

EFETO DO POTENCIAL DE ÁGUA NO SOLO E NÍVEIS DE ADUBAÇÃO SOBRE
A CULTURA DO TOMATE (*Lycopersicon esculentum*, Mill).

Fausto de Mello Monteiro Filho

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA AGRÍCOLA, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO
DO GRAU DE MESTRE.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ.

Fortaleza - Ceará

Esta Dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Agrícola, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se a disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Fausto de Mello Monteiro Filho

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 8.9.82

José Matias Filho
Orientador da Dissertação

Luiz Carlos Uchoa Saunders

Paulo Teodoro de Castro

À meus pais,
pelos sacrifícios a meu favor

À minha esposa e filha
pelo apoio que me concedem

À meus irmãos
pela amizade, apoio e compreensão

D E D I C O

AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus agradecimentos às seguintes pessoas e instituições:

Ao professor JOSÉ MATIAS FILHO, pela sua amizade, dedicação e orientação.

Aos professores Luiz Carlos Uchoa Saunders, Paulo Teodoro de Castro, Raimundo Pontes Nunes, José Ferreira Alves e José Higino Ribeiro dos Santos pelas sugestões e apoio na fase de desenvolvimento do trabalho.

À UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO, pela oportunidade concedida para a realização do Curso de Mestrado.

À UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, pelo treinamento recebido.

Ao Programa de Instituição e Capacitação de Docentes (PICD) pela bolsa de estudo concedida.

À Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura por proporcionar os recursos necessários à execução do projeto, através do Convênio CNPq/FCPC - DESSALINIZAÇÃO.

A todos que de algum modo Contribuíram para a elaboração deste trabalho.

SUMÁRIO

	<u>Página</u>
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xii
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO DA LITERATURA</u>	3
2.1 - <u>Aspectos gerais da umidade do solo e suas disponibilidades para as plantas</u>	3
2.2 - <u>Necessidades hídricas e comportamento da cultura</u>	
2.3 - <u>Solo e adubação</u>	4
3 - <u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	7
3.1 - <u>Caracterização da área experimental</u>	11
3.2 - <u>Sistema de adução e distribuição da água de irrigação</u>	18
3.3 - <u>Tratamentos</u>	21
3.3.1 - <u>Níveis de umidade e irrigação</u>	21
3.3.2 - <u>Níveis de adubação</u>	23
3.3.3 - <u>Variedades</u>	25
3.4 - <u>Condução da cultura</u>	26
3.4.1 - <u>Produção das mudas e transplântio</u>	26
3.4.2 - <u>Tutoramento e amarrio</u>	27
3.4.3 - <u>Desbrota e tratamento fitossanitário</u>	28
3.4.4 - <u>Colheita</u>	28
3.5 - <u>Delineamento e esquema experimental</u>	30
4 - <u>RESULTADO E DISCUSSÃO</u>	32
4.1 - <u>Aspectos gerais da umidade do solo e sua disponibilidade as plantas</u>	32

	<u>Página</u>
4.2 - <u>Níveis de adubação</u>	35
5 - <u>CONCLUSÕES</u>	40
6 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	49

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
01	Dados metereológicos da área experimental, <u>m</u> édias mensais - 11 anos	12
02	Características físico-hídricas do solo da área experimental.....	15
03	Características químicas do solo da área <u>ex</u> perimental	19
04	Parâmetros de irrigação para a camada <u>super</u> ficial de 0-30cm.	22
05	Parâmetros de irrigação para a camada <u>super</u> ficial de 0-60cm.	24
06	Doses de adubação aplicadas no experimento...	25
07	Análise de variância do parâmetro <u>produção</u> dos frutos de tomate.....	42
08	Produção média de frutos t/ha, relativa aos níveis de umidade e adubação.....	42
09	Análise de variância do parâmetro <u>peso médio</u> dos frutos	43
10	<u>Peso médio</u> dos frutos, em g, relativo aos <u>ní</u> veis de umidade e adubação.....	43
11	Análise de variância do parâmetro <u>número</u> de frutos por planta.....	44
12	<u>Número médio</u> de frutos por planta relativo	

TABELA

Página

	aos níveis de umidade e adubação	44
13	Análise de variância do parâmetro peso dos frutos por planta	45
14	Peso médio dos frutos por planta, em g, relativo aos níveis de umidade e adubação.....	45
15	Valores médios de produção obtidos fixando-se o nível zero(0) de adubação.....	46
16	Valores médios de produção obtidos fixando-se o nível um(1) de adubação.....	47
17	Valores médios de produção obtidos fixando-se o nível dois(2) de adubação.....	48

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
01	Distribuição da precipitação na Fazenda Experimental do Vale do Curu.....	13
02	Distribuição das temperaturas na Fazenda Experimental do Vale do Curu.....	14
03	Curva característica da água do solo. Profundidade de 0-30cm.	16
04	Curva característica da água do solo. Profundidade de 30-60cm.	17
05	Delineamento experimental e sistema de distribuição da água de irrigação	20
06	Detalhe da parcela experimental.....	29
07	Produção das variedades de tomate nos três níveis de umidade, fixando-se o nível de adubação A_0	36
08	Produção das variedades de tomate nos três níveis de adubação, fixando-se o nível de irrigação U_2	39

RESUMO

Mediante a utilização de diferentes potenciais de água no solo, (energia livre de Gibbs) correspondentes a três: (3) níveis de irrigação e variação dos níveis de adubação, em três (3) variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) este trabalho objetiva estudar os diferentes comportamentos da cultura, durante seu ciclo, empregando o esquema fatorial 3^3 , com confundimento, com duas (2) repetições.

Analísou-se a Produção de frutos (t/ha), o Peso médio dos frutos (g), o peso dos frutos por planta (g), e o número dos frutos por planta, em um aluvião eutrófico, profundo, com elevados teores de areia fina e silte, segundo o Laboratório de Solos do Centro de Ciências Agrárias da UFC.

O clima da região, segundo a classificação climática de KOEPEN recebeu a denominação de AW', caracterizando-se por apresentar temperatura média acima de 18°C. A precipitação pluviométrica e a temperatura, durante o período experimental registraram valores críticos de 8,12mm e 28°C, respectivamente.

Os resultados obtidos, permitiram verificar que os níveis de umidade caracterizados por apresentar percentuais de água disponíveis mais elevadas no solo, provocaram efeitos estatisticamente diferentes em relação aos níveis com menores disponibilidades, quando se observou os diversos parâmetros testados, sobre a cultura do tomateiro.

Da mesma forma, os níveis de adubação envolvendo os elementos básicos à nutrição desta cultura, permitiram inferir várias conclusões a respeito dos parâmetros estudados. O

nível com maiores proporções desses elementos no solo, com variações dos níveis de umidade, contribuíram para ocorrência de resultados significativamente diferentes em relação aos níveis em que estas proporções foram alteradas.

ABSTRACT

The objective of the present work was to study the behavior of three varieties of tomatoes (*Lycopersicum esculentum*, Mill) under different levels of water potentials levels of irrigation and three (3) levels of fertilization. The experimental design was a factorial 3^3 , with two replications.

The plant parameters analysed were: yield of fresh fruit (ton/ha), average weight of fruits (g), weight of fruits/plant and number of fruits/plant.

The results shown that high levels of available soil water produced effects statistically significant in relation to the plant parameters studied, as compared to lower levels of soil water availability. In relation to fertilization levels, the results indicated that the levels with higher proportion of basic elements required to plant nutrition, were statistically different.

INTRODUÇÃO

O tomateiro tem sua origem na região dos Andes na America do Sul, de clima favorável ao seu cultivo, com altitude variando de 800 a 1000mm. Pertence a família das Solana ceas, genero *Lycopersicum*, sendo a espécie *Lycopersicum esculentum*, Mill, a mais cultivada devido ao seu grau de adaptabilidade climática, podendo seu crescimento atingir até 2,50m de altura.

Constitui-se no Brasil, como uma das principais hortaliças de expressão econômica, sendo as Regiões Serranas, a melhor opção para sua exploração, não só pela sua capacidade de produção, como também pelo seu elevado valor nutritivo.

Um dos fatores que limita a produção dos cultivos, de uma maneira geral, é a suplementação total ou parcial das necessidades hídricas, pois a deficiência de água nas fases críticas da cultura, provoca então, problemas irreversíveis na fisiologia vegetal.

A densidade demográfica e a demanda por alimentos, aliados ao custo atual da terra, capital necessário à exploração agrícola, envolvendo preparo do solo, adubação e controle fitossanitário, impõe um regime de exploração econômico, não permitindo que a produção final fique na dependência de uma precipitação oportuna. Assim sendo, a mentalidade dos empresários agrícolas tem mostrado interesse por uma produção mais segura e produtividade mais elevada, pela técnica de irrigação.

A exploração do tomateiro tutorado no Ceará, está consideravelmente limitada nas regiões produtoras, devido as adversidades das características climáticas.

As informações gerais sobre a cultura, são bastante restritas devido ao período relativamente curto de sua exploração no estado. Isto torna necessário a implantação de técnicas de outras regiões produtoras, que pouco se adaptam às condições locais, propiciando resultados insatisfatórios.

Objetivando o alcance de maiores produtividades, o presente trabalho, em linhas gerais, tem por escopo estudar o comportamento da cultura do tomate tutorado, quando submetido a diferentes níveis de umidade no solo e adubação.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - Aspectos gerais da umidade do solo e sua disponibilidade para as plantas.

A arte de irrigar existe desde os tempos mais remotos. No transcurso de sua história, as civilizações têm sofrido grande influência com a evolução dessa arte, e muitas delas têm se desenvolvido sobre terras irrigadas. A maioria dos especialistas em estudos de irrigação estão convencidos da duração indefinida desse desenvolvimento sempre que ela for praticada racionalmente, proporcionando elevadas produtividades. Isto só será possível se durante o ciclo da cultura, a umidade do solo não descer a níveis mínimos que possam ser limitantes ao desenvolvimento normal das plantas. Deverá haver sempre, portanto, um teor de umidade no solo que seja adequado a cada uma das diferentes fases de desenvolvimento da cultura, notadamente aquela em que as plantas realizam um trabalho de transformação mais intenso. Pelos estudos realizados até hoje, sabe-se que a umidade no solo estará disponível para a totalidade das plantas cultivadas, sempre que seu teor esteja entre os limites de capacidade de campo e ponto de murchamento permanente.

VEIHMEYER & HENDRICKSON (1950) postularam que a umidade do solo, está igualmente disponível dentro desse intervalo, em contradição aos conceitos de outros pesquisadores que ultimamente têm demonstrado que o crescimento das plantas responde diferentemente aos vários níveis de umidade.

RICHARDS & WALDLEIGH (1952), por exemplo, encontraram evidências de que a disponibilidade de água às plantas decresce com a diminuição da umidade no solo e que a planta

pode sofrer deficiência de água e redução do crescimento antes de alcançar a umidade de murchamento. Deve-se procurar o máximo de tensão que cada cultura pode suportar sem que a produtividade seja afetada. Observa-se que a produção diminui quando a tensão está bem abaixo de 15 atm, correspondente à umidade de murchamento, portanto, ainda no intervalo de disponibilidade.

HOUK (1951) também afirma que a quantidade de água no solo, disponível ao crescimento das plantas, em dado momento, é a diferença entre o conteúdo atual de água (considerando profundidade efetiva do sistema radicular) e a umidade de murchamento, sendo que a quantidade total de água útil, vai da capacidade de campo à umidade de murchamento, dependendo das características deste e não sendo influenciada pela espécie de cultivo ou pelo clima. De um modo geral, a umidade disponível no solo varia entre 5% e 20% do peso do solo seco, conseguindo a maioria dos solos irrigados armazenar sob forma disponível cerca de 25 a 75 mm de coluna de água, em cada 30 cm de profundidade.

2.2 - Necessidades hídricas e comportamento da cultura

O tomateiro é uma planta herbácea de ciclo relativamente curto, que exige água durante todo seu ciclo, como também, responde satisfatoriamente à diversas variações de umidade no solo.

SILVA (1972) avaliou a influência da umidade do solo sobre a cultura do tomateiro em um Latossolo Vermelho Escuro, usando um tratamento em torno de 50% de umidade disponível e verificou que houve uma melhor resposta, tanto no aumento de produtividade, quanto na qualidade dos frutos. Para todo o ciclo da cultura foi computado um consumo de água médio diária de 2,90mm pela planta em função do teor de umida

de no solo.

Segundo CANNEL & BINGMAM (1961) valores menores que 0,2 atm de tensão hídrica, são prejudiciais à cultura do tomateiro, existindo uma faixa ótima de disponibilidade de água. Esta faixa situa-se entre 0,2 e 0,8 atm, consumindo a planta 2,5 a 7 mm por dia. BOWER et alii (1975) chegaram a idênticos resultados. As variações que ocorrem dentro desse intervalo são devidas ao tipo de solo, cultivares, temperatura do ar e do solo, umidade relativa, velocidade do vento, etc.

A frequência de irrigação depende da umidade do solo e da quantidade de água a ser aplicada. Irrigações muito frequentes, estimulam a formação de raízes superficiais, o que pode causar transtornos se houver um período de seca. As raízes neste caso tornam-se mais sensíveis à falta de água e mais sujeitas às injúrias por implementos agrícolas.

O excesso de água no solo com diminuição do teor de O_2 , ausência de CO_2 e interrupção do fluxo no xilema por subprodutos dos microorganismos, também prejudica as raízes e a produção. Com o abaixamento do teor de O_2 as raízes perdem potássio e o CO_2 penetra nas raízes provocando murchamento e a paralização do crescimento da planta, JACKSON (1956).

Além disso, CELMAN (1947), afirma que a umidade em excesso faz com que o tomateiro se torne mais susceptível à invazão de vírus.

O período de falta de água afeta nitidamente a qualidade do tomate produzido. No tomate cultivado em estufa, para consumo "in natura", a planta se desenvolve melhor quando o teor de umidade no solo é mantido próximo a capacidade de campo, SALTER (1954).

Segundo CORDNER (1942) as irrigações leves causando muitas variações de umidade na superfície do solo, são muito prejudiciais à frutificação, e permanecendo a cultura sob

prolongado stresse de umidade, acarretará um evidente prejuízo à produção.

As irrigações leves e frequentes, segundo KNOTT (1957) não conduzem o solo ao estado de saturação útil, provocando maior evaporação e aumento do custo por unidade de volume de água efetivamente aproveitada pela planta.

Trabalho conduzido por VITTUM et alii (1962) evidenciou que quando a disponibilidade de água no solo se reduz a 50%, aumenta o Ph e diminui a acidez total, sólidos totais, sólidos solúveis e a cor vermelha dos frutos.

A escassez de água, citado por EMMERT & BALL, (1933) afeta também a nutrição do tomateiro. Em condições de seca, as plantas acumulam nitrato diminuindo o teor de fósforo e aumentando o teor de potássio.

O acúmulo de nitrato deve-se talvez à redução na sua taxa de utilização, em virtude da redução de água e fósforo, pois a planta, mesmo em condições de seca, continua a absorver nitrogênio, embora em menor quantidade, EMMERT (1936).

Após um período de murchamento, devido a falta de água, a planta se recupera a sua forma normal 3 a 4 dias após o restabelecimento do nível de umidade no solo, KRAMER (1950).

Com relação a firmeza, os frutos de plantas sob condições mais úmidas, são mais macios que aqueles produzidos em condições mais secas, SHAFSHAK & WINSOR (1964).

Além da qualidade do fruto a umidade do solo afeta também a quantidade de água em toda a planta, e mais precisamente no suco celular.

BELIK (1960) entende que a concentração do suco celular é um bom parâmetro para determinar a necessidade de água pela planta. Entretanto, GARCIA (1973) discorda totalmente

dessa afirmativa, concordando somente para casos de tensão hídrica elevada, (15 atm).

2.3 - Solo e adubação

A fertilidade do solo não só afeta o crescimento da planta, mas também a qualidade do fruto. Em solos com pouca matéria orgânica, má drenagem, Ph baixo, ou com baixo teor de potássio, a qualidade do fruto torna-se prejudicada, HESTER, apud HESTER & KOHMAN (1940).

No que se refere à acidez, esta cultura produz melhor em solos com Ph variando de 5,0 a 7,5, COOPER (1972). O Ph baixo afeta consideravelmente o desenvolvimento das raízes, prejudicando sensivelmente a absorção de água e nutriente, influenciando diretamente na produção e na qualidade do tomate, DOSS et alii (1977).

O efeito negativo do Ph sobre o desenvolvimento das raízes pode estar ligado ao alumínio trocável, pois, sendo o tomateiro sensível a esse elemento, é considerada uma planta indicadora da presença de alumínio no solo, FOY et alii (1975).

Com relação ao nitrogênio, é considerado como elemento essencial ao tomateiro, sendo a sua aplicação um tanto problemática, uma vez que é influenciado por vários fatores, tais como a forma de nitrogênio usada. Assim, o $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dá melhor resultado sobre a produtividade, que outras formas de N, sendo a ureia uma exceção, cuja eficiência aproxima do sulfato de amônia, LORENZ et alii (1972). CAMPOS et alii (1963) obtiveram resultados idênticos, concluindo que o sulfato de amônia proporciona maior rendimento, porém, não obtiveram, contudo, menor ganho de matéria seca, bem como, menor desenvolvimento das raízes e brotos laterais, em tratamentos com NH_4 , comparado com NO_3 .

A absorção de nitratos pelas raízes do tomateiro, parece ser maior pelos processos passivos, do que pelos ativos. A absorção passiva é responsável por 2/3 do nitrato absorvido, parecendo existir uma correlação entre absorção de água e NO_3 , embora não sendo essa relação linear, conforme JENSEN (1962).

O crescimento do caule e da folha é bastante influenciado pelo nitrogênio, por conseguinte, a pequena dose nitrogenada, além de diminuir a produção, a retarda, ADAMS et alii (1973). A maior resposta ao suprimento de N, se verifica nas folhas mais que nas raízes, GOMEZ-LEPE & ULRICH, (1974).

Para o desenvolvimento do tomateiro é necessário a presença de N, P e K, sendo N e P essenciais ao crescimento inicial, TIENSSEN & CARLOLUS (1963). A presença de N é imprescindível no estágio inicial de desenvolvimento das raízes. Além do crescimento, o N influi na formação de botões florais, no desenvolvimento e maturação dos frutos, WHITE (1938). As plantas deficientes em N, possuem esses órgãos bastante reduzidos e a sua carência provoca um aumento no período de maturação dos frutos.

O fósforo reduz a acidez, teor de K e a condutividade específica nas plantas e quase não influi nos açúcares. A combinação de altos níveis de P e baixos de K, podem diminuir o problema de frutos que amadurecem irregularmente, (frutos manchados, cerosos e com fundo verde). DAVIES & WINSOR (1967). Mas, uma adubação excessiva com P pode reduzir a qualidade do tomate, WINSOR & LONG (1968).

Muitos solos, principalmente os limosos, quando deficientes em P, respondem a aplicação de grande quantidade de superfosfato, e quando são aplicados 2000 kg de P_2O_5 /ha, tanto o solo como o tomateiro, apresentam bom teor de P, até o final do ciclo da cultura, INGRAM et alii (1943). A aplicação do fósforo, em cobertura, reduz a concentração de ferro,

manganês e cálcio. O fósforo pode induzir também a deficiência de zinco, reduzir o teor de molibidênio e diminuir a absorção de manganês, BINGHAM (1963).

Não se observou em tomate, o conhecido antagonismo entre o fósforo e cobre. Porém, com altas quantidades de fósforo no solo, os teores de cálcio, potássio, nitrogênio, cobre, manganês e zinco, variam com a temperatura e a umidade do solo, CANNEL et alii (1963).

Existe uma importante relação entre o tamanho do fruto e o teor de fósforo no solo. Os frutos pequenos, com maior capacidade de crescimento e metabolismo, apresentam maior teor de P, ARNON et alii (1940).

A absorção de P pelo tomateiro, está ligada ao potencial hídrico do solo, e qualquer alteração desse potencial, afeta seu equilíbrio na planta, GREENWAY et alii (1969). O distúrbio nutricional provoca um decréscimo, porém a absorção e translocação de fósforo podem também estar ligados à diferença do potencial hídrico entre a parte aérea e as raízes.

Segundo CANNEL et alii (1960) nos solos secos, as plantas apresentam maior concentração de fósforo no tecido, sendo que isso, pode ser devido ao menor crescimento da planta, quando há um regime de deficiência de água.

O fósforo é absorvido em proporção diferente pelas variedades de tomateiro. Algumas, chegam a ter 55% de P a mais do que outras, oito semanas após a germinação, PANDITA & ANDREW (1967).

O potássio, é um elemento que participa de inúmeras reações químicas (atividades enzimáticas e outras), sendo sua presença, essencial para o desenvolvimento vegetal.

A aplicação de adubos potássicos aumenta o teor de ácidos totais e os índices de refração e condutividade térmi

ca do suco do tomate. Aumentando a concentração de K, há um aumento de carotenóide e licopeno, ocorrendo um decréscimo de beta caroteno, TRUDEL & OZBUN (1971). Há uma correlação inversa entre o teor de clorofila e carotenóide durante a fase de amadurecimento do fruto. Com o amadurecimento, o teor de carotenóides aumenta e diminui a clorofila. Porém, o teor de carotenóides no fruto é menor em plantas deficientes em K do que em plantas normais e, conseqüentemente, o teor de clorofila no fruto é maior em plantas deficientes em K, do que em plantas normais, TRUDEL & OZBUN (1970). As plantas deficientes em K mostram um aumento de fósforo, WALL (1939).

Quando a quantidade de K trocável é alta, há maior acúmulo nas plantas. Porém, mesmo que a quantidade de K seja alta, se estiver na forma não trocável, a planta absorve muito pouco, e pode exibir sintomas de deficiência desse elemento, HOAGLAND & MARTIN (1953).

O teor de Cálcio e Potássio nos frutos, não altera consideravelmente quando o solo é muito rico em cálcio e pobre em potássio, mesmo com adubação desses elementos, SAYRE et alii (1940). Nestes solos, quase não há influência sobre a firmeza dos frutos, porém, a forma do tomate melhora consideravelmente em condições de nutrição de K e Mg, WINSOR & LONG (1968).

Segundo WILCOX (1964) a produção é muito prejudicada, havendo redução no peso, quando há deficiência de potássio, verificando-se principalmente, alta percentagem de flores que não se abrem. Quando o teor de potássio é alto há menor queda de frutos, o que ocorre comumente quando há deficiência desse elemento no solo.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Caracterização da área experimental

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental do Vale do Curu do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, município de Pentecoste, a qual apresenta como coordenadas geográficas valores de latitude de 3°47'S longitude de 39°17'W e altitude de 48m, acima do nível do mar.

O clima é AW', que segundo a classificação de WILHEEM KOEPEN, se caracteriza por apresentar temperatura média acima de 18°C, o que pode ser verificado na TABELA 1.

A precipitação média anual, em 11 anos de observação é de 890mm, com 77,30% ocorrendo nos meses de fevereiro a maio. Nos meses de junho a dezembro, denominado período de verão, a precipitação pluviométrica é praticamente insignificante.

A temperatura média mensal é relativamente uniforme durante todo ano, apresentando uma pequena ascensão no período de setembro a dezembro, como mostra a FIGURA 2. A temperatura diária é contudo relativamente elevada, atingindo as vezes, 28°C nos meses mais quentes.

A umidade relativa varia de 60% nos meses mais secos a 87% nos meses mais úmidos.

O solo da área experimental classifica-se como aluvião fluvial profundo, com elevados teores de areia fina e silte, Na TABELA 2 são apresentados as principais características físico-hídricas desse solo. As FIGURAS 3 e 4 apresen

TABELA 1 - Dados meteorológicos da área experimental, médias mensais - 11 anos

Características Climáticas	M E S E S											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tº do Ar ºC Méd. das Máx.	33,50	30,09	30,60	30,63	30,60	30,80	31,58	33,60	34,52	34,70	34,60	34,33
Tº do Ar ºC Méd. das Mín.	22,90	22,56	22,30	22,22	21,73	21,08	20,08	21,22	21,95	22,42	22,13	22,60
Máx. Absoluta ºC	34,47	34,90	32,91	32,95	32,04	32,48	33,74	35,43	36,19	36,27	36,34	36,19
Mín. Absoluta ºC	19,30	21,10	21,49	20,98	21,00	19,16	18,46	18,65	20,03	20,34	20,13	19,60
Méd. Compensada ºC	25,08	26,71	25,47	25,83	25,50	25,78	25,98	26,87	27,80	27,97	28,06	29,04
U. Relativa %	72,36	79,81	87,36	87,41	85,45	80,36	74,63	67,09	59,22	66,63	66,90	68,45
Precipitação mm	70,30	138,30	138,10	203,10	148,70	45,90	45,70	5,50	4,60	4,70	5,60	19,20
Rad. Solar Cal/cm	10,71	9,89	10,14	9,74	11,59	10,99	13,36	14,58	12,18	12,56	14,48	12,94
Insolação (horas)	202,90	160,40	133,20	141,90	181,40	199,80	223,70	264,10	259,28	266,40	260,40	246,30
P. atm. mm Hg	749,01	757,73	750,75	750,31	751,63	752,32	752,95	760,09	757,87	750,57	750,78	750,60

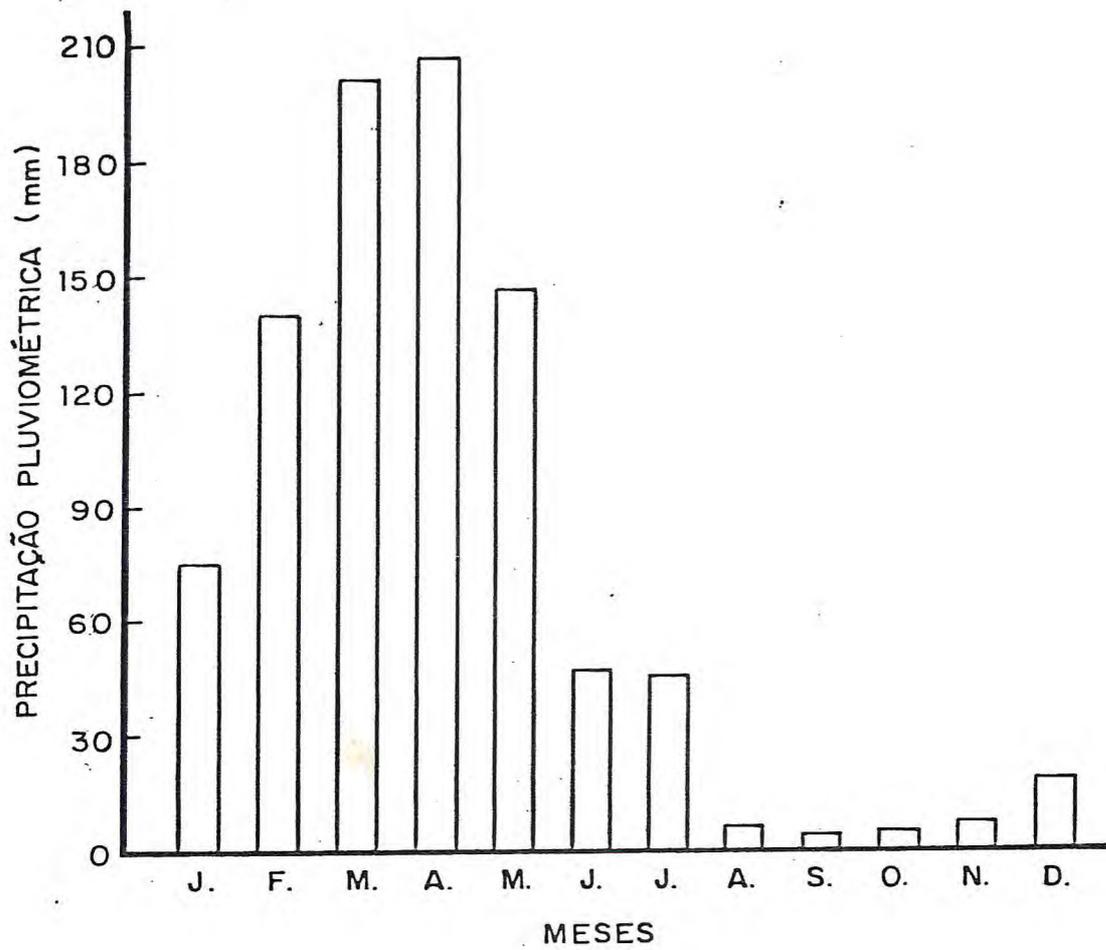


FIGURA 1 - Distribuição da precipitação na Fazenda Experimental do Vale do Curu.

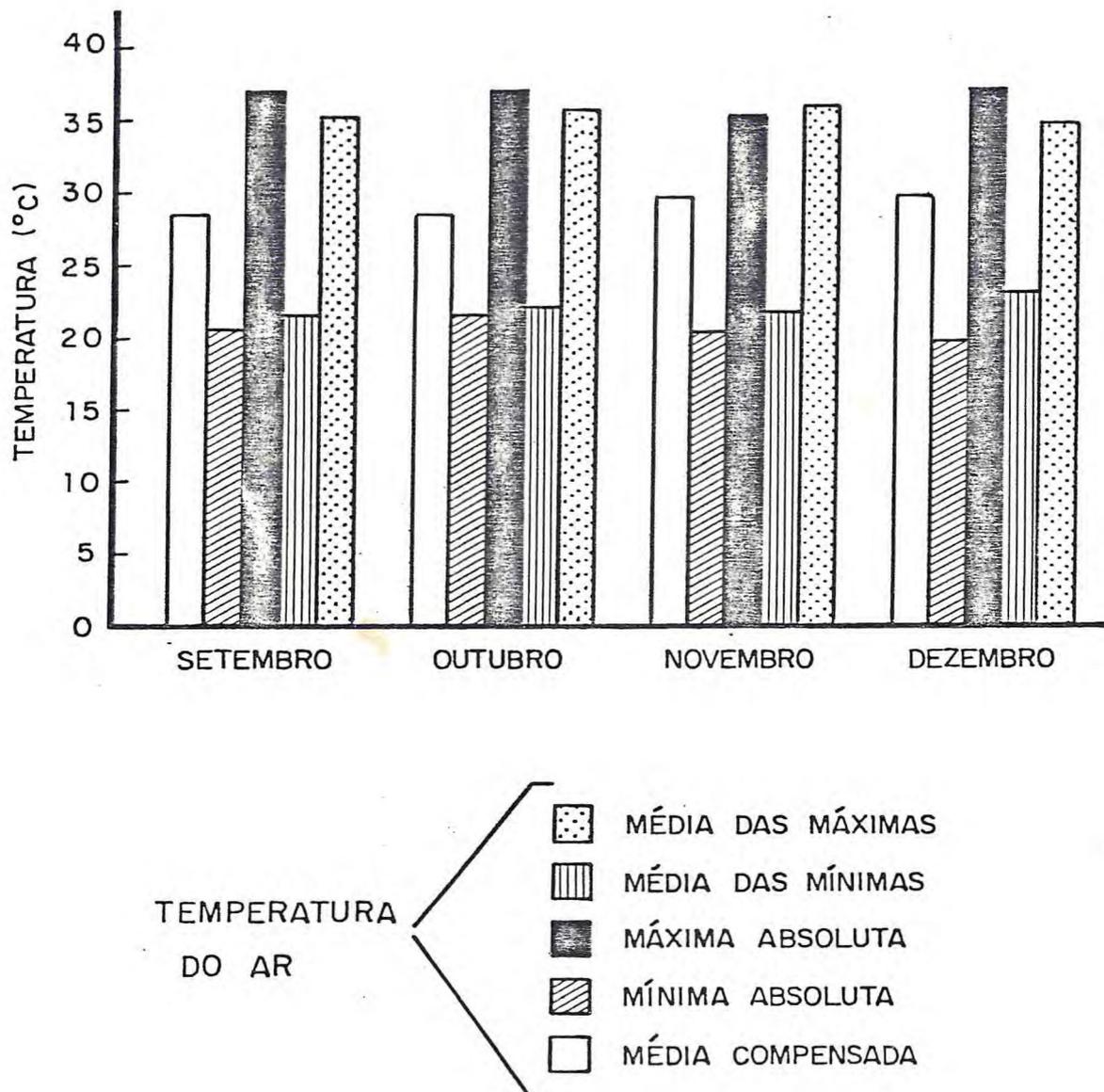


FIGURA 2 - Distribuição das temperaturas na Fazenda Experimental do Vale do Curu.

TABELA 2 - Características físico-hídricas do solo da área experimental.

Profundidade (cm)	Composição Granulométrica				Argila Natural (%)	Densidade Aparente g/cm ³	Umidade		Água Disponível (%)
	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila			1/3 atm	15 atm	
0 - 30	3,23	53,65	28,30	14,82	12,95	1,55	16,4	6,4	10,0
30 - 60	2,00	36,45	37,93	23,62	20,85	1,40	24,5	9,6	14,9
60 - 90	2,87	30,32	41,38	25,42	24,03	1,38	26,9	10,9	16,0

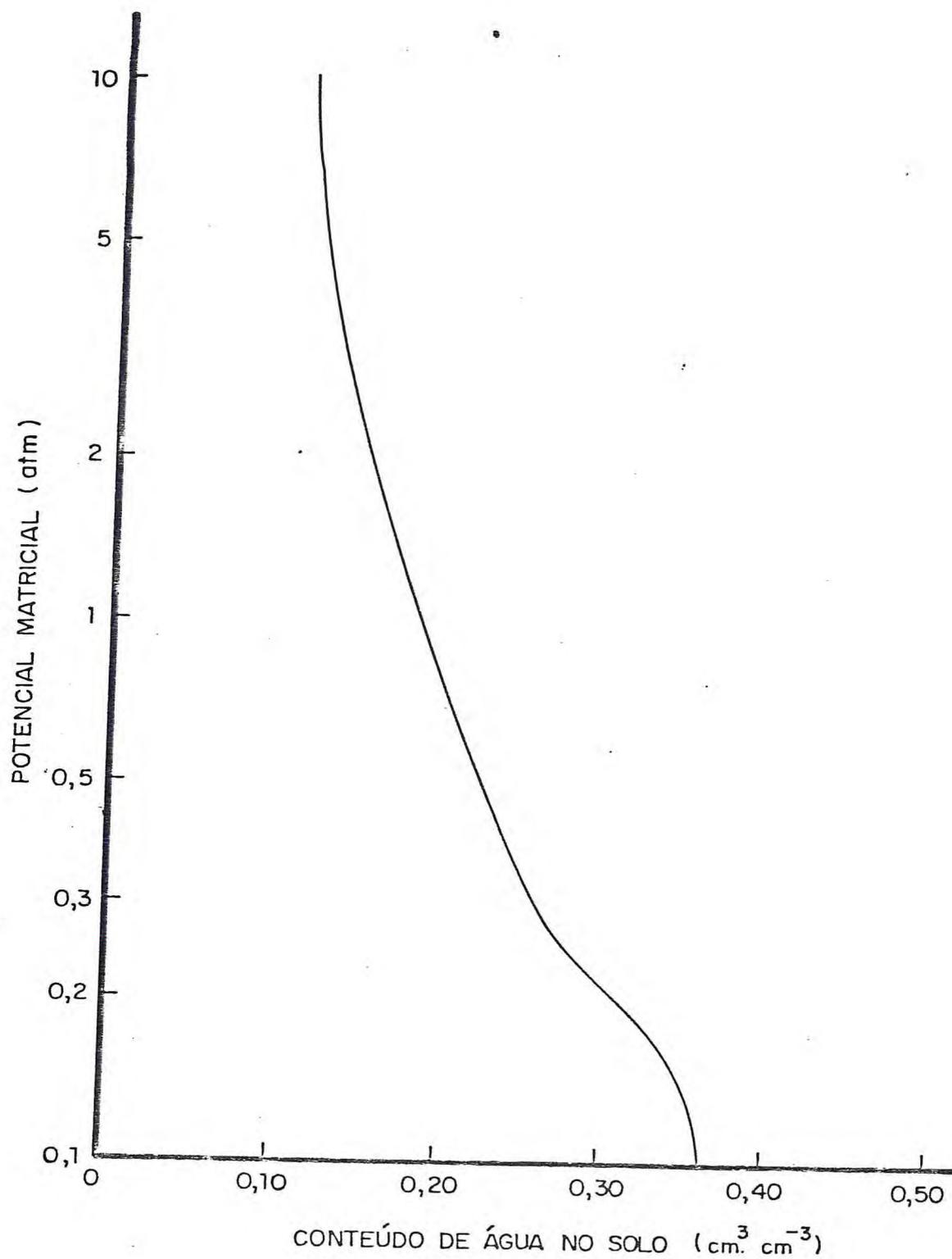


FIGURA 3 - Curva característica da água do solo, Profundidade de 0-30 cm.

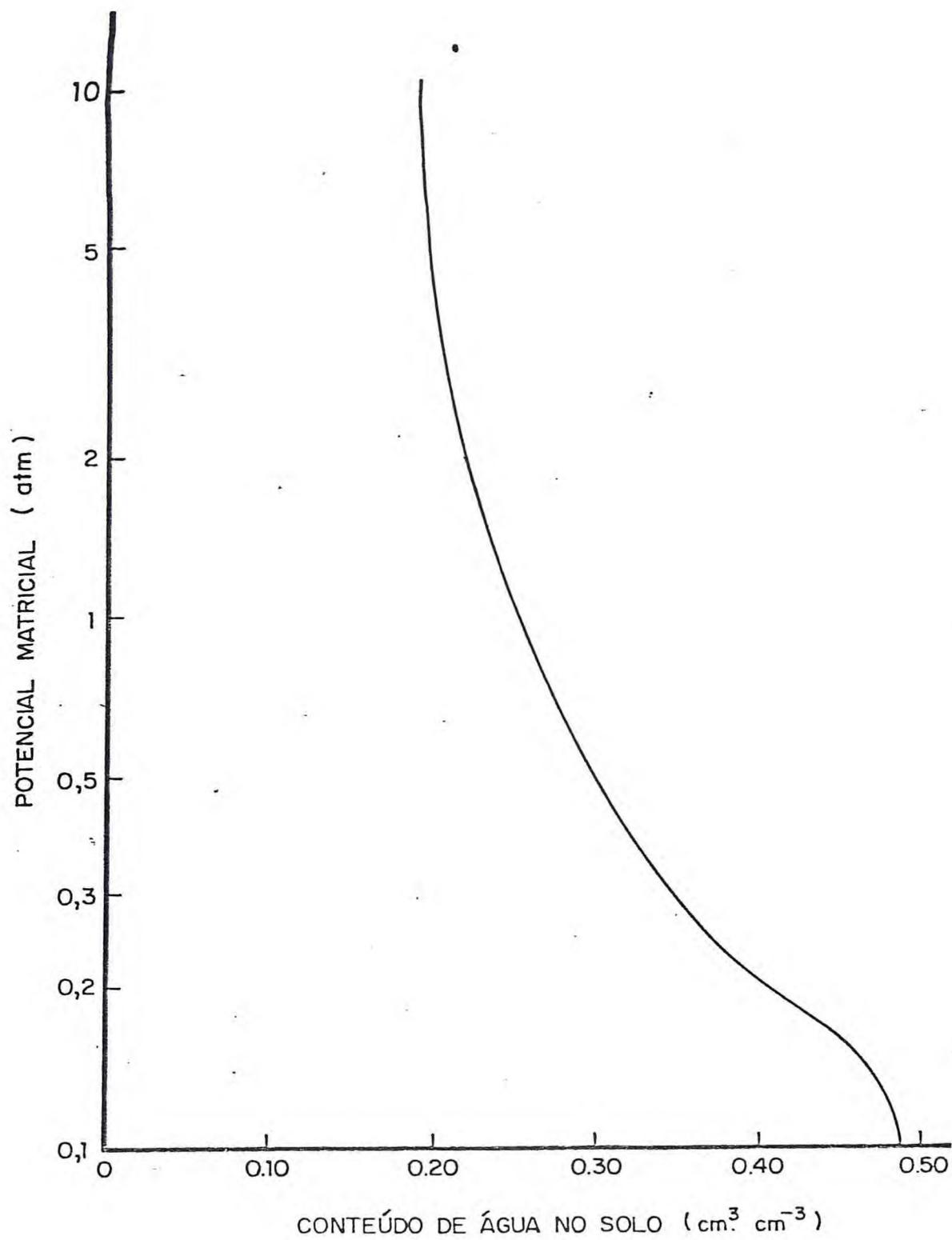


FIGURA 4 - Curva característica da água do solo. Profundidade de 30-60 cm.

tam as curvas características do mesmo, nas profundidades de 0-30, 30-60.

Os resultados da análise de fertilidade, segundo o Laboratório de Solos da Universidade Federal do Ceará, revelaram a presença de 11,20 Me% de $Ca^{++} + Mg^{++}$, sendo considerado como índice elevado. O mesmo não ocorre com o fósforo, que apresenta um nível de 14 ppm, considerando como baixo.

O nível de potássio apresentou-se relativamente elevado, alcançando 84 ppm. O potencial de hidrogênio iônico (pH) com valor 7,0 e o índice de alumínio em Me% com valor 0,00, classificou esse solo como normal, isento de uma possível acidez, capaz de interferir nos níveis de adubação e consequentemente no desenvolvimento da cultura.

Outros parâmetros que caracterizam as propriedades químicas do solo em estudo, podem ser observados na TABELA 3, onde se observa que os níveis de salinidade e relação de adsorção de sódio são relativamente baixos.

3.2 - Sistema de adução e distribuição de água de irrigação

A água era conduzida para a área do experimento por meio de um canal secundário, com uma elevação superior a 1,50m em relação ao nível do terreno. Desse canal, a água era derivada por gravidade através de tubulações de PVC tipo esgoto de 3" de diâmetro, distribuída pela água experimental, de acordo com o croquis apresentado na FIGURA 5.

As linhas de irrigação, medindo 63m de comprimento distribuiu-se alternadamente entre os blocos, dominando cada uma delas, dois blocos consecutivos, espaçados de 2m.

As saídas de água para as parcelas foram constituídas de cruzetas sanitárias com mangueiras flexíveis de 1,20m

TABELA 3 - Características químicas do solo da área experimental.

Profundida de (cm)	pH Água	CE. ext. saturação mmhos/cm	Carbo no %	Nitro gênio %	Mat. P. Org. %	P. assimi lável mg/100g	Na %	Ca ⁺⁺	Cations (meq/l)			RAS
								Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺		
0 - 30	7,1	0,77	0,559	0,054	0,96	4,67	10,87	2,20	2,60	4,51	0,15	2,91
30 - 60	6,8	1,07	0,592	0,058	0,79	2,68	6,79	2,60	2,00	3,88	0,09	2,55
60 - 90	6,7	0,97	0,526	0,048	0,90	2,23	6,82	3,20	3,00	6,12	0,96	3,48

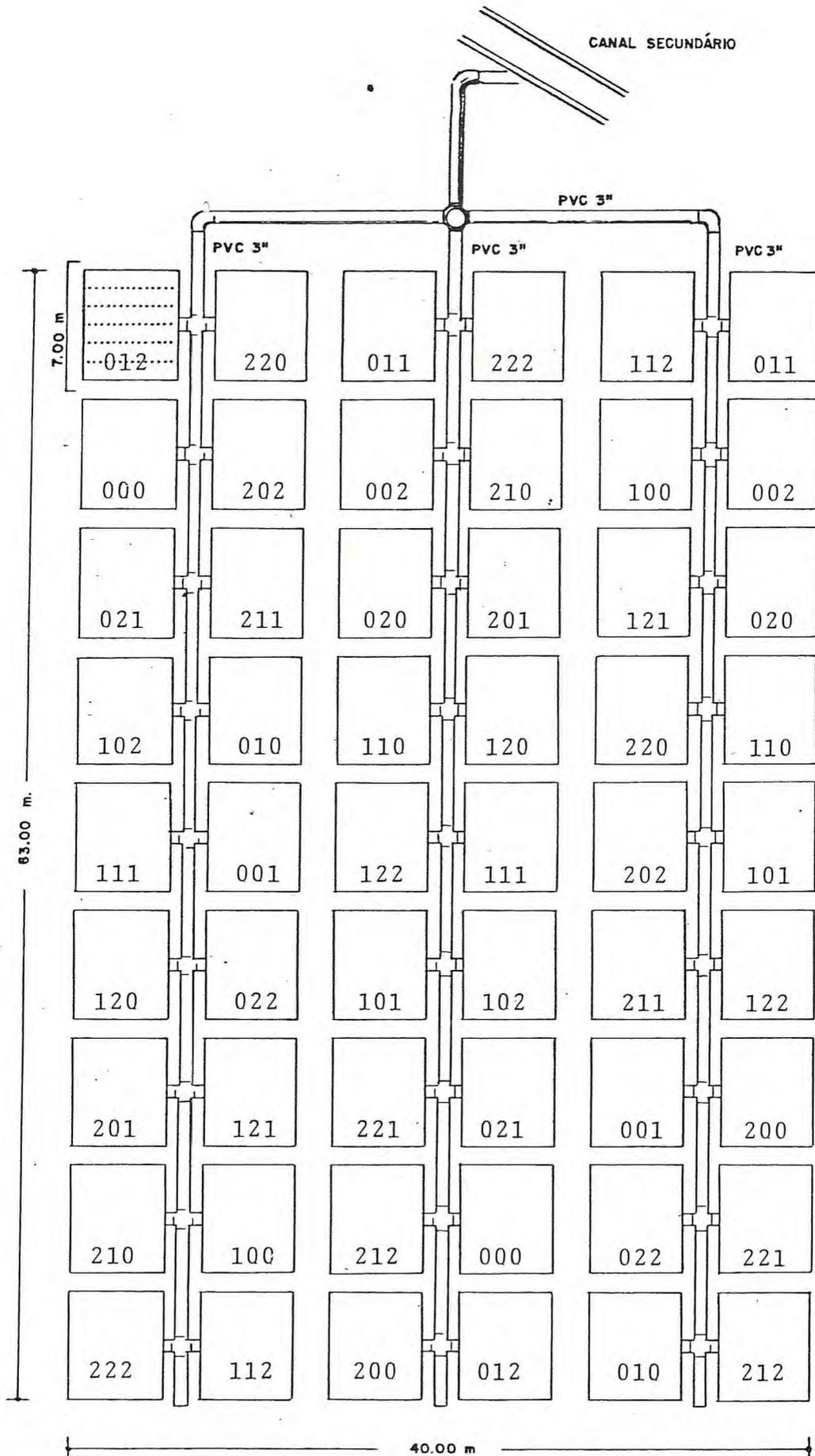


FIGURA 5 - Delineamento experimental e sistema de distribuição da água de irrigação.

de comprimento, como dissipadores de energia, para evitar a erosão do solo.

3.3 - Tratamentos

3.3.1 - Níveis de umidade e irrigação

Objetivando estudar o comportamento da cultura quando submetida a diferentes tensões de umidade no solo, três tratamentos foram testados. O primeiro tratamento consistia em irrigar sempre que o teor de umidade no solo atingisse a faixa de 80-90% de disponibilidade, 60-70% para o segundo tratamento e 40-50% para o terceiro tratamento. Essas faixas de umidade correspondem às tensões médias de 0,41; 0,72 e 1,30 atm.

Esses tratamentos, aliados às características físico-hídricas do solo e profundidade do sistema radicular da cultura, conduziram a lâminas de água iniciais a serem aplicadas em cada irrigação, da ordem de 10,0; 23,30 e 36,60mm, correspondendo, aos tempos de aplicação de 4,0; 8,20 e 13,0 minutos, para o primeiro, segundo e terceiro tratamento, respectivamente, assumindo uma eficiência de 70%, conforme TABELA 4.

As determinações da umidade no solo, para indicação do momento de se irrigar foram realizadas utilizando-se o medidor de umidade Speedy.

Após o plantio das mudas em local definitivo, foram feitas irrigações frequentes com a finalidade de garantir o stand de germinação durante 15 dias, a partir do qual, acompanhou-se os decréscimos de umidade, pelas coletas sistemáticas de amostras do solo, inicialmente a 25cm de profundida

TABELA 4 - Parâmetros de irrigação para a camada superficial de 0 - 30cm.

Nível	Umidade disponível %	Peso úmido %	Peso seco %	Conteúdo de água em volume %	Tensão atm	Lâmi na aplicação mm	Tempo de aplicação min
U ₀	45	9,90	10,90	16,90	1,39	36,60	13,00
U ₁	65	11,15	12,90	19,90	0,72	23,30	8,20
U ₂	85	13,00	14,90	23,10	0,41	10,00	3,55

de, onde se encontrava a maior densidade de raízes.

De cada um dos tratamentos era coletada seis amostras utilizando-se um tubo de 1/2" de diâmetro. A média dos valores destas amostras, indicava a percentagem de umidade do solo, representativa de cada tratamento. Quando os teores de umidade do solo, nas parcelas amostradas, correspondiam a um determinado tratamento, a irrigação era realizada. Quarenta dias após o transplante, com o desenvolvimento do sistema radicular da cultura, passou-se a amostrar as parcelas à profundidade de 50cm.

As lâminas de água para o perfil de 0-60cm de profundidade, foram computadas pelo somatório das calculadas para os perfis de 0-30 e 30-60cm, assumindo valores de 23,80; 54,50 e 85,80mm, correspondendo aos tempos de aplicação de 8,47; 19,30 e 30,53 minutos, para o primeiro, segundo e terceiro tratamento, respectivamente, conforme TABELA 5.

3.3.2 - Níveis de adubação

Foram testados três níveis de adubação, tendo como fontes de nutrientes básicos o nitrogênio (20% N), fósforo (20% P_2O_5) e o potássio (60% K_2O), com variação nas doses de fósforo e potássio e fixação da dose de nitrogênio.

Na dosagem empregada no nível A_0 , considerou-se o solo como um mero suporte físico para as raízes do tomateiro, sendo a totalidade dos nutrientes fornecidos pela adubação aplicada.

Considerando-se que a cultura deve retirar do solo 300kg de N, 100kg de P_2O_5 solúvel e 500kg de K_2O , para produzir em média 70t/ha de tomate, assumidas as taxas de aproveitamento de 60% para N, 15% para P_2O_5 e 50% para K_2O , esses nutrientes foram aplicados às parcelas experimentais nas ba

TABELA 5 - Parâmetros de irrigação para a camada superficial de 0 - 60cm.

Nível	Umidade disponível %	Peso úmido %	Peso seco %	Conteúdo de água em volume %	Tensão atm	Σ Lâminas brutas 0-30 e 30-60cm. mm	Tempo de aplicação min
U ₀	45	14,04	16,30	22,82	1,39	85,80	30,52
U ₁	65	16,20	19,30	27,02	0,72	54,50	19,39
U ₂	85	18,20	22,20	31,08	0,41	23,80	8,47

ses de 500kg de N, 666kg de P_2O_5 e 1000kg de K_2O , por hectare, MALAVOLTA et alii (1974).

O nível A_0 , foi constituído de todos os elementos básicos necessário ao desenvolvimento da cultura. Porém, os níveis A_1 e A_2 tiveram as quantidades de potássio e fósforo variáveis, mantendo fixa a quantidade de nitrogênio, conforme TABELA 6.

TABELA 6 - Doses de adubação aplicadas no experimento

Nível	Sulf. amônia kg	Superf. simples kg	Cloreto de potássio kg
0	121,5	161,6	81,0
1	-121,5	161,6	zero
2	121,5	zero	81,0

Esses elementos exercem grande influência sobre o tomateiro, acarretando alterações tanto na sua composição química, como também reduzindo ou aumentando os índices de produção e qualidade do fruto.

3.3.3 - Variedades

As variedades ângela, Kada e Ozawa, empregadas no estudo, são da espécie *Lycopersicum esculentum*, Mill, pertencentes ao grupo Santa Cruz ou bilocular, caracterizando-se por apresentar crescimento indeterminado, podendo atingir 2,5m de altura. Os frutos são resistentes ao transporte, pos

suem a casca lisa e vermelha quando maduros, e peso em torno de 80g.

São variedades altamente produtivas, alcançando em média 60 a 70 t/ha, requerendo em seu cultivo, especializada e excessiva mão-de-obra, sendo bastante susceptíveis à incidência de pragas e doenças.

Preferem clima subtropical de altitude, ou temperado, fresco e úmido, podendo sua produção ser afetada por temperaturas extremas, sendo os melhores resultados obtidos com 17 a 18°C durante a noite e 23 a 25°C durante o dia.

Seu sistema radicular concentra-se a uma profundidade média de 60cm, podendo alcançar, entretanto, profundidades maiores.

3.4 - Condução da cultura

3.4.1 - Produção das mudas e transplântio

A sementeira foi feita em copos de papel-jornal, com diâmetro de 6cm, e 10cm de altura, com 3 a 4 semente por copo.

Uma semana antes da sementeira, preparou-se a mistura apropriada para o enchimento dos copos onde usou-se material retirado de terreno fértil, não tendo sido anteriormente utilizado com hortaliças. Empregou-se no preparo da mistura a proporção de 1:1:1, correspondente a solo franco arenoso, esterco curtido e areia, sendo adicionado 500gr de sulfato de amônia, 1000gr de superfosfato simples e 300gr de cloreto de potássio, por metro cúbico da mistura, propiciando melhores condições de fertilidade para o desenvolvimento das mudas.

Após o preparo da mistura foi feita a desinfecção da terra, usando-se o brometo de metila, eficiente na eliminação de fungos, bactérias e nematóides.

A semeadura foi realizada 3 dias após a desinfecção da mistura e a germinação foi observada 3 dias após essa operação.

Iniciou-se, então, um período de irrigações frequentes e controle fitossanitário da cultura.

A utilização de apenas uma irrigação diária foi suficiente para o bom desenvolvimento da planta, com aplicações semanais de fungicidas a base de cobre, em concentrações de 30gr/20 litros de água.

Atingindo cerca de 20cm de altura e 6 folhas definitivas, aos 26 dias após a germinação, as mudas foram transportadas para seus lugares definitivos, em covas previamente adubadas e com 15cm de profundidade.

O espaçamento de 1m entre linhas e 0,5m entre plantas, com uma planta por cova, permitiu um bom arejamento, contribuindo dessa forma para uma menor incidência de certas doenças, possíveis de ocorrer em plantios mais densos.

3.4.2 - Tutoramento e amarrio

Após o transplântio, quando as plantas apresentavam cerca de 40cm de altura, fêz-se necessária a utilização de tutoramento, empregando-se varas finas de marmeleiros, medindo 2,20m, cruzadas a 1,60m de altura e amarradas em fios de arame esticados na mesma altura, em posição longitudinal e acompanhando a linha da cultura.

No amarrio, as mudas, já em pleno estágio de desen

volvimento, foram presas em posição a mais ereta possível às varas colocadas a seu lado, para sustentação das mesmas.

Para assegurar a sustentação do peso da planta em franca produção, foram necessários 3 a 4 amarrios, espaçados de 20 dias aproximadamente.

3.4.3 - Desbrota e tratamento fitossanitário

Concomitantemente às práticas de tutoramento e amarrado, fêz-se também a desbrota. Prática esta com a finalidade de eliminar brotos laterais indesejáveis, propiciando um melhor aproveitamento dos nutrientes essenciais e, consequentemente, melhor desenvolvimento vegetativo da cultura,

Com relação aos tratamentos fitossanitários, sabe-se que são imprescindíveis às solanáceas, pois as mesmas são muito sujeitas a pragas e moléstias, cujo controle exige aplicação de defensivos, periodicamente.

Objetivando-se o controle de possíveis doenças fúngicas foram feitas oito pulverizações com produto a base de cobre (Cuprozan azul, oxicloreto de cobre, P.M. 60%) em doses de 40gr/20 litros de água. Observou-se também algumas doenças de origem virótica, sendo as plantas eliminadas imediatamente, evitando uma possível disseminação às outras. Entre elas destacaram-se o enrolamento foliar, risco do mosaico Y, vira cabeça e mosaico severo.

3.4.4 - Colheita

A colheita na parcela útil, FIGURA 6, teve início quando os frutos atingiram o tamanho máximo, embora sem atingir sua maturação completa, favorecendo desse modo a comer

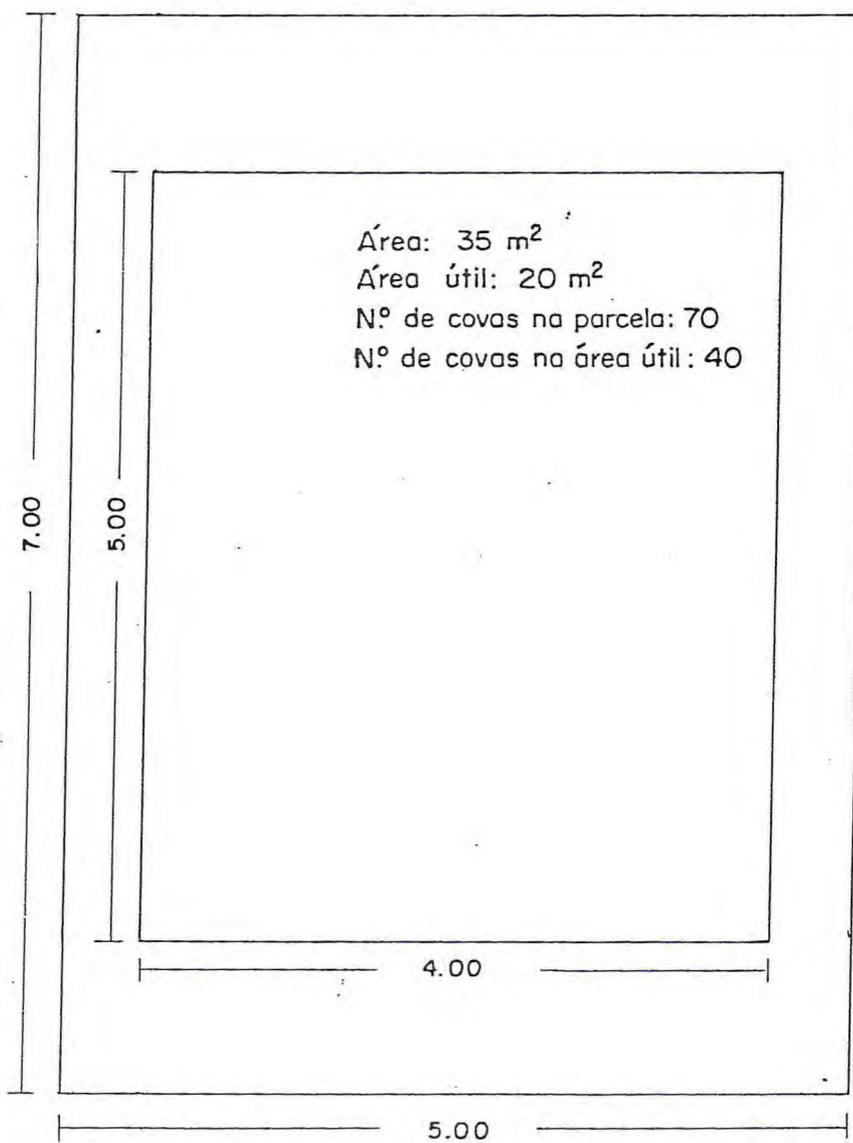


FIGURA 6 - Detalhe da parcela experimental.

cialização. Foram em número de quatro, tendo início na primeira quinzena de dezembro, com um intervalo de aproximadamente 10 dias entre elas. Os frutos foram colhidos em cestas, para facilitar a operação individual de cada parcela, e imediatamente pesados. Em cada parcela, escolheram-se 10 plantas ao acaso para determinação dos parâmetros número de frutos por planta, peso dos frutos por planta e peso médio dos frutos.

3.5 - Delineamento e esquema experimental

Utilizou-se o esquema fatorial 3^3 , com confundimento, combinando-se 3 fatores Lâmina de água (U), fórmula de adubação (A) e variedades de tomate (V) e 3 níveis, com as interações entre os níveis dos fatores, pertencentes ao grupo Z (Yates), totalizando 27 tratamentos.

No delineamento experimental, com 3 blocos incompletos com confundimento parcial da interação U x A x V, usou-se dois graus de liberdade e duas repetições.

Níveis dos fatores:

	U_0	U_1	U_2	- % de umidade disponível
	40 - 50	60 - 70	80 - 90	

	A_0	A_1	A_2	- Níveis de adubação kg/ha
N	500	500	500	

P	665	665	zero
---	-----	-----	------

K	1000	zero	1000
---	------	------	------

	V_0	V_1	V_2	- Variedade de tomate
	Ângela	kada	Ozawa	

ESQUEMA EXPERIMENTAL

I RepetiçãoTRATAMENTOS1º BLOCO

$U_0 A_1 V_2$
 $U_0 U_0 V_0$
 $U_0 A_2 V_1$
 $U_1 A_0 V_2$
 $U_1 A_1 V_1$
 $U_1 A_2 V_0$
 $U_2 A_0 V_1$
 $U_2 A_1 V_0$
 $U_2 A_2 V_2$

2º BLOCO

$U_2 A_2 V_0$
 $U_2 A_0 V_2$
 $U_2 A_1 V_1$
 $U_0 A_1 V_0$
 $U_0 A_0 V_1$
 $U_0 A_2 V_2$
 $U_1 A_2 V_1$
 $U_1 A_0 V_0$
 $U_1 A_1 V_2$

3º BLOCO

$U_0 A_1 V_1$
 $U_0 A_0 V_2$
 $U_0 A_2 V_0$
 $U_1 A_1 V_0$
 $U_1 A_2 V_2$
 $U_1 A_0 V_1$
 $U_2 A_2 V_1$
 $U_2 A_1 V_2$
 $U_2 A_0 V_0$

II Repetição1º BLOCO

$U_2 A_2 V_2$
 $U_2 A_1 V_0$
 $U_2 A_0 V_1$
 $U_1 A_2 V_0$
 $U_1 A_1 V_1$
 $U_1 A_0 V_2$
 $U_0 A_2 V_1$
 $U_0 A_0 V_0$
 $U_0 A_1 V_2$

2º BLOCO

$U_1 A_1 V_2$
 $U_1 A_0 V_0$
 $U_1 A_2 V_1$
 $U_2 A_2 V_0$
 $U_2 A_0 V_2$
 $U_2 A_1 V_1$
 $U_0 A_0 V_1$
 $U_0 A_2 V_2$
 $U_0 A_1 V_0$

3º BLOCO

$U_0 A_1 V_1$
 $U_0 A_0 V_2$
 $U_0 A_2 V_0$
 $U_1 A_1 V_0$
 $U_1 A_0 V_1$
 $U_1 A_2 V_2$
 $U_2 A_0 V_0$
 $U_2 A_2 V_1$
 $U_2 A_1 V_2$

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

O emprego de três (3) níveis de umidade, três (3) níveis de adubação, em três (3) variedades do tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), permitiu um estudo dos vários parâmetros combinados, durante o ciclo da cultura (90-120 dias).

Com base nos resultados da análise de variância, TABELA 7, 9, 11 e 13, verifica-se que houve efeitos significativos para umidade disponível no solo e adubação, ao nível de 5% de probabilidade. Entretanto, o efeito de variedades e interações (Umidade x Adubação, Umidade x Variedade, Adubação x Variedade e a parte não confundida Umidade x Adubação x Variedade), não apresentaram resultados significativos ao mesmo nível.

4.1 - Aspectos gerais da umidade do solo e sua disponibilidade às plantas.

O estudo da produção de tomate em t/ha, empregando o teste de DUNCAN, TABELA 8, mostra que os níveis U_2 e U_1 de umidade, com melhores resultados, embora não diferindo entre si, apresentaram-se no entanto, significativamente diferentes do nível U_0 . Estes resultados não confirmaram a citação de VEIHMEYER & HENDRICKSON (1950) em que a água no solo está igualmente disponível às plantas em intervalo que vai da capacidade de campo ao ponto de murchamento, sem alterações nas funções biológicas das plantas, sofrendo alterações abruptas uma vez ultrapassado este limite inferior de disponibilidade. Confirmam porém, as evidências encontradas por RICHARDS & WALDLEIGH (1952) em que a disponibilidade de água

às plantas decresce com a diminuição da umidade no solo, decorrente do aumento da tensão hídrica, acarretando à planta deficiência de água e redução de sua capacidade produtiva, antes de alcançar o ponto de murchamento.

Com relação ao número de frutos por planta, TABELAS 11 e 12, observa-se que ocorreu diferença significativa entre o nível U_2 de umidade, com melhor resposta da planta, e o nível U_1 e U_0 que não diferiram estatisticamente.

O mesmo comportamento não foi observado em relação ao peso dos frutos por planta, TABELA 13 e 14, em que todos os níveis de umidade apresentaram diferenças significativas entre si, com resultados gradativamente melhores, para as maiores disponibilidades de água às plantas.

O peso médio dos frutos, conforme TABELA 9 e 10, não apresentou diferença significativa quando as variedades foram submetidas a diferentes potenciais hídricos no solo e as diferentes dosagens de adubação. Isto, possivelmente se deve à não alteração do caráter genético da cultura, que define o referido parâmetro.

Através de observações constantes da cultura após as irrigações, verificou-se que em todos os níveis de umidade, decrescendo estes no máximo a 45% de disponibilidade, as variedades mostraram grande facilidade de recuperação e absorção de água. Atingiram seus aspectos normais 1 a 2 dias depois das irrigações. Esta observação diverge à de KRAMER (1950), segundo o qual, após um período de escassez de água, embora sem atingir a umidade de murchamento, a planta recuperou sua forma normal 3 a 4 dias após o restabelecimento dos níveis de umidade no solo. Desta forma, conclui-se que a cultura responde de modo eficiente às diferenças de potenciais que ocorrem entre a parte aérea e o solo.

Os níveis de tensões hídricas testados, proporcionaram respostas distintas entre os vários parâmetros estudados.

dos, com os melhores, correspondentes às duas menores tensões, quando o solo apresentou-se com os maiores índices de umidade disponível, e tensões não ultrapassando o limite inferior de 0,41 atm, portanto, entre 0,2 e 0,8 atm. Este comportamento confirma a citação de CANNEL & BINGHAM (1961), em que a faixa ótima de tensão hídrica situa-se entre esses limites, e que, valores abaixo ou acima dos mesmos, prejudicam consideravelmente a cultura.

O espaçamento empregado, com uma densidade de 20.000 plantas por hectare, muito contribuiu para o bom arejamento entre as plantas, não permitindo que algumas pragas e doenças viessem prejudicá-las consideravelmente, mesmo nos níveis de umidade mais elevados. Esta ocorrência comprova as pesquisas de ZAHARA (1970), que observou para esta mesma densidade, que além de uma menor incidência destas pragas e doenças, houve também uma melhor produção das plantas, em relação às outras densidades de plantio.

Quanto a consistência dos frutos, aqueles produzidos sob condições de umidade mais elevadas apresentaram-se mais macios, (menos consistentes), que aqueles produzidos sob condições de menores índices de umidade. Essa observação vem comprovar os resultados obtidos por SHAFSHAK & WINSOR (1964).

De forma mais generalizada as TABELAS 15, 16 e 17, apresentam valores médios para os índices de produção considerados na avaliação dos efeitos dos níveis de umidade com cada uma das variedades de tomate, fixando-se os níveis de adubação. As TABELAS apresentam esses valores, obtidos com a aplicação dos níveis A_0 , A_1 e A_2 de adubação, verificando-se daí que:

- Os resultados obtidos quando se fixou o nível A_0 de adubação, com variação dos níveis de umidade, nas três (3) variedades, foram superiores aos resultados obtidos quando se fixou os níveis A_1 e A_2 para as mesmas condições.

- Os parâmetros estudados sofreram pequenas variações quando se fixou os níveis A_1 e A_2 de adubação, caracterizados pela ausência de potássio e fósforo. Entretanto, na quase totalidade dos casos, houve um aumento gradativo dos índices de produção em resposta aos maiores percentuais de umidade disponível no solo.

- Esses aumentos, foram bem mais significativos para a variedade V_1 , em que os incrementos de produção, pela elevação dos níveis de umidade, foram mais elevados.

A FIGURA 7, (Gráfico de Produção x Umidade) mostra o comportamento das três variedades de tomate quando se fixou o nível A_0 de adubação com variação dos níveis de umidade de U_0 , U_1 e U_2 . A variedade V_1 , embora não tenha diferido estatisticamente das variedades V_0 e V_2 , apresentou-se com melhores resultados para o nível mais elevado de umidade disponível no solo, correspondente a 0,41 atm. O mesmo resultado não se observou entre as variedades V_0 e V_2 , para as mesmas condições, pois, os valores de produção foram praticamente iguais para o nível mais elevado de umidade e potencial matricial.

4.2 - Níveis de adubação

Os níveis de adubação caracterizaram-se por apresentar grandes variações dos elementos químicos necessários ao bom desenvolvimento da cultura.

Da mesma forma que os níveis de umidade, empregando-se o teste de DUNCAN, TABELAS 8, 10, 12 e 14 conclui-se que, com exceção do peso médio dos frutos, todos os demais parâmetros observados, apresentaram-se significativamente diferentes quando submetidos ao efeito do nível A_0 de adubação, em relação aos níveis A_1 e A_2 , entre os quais, não se observou diferenças significativas. Esses resultados, permiti

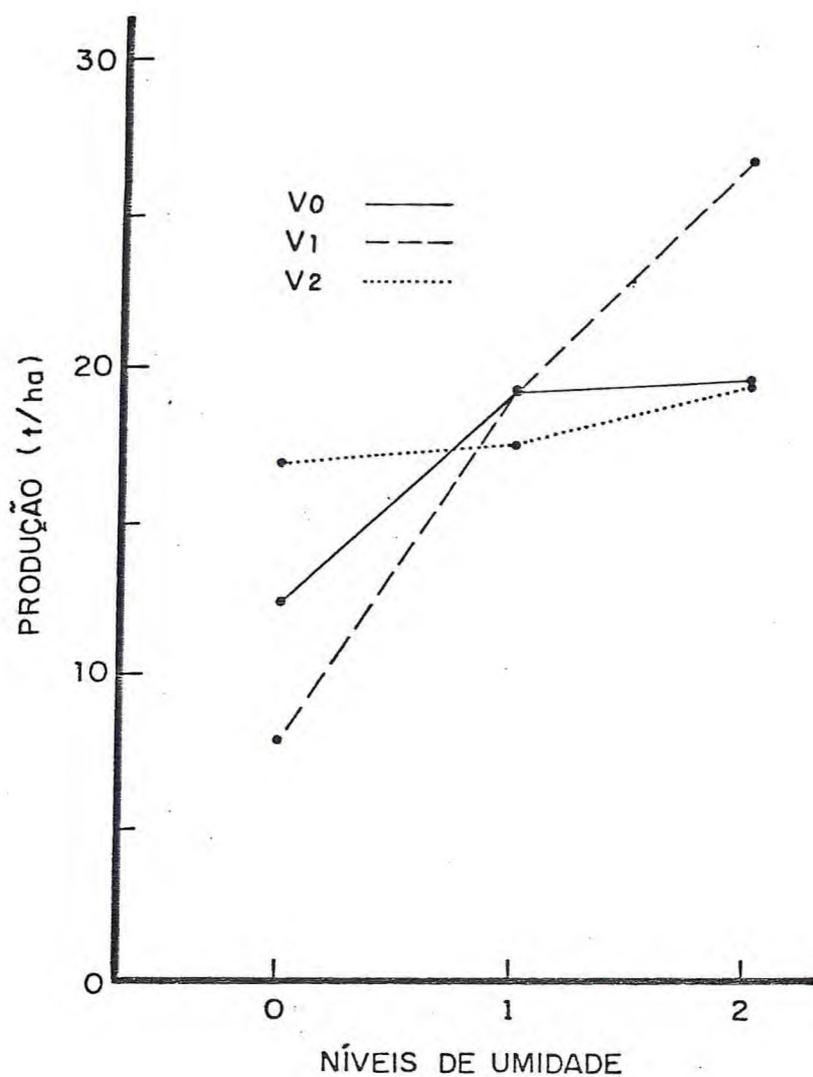


FIGURA 7 - Produção das variedades de tomate nos três níveis de umidade, fixando-se o nível de adubação A_0 .

tem concluir que a interação entre os elementos básicos necessários ao desenvolvimento da cultura é fundamental e capaz de contribuir consideravelmente para a boa resposta da mesma. Comprovando desta forma, a citação de TIENSSEN & CARLOLUS (1963), na qual, afirmaram que para o bom desenvolvimento do tomateiro é necessário a presença dos elementos básicos., N(Nitrogênio), P(Fosforo) e K(Potássio), sendo o N e P, essenciais ao crescimento inicial.

O comportamento significativo do nível A_0 de adubação, em relação aos níveis A_1 e A_2 , podem ser observados também nas TABELAS 15, 16 e 17, quando se estudou o comportamento da cultura em função da fixação de cada um desses níveis, com variações dos diversos percentuais de umidades no solo.

A combinação de altos teores de P e baixos de K podem diminuir o problema de frutos que amadurecem irregularmente, frutos manchados e com fundo verde, DAVIES & WINSOR, (1967). Esta afirmativa foi comprovada nas observações de campo, quando estudado o comportamento da cultura na presença de P, nível A_0 , e ausência de K, nível A_1 de adubação. Embora, tenha apresentado o solo, um índice praticamente elevado de K. Por outro lado, ARNON *et alii* (1940), citou que existe uma importante correlação entre o tamanho do fruto, peso dos frutos por planta e o teor de P no solo. Esta correlação pode ser verificada nas TABELAS 15 e 17, quando essas variáveis apresentam comportamento distintos em respostas ao nível A_0 de adubação, caracterizado pela presença de P e o nível A_2 , caracterizado por sua ausência, com melhores resultados para o primeiro nível citado.

A afirmativa de WINSOR & LONG (1968), que dose elevada de fósforo pode reduzir a qualidade do fruto, prejudicando sua forma, não foi comprovada, pois, não se observou esta ocorrência na presença desse elemento, nível A_0 , em relação ao nível A_2 , em que o mesmo, não estava presente. Os frutos não apresentaram divergências na forma.

O potencial hídrico no solo, citado por GREENWAY et alii (1969), está diretamente relacionado com a absorção do fósforo e sua utilização pela planta. Esta afirmativa foi comprovada não só para esse elemento, como também para o nitrogênio e o potássio, quando vários níveis dos mesmos, foram submetidos à diferentes percentuais de umidade no solo, TABELA 15, sendo que a cultura assumia comportamento gradativamente melhor, para os maiores níveis de umidade e adubação.

O potássio, elemento básico na nutrição do tomateiro, também influi consideravelmente em comportamentos distintos da planta, quando se altera suas disponibilidades no solo. Sob condições em que este elemento apresentou-se em concentração elevada no solo, não ocorreu influência na firmeza dos frutos, (queda). Na sua ausência, entretanto, a produção se tornou prejudicada havendo alta percentagem de flores que não se abriram queda de flores e, conseqüentemente, redução do número de frutos por planta, WILCOX (1964) e WINSOR & LONG (1968). Esses resultados, podem ser comprovados pelos apresentados nas TABELAS 15 e 16, quando a cultura foi submetida ao nível A_0 de adubação, caracterizado por apresentar um teor elevado do Potássio e o nível A_1 , caracterizado por sua ausência em relação aos três níveis de umidades.

A FIGURA 8, (Gráfico de Produção x Adubação), mostra o comportamento das três variedades de tomate, quando se fixou o nível U_2 de umidade, com variação dos níveis de adubação A_0 , A_1 e A_2 . A variedade V_1 , embora não tenha diferido estatisticamente das variedades V_0 e V_2 , apresentou-se com melhores resultados para o nível mais elevado de adubação, caracterizado por apresentar todos os elementos básicos necessários ao desenvolvimento da Planta. O mesmo resultado não se observou entre as variedades V_0 e V_2 , para as mesmas condições, pois, os valores de produção foram praticamente iguais, para o nível mais elevado de adubação.

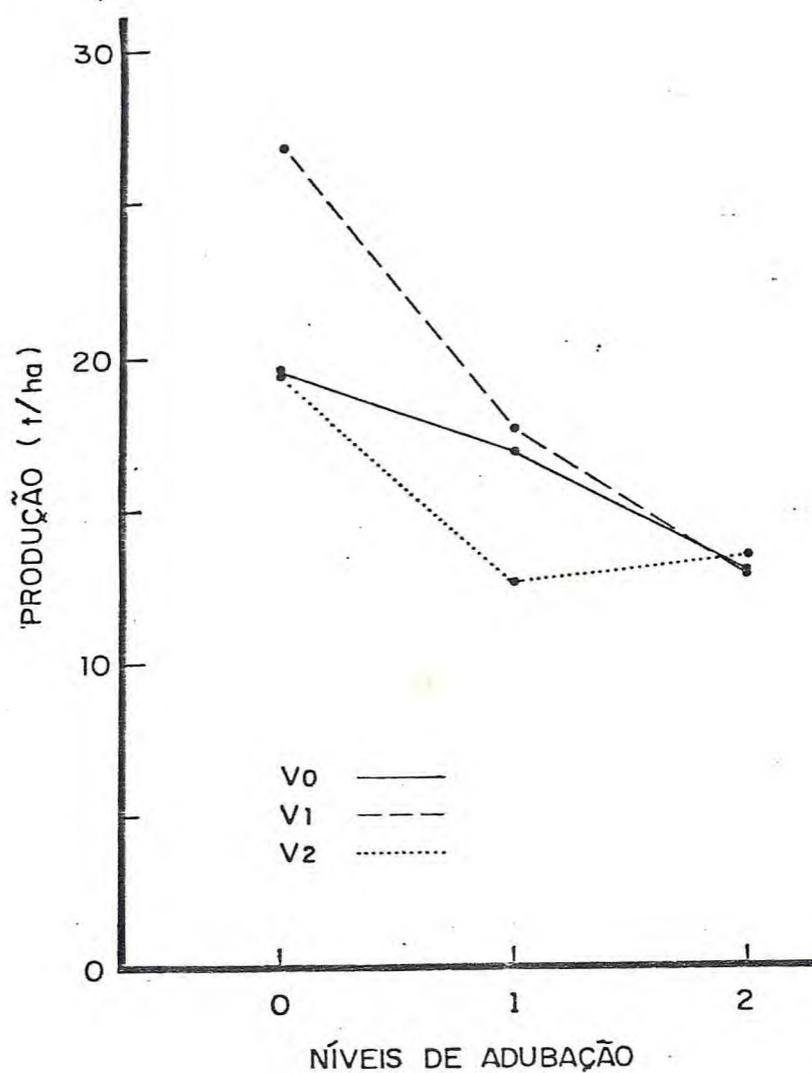


FIGURA 8 - Produção das variedades de tomate nos três níveis de adubação, fixando-se o nível de irrigação U_2 .

5 - CONCLUSÕES

5.1 - Não se observou no estudo da produção de frutos, significância estatística em resposta ao nível U_1 e U_2 de umidade, com proporções equivalentes a 65% e 85% de água disponível no solo, correspondendo respectivamente às tensões hídricas de 0,72 e 0,41 atm. No entanto comportaram-se estatisticamente diferentes em relação ao nível U_0 de umidade, caracterizado por apresentar 45% de disponibilidade hídrica no solo, decorrente do aumento da tensão e redução da energia livre de Gibbs.

5.2 - Não se observou diferença estatística no estudo do peso médio dos frutos, que permaneceu praticamente constante para as diferentes disponibilidades de água no solo, com tensões variando de 1,39 a 0,41 atm, e para os diferentes níveis de adubação.

5.3 - Em decorrência do efeito do nível U_2 de umidade, apresentando-se com 85% de água disponível no solo e 0,41 atm de tensão hídrica, o resultado alcançado no estudo do número de frutos por planta, mostrou-se estatisticamente diferente dos obtidos sob efeito dos níveis U_1 e U_0 , que se caracterizaram por apresentar 65% e 45% de disponibilidade e tensões de 0,71 e 1,39 atm, respectivamente, com melhores respostas para o primeiro nível citado.

5.4 - O peso dos frutos por planta, mostrou-se estatisticamente diferente sob o condicionamento das plantas aos diferentes níveis de umidade no solo, U_0 , U_1 e U_2 , com respostas

gradativamente melhores para as disponibilidades de água mais elevadas, com tensões variando desde 1,39 a 0,41 atm.

5.5 - Com exceção do peso médio dos frutos, todos os demais parâmetros apresentaram-se estatisticamente diferentes quando submetidos ao efeito do nível A_0 de adubação, caracterizado por apresentar todos os elementos básicos de nutrição do tomateiro, em relação aos níveis A_1 e A_2 , que apresentaram variações dos níveis de Potássio e Fósforo, respectivamente. Isto, em decorrência da necessidade de interação entre os elementos básicos necessários ao desenvolvimento da cultura ser fundamental e capaz de contribuir consideravelmente na boa resposta da planta.

5.6 - Foi observado os efeitos da umidade e adubação com influência apenas na capacidade produtiva da cultura, sem no entanto, verificar a composição química do fruto e os efeitos fisiológicos nas plantas, o que pode dar continuidade a esse trabalho.

5.7 - Possivelmente, o efeito de algumas variáveis climáticas e principalmente da temperatura, evidenciaram reflexos consideravelmente negativos ao comportamento da cultura. Sugere-se portanto, que no desenvolvimento de outros trabalhos, na mesma região, não haja coincidência com o período no qual, se desenvolveu esta pesquisa.

TABELA 7 - Análise de variância do parâmetro produção dos frutos de tomate.

C.V.	G.L.	SQ	QM	F
Umidade (U)	2	367,75	183,88	8,18*
Adubação (A)	2	361,56	180,78	8,04*
Variedade (V)	2	25,71	12,86	0,57
U x A	4	96,18	24,05	1,07
U x V	4	48,29	12,07	0,54
A x V	4	83,08	20,77	0,92
U x A x V	6	183,23	30,54	1,36
Bloco	3	387,47	129,16	5,74
Erro	24	539,77	22,49	

TABELA 8 - Produção média de frutos, em t/ha, relativa aos níveis de umidade e adubação.

Nível	Umidade	Adubação
0	10,57 b	17,65 a
1	14,92 a	13,09 b
2	16,80 a	11,66 b

TABELA 9 - Análise de variância do parâmetro peso médio dos frutos.

C.V.	G.L.	SQ	QM	F
Umidade (U)	2	829,98	414,99	1,35
Adubação (A)	2	499,48	249,74	0,81
Variedade (V)	2	348,00	274,00	0,89
U x A	4	967,55	241,88	0,79
U x V	4	788,06	197,02	0,64
A x V	4	540,59	135,15	0,44
U x A x V	6	463,37	77,23	0,25
Bloco	3	1.679,73	559,91	1,82
Erro	24	7.391,30	307,97	

TABELA 10 - Peso médio dos frutos, em g, relativo aos níveis de umidade e adubação.

Nível	Umidade	Adubação
0	45,91 a	52,57 a
1	46,77 a	49,57 a
2	54,62 a	45,16 a

TABELA 11 - Análise de variância do parâmetro número de frutos por planta.

C.V.	G.L.	SQ	QM	F
Umidade (U)	2	399,38	199,69	8,10*
Adubação (A)	2	277,28	138,64	5,63*
Variedade (V)	2	103,19	51,59	2,09
U x A	4	42,33	10,58	0,43
U x V	4	16,56	4,14	0,17
A x V	4	122,19	30,55	1,24
U x A x V	6	163,75	27,29	1,11
Bloco	3	298,91	99,64	4,04
Erro	24	591,44	24,64	

TABELA 12 - Número médio de frutos por planta relativo aos níveis de umidade e adubação.

Nível	Umidade	Adubação
0	12,99 b	19,45 a
1	16,20 b	15,09 b
2	19,65 a	14,30 b

TABELA 13 - Análise de variância do parâmetro peso dos frutos por planta.

C.V.	G.L.	SQ	QM	F
Umidade (U)	2	1.878.478,48	939.239,20	11,12*
Adubação (A)	2	1.834.391,15	917.195,55	10,86*
Variedade (V)	2	94.084,71	47.012,35	0,56
U x A	4	277.673,52	69.418,38	0,82
U x V	4	31.072,96	7.768,24	0,09
A x V	4	391.414,29	97.853,57	1,16
U x A x V	6	441.230,55	73.538,43	0,87
Bloco	3	1.085.739,83	361.913,86	4,28
Erro	24	2.027.397,66	84.474,90	

TABELA 14 - Peso médio dos frutos por planta, em g, relativo aos níveis de umidade e adubação.

Nível	Umidade	Adubação
0	678,78 c	1.157,55 a
1	893,72 b	795,61 b
2	1.139,55 a	748,88 b

TABELA 15 - Valores médios de produção obtidos fixando-se o nível zero (0) de adubação.

Nível	Produção t/ha	Peso dos fru- tos g	Nº de frutos por planta	Peso dos fru- tos por planta g
000	12,25	61,70	15,50	956,35
100	19,20	49,35	19,45	959,85
200	19,64	59,27	24,30	1.440,26
001	7,78	51,10	11,30	577,43
101	19,29	56,86	18,70	1.063,28
201	26,77	71,81	24,35	1.748,57
002	16,88	51,83	19,55	1.013,27
102	17,56	63,91	18,85	1.166,35
202	19,44	58,65	23,27	1.364,78

TABELA 16 - Valores médios de produção obtidos fixando-se o nível um (1) de adubação.

Nível	Produção t/ha	Peso dos fru- tos g	Nº de frutos por planta	Peso dos fru- tos por planta g
010	6,16	44,36	10,10	448,03
110	14,48	48,99	19,00	930,81
210	16,93	47,09	24,95	1.174,89
011	14,42	53,08	15,55	814,77
111	15,94	58,40	15,15	884,76
211	17,64	64,74	14,30	925,78
012	6,30	50,91	7,95	404,73
112	14,25	51,24	14,25	730,17
212	12,58	51,74	14,60	755,40

TABELA 17 - Valores médios de produção obtidos fixando-se o nível dois (2) de adubação.

Nível	Produção t/ha	Peso dos fru- tos g	Nº de frutos por planta	Peso dos fru- tos por planta g
020	14,60	45,56	16,40	747,18
120	11,43	58,56	16,06	844,11
220	12,95	50,79	16,55	840,57
021	6,96	39,24	7,80	306,07
121	13,44	57,32	11,55	664,35
221	12,78	53,61	13,20	707,65
022	9,74	46,14	12,80	562,91
122	9,65	50,92	13,38	681,31
222	13,46	50,86	20,95	1.065,51

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, P.; G.W. WINSOR, e J.D. DONALD. 1973. The effect of nitrogen, potassium and sub-irrigation on the yield, quality and composition of single-truss tomatoes. J. Hort. Sci. 48:123-133.
- ARNON, D.I.; P.R. STOUT e F. SIPOS, 1940. Radioactive Phosphorus absorption of tomato fruits at various stages of development. Amer. J. Bot. 27:791-798.
- BELIK, V.F. 1960. Diagnostic of the demand by tomato plants for Water based on transpiration and the concentration of cell sap of the leaves. Sovietic Plant Physiology 7:73-75.
- BINGHAM, F.T. 1963. Relation between phosphorus and micronutrients in plants. Proc. Soil Soc. Amer. 27:389-391.
- BOWER, C.A.; KRATKY e N. IKEDA, 1975. Growth of tomato on a tropical soil under plastic cover as influenced by irrigation practice and soil salinity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100:519-521.
- CAMPOS, H.R.; L.S. CAMARGO; O.T. PRADO e S. ALVES. 1963. Adubação do tomateiro - ensaios com diversos adubos nitrogenados. Rev. de Olericultura 3:43-51.
- CANNEL, G.H.; F.T. BINGHAM e M.J. GARBER. 1960. Effects of irrigation and phosphorus on vegetative growth and nutrient composition of tomato plants. Soil. Sci. 89:53-60.
- CANNEL, G.H. e F.T. BINGHAM. 1961. Soil moisture: Technique of control and relation to tomato growth for different soils. Proc. Soil. Sci. Amer. 25:146-149.
- CANNEL, G.H.; F.T. BINGHAM; J.C. LINGLE e M; J. GARBER. 1963.

- Yield and nutrient composition of tomatoes in relation to soil temperature, moisture, and phosphorus levels. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 27:560-565.
- CELMAN, I.W. 1947. Resistence to mosaic infection in the tomato in relation to soil conditions. J. Hort. Sci. 23:71-79.
- COOPER, A.J. 1972 a. The influence of container volume, solution concentration, pH and aeration on fry matter, partition by tomato plants in water culture. J. Hort. Sci. 47:341-347.
- CORDNER, H.B. 1942. The influence of irrigation on the yield and quality of sweet corn and tomatoes with special reference to the time and number of applications. Proc. Amer. Soc. Hort. Wci. 40:475-481.
- DAVIES, J.N. e G.W. WINSOR. 1967. Effect of nitrogen, Phosphorus, Potassium, magnesium and liming on the composition of tomato fruit. J. Sci. Food. Agric. 18:459-466.
- DOSS, B.D.; C.E. EVANS e J.L. TURNER. 1977. Influence of subsoil acidity on tomato yield and fruit size. Amer. Soc. Hort. Sci. 102:643-645.
- EMMERT, E.M. e F.K. BALL. 1933. The effect of soil moisture on the availability of nitrate, phosphate, and potassium to the tomato plant. Soil Sci. 35:294-306.
- EMMERT, E.M. 1936. Effect of drouth on the nutrient levels in the tomato plants. Soil Sci. 41:67-70.
- FOY, C.D.; G.C. GERLOFF e W.H. GABELMAN. 1975. Differential effects of aluminium on the vegetative growth of tomato cultivars in acid. soil nutrient solution. I. Amer. Soc. Hort. Sci. 98:427-432.
- GARCIA, G.J. 1973. Controle de água através do teor relativo de água e do índice refratométrico em tomateiro (*Lycopersi*

cum esculentum Mill). Dissertação E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba-SP.

GOMEZ-LEPE, B.C. e A. ULRICH. 1974. Influence of nitrate on tomato growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99:45-49.

GREENWAY, H.; P.G. HUGHES e B. KLEPPER. 1969. Effects of Water deficit on phosphorus nutrition of tomato plants *physiologia Plan.* 22:199-207.

HESTER, J.B. e E.F. KOHMAN, 1940. The influence of soil type and fertilization upon the yield and composition of toma toes. Proc. Soil. Sci. Soc. Amer. 5:281-283.

HOAGLAND, D.R. e J.C. MARTIN. 1953. Absorption of potassium by plants in relation to replaceable, nonreplaceable, and soil solution potassium. *Soil. Sci.* 36:1-4.

HOUK. Irrigation. Engineering. New York, 1951 (54540.).

INGRAM, J.M.; E.C. STAIR e J.D. HARTMAN. 1943. Field response of tomatoes to large applications of phosphates. Proc. Amer. Soc. Sci. 42:529-534.

JACKSON, W.T. 1956. The relative importance of factors causing injury to roots of flooded tomato plants. Amer. J. Bot. 43:637-639.

JENSEN, G. 1962 b. Relationship between water and nitrate uptake in excised tomato root systems. *Physiologia Plan* tarum 15:791-803.

KNOTT, J.E. 1957. Handbook for vegetable growers. John Wiley & Sons Inc. New York.

KRAMER, P.J. 1950. Effects of wilting on the subsequent intake of water by plants. Amer. J. Bot. 37:280-283.

LORENZ, D.A.; B.L. WEIR e J.C. BISHOP. 1972. Effect of controlled release nitrogen fertilizers on yield and nitrogen

- absorption by potatoes, cantaloups and tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97:334-337.
- MALAVOLTA, E.; H.P. HAAG, F.A.F. MELLO e M.O.C. BRASIL SOBRINHO 1974. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. Livraria Pioneira Ed., São Paulo, 727pp.
- PANDITA, M.L. e W.T. ANDREW. 1967. A correlation between phosphorus content of leaf tissue and days to maturity in tomato and lêiture. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91:544-549.
- RICHARDS, L.A. & WALDLEIGH, C.H. 1952. Soil water and plant growth. In "Soil Physcol Conditions and Plant Growth". p.13. Amer. Soc. Agron. Monograph 2.
- SALTER, P.J. 1954. The effects of different water refimes on the growth of plants underglass. I. Experiments with tomatoes (*Lycopersicum esculentum*, Mill). J. Hort. Sci. 29: 258-268.
- SAYRE, C.B.; A.L. KERTSZ e J.D. LACONTI. 1940. The effect of calcium and potassium fertilizers on the solidity and the calcium and potassium content of camed tomatoes. J. Amer. Soc. Agronomy. 32:389-394.
- SHAFSHAK, S.A. e W. WINSOR. 1964. A new instrument for measuring the compressibility of tomatoes, and its application to the study of factors affecting fruit firmness. J. Hort. Sci. 39:284-297.
- SILVA, J.F. 1972. Influência da irrigação no crescimento e produção do tomateiro. Tese de M.S., E.S.A. "Luis de Queiroz". Piracicaba-SP 96pp.
- TIENSSEN, H. e R.L. CARLOLUS. 1963. Effects of different analyses and concentrations of fertilizer solutions of initial root growth of tomato and tobacco plants. Proc. Amer. Soc. Hort. Wci. 83:680-683.
- TRUDEL, M.J. e J.L. OZBUN. 1971. Influence of potassium an

- carotenoid content of tomato fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96:763-765.
- TRUDEL, M.J. e J.L. OZBUM. 1970. Relationship between chloro phylls and carotenoids of ripening tomato fruit as influen ced by potassium nutrition. J. Exp. Bot. 21:881-886.
- VEIHMEYER, R.J. and HENDRICKSON, A.H. 1950. Essentials irriga tion and cultivation of orchardt berkeleg, California Agri culture Extension. Circular 50, March. 1950 (23p.).
- VITTUM, M.T.; W.B. ROBINSON e G.A. MARX. 1962. Raw-product qua lity of vince-ripened processin, tomatoes as influenced by irrigation, fertility level and variety. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 80:535-543.
- WALL, M.E. 1939. The role of potassium in plants. Effect of varging amounts of potassium on nitrogenus, carboydrate, and mineral metabolism in tomato plant. Soil Sci. 47: 143-161.
- WHITE, H.L. 1938 b. Observations of the effect of nitrogen and potassium on the fruitin, of the tomato. Ann. Appl. Biol. 25:20-49.
- WILCOX, G.E. 1964. Effect of potassium on tomato growth and production. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 85:484-489.
- WINSOR, G.W. e M.I.E. LONG. 1968. The effects of nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium and lime in factorial com bination on the size and shape of glasshouse tomatoes. J. Hort. Sci. 43:323-324.
- ZAHARA, M. 1970. Influence of plant density on yields of pro cess tomatoes for mechanical harvest. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94:510-512.