diferentes de intensidade de chuva, sobre a cultura de berinjela e comparar os efeitos desse método, com os da irrigação por sulcos de infiltração. O sistema de irrigação por sulcos exige recursos abundantes de água, devido a sua baixa eficiência, o que freqüentemente limita o cultivo de berinjela em áreas mais extensas. Essa baixa eficiência da irrigação por sulcos é causada pelas excessivas perdas no final do sulco e durante a distribuição da água.

O método de irrigação por gotejamento proporciona uma consubstancial economia de água, como acentuam LARKMAN (18) e DUNN(10). Isto ocorre porque no gotejamento não existe a perda no final do sulco e como a água não escoar pelo terreno, as perdas por distribuição praticamente não ocorrem (12). Dessa forma a irrigação por gotejamento poderia permitir o cultivo da berinjela em áreas maiores, sem problemas de limitação de água.

Aliando-se a essa vantagem do gotejamento as citadas por NOVAIS (23), verificou-se que esse método de irrigação apresenta grandes possibilidades para a cultura da berinjela, pois é mais econômico, tanto em água como em mão-de-obra e em gastos de implantação, não exigindo sistematização do terreno.

As afirmações de que a irrigação por gotejamento garante a obtenção de melhores rendimentos das culturas são realmente auspiciosas. Os dados obtidos no presente trabalho, concernentes ao número de botões, flores e frutos produzidos e que se acham nos quadros 7, 8 e 9, evidenciam as maiores produções dos tratamentos irrigados por gotejamento em relação ao irrigado por sulcos.

A análise de variância desses dados praticamente não de monstrou diferenças entre os vários tratamentos irrigados por gote jamento, contudo entre estes e o tratamento irrigado por sulcos as diferenças em geral foram significativas. No quadro 18 estão os resultados da análise de variância dos dados de número de botões obtidos no experimento, demonstrando que as diferenças foram altamente significativas ao nível de 1% de probabilidade. O tratamen to mais produtivo foi o de gotejamento à média intensidade (C) e o menos produtivo foi o tratamento de sulcos por infiltração (D).

Os dados do quadro 19, que apresentam a análise de variân cia para o número de flores produzidas, demonstram que não houve di ferenças significativas entre os tratamentos. Contudo os trata mentos irrigados por gotejamento foram os mais produtivos, pois o tratamento que mais produziu flores foi o de gotejamento à alta in tensidade (A) e o que menos produziu foi o de sulcos de infiltra ção (D).

A análise de variância dos dados de número de frutos está no quadro 20 e evidencia diferença significativa à 5% da probabili dade. O tratamento mais produtivo foi o irrigado por sulcos de in filtração (D). Nota-se que os tratamentos por gotejamento produ ziram mais.

Como os frutos colhidos foram pesados, os dados de produ ção em peso estão no quadro 10. A análise de variância desses da dos aparece no quadro 21, e pode-se verificar diferença altamente significativa entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade. O tratamento de gotejamento à baixa intensidade (B) foi o mais pro dutivo e o tratamento de sulcos de infiltração (D) o menos produ ti vo. Considerando-se a diferença entre esses dois tratamentos, verifica-se que a irrigação por gotejamento à baixa intensidade pro piciou um aumento de produção de 67%, em relação aos sulcos de in

filtração.

Os resultados verificados parecem confirmar as citações de REMER (24) e de GOLDBERG e SHMUELI (13), pois o método de gotejamento em todos os casos foi o que maiores produções proporcionou. Esta maior produção nos tratamentos irrigados por gotejamento deve-se provavelmente às melhores condições de aeração do solo propiciadas por esse método de irrigação. Isto confirma as citações de GOLDBERG e colaboradores (14), ao acentuarem que na irrigação por gotejamento o solo permanece não saturado e sempre bem arejado. O arejamento do solo é condição muito importante para que as raízes executem perfeitamente o trabalho de absorção da água e dos nutrientes do solo como destacam BUCKIGHAM e BRADY (6). A falta de ar do solo deve ter impedido que as raízes das plantas irrigadas por sulcos absorvessem maior quantidade dos adubos aplicados, confirmando assim as citações de BAVER e FARNSWORTH (2).

A produção de frutos em peso nos tratamentos irrigados por gotejamento, embora a análise de variância não tenha mostrado diferenças significativas, foi maior no tratamento de gotejamento de baixa intensidade. A produção maior desse tratamento confirma os resultados obtidos por MANFRINATO (19) quando trabalhou com tomates. Ao que parece, irrigando-se com gotejamento à baixa intensidade, o perfil do solo se manteve na capacidade de campo, não prejudicando a aeração do solo. Se o tratamento B tivesse tido uma intensidade de chuva menor, talvez melhores fossem as condições de aeração do solo e essas diferenças entre tratamentos de gotejamento fossem significativas. Contudo, o importante é que irrigando-se com gotejamento à baixa intensidade de chuva, os rendimentos de produção de frutos foram bem melhores que os da irrigação convencional da berinjela, feita por sulcos de infiltração. E mesmo dentro dos tratamentos de gotejamento, o de baixa intensida-

de da chuva foi o mais produtivo.

A influência dos tratamentos sobre a altura das plantas pode ser observada no quadro 6. A análise de variância desses dados, no quadro 17 demonstra diferença altamente significativa ao nível de 1% de probabilidade. O tratamento que apresentou plantas mais altas foi o de gotejamento à alta intensidade de chuva, seguindo-se o gotejamento à média intensidade, gotejamento à baixa intensidade e finalmente o de sulcos de infiltração. A altura mais elevada das plantas irrigadas a maiores intensidades, ao que parece foi devida à grande exigência de água pela cultura. Observando-se os dados, verifica-se que apenas no tratamento de gotejamento à baixa intensidade, a altura média das plantas aproximou-se do normal da variedade Santa Genebra, que é, segundo BERNARDI (4), de 75 centímetros. Justamente nesse tratamento as plantas foram mais produtivas, talvez pelo melhor equilíbrio no seu metabolismo. As figuras 8 e 9 mostram aspectos do experimento.

O estudo da distribuição do sistema radicular da berinjela no perfil do solo mostrou-se em todos os tratamentos mais ou menos homogêneo. Os dados apresentados nos quadros 11 e 12 permitiram a análise de variância exposta no quadro 23. Ao observar os resultados de porcentagem acumulada de raízes no perfil do solo, dados em relação ao peso, verificou-se que nos tratamentos irrigados por gotejamento 99% das raízes ocorrem na profundidade de 0 a 25 centímetros. No tratamento irrigado por sulcos de infiltração, essa porcentagem acumulada de raízes ocorreu na profundidade de 0 a 25 centímetros. No tratamento irrigado por sulcos de infiltração, essa porcentagem acumulada de raízes ocorreu na profundidade de 0 a 30 centímetros. Pelas observações feitas nos sistemas radiculares, verificou-se que as raízes das plantas irrigadas por gotejamento apresentaram-se mais concentradas que as irrigadas por sulcos, o que já

se esperava pois a água lhes era fornecida junto ao colo das plantas. As figuras 10 e 11 mostram aspectos do sistema radicular de algumas plantas. Talvez se o gotejamento tivesse sido feito de 15 a 20 centímetros do colo das plantas, essa concentração das raízes não tivesse ocorrido e elas pudessem explorar maior volume de solo, tendo melhores possibilidades de produção.

A análise de variância dos dados de distribuição do sistema radicular demonstra diferença significativa à 5% de probabilidade, entre os tratamentos na posição de 0 a 5 centímetros de profundidade, e significativa à 1% de probabilidade, entre 5 a 10 centímetros. Como se verifica, as raízes se localizavam próximas da superfície do solo, o que explica a grande exigência de água pelas plantas.

De posse dos dados relativos à distribuição do sistema radicular, verificou-se que a profundidade de irrigação de 40 centímetros adotada neste trabalho foi maior. Não havia dados de distribuição do sistema radicular no perfil do solo para a cultura de berinjela.

Os dados de precocidade apresentados nos quadros 13, 14, 15 e 16 evidenciam que os tratamentos irrigados por gotejamento foram mais precoces. Não foi feita análise estatística desses dados, pois como a variedade Santa Genebra é precoce (3), não se esperavam diferenças. Contudo as observações feitas, como demonstram os resultados, parecem induzir que mesmo em variedades precoces o gotejamento encurta o ciclo vegetativo, confirmando dessa forma GOLDBERG e SHMUELI (12).



Fig. 8 - Aspecto do tratamento de gotejamento à baixa intensidade



Fig. 9 - Aspecto do tratamento de sulcos de infiltração.



Fig. 10 - Aspecto do sistema radicular de plantas do tratamento C.



Fig. 11 - Aspecto do sistema radicular de plantas do tratamento D.

Outra preocupação foi a obtenção de dados de consumo de água pelas plantas e, de intervalo entre irrigações para a cultura de berinjela, pois esses dados são de excepcional valor para o técnico que projeta irrigação. Dessa maneira com os gráficos de controle do experimento apresentados na figura 7, obtiveram-se os seguintes dados de consumo de água expressos em milímetros por dia: tratamento A = 5,9; B = 6,8; C = 6,0 e D = 5,6. O tratamento que mais água consumiu foi o B, isto é, gotejamento à baixa intensidade de chuva, justamente o mais produtivo. O que menos água consumiu foi o D, sulcos de infiltração, que foi o menos produtivo. Entre os tratamentos irrigados por gotejamento, observa-se que há um aumento contínuo no consumo de água pelas plantas, a medida que há redução na intensidade de gotejamento.

Deve-se frisar que em várias oportunidades o consumo de água pelas plantas elevou-se muito chegando a atingir 10 milímetros por dia. Isto ocorreu em todos os tratamentos, talvez pelas condições meteorológicas.

O intervalo médio observado entre irrigações foi de 4 dias para todos os tratamentos. O número de irrigações efetuadas em cada tratamento foi de 22 para o A, 23 para o B, 25 para o C e de 11 irrigações para o D. A eficiência de irrigação adotada para todos os tratamentos de 80%, mostrou-se pequena para a irrigação por gotejamento. Não se encontram na literatura dados sobre a eficiência da irrigação por gotejamento mas, apenas citações de que ela é mais eficiente, o que determinou a adoção do valor de 80% para todos os tratamentos.

6 - CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos e analisados, e nas condições aqui estudadas, chegou-se às seguintes conclusões:

- 1) A irrigação por gotejamento quando aplicada à cultura de berinjela, Solanum melongena, L., mostrou-se mais produtiva que a irrigação por sulcos de infiltração, método convencional para essa cultura.
- 2) A irrigação por gotejamento à baixa intensidade de chuva foi a que mais produziu frutos, isto é, aquela em que houve maior rendimento.
- 3) A distribuição do sistema radicular no perfil do solo, para os tratamentos irrigados por gotejamento, apresentou quase a totalidade das raízes na profundidade de 0 a 25 centímetros.
- 4) A distribuição do sistema radicular, no perfil do solo, no tratamento irrigado por sulcos de infiltração, apresentou quase a totalidade das raízes na profundidade de 0 a 30 centímetros.
- 5) As raízes das plantas permaneceram mais concentradas na camada de 5 a 10 centímetros de profundidade.
- 6) As plantas cresceram mais nos tratamentos irrigados por gotejamento, atingindo a altura padrão da cultura, isto é, 75 centímetros no de baixa intensidade de chuva.
- 7) O intervalo médio entre as irrigações para todos os tratamentos foi de 4 dias.
- 8) Como sugestão, a irrigação por gotejamento deve ser feita à pequena distância do colo das plantas, a fim de que as raízes possam explorar maior volume de solo.
- 9) Os tratamentos de gotejamento revelaram-se mais precoces que os de sulcos de infiltração.

7 - RESUMO

A irrigação por gotejamento, que vem nos últimos anos evoluindo muito em Israel, apresenta excepcionais vantagens em relação aos métodos convencionais de irrigação.

Através de um experimento instalado no "campus" da Faculdade de Engenharia de Limeira, estudou-se o comportamento da cultura da berinjela, Solanum melongena, L., perante essa irrigação e comprovou-se com a irrigação por sulcos de infiltração, método comum a essa cultura. Ao mesmo tempo, testou-se a irrigação por gotejamento a diferentes intensidades.

Os resultados obtidos demonstraram que a irrigação por gotejamento à baixa intensidade de chuva foi a que apresentou maiores rendimentos, confirmando aqueles obtidos em outros países. Esta maior produção está de acordo com os pesquisadores que defendem a tese de que a aeração do solo não prejudicada durante o gotejamento, permite maiores rendimentos.

O consumo médio de água pelas plantas foi maior nos tratamentos irrigados por gotejamento do que no de sulcos de infiltração. Esse consumo foi de 6,8 mm/dia, 6,0 mm/dia, 5,9 mm/dia e 5,6 mm/dia respectivamente para os tratamentos de gotejamento à baixa intensidade de chuva, gotejamento à média intensidade, à alta intensidade e para o de irrigação por sulcos de infiltração.

O intervalo médio entre as irrigações foi de 4 dias. A profundidade do sistema radicular das plantas ficou concentrada na profundidade de 0 a 25 centímetros nos tratamentos de gotejamento e de 0 a 30 centímetros no de sulcos de infiltração.

Os tratamentos irrigados por gotejamento foram protegidos por abrigos cobertos de lâmina plástica transparente aos raios solares, a fim de não sofrerem influência das precipitações atmosféricas, o que poderia mascarar o efeito dessa técnica nas condições experimentais.

8 - SUMMARY

Drop irrigation method, which has been much developed, lately, in Israel, presents exceptional advantages in relation to the conventional methods.

Through an experiment, installed on the campus of the Engineering Scholl of Limeira S.P., the behavior of the eggplant studied and compared to the furrow irrigation which is the common method used in this culture. As the same time the drop irrigation was tested at different intensities.

The obtained data showed that the drop irrigation, at low intensity of rain was the one that presented the best results underlying the results obtained in other countries. This increased production was in accordance to the researchers who defended the thesis that the aeration of the soil is not disturbed during dripping, permitting larger profit.

The medium evapotranspiration by the plants was greater in the drop irrigation treatment than in those using furrow irrigation.

This medium evapotranspiration by the plants was greater in the drop irrigation treatment than in those using furrow irrigation.

This evapotranspiration was 6.8 mm/day; 6.0 mm/day; 5.9 mm/day and 5.6 mm/day respectively for the low, medium, high intensity rain drop irrigation and for the infiltration furrow irrigation.

The medium interval between the irrigation was of 4 days.

The depth of the root system was concentrated from 0 to 25 cm in the drop irrigation treatments and from 0 to 30 in the

infiltration furrow irrigation treatment.

The drop irrigated treatments were protected by plastic film shelters, transparent to the sun light, so that they would not suffer any atmosphere precipitation influence which could possibly mask the effects of this technique in experimental conditions.

9 - BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1) BARRETO, G.B. Irrigação: princípios, métodos e prática. Instituto Agronômico de Campinas, São Paulo. 1966. 178p.
- 2) BAVER, L.D. e FARNS WORTH. Soil structure affects in the growth of sugar bets. Soil Science Society of American Proceedings. 37 (): 249-256. 1947.
- 3) BERNARDI, J.B. Instruções para a cultura da berinjela. Campinas, Instituto Agronômico, 1965. 7 fls. (Mimeografado).
- 4) ———. Cultura da beringeja. O Agrônomo. Instituto Agrônomo de Campinas, São Paulo. 19 (11 e 12): 11-30. 1967.
- 5) BLACK, J.D.F. The basis of trickle irrigation. The Irrigation Farmer, Australia. 7(4): 14-15. 1971.
- 6) BUCKMAN, H.O. e BRADY, N.C. Natureza e propriedades dos solos. Livraria Freitas Bastos S.A., Rio de Janeiro, G.B. 1966. 594p.
- 7) CAMARGO, A.P. Instruções agrícolas para o Estado de São Paulo, Instituto Agronômico, Campinas, S.P. 1967. 40p.
- 8) CAMARGO, O.A. Elementos de pedologia. Capítulo 7. Aeração. 85-91. Editora Universidade de São Paulo, São Paulo. 1972. 459p.
- 9) DAKER, A. A água na agricultura. Irrigação e Drenagem (Vol.3º). Livraria Freitas Bastos S.A., Rio de Janeiro, G.B. 1970. 453 p.
- 10) DUNN, J.S. Trials with trickle irrigation. Extension Bulletin of the New Zealand Agricultural Engineering Institute Lincoln College, University of Canterbury, New Zealand. 1970. 16 p.
- 11) FORBES, I.G. Developments in gorwing glass house tomatoes. New Zealand Journal of Agriculture. New Zealand. 101 (5): 459-469. 1960.

- 12) GOLDBERG, D. e SHMUELLI, M. El riego por goteo. Un método para mayor producción agrícola bajo condiciones de aguas salinas e suelos adversos. Serviço de Extensão Agrícola, Israel. 1970. 27p. (Mimeografado).
- 13) ———, ———. El riego por goteo. Un método apropiado para condiciones áridas y de suelos y aguas de elevada salinidad. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. 1970. 18p. (Mimeografado).
- 14) GOLDBERG, S.D., RINOT, M. e KARU, N. Effect of trickle irrigation intervals on distribution and utilization of soil moisture in a vineyard. Soil Science of America Proceedings. 35(1): 127-130. 1971.
- 15) GOLDBERG, D. e GORNAT, B. Trickle irrigation. A new approach to irrigation, totally dependent on plastic polymer materials. International Commission on Irrigation and Drainage, Eighth Congress, Nova Delhi, India. R14. (Question 28.1) - 28.1.199 - 28.1.210. 1971.
- 16) ———, ———. Agricultural aspects of drip irrigation. The Farmer Irrigation, Australia 7(4): 15-17. 1971.
- 17) ISRAELSEN, O.N. e HANSEN, V.E. Irrigation principles and practices. John Wiley e Sons, Inc. New York. 1962. 44p.
- 18) LARKMAN, B.H. Trickle irrigation - a new concept to increase profitability. The Irrigation Farmer, Australia. 7(5): 11-15. 1971.
- 19) MANFRINATO, H.A. A influência da intensidade de chuva na disponibilidade da água do solo às plantas. Tese de Livre-Docência apresentada à E.S.A. "Luiz de Queiroz", U.S.P., Piracicaba. 100p. 1970.
- 20) MEES, G.G. e WEATHERLEY, P.E. The mechanism of water absorption by roots. Proc. Roy. Soc. B, 147-367. 1957.

- 21) MORETTI, Fº, J. Cálculo da unidade do solo para os projetos de irrigação. Boletim Técnico Científico. ESALQ, 8, 10 p. 1962.
- 22) NORTHCOTT, R.K. e CROSS, D.M. Trickle irrigation. New Zealand Journal of Agriculture, New Zealand. 122(6): 20-23. 1971.
- 23) NOVAIS, F. Uma nova técnica de irrigação por infiltração (gotejamento) já implantada no planalto central. Anais do II Seminário Nacional de Irrigação, Porto Alegre. 320-322.1970.
- 24) PACKARD, J.N. Trickle irrigation works for profit. The Farmer Irrigation, Austrália. 8(): 69. 1972.
- 25) REMER, E.D. Drip irrigation for vegetables. The Farmer Irrigation, Austrália. 7(4) 22. 1971.
- 26) SHEARD, G.F. Trickle irrigation and water requeriment. Agriculture, London. LXII (9): 413-416. 1955.
- 27) SWAN, B e COFFMAN, C.R. A description of trickle irrigation. The Farmer Irrigation, Australia. 7(6): 11-15. 1971-1972.
- 28) VIEIRA, D.B. Contribuição ao estudo do aproveitamento hidroagrícola da bacia do rio Piracicaba. Dissertação do Mestrado apresentada à Escola de Engenharia, U.S.P. São Carlos. 200 p. 1970.