

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

EFEITOS DE LÂMINAS DE ÁGUA E DE FERTILIDADE
NA CULTURA DO TOMATE INDUSTRIAL

RAMIRO BEZERRA NETO
(Engº Agrônomo)

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA
MAIO - 1984

RAMIRO BEZERRA NETO

EFEITOS DE LÂMINAS DE ÁGUA E DE FERTILIDADE
NA CULTURA DO TOMATE INDUSTRIAL

Dissertação apresentada ao Curso de MESTRADO
EM ENGENHARIA CIVIL da Universidade Federal
da Paraíba, em cumprimento às exigências
para obtenção do Grau de Mestre.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: RECURSOS HÍDRICOS. SUB-ÁREA: IRRIGAÇÃO

ARESQUE MACHADO DE ALMEIDA

Orientador

HANS RAJ GHEYI

Co-Orientador

CAMPINA GRANDE

MAIO -1984



B574e Bezerra Neto, Ramiro
Efeitos de laminas de agua e de fertilidade na cultura do tomate industrial / Ramiro Bezerra Neto. - Campina Grande, 1984.
71 f. : il.

Dissertacao (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraiba, Centro de Ciencias e Tecnologia.

1. Fertilidade do Solo - 2. Umidade do Solo - 3. Tomate - 4. Hortalica - 5. Laminas de Agua - 6. Dissertacao I. Almeida, Aresque Machado de, M.Sc. II. Gheyi, Hans Raj, Dr. III. Universidade Federal da Paraiba - Campina Grande (PB). IV. Título

CDU 631.452(043)

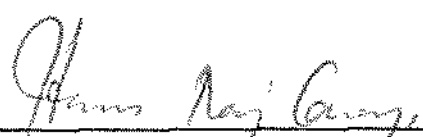
EFEITOS DE LÁMINAS DE ÁGUA E DE FERTILIDADE
NA CULTURA DO TOMATE INDUSTRIAL

RAMIRO BEZERRA NETO

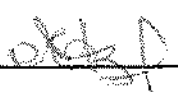
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 17 / 04 / 84



ARESQUE MACHADO DE ALMEIDA, M.Sc
Orientador



HANS RAJ GHEYI, Doutor
Co-Orientador



NORMA CESAR DE AZEVEDO, M.Sc

CAMPINA GRANDE
MAIO -1984

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo que me tem dado, pela coragem, saúde, persistência, humildade e, principalmente amor à vida.

À Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Norte (EMATER-RN), pela oportunidade concedida para realização do Curso de Mestrado e pelo apoio necessário para execução deste trabalho.

Ao Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba - Campus II, Departamento de Engenharia Civil, pelo acolhimento e apoio para realização do Curso.

Ao Dr. Aresque Machado de Almeida, do Departamento de Solos e Engenharia Rural, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, pelo estímulo, dedicação, paciência e segura orientação desde a elaboração do projeto de pesquisa até a revisão final deste trabalho.

Ao professor Hans Raj Gheyí, pela co-orientação e consideração prestada.

Ao Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

(DNOCS), pela permissão para realização do trabalho de pesquisa fosse realizado no Perímetro Irrigado Itans/Sabugi - Caicó - RN, especialmente ao colono José Quirino da Silva, pela permissão do lote e auxílio prestado nos trabalhos de campo.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), na pessoa da Dra. Glória de Lourdes V. Lemos, pelos trabalhos de laboratório.

A Dra. Ana Maria Vilar Campos Catão e ao professor Raimundo Sérgio Santos Góis do CCT/UFPB, Campina Grande, pelo estímulo e amizade durante a realização do curso.

Ao Prof. Arturo Carlos Rene Carvajal Garri, Assessor do IICA/EMEPA-PB, pela orientação, estímulo e amizade durante a realização do curso e deste trabalho.

Aos Drs. Clóvis Barbosa Pires, do IPA, e Elson Soares dos Santos, da EMEPA-PB, pela valiosa colaboração na análise e interpretação dos resultados.

Aos professores do Curso, pelos valiosos ensinamentos e aos colegas pelos incentivos recebidos.

Ao Sr. Boanerges Josinery Alves Gomes, pelos laboriosos trabalhos de datilografia.

Finalmente, a todos aqueles que de alguma forma procuraram contribuir para o êxito desta pesquisa.

À memória do meu pai e amigo, pelo inovidável testemunho de nossa profunda amizade.

À minha mãe e irmãs, pelo sincero e inesgotável apoio.

e

A minha esposa e aos meus queridos filhos Poliana, Inácio, Taciana, Daniel e Tamara, pelo indispensável incentivo

Dedico

LISTA DE TABELAS

	Páginas
TABELA 1. Características físicas do solo	24
TABELA 2. Características químicas do solo	24
TABELA 3. Lâmina de água total aplicada e número de irrigações realizadas durante o ciclo da cultura	36
TABELA 4. Evapotranspiração (ETP) acumulada e por período	40
TABELA 5. Produtividades médias de tomate e número de frutos/ha, para as diferentes lâminas totais de água aplicadas à cultura	43
TABELA 6. Médias de produtividade e número de frutos de tomate por hectare para os diferentes níveis de nitrogênio e de fósforo	47
TABELA 7. Produtividades médias de tomate (t/ha) e número de frutos/ha, em função dos níveis de fertilizantes	52
TABELA 8. Produção, custo e lucro líquido com a aplicação de N, em tomate industrial cultivar IPA-2	56
TABELA 9. Produção, custo e lucro líquido com a aplicação de P, em tomate industrial cultivar IPA-2	56

TABELA 10. Produção, custo e lucro líquido com a aplicação de NPK, em tomate industrial cultivar IPA-2.....	58
TABELA A-1. Resumo da análise de variância relativa à produção de tomate (t/ha) e número de frutos/ha em função da lâmina total de água aplicada e dos níveis de fertilizantes.....	71

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
FIGURA 1. Diagrama esquemático de um bloco	26
FIGURA 2. Esquema de subparcela	28
FIGURA 3. Modelo do copinho que foi usado para plan- tío do tomate	30
FIGURA 4. Lâmina d'água aplicada por irrigação duran- te o ciclo da cultura do tomate para os di- ferentes tratamentos	37
FIGURA 5. Lâmina total aplicada nos diferentes trata- mentos durante o ciclo da cultura	39
FIGURA 6. Evapotranspiração acumulada em função do tempo	41
FIGURA 7. Produção de tomate (t/ha) em função das lâ- minas de água aplicadas	44
FIGURA 8. Número médio de frutos de tomate por hecta- re, em função das lâminas de água aplica- das	46
FIGURA 9. Produção de tomate (t/ha), em função dos níveis de nitrogênio.....	49
FIGURA 10. Produção de tomate (t/ha), em função dos níveis de fósforo.....	49
FIGURA 11. Número médio de frutos de tomate por hec- tare, em função dos níveis de nitrogênio.	51

FIGURA 12. Número médio de frutos de tomate por hectare, em função dos níveis de fósforo...	51
FIGURA 13. Representação da dose econômica de nitrogênio em tomate.....	57
FIGURA 14. Representação da dose econômica de NPK, em tomate.....	59

RESUMO

Trabalho realizado durante o período de agosto de 1980 a janeiro de 1981, no Perímetro Irrigado de Itans/Sa bugi, pertencente ao Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, no município de Caicó, Rio Grande do Norte, visando estudar os efeitos de quatro lâminas de irrigação, três níveis de nitrogênio e três níveis de fósforo, sobre a produtividade e número de frutos por hectare de tomate, cultivar IPA-2, utilizando o sistema de irrigação por "aspersão em linha". O ensaio foi conduzido em solo aluvial eutrófico, em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, com os tratamentos em faixas e os subtra tamentos em arranjo fatorial 3 x 3. As lâminas totais de água aplicada foram 1.032 ; 923 ; 796 e 584 mm , produzidas pela diferente distribuição de água a partir do eixo do aspersor. Para as medições das lâminas foram instalados recipientes no centro de cada parcela experimental. Os níveis de nitrogênio aplicados foram 0, 60 e 120 kg/ha de N, tendo como fonte o sulfato de amônio. Os níveis de fósforo aplicados foram 0, 75 e 150 kg/ha de P_2O_5 , tendo

como fonte o superfosfato simples. O potássio foi aplicado uniformemente na dose de 70 kg/ha de K_2O , na forma de sulfato de potássio. Para determinar a evapotranspiração da cultura, realizou-se um controle de irrigação e das mudanças do conteúdo de água no perfil do solo, através de medições feitas diariamente. A evapotranspiração foi estimada pela equação de balanço hídrico. Verificou-se que as lâminas de irrigação 796 e 923 mm foram estatisticamente iguais e responderam melhor ao aumento de produtividade e do número de frutos/ha, no período estudado, indicando que se pode diminuir o uso da lâmina d'água para 796 mm sem prejuízo na produtividade. A aplicação de água aumentou significativamente a produtividade numa relação quadrática até o nível de 923 mm, com ligeiro decréscimo na faixa de 1.032mm, obtendo-se uma produtividade máxima de 71,5 t/ha com o nível de 864 mm de água. O número de frutos/ha aumentou numa relação quadrática com o aumento da quantidade de água aplicada à cultura, atingindo o máximo de 1.771.500 frutos/ha com a faixa de irrigação de 923 mm. A produtividade e número de frutos/ha aumentaram linearmente com os níveis crescentes de nitrogênio e fósforo, demonstrando que a cultura responderia a doses maiores desses fertilizantes. Maior lucro líquido foi alcançado com a dose de 120 kg/ha de N associado a 150 kg/ha de P_2O_5 , usando 70 kg/ha de K_2O como dose básica.

ABSTRACT

This work carried out during the period from August 1980 to January 1981, in the Irrigation District of Itans/Sabugi, of "Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS)", in Caicó, Rio Grande do Norte, Brasil with the objective to study the effects of four irrigation depths, three nitrogen levels and three phosphorus levels on production and the number of fruits per hectare of tomato, cultivar IPA-2, using the line-source sprinkler irrigation method.

The trial was carried out in an alluvial soil utilizing randomized block design with four replications the treatments in strips and sub-treatments 3 x 3 factorial. The water levels applied were 1,032; 923; 796 and 584mm, produced by different water application depths from sprinkler axle.

For the measurement of water levels, pluviometers were installed in the center of each plot. The nitrogen levels were 0;60 and 120 kg/ha of N applied in the form of ammonium sulphate and the three phosphorus levels were 0;75 and 150/kg/ha of P_2O_5 using single superphosphate as fertilizer. The potassium was applied uniformly by equivalent to 70 kg/ha of K_2O supplied in the form of potassium chloride. To determine the crop

evapotranspiration, changes in the soil water content were measured on a daily basis, and a control of irrigations was effected. The evapotranspiration was estimated by equation of water balance. It was observed that moisture levels 796 and 923mm were statistically equal and showed better responses to the increase of productivity and to the number of fruits/ha.

The present study evidenced that the levels may be reduced to 796mm without decrease in productivity. The application of water increased significantly the productivity until 923mm, showing a slight decrease at 1,032mm. As per quadratic equation, maximum productivity would be 71.5 t/ha with 864mm of water. The number of fruits per hectare also increased with increasing water quantity applied to the crop. Also, as per quadratic equation, maximum of 1,771,500 fruits/ha would be obtained with an irrigation level of 923mm.

The production and the number of fruits per hectare increased linearly with the increase of nitrogen and phosphorus levels, showing that the tomato-crop shows good response to higher levels of these fertilizers. The maximum net profit was obtained with 120 kg/ha of N associated to 150 kg/ha of P_2O_5 using basic dose 70 Kg/ha of K_2O .

SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Influência da Umidade do Solo na Produção dos Cultivos.....	4
2.2. Influência da Fertilidade na Produção de Tomate.....	8
2.3. Influência da Interação Umidade x Fertilidade em diferentes cultivos.....	11
2.4. Evapotranspiração.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1. Localização do Experimento.....	23
3.2. Características do Solo.....	23

3.3. Clima	24
3.4. Vegetação Nativa.....	25
3.5. Delineamento Experimental.....	25
3.6. Práticas Culturais.....	29
3.6.1. Preparo do Solo e Plantio.....	29
3.6.2. Adubação.....	31
3.6.3. Tratos Fitossanitários.....	31
3.6.4. Colheita.....	31
3.7. Irrigação.....	32
3.8. Métodos Estatísticos.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1. Manejo da Irrigação.....	36
4.2. Evapotranspiração.....	38
4.3. Efeito das Faixas de Umidade.....	42
4.4. Efeitos das Doses de N e P.....	45
4.5. Efeitos da Interação Umidade x Fertilizantes.....	52
4.6. Correlação entre Número de Frutos e Peso do Tomate.....	53
4.7. Análise Econômica.....	53
5. CONCLUSÕES.....	60
6. LITERATURA CITADA.....	62
7. APÊNDICE.....	70

1. INTRODUÇÃO

O tomateiro (Lycopersicum esculentum Mill) é uma planta conhecida e cultivada em todo o mundo. Nas Américas e na Europa, assim como, em muitos países da Ásia e África é em partes da Austrália é considerada a hortaliça de maior expressão econômica. O seu fruto possui elevado valor comercial, podendo ser consumido tanto "in natura" como industrializado.

Figura em primeiro lugar, dentre as quinze hortaliças listadas pela F.A.O. (1975), ocupando uma área de 1,68 milhões de hectares, produção de 36,2 milhões de toneladas e rendimento médio da ordem de 21,5 t/ha.

Os países maiores produtores são por ordem decrescente Estados Unidos, Itália, Espanha e Turquia. O Brasil ocupa o 10º lugar na escala comercial, com uma área de 52.000 ha e uma produção de 1.300.000 t.

No Brasil, constitui uma das hortaliças de maior importância econômica, ocupando o 29 lugar dentre as hortaliças cultivadas depois da batatinha. Os Estados de São Paulo, Pernambuco, Rio de Janeiro, Bahia e Rio Grande do Sul são os maiores produtores do País.

Embora o tomate seja uma planta constantemente estudada no Brasil, pouco tem sido feito a respeito do uso racional da água e muito menos no tocante à fertilização.

Logo, será de grande importância a obtenção de dados relacionados com o emprego de irrigação e fertilidade, constituindo em grande subsídio capaz de contribuir para os projetos irrigados. Desta maneira, estes conhecimentos irão proporcionar elementos que poderão auxiliar na solução de muitos problemas que a prática acarreta aos produtores.

Os estudos sobre o controle da umidade e dos efeitos da fertilidade no cultivo do tomate, poderão oferecer conhecimentos para maiores sucessos no planejamento nas áreas irrigadas.

Torna-se de grande relevância definir lâminas de água e níveis de fertilidade adequados as condições de operação do produtor para que este possa, dentro de suas limitações de manejo, obter os máximos rendimentos em suas culturas.

O presente trabalho tem por objetivos estudar o

comportamento do tomate, submetido a um manejo mais racional e eficiente, em função de lâminas de água aplicadas, da fertilidade do solo com a finalidade de oferecer aos agricultores maiores informações sobre esses fatores para o cultivo do tomate industrial irrigado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Influência da Umidade do Solo na Produção dos Cultivos

Diversos autores estudaram os efeitos gerais de ca
rência ou excesso de umidade do solo, no desenvolvimento
das plantas. Existe, portanto, um intervalo no teor de umi
dade do solo que proporciona melhores condições de disponi
bilidade de água às plantas que atuam diretamente sobre o
crescimento e produção.

Os efeitos gerais de carência ou excesso de umida
de do solo no crescimento das plantas são bastante estuda
dos, onde se verifica as condições de interferência de fato
res de solo, de clima e da própria planta, interagindo nos
diversos caracteres vegetais.

Pesquisas com diversas culturas, de acordo com
BUCKMAN & BRADY (1976), mostraram que doses suplementares
de água devem ser aplicadas quando a planta atinge um consu
mo de 50 a 85% de água disponível no solo. Para esses auto

res, certos fatores vegetativos e climáticos exercem influência marcante sobre a quantidade de água que as plantas podem absorver, com eficiência de um determinado solo.

ZERBI & MURTAS (1974), estudando o efeito da frequência da irrigação do tomate sobre as características quantitativas e qualitativas para industrialização, verificaram que a produção foi maior quando a cultura foi irrigada durante 8 a 12 dias. Houve uma correlação com o intervalo de 2 a 20 dias, com a quantidade de matéria seca e descoloração do fruto.

SILVA (1972), estudou a influência da irrigação no crescimento e produção do tomateiro, em um Latossolo Vermelho Escuro Orto de Piracicaba-SP. Ele verificou que a manutenção de teores de umidade do solo entre os níveis de 30, 75 e 100 por cento de água disponível, proporcionou considerável aumento no crescimento das plantas, concluindo que a manutenção da umidade do solo acima de 50% de água, apresenta-se como a forma ideal para economia de água que propicia a irrigação. Comprovou, também, que a manutenção de teores de umidade do solo, próximos ao ponto de murcha permanente, contribuiu para o amadurecimento precoce dos frutos e apresentou maior número de frutos rachados, em comparação com teores de umidade elevada.

SILVA & SIMÃO (1973), verificando o comportamento da cultura do tomateiro em Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho Orto de Piracicaba-SP, em função da água disponí

vel, concluíram que o tratamento que mantinha 50% de água disponível foi superior aos demais em economia de água, contribuindo para o aumento da produção e qualidade do fruto. Mencionaram, ainda, que a evapotranspiração real da cultura foi, em média, durante o ciclo vegetativo, 2,9 mm por dia, de água, apresentando coeficiente de proporcionalidade correspondente ao 2º estágio da cultura igual a $ER = 0,73 E_o$.

CHOUDHURY et alii (1977), verificaram o efeito de diferentes níveis de irrigação em tomate industrial, variedade Rossol V.F.N., em um Oxissol profundo, Amarelo avermelhado, com textura variando de arenosa a barro-argilo-arenoso na Estação Experimental de Bebedouro - Petrolina - PE. Eles constataram que a irrigação poderia ser manejada dentro de 0,3 bar a 2 bares, possibilitando um maior intervalo de irrigação, sem que ocorra redução significativa na produção.

CHOUDHURY & MILLAR (1978), observando o efeito do déficit fenológico de água sobre a produção e características do tomate industrial em um Oxissol de Bebedouro - Petrolina - PE, verificaram que os períodos mais sensíveis ao déficit de água na produção e outras características industriais do tomate, foram no início da frutificação e desenvolvimento dos primeiros frutos, provocando reduções nos rendimentos de 61,9 e 56,9%, respectivamente. Concluíram que a produção comercial de tomate apresentou diferença significativa entre os tratamentos de déficit de água, ao longo do ciclo fenológico da cultura.

GALEVA et alii (1976), observaram que, dentro de um intervalo de potencial de umidade do solo, a produção do tomate aumentou com a elevação do potencial de umidade antes da irrigação, enquanto os teores de açúcar, vitamina C e caroteno foram maiores quando a irrigação era aplicada moderadamente.

GARCIA (1973), observando o controle da água de irrigação através do teor relativo de água e do índice refratométrico em um Latossolo de Botucatū-SP, constatou que a manutenção do potencial de umidade superior a 3,0 atm proporcionou maiores produções à cultura do tomateiro. Constatou ainda que os índices refratométricos correlacionados com os potenciais de água do solo não ofereceram estimativas consistentes para o controle de água de irrigação na cultura do tomateiro. Embora este índice tenha revelado ser de grande utilidade para estimar a umidade do solo a baixos potenciais deve-se ressaltar que a cultura do tomateiro só é economicamente viável quando a umidade do solo é mantida a nível elevado. Verificou também que, o consumo total de água para o primeiro ensaio foi de 657,90; 623,20 e 572,30 mm e para o segundo ensaio de 644,50; 616,50 e 534,60 mm nos tratamentos em que os potenciais máximos de umidade do solo atingiram valores próximos a 0,7; 3,0 e 15,0 atm, respectivamente.

Segundo HARGREAVES (1976), a disponibilidade de umidade para as culturas depende da quantidade e da frequência de chuva ou de irrigação, da capacidade de retenção de

água no solo, do potencial osmótico e da profundidade das raízes da cultura. Ele recomendou que se deve voltar a irrigar a cultura do tomateiro quando de 30 a 40% da água disponível de solo tiver sido consumida. Concluiu que o período crítico para deficiência de umidade do solo ou período de maior exigência da cultura do tomateiro, é na formação dos frutos, quando eles crescem rapidamente.

2.2. Influência da Fertilidade na Produção de Tomate

Há grande divergência entre as quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio retiradas do solo pelo tomateiro e as quantidades necessárias para uma boa produção. Para se obter sucesso com a cultura do tomateiro, torna-se indispensável um bom equilíbrio nas adubações. Além dos nutrientes NPK, também são de grande importância o cálcio e o magnésio. As recomendações para adubação em tomateiro variam de região para região, o que nos leva a dizer que somente resultados experimentais poderão informar com segurança a melhor forma a usar.

GARGANTINI & BLANCO (1963), observaram que as maiores produções de tomate, no Brasil, são obtidas quando se aduba com muito fósforo e menos nitrogênio e potássio. Mencionaram como necessário por hectare 94 kg de nitrogênio, 221 kg de fósforo e 185 kg de potássio. Destas quantidades, 76% de nitrogênio, 86% do fósforo e 70% do potássio são absorvidos pelos frutos.

Segundo MAKISHIMA (1968), o tomateiro é uma planta que responde prontamente à aplicação de fertilizantes. Além do NPK, o Ca e Mg são os nutrientes de grande importância para a obtenção de frutos de boa qualidade e alta produtividade.

SOBRINHO et alii (1968), estudando o efeito do nitrogênio, fósforo e potássio na produção do tomate Santa Cruz em cultura rasteira, concluíram que a dose média de fósforo e potássio foi altamente significativa no aumento da produção do tomateiro, usando 132 kg de P_2O_5 /ha e 72 kg de K_2O /ha. Entretanto, não houve aumento significativo para doses de nitrogênio, utilizando até 172 kg de N/ha.

ALMEIDA et alii (1972), estudando o efeito da adubação mineral, fósforo e potássio, no tomateiro, em um Latos solo vermelho amarelo no Estado do Rio, verificaram que houve uma resposta linear significativa na cultura do tomateiro à aplicação de fósforo, o mesmo não ocorrendo com relação ao potássio, quando se utilizou doses até 240 kg de K_2O /ha. Concluíram que a maior produtividade em comparação com a testemunha foi de 63% no tratamento P_2K_0 , com aplicação de 240 kg de P_2O_5 /ha, obtendo neste tratamento o maior lucro em função da adição de fertilizante.

BENEVIDES (1973), verificando o efeito dos nutrientes N, P e K na cultura do tomateiro, constatou que a aplicação dos nutrientes P e K, provocou um aumento na produtividade principalmente na interação N x P. Fato contrário foi observado com o nutriente potássio tanto isoladamente

como nas interações N x K e P x K.

CAMPOS et alii (1973), em trabalhos sobre adubação NPK na cultura do tomate rasteiro, em um solo Podzólico Vermelho-Amarelo, em Tietê-SP, verificaram um efeito altamente significativo do nutriente fósforo. Concluíram que, para as condições do experimento, a dose recomendada é de 90g de su perfosfato simples por metro linear. Mencionaram que a maior exigência do tomateiro ao nutriente fósforo se verifica no período de desenvolvimento dos frutos.

SILVA (1977), estudando diferentes níveis de adubação N, P e K na produção de tomateiros, em condições de irrigação, observou que o tratamento 100-100-50 aumentou em 41% a produção de tomate quando comparado com a testemunha, no Perímetro Irrigado de São Gonçalo e, no Perímetro Engº Arcoverde, o tratamento 120-120-50 produziu 137% mais que a testemunha.

ASO et alii (1965), em um trabalho sobre fertilização em tomate do tipo platense, em Tucuman - Argentina, verificaram que o uso de 100 kg/ha de nitrogênio aplicando 50 kg/ha, no início da formação dos frutos, proporcionou um aumento significativo na produtividade do cultivo. Observaram, ainda, que o principal efeito do nitrogênio foi sobre o número de tomates comerciáveis e com efeito menor sobre o tamanho do fruto.

SOUZA & CABRAL (1973), estudando os efeitos de ni

trogênio e fósforo na produção do tomateiro, na região hortícola de Jaguaquara-BA, observaram que os melhores níveis de nitrogênio e fósforo foram, respectivamente, 100 kg/ha de N e 150 kg/ha de P_2O_5 . O potássio (40 kg/ha de K_2O) que foi estudado por adição a um dos tratamentos, não apresentou efeito significativo, o mesmo acontecendo com a interação N x P.

CHURATA-MASCA (1975), em experimento realizado em Jaboticabal-SP, variando os níveis de nitrogênio e de fósforo, concluiu que 500 kg de sulfato de amônio por hectare e 1.000 a 1.500 kg/ha de superfosfato, associados a 200 kg/ha de cloreto de potássio proporcionam altas produtividades na cultura do tomateiro. Observou, ainda, que excesso de nitrogênio na adubação pode causar aumento de nitratos nos frutos e provocar corrosão nas embalagens (lata) no tomate processado.

2.3. Influência da Interação Umidade x Fertilidade em diferentes cultivos

O desenvolvimento não só do tomate como de todas as plantas e a produtividade dessas culturas são influenciados intensamente pelas condições de umidade e fertilidade do solo. Os estudos para avaliação das variações nos níveis de umidade e fertilidade do solo têm sido conduzidos para condições específicas de solo, clima e cultura.

Em condições adequadas de umidade no solo, a aplicação de fertilizantes pode aumentar o rendimento da cultura

ra, aumentando a eficiência de uso d'água. Entretanto, havendo limitações no fornecimento de água, a quantidade aplicada de fertilizantes poderá aumentar a utilização de água, pelo maior desenvolvimento vegetativo das plantas. Então, para cada regime hídrico proporcionado às culturas, haverá uma quantidade correspondente de fertilizante que condiciona o máximo rendimento.

GECZI (1973), estudando a fertilização potássica em tomate, observou que com a aplicação de 170-200 kg/ha de K_2O sem irrigação, houve um aumento na produção e que níveis mais elevados causaram um decréscimo no rendimento. Quando irrigado, respostas positivas foram obtidas com uma lâmina de 105 mm e aplicação de 300 a 350 kg/ha de K_2O . Concluiu que no potássio fortemente aderido ao solo, sua interação dependerá do teor de umidade do solo.

SOARES & FARIA (1971), estudando a influência de métodos de irrigação e sistema de adubação na cultura do tomate industrial, em Oxisol de textura arenosa de Petrolina-PE, concluíram que o método de irrigação por aspersão possibilita o cultivo do tomate industrial nos meses mais secos e quentes do ano (agosto/janeiro) permitindo, assim, o escalonamento da produção, visando o atendimento às indústrias de processamento instaladas na região.

COSTA FILHO (1978), estudando o efeito do conteúdo de água no solo, densidade de plantio e fertilização nitrogenada na produção da cebola em um solo de aluvião, locali

zado em Petrolina-PE, verificou que os rendimentos médios obtidos aumentaram com o conteúdo de água no solo, densidade de plantio e, em geral, com as doses de nitrogênio. As variáveis irrigação, população e fertilização nitrogenada, assim como, as interações irrigação x fertilização e irrigação x população x fertilização foram altamente significativas. Menciona ainda que o regime de irrigação, que proporcionou às plantas menor quantidade de água disponível, não mostrou diferença nos rendimentos com relação a todas as doses de N aplicadas.

SILVA & MILLAR (1981), estudaram a influência do teor de umidade do solo e da adubação nitrogenada no rendimento de grãos de feijão, no Campo Experimental de Bebedouro, utilizando irrigação por aspersão em linha "Line Source Sprinkler Irrigation". Verificaram que o teor de umidade do solo aumentou o rendimento de grãos de feijão numa relação quadrática entre as variáveis, para os níveis de nitrogênio. Quanto ao potencial matricial de água no solo, observou-se um decréscimo linear na produção de grãos dentro dos níveis de 80 e 120 kg/ha de nitrogênio. Para o número médio de vagens por planta, houve efeito quadrático entre os níveis de nitrogênio e teor de umidade no solo e as produções de vagens por planta, atingiram um máximo para 82,5 kg/ha de nitrogênio e 5,5% de umidade peso seco. Verificaram uma variação linear na produção de número médio de vagens por planta, quando o potencial matricial de água no solo, variou de -0,3 a -4,6 bar. Para o número médio de grãos por vagens e peso médio de 100 grãos, não se verificaram dife

renças significativas entre variáveis nem interação entre os fatores.

Em idêntica situação, SILVA et alii (1981), verificaram que a aplicação de água e de nitrogênio aumentaram linearmente a produção de grãos de milho entre os limites 267 e 1233 mm. Observaram que a eficiência de uso de água variou de 0,339 a 0,865 kg/m³ de água, sendo maior quando se aplicou 561,0 mm de água e 90 kg/ha, verificando-se que nesse tratamento a eficiência foi superior a 44,25% e 14% , com relação aos tratamentos 0, 30 e 60 kg/ha de nitrogênio, respectivamente.

SILVA et alii (1981), avaliaram o efeito do regime de irrigação e adubação nitrogenada na produção de grãos de milho. Concluíram que o regime de irrigação caracterizado em termos de aplicação de água, teor de umidade de solo , água disponível no solo e potencial matricial de água no solo aumentou a produção de grãos, de acordo com a relação quadrática entre as variáveis com a produção, atingindo um máximo para 503,3 mm de água aplicada, 4,62% de umidade peso seco, 37% de água disponível no solo e - 7,48 bar de potencial matricial. Verificaram ainda que para os diferentes regimes de irrigação e aplicação de nitrogênio, a eficiência de uso de água variou de 0,231 a 0,770 kg/m³. Observaram que a eficiência foi maior no tratamento onde se aplicou 120 kg/ha de nitrogênio e 330 mm de água e que o

mesmo foi superior a 40%, 18% e 8% a dos tratamentos com aplicação de 0, 40 e 80 kg/ha de Nitrogênio.

X HORNER & MOJTEHEDI (1970), em trabalhos com a cultura do feijão, estudaram a influência de regimes de irrigação e fertilidade de solos sobre a produção de grãos e constataram que condições de alto déficit de água imposto a cultura reduzem a produção de grãos em cerca de 18 a 26%. Observaram que a diminuição do rendimento foi mais acentuada quando a falta de água ocorreu durante o florescimento e começo da maturação.

CAROLUS & SCHLEUSENER (1970), com feijão, verificaram que houve tendência de decréscimo de produção com aumento da irrigação e baixo nível de adubação, e tendência de aumento de produção com aumento da irrigação e alto nível de adubação.

X KUSZELWSKI & LABETOWICZ (1974), DEBRECZENI (1974), em várias culturas (batata, trigo, beterraba, cevada e milho), observaram que com irrigação e aplicação de N.P.K., a produção foi aumentada comparada com aplicação de N.P.K. isolados. Concluíram que há uma relação entre fertilização e irrigação, entre produção e absorção de nutrientes.

DELIBALTOV & ZACHARIEV (1976), verificando a eficiência da irrigação e da fertilização com as culturas trigo, milho e beterraba açucareira, observaram a existência de uma correlação positiva entre a irrigação e os níveis de

fertilizantes em função da produção.

2.4. Evapotranspiração

Dentre os vários problemas referentes à prática da irrigação, o controle do fornecimento da água é sem dúvida um dos principais.

Embora a irrigação assuma um caráter eminentemente suplementar nas nossas condições, algumas culturas pelas suas características peculiares, exigem irrigações sistemáticas e racionais.

As plantas são os melhores indicadores da necessidade de irrigação e as variáveis mais adequadas à mensuração são o decréscimo do teor de água e o acréscimo do potencial de água dos tecidos.

→ A perda de água do solo por evaporação através de sua superfície ou por transpiração através das plantas, é um parâmetro importante no ciclo hidrológico, especialmente em áreas cultivadas. Para cada grama de nutrientes absorvidos do solo pela planta, centenas de gramas de água precisam ser absorvidas. Por esta razão, a transpiração é frequentemente chamada de evaporação produtiva, a fim de contrastá-la da evaporação no solo, então chamada de evaporação não produtiva. Esta evaporação da água na superfície do solo pode ser do ponto de vista quantitativo, de grande importância.

+ portância.

Normalmente, no manejo da água de irrigação, as necessidades de água das culturas são definidas por meio de dados de evaporação do tanque classe "A" e do fator de cultura K_c , obtido pela razão entre a evaporação total da cultura e a evaporação do tanque. Para HARGREAVES (1974), DOOREMBOS & PRUITT (1975), os dados de K_c são iguais a 1,05 e 0,90, respectivamente, para estimar as necessidades totais, durante o ciclo do tomate. Embora muitas equações empíricas de evapotranspiração tenham sido desenvolvidas e utilizadas, poucas têm uma aplicação ampla para áreas de climas diferentes daqueles onde estas equações foram desenvolvidas. Isto deve-se, principalmente, ao número limitado de fatores climáticos envolvidos e às interações complexas de clima encontradas em vários locais.

A escolha do método de determinação depende da finalidade e dos recursos disponíveis. Assim, certos métodos mais simples e fisicamente imperfeitos podem atingir os objetivos, em contraposição a outros, embora mais perfeitos, porém onerosos ou trabalhosos. Entre aqueles, sentiram certas relações climatológicas empíricas onde numerosos autores se utilizaram de ajustes estatísticos, leis físicas e dados climatológicos facilmente acessíveis.

As fórmulas empíricas têm sido muito utilizadas, por serem baseadas em informações simples e normalmente disponíveis em postos meteorológicos. A utilização de uma ou outra num determinado local, depende, entre outros fatores, das condições mesológicas em que foram desenvolvidas.

Vários são os métodos apropriados para determinar a evapotranspiração das culturas:

- a) Balanço de energia (TANNER, 1960 e 1968);
- b) Balanço completo de água (VAN BAVEL et alii, 1968 e BLACK et alii, 1970);
- c) Uso de lisímetros (PELTON, 1961; TANNER, 1968 e BLACK et alii, 1970);
- d) Aproximações micrometeorológicas (TANNER, 1968 e MILLAR et alii, 1978);
- e) Formulações empíricas (TANNER, 1968 e LEGARDA & FORSYTHE, 1972).

De todos os métodos, o mais empregado é o Balanço Completo de Água, expresso pela equação hidrológica (SILVA & MILLAR, 1981) $P + I = E_t + \Delta\theta + D$ onde:

P = é a quantidade de água recebida em mm (chuva ou irrigação)

I = é o escoamento superficial em mm, considerado em superfícies planas e em condições de baixa pluviometria.

E_t = é a evapotranspiração em mm.

D = é a drenagem abaixo da zona radicular ou fluxo capilar por contribuição do lençol freático.

$\Delta\theta$ = é a variação na lâmina de água armazenada na zona radicular em mm.

A evapotranspiração de um cultivo, varia de acordo com o estágio de crescimento da cultura e as condições de solo e clima. Desse modo, para um caso específico, há neces

sidade de se conhecer a ET das culturas, tanto para o planejamento adequado de obras de irrigação como para a operação adequada de grandes projetos, objetivando aumentar a eficiência de aplicação de água a nível de parcela.

X PETERS (1960), verificou que a perda de água por evaporação no solo pode alcançar a 50% da evapotranspiração, durante um ciclo vegetativo normal. Desta forma, o conhecimento dos fatores que determinam a evaporação da água de um solo, poderia levar à adoção de técnicas com o objetivo de controlá-la, possibilitando a conservação de maior quantidade de água no solo, para uso das plantas.

X ERIE et alii (1965), separam os fatores que influem na evapotranspiração, em naturais e controláveis pelo homem. Entre os primeiros inclui o clima, o solo e a topografia. Os últimos são a época de plantio, a espécie e a variedade do cultivo, a fertilidade do solo, o suprimento, a quantidade e o manejo da água.

X RITCHIE & BURNETT (1972), estudaram a influência da umidade do solo na evaporação e concluíram que a taxa de evaporação era dependente da umidade do solo até certo valor, que só dependia da distribuição do sistema radicular e do movimento de água acima dele.

O fluxo de evaporação era influenciado por fatores micrometeorológicos (demanda atmosférica) e por fatores da planta (RITCHIE, 1971; RITCHIE & BURNETT, 1972) afirmaram

que, quando a quantidade de água disponível no solo é satisfatória, os estudos fisiológicos de crescimento influem na taxa de evaporação e na energia empregada para produzi-la.

RICHARDSON & RITCHIE (1973), estabeleceram que a evapotranspiração depende da demanda atmosférica e é limitada pelas características do solo, das plantas e pelo conteúdo de água do solo. Já WILCOX (1967) definiu com uso consuntivo, a utilização de água existente no solo pelas plantas, juntamente com a evaporação do solo, não incluindo as perdas por drenagem.

MILLAR et alii (1978), determinando a evapotranspiração em tomate industrial através do balanço completo de água sob diferentes regimes de irrigação, num Oxissol no Campo Experimental do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (EMBRAPA) Petrolina-PE, verificaram que a evapotranspiração acumulada no ciclo do tomate, diminuiu de 626 para 451 mm à medida que decresceu o potencial matricial de - 0,3 a - 0,5 bar na camada do solo da profundidade efetiva do sistema radicular. A evapotranspiração média do ciclo variou de 5,22 para 3,76 mm dia para os mesmos níveis de manejo da irrigação. Mostraram haver uma correlação altamente significativa entre a evapotranspiração acumulada durante o ciclo do tomate no regime manejado a - 0,3 bar de potencial matricial no solo e a evaporação acumulada do tanque classe "A". Concluíram que para produzir 90 a 80% da produção potencial, a cultura de tomate consome 570 a 510 mm respectivamente.

SILVA et alii (1978), procurando estabelecer uma metodologia para determinar as necessidades de água para culturas irrigadas baseados em dados de clima (evaporação do tanque USWB, classe A), de solo (características físico-hídricas), da cultura (período de desenvolvimento e profundidade potencial do sistema radicular), estabeleceram que a lâmina média de água a aplicar e a frequência de irrigação em um projeto de irrigação em operação pode ser fixa e constante. Concluíram que para projetos de irrigação em implantação, torna-se necessário a determinação dos seguintes parâmetros: a) Características físico-hídricas do solo; b) Profundidade de enraizamento potencial da cultura; e c) A relação entre a ET grama/E tanque USWB.

SILVA & MILLAR (1981), em seu trabalho Evapotranspiração do Feijão, concluíram que os coeficientes de cultivo obtidos por DOOREMBOS & PRUITT (1975), e HARGREAVES (1976) não podem ser utilizados diretamente no manejo da irrigação, quando se usa a evaporação do tanque USWB, para definição das necessidades de água para as culturas.

SIMÕES (1973), fazendo um estudo da evapotranspiração potencial e necessidade de água de irrigação para o projeto Piloto do Mandacarū (Juazeiro-BA), concluiu que a evapotranspiração potencial das culturas como sendo 80% da evaporação do tanque. A evapotranspiração real das culturas foram obtidas multiplicando a evapotranspiração potencial por um coeficiente K que depende da cultura e de sua fase de

crescimento. Os valores de K variam para diferentes cultu
ras em diferentes etapas de seu crescimento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do Experimento

O presente trabalho foi realizado durante o período de agosto de 1980 a janeiro de 1981, no Perímetro Irrigado de Itans/Sabugi, pertencente ao Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), no município de Caicó-RN, à 69 28' de latitude Sul, 379 06' de longitude Oeste de Greenwich e altitude de 131,39 m.

3.2. Características do Solo

O solo onde o ensaio foi conduzido é classificado como aluvial eutrófico, pouco evoluído, franco arenoso claro, leve e profundo, bem drenado, permeabilidade média e alta (BRASIL/DNOCS, 1972).

As análises físicas e químicas do solo foram feitas no laboratório do Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrícolas da UFPB, cujos resulta

dos são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1. Características físicas do solo

Determinações Físicas	Unidades	Valores
Capacidade de campo	%	10,13
Ponto de Murcha	%	3,24
Densidade Aparente	g/cm ³	1,45
Densidade Real	g/cm ³	2,67
Areia	%	70,85
Limo	%	20,80
Argila	%	8,35
Textura (USDA)	-	Franco arenoso

TABELA 2. Características químicas do solo

Determinações químicas	Unidades	Valores
pH em água - solo (1:1)	-	7,42
Fósforo	ppm	18,87
Potássio	ppm	143,00
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	me/100g solo	5,76
Matéria Orgânica	%	0,62

3.3. Clima

De acordo com a classificação de Köppen o tipo

climático do Município de Caicó-RN é definido como Bsh, se mi-árido, muito quente e seco, com precipitação pluvial mē dia oscilando entre 532 a 632 mm/anuais, com o período chuvoso nos meses de janeiro a maio, ocorrendo 85% das chuvas em março e abril. Durante o ano, a temperatura varia da māxima de 33,69C a mínima de 22,69C, com média anual de 27,79C. A duração média da radiação solar (insolação) é de 3.072,3 h/ano, sendo a evaporação anual de 1.276 mm. A umidade relativa do ar é de 61,7% (BRASIL/DNOCS, 1972).

3.4. Vegetação Nativa

A vegetação nativa é constituída de caatinga hiperxerófila com predominância de pereiro, catingueira, pinhão, jurema e faveleira, incorporados com gramíneas, principalmente capim panasco (BRASIL/DNOCS, 1972)

3.5. Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, com os tratamentos em faixas e os sub-tratamentos em arranjo fatorial 3 x 3. Nas parcelas foram estabelecidas as quatro lâminas de água (1.032,08 ; 923,09; 795,62 e 583,74 mm) produzidos pela diferente distribuição de água a partir do eixo dos aspersores enquanto que as sub-parcelas consistiram da combinação de três nīveis de adubação nitrogenada (0,60 e 120 kg/ha de N) e três níveis de adubação fosforada (0,75 e 150 kg/ha de P₂O₅). A Fig. 1 mostra um diagrama esquemático de um bloco e a forma

⊗ ASPERSORES

○ Recipientes metálicos
de 1 litro.

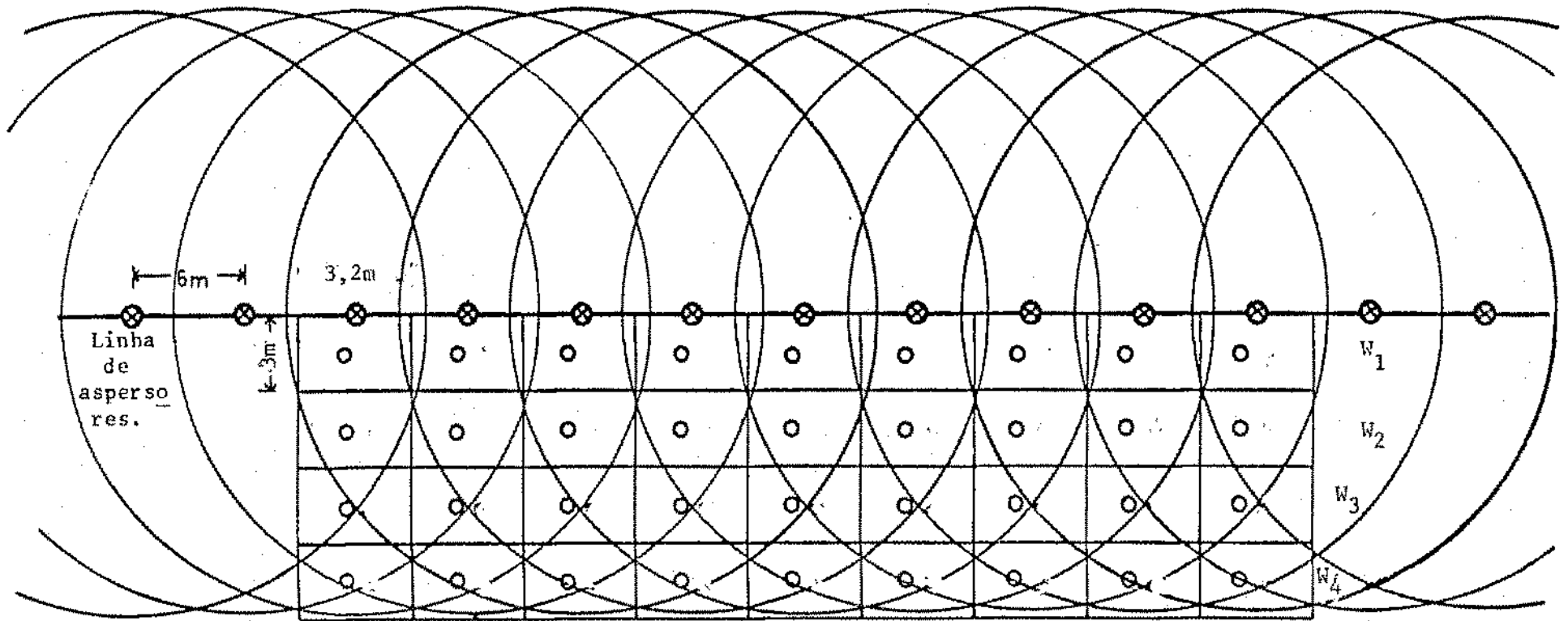


Figura 1 - Diagrama Esquemático de um Bloco.

como funcionou a linha de aspersão.

Para a aplicação das lâminas de água, utilizou-se o sistema de irrigação por aspersão em linha (Line Source Sprinkler Irrigation), o qual consiste em colocar uma linha central de aspersores, introduzindo-se a variável fertilidade no sentido das linhas de aspersores; a variável lâmina de água a partir da linha dos aspersores. A cultura foi manejada continuamente, sem separação entre parcelas. O espaçamento entre os aspersores foi de 6m. O tamanho da parcela foi de 9,6m x 9m e a sub-parcela de 3m x 3,2m, sendo a área útil de 3m x 2,4m, estabelecidos em função do diâmetro molhado do aspersor. A Fig. 2 mostra um esquema da parcela.

O equipamento de irrigação usado faz parte do sistema geral do Perímetro Irrigado Itans/Sabugi, utilizados pelos colonos. Consta de tubulações em aço galvanizado de 3", com engates rápidos. Os aspersores foram do tipo ZED, operando a pressão de 2,5 kg /cm² (atm) e vazão de 2,70m³/hora, fornecendo um diâmetro molhado de aproximadamente 34,6m.

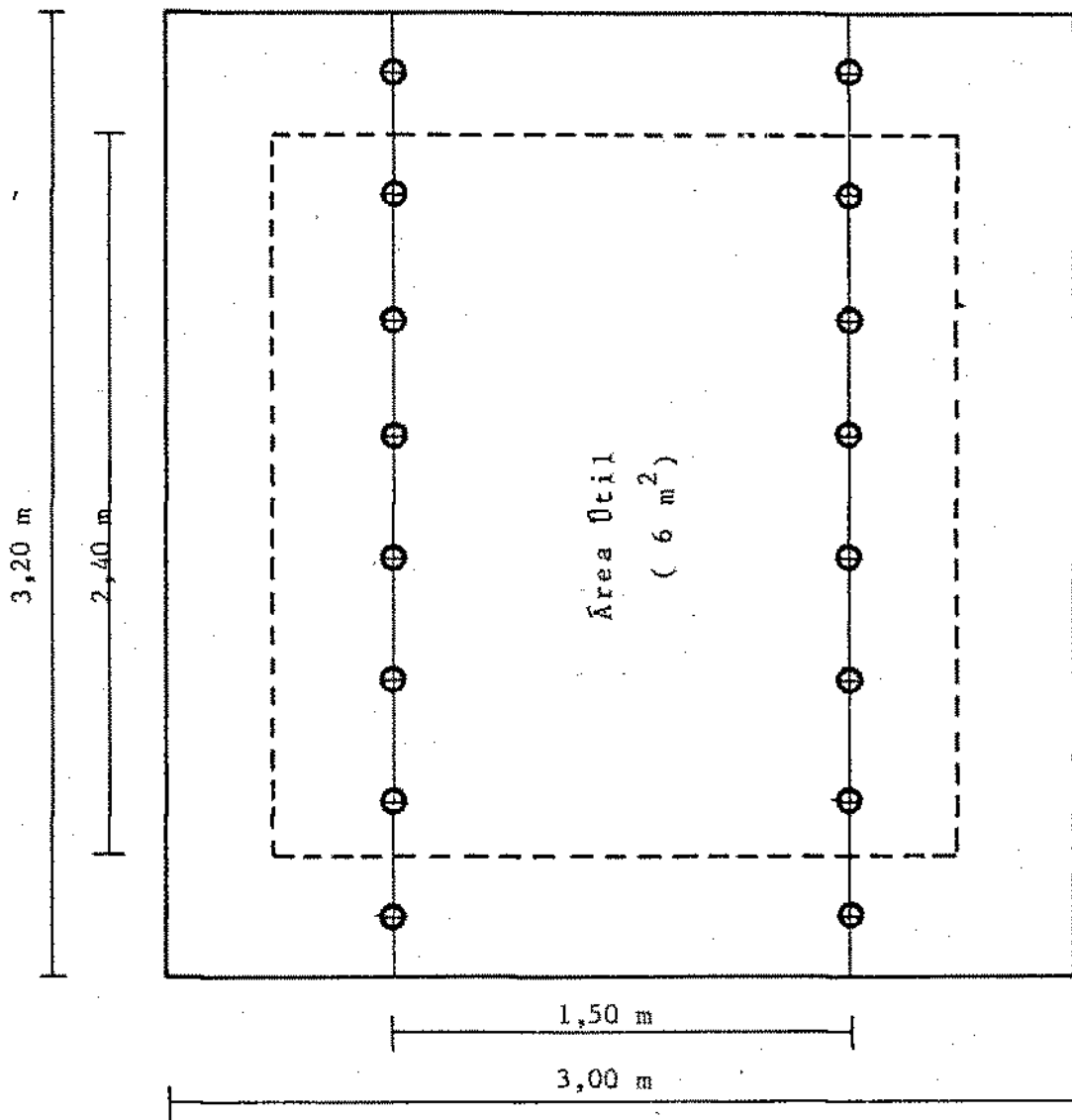


Figura 2 - Esquema da Sub-Parcela

3.6. Práticas Culturais-

3.6.1. Preparo do Solo e Plantio

O solo foi inicialmente arado a uma profundidade aproximada de 30cm e gradeado em dois sentidos.

A cultivar utilizada foi a IPA-2, fornecida pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Pernambuco (IPA). As sementes foram tratadas com Benomil.(Benlate) na proporção de 500 mg/100g de sementes.

O plantio foi realizado no dia 04.09.1980, em copinho de jornal, 10cm de altura e 6cm de diâmetro. Para enchimento dos copinhos utilizou-se o mesmo solo do local do experimento, tratado com Brometo de Metila para combater pragas, doenças e ervas daninhas. (FILGUEIRA, 1972). O espaçamento utilizado foi de 1,5m entre fileiras e 0,40m entre covas, deixando-se três plantas por cova, dando uma população de 50.000 plantas por hectare. A Fig. 3 apresenta um modelo do copinho usado para o plantio do tomate.

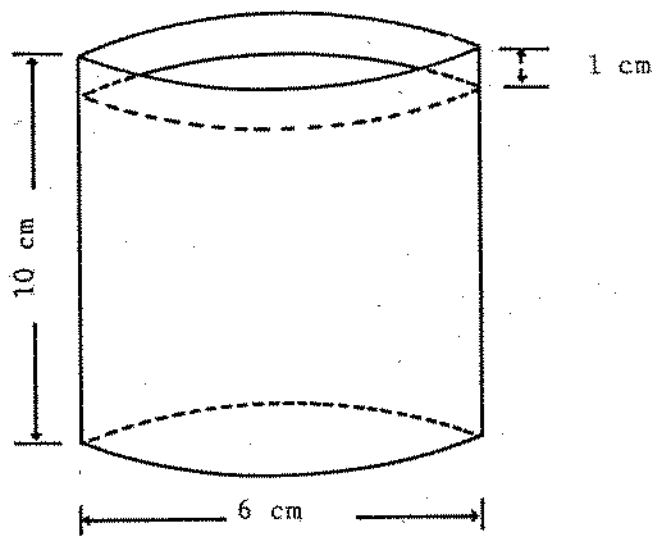


Figura 3 - Modelo do copinho que foi usado para plantio do tomate.

3.6.2. Adubação

A adubação foi feita na cova por ocasião do transplântio para o local definitivo. Consta de NPK, sendo N fracionado em três aplicações, 40% no plântio definitivo, 30% aos trinta dias e 30% depois de 60 dias, após o transplântio, respectivamente. Todo o fósforo e potássio foram aplicados na época do plântio. Usou-se um nível constante de K para todos os tratamentos, 70 kg/ha de K_2O , conforme recomendações de SILVA (1977).

3.6.3. Tratos Fitossanitários

Os tratos fitossanitários foram realizados de acordo com as normas empregadas na região, com capinas e amontoas. Foram efetuadas pulverizações contra doenças e pragas com Folimat 1.000, Cupravit Azul e Neoron, nas dosagens recomendadas pelos produtos, respectivamente.

3.6.4. Colheita

Na época da colheita, procedeu-se a contagem e pesagem dos frutos existentes em cada unidade experimental. Os frutos foram colhidos no início da maturação, fazendo-se uma colheita por semana, num total de oito colheitas. Determinaram a produção (peso dos frutos) e o número de frutos nas parcelas do experimento.

3.7. Irrigação

Nos primeiros quinze dias após o transplante das mudas, todas as parcelas receberam iguais quantidades de água, para assegurar maior eficiência na performance das plântulas. Posteriormente, iniciou-se a diferenciação das lâminas de água aplicadas nas parcelas. Para evitar a passagem de água de uma sub-parcela a outra, construiu-se taipas ou marachas.

Segundo recomendações de CHOUDHURY & MILLAR (1979), as frequências de irrigação e as lâminas líquida e bruta a aplicar, em cada tratamento respectivamente, foram calculadas a partir das características físico-hídricas do solo, da exigência da cultura e das condições climáticas do ambiente, com base nas seguintes fórmulas:

$$L_1 = \frac{CC - PM}{100} \times Da \times Pr \times Ci$$

$$L_b = \frac{L_1}{E_a}$$

$$F_r = \frac{L_1}{ETA}$$

onde,

- LI = Lâmina líquida de reposição (cm);
 L_b = Lâmina bruta a aplicar (cm);
 Fr = Frequência de irrigação (dias);
 CC = Capacidade de campo (%);
 PM = Ponto de murcha (%);
 Da = Densidade aparente do solo (g/cm³);
 Pr = Profundidade efetiva do sistema radicular (cm);
 Ea = Eficiência de aplicação (%);
 ETA = Evapotranspiração atual ou real da cultura (mm/dia).
 Ci = Critério de irrigação (utilizou-se 0,5 ou 50% da água consumida).

A necessidade de água para o manejo da irrigação foi definida em função dos dados de evapotranspiração potencial (ETP) e do coeficiente da cultura (K_c), segundo DOOREN BOS & PRUITT (1975), conforme a equação seguinte:

$$K_c = \frac{ETA}{ETP}$$

K_c = 0,90 (HARGREAVES, 1974)

ETA = Evapotranspiração atual ou real da cultura

ETP = Evapotranspiração potencial estimada a partir dos dados climáticos (HARGREAVES, 1976).

Para medição das lâminas de água foram utilizados diversos depósitos iguais com a capacidade de 1 litro, colocados no mesmo nível do solo, instalando duas em cada sub-parcela.

Os dados foram devidamente corrigidos, transforman

do-os para milímetros e, em seguida, submetidos na fórmula para determinação do Coeficiente de Uniformidade (Cn), segundo CHRISTIANSEN (1924).

$$Cn = 100 \times \left(1 - \frac{\sum Y}{Mn} \right)$$

onde:

Y = Diferença entre pluviometria colhida em cada um dos depósitos colocados em superfície

Mn = Pluviometria média observada, multiplicada pelo número de pontos de observação.

3.8. Métodos Estatísticos

As características estudadas foram produtividade de frutos (t/ha) e número de frutos por hectare. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F; a comparação entre as médias realizou-se através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Correlacionou-se o número de frutos e peso do tomate, sendo a significância deste coeficiente de correlação simples verificada pelo teste "t", ao nível de 1% de probabilidade (GOMES, 1978).

As análises de variância foram feitas com base no seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = u + B_i + W_j + (B.W)_{ij} + T_k + (B.T)_{ik} + (W.T)_{jk} + (B.W.T)_{ijk}$$

u = média do experimento

B_i = Efeito do i -ésimo bloco, $i = 1, 2, \dots, 4$.

W_j = Efeito do j -ésimo nível de umidade, $j = 1, 2, \dots, 4$.

T_k = Efeito do k -ésimo tratamento fatorial (combinação de N e P), $k = 1, 2, \dots, 8$.

$(W.T)_{jk}$ = Efeito da interação nível de umidade x nível de adubação.

$(B.W)_{ij} + (B.T)_{ik} + (B.W.T)_{ijk} = E_{ijk}$ = Erro experimental (Resíduo).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Manejo da Irrigação

O coeficiente de uniformidade para correção das lâminas de água aplicadas à cultura, obtidas a cada irrigação foi, em média, de 90%.

Na Tabela 3 são apresentados os dados de lâmina de água total aplicada e o número de irrigações para os diferentes tratamentos estudados.

TABELA 3. Lâmina de água total aplicada e número de irrigações realizadas durante o ciclo da cultura.

Tratamentos	Lamina de agua total aplicada (mm)	Numero de irrigações
W ₁	1.032,08	54
W ₂	923,09	54
W ₃	795,62	54
W ₄	583,74	54

Na Fig. 4, tem-se, em forma esquemática, o manejo da irrigação da área experimental em função do tempo. Desde o transplântio até 15 dias depois, a área foi irrigada

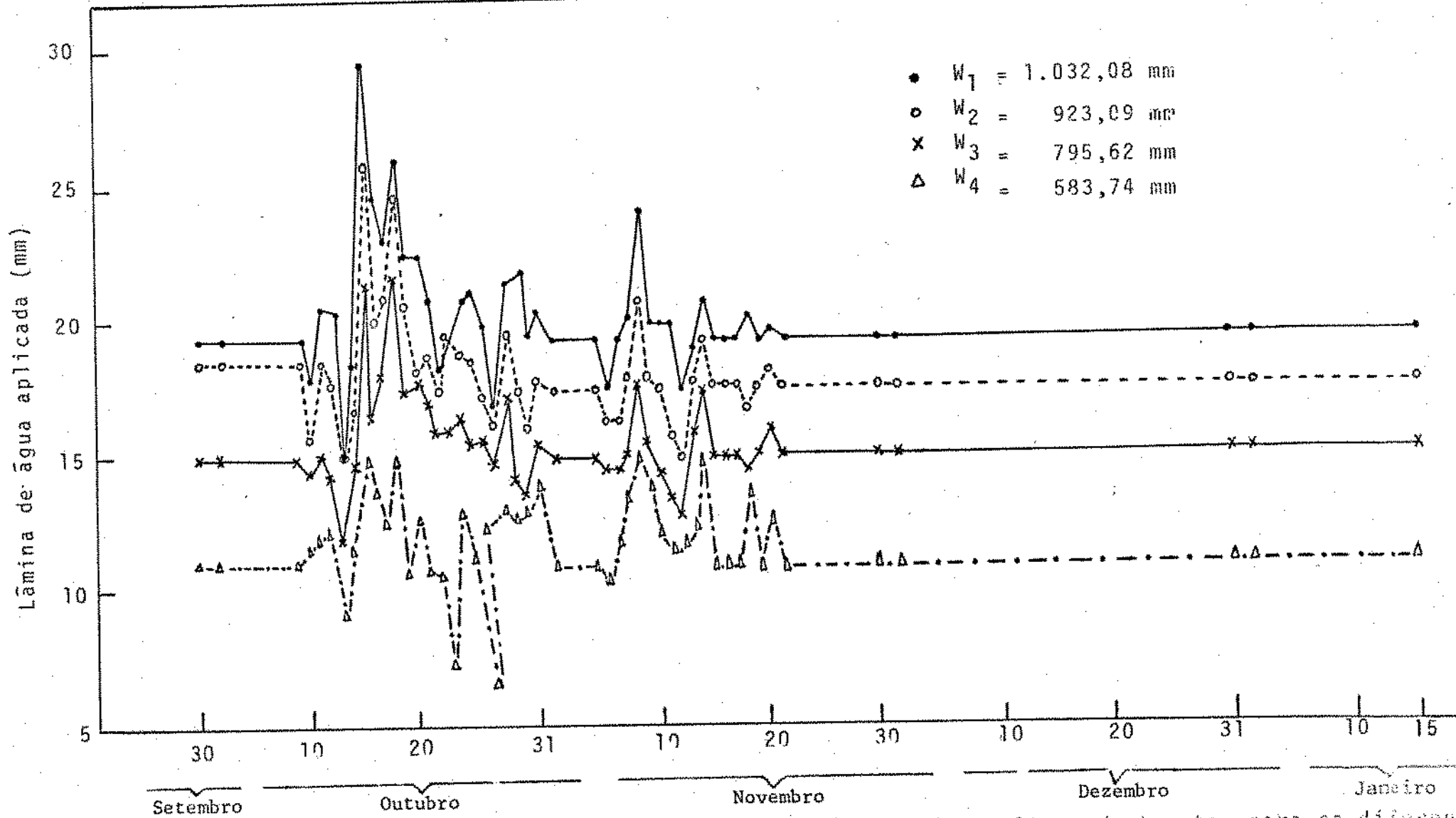


Fig. 4. Lâmina d'água aplicada por irrigação durante o ciclo da cultura do tomate, para os diferentes tratamentos.

uniformemente utilizando regador manual. Posteriormente, a irrigação foi feita por meio de linha de aspersores, para que fosse aplicado lâminas diferentes a partir do eixo do aspersor. As lâminas de água no tratamento W_1 variaram de 8,30 a 14,68 mm/dia, no tratamento W_2 de 6,44 a 12,82 mm/dia, no tratamento W_3 de 5,84 a 10,85 mm/dia e no tratamento W_4 de 3,29 a 7,54 mm/dia, em função dos valores da evaporação do tanque classe "A". O comportamento dessas lâminas d'água aplicadas por irrigação durante o ciclo da cultura nos diferentes tratamentos, é observado na Fig. 4.

A lâmina total aplicada para cada tratamento, encontra-se esquematizada na Fig. 5. variando de 1.032,08 a 593,74 mm, para as faixas mais úmidas e mais secas, respectivamente. Verificou-se uma amplitude de umidade de 448,34 mm, aproximadamente, duas vezes maior do que a obtida por SILVA (1978) trabalhando com *Vigna sinensis*. Este fato se explica pela exigência da cultura implantada.

4.2. Evapotranspiração

A evapotranspiração (ETP) foi determinada através de um balanço completo de água. Os dados de evapotranspiração corresponderam a valores diários a partir do 15º dia após o transplante, período em que se iniciou o controle completo dos componentes da equação hidrológica. Durante o período de 107 dias do balanço hídrico, a ETP foi, em média, 9,89 mm/dia. Esses dados de ETP foram maiores do que

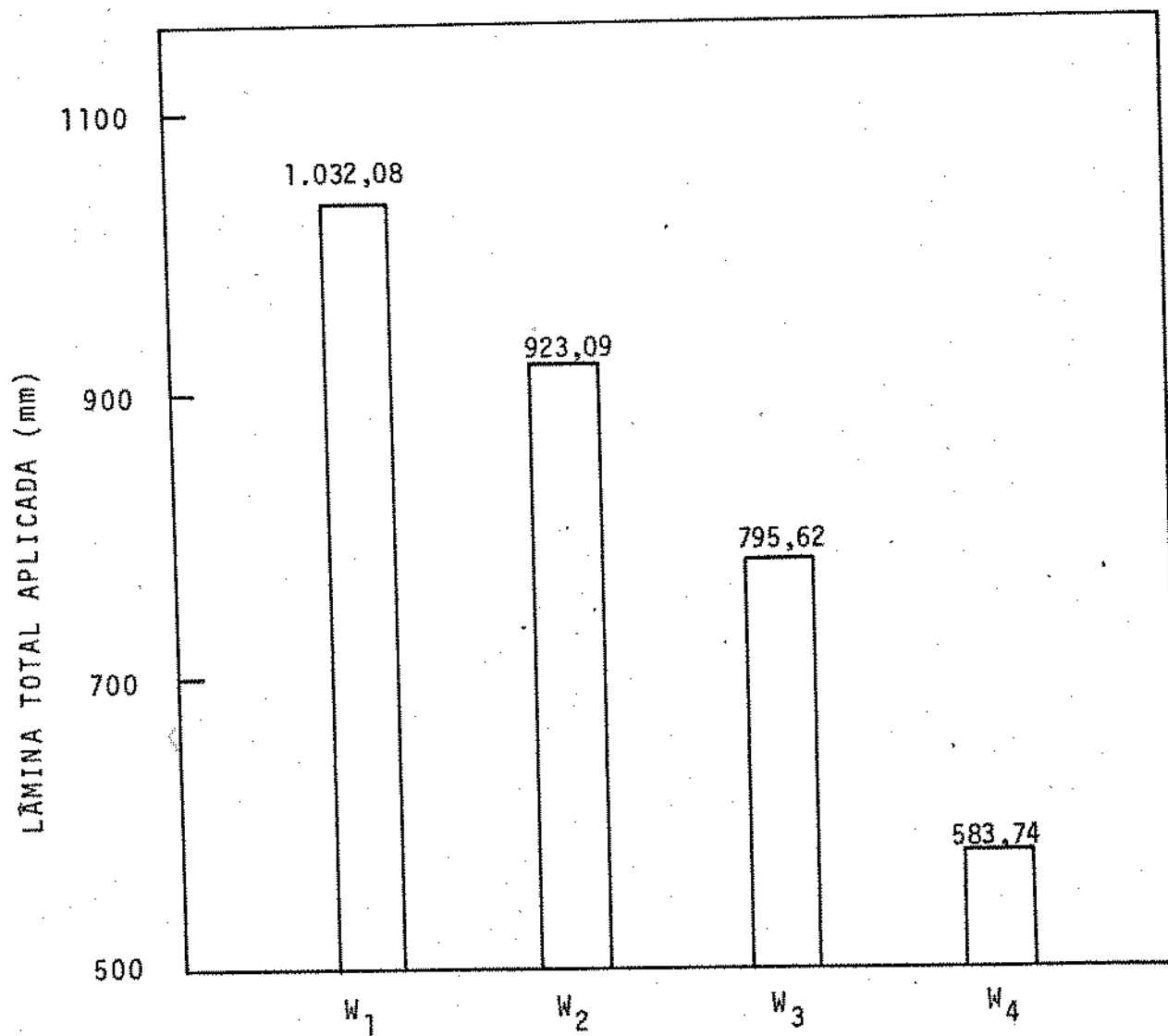


Fig. 5. Lâmina total aplicada nos diferentes tratamentos durante o ciclo da cultura.

os obtidos por SILVA & SIMÃO (1973) que, estudando o comportamento do tomateiro obtiveram uma evapotranspiração de 2,9 mm/dia de água. Foram também maiores do que os achados por SILVA & MILLAR (1981) quando determinaram a evapotranspiração em feijão-de-corda, em função da exigência da cultura e da evaporação média do tanque classe "A" correspondente a 8,84mm/dia.

TABELA 4. Evapotranspiração (ETP) acumulada e por período.

Tempo (dias)	ETP por período	ETP acumulada (mm)	ETP média por período (mm)
1	9,91	9,91	9,91
10	89,15	99,06	9,91
20	105,29	204,35	10,53
30	99,09	303,43	9,91
40	90,92	394,35	9,09
50	98,90	493,25	9,89
60	99,05	592,30	9,91
70	99,05	691,35	9,91
80	99,05	790,4	9,91
90	99,05	889,45	9,91
100	99,05	988,50	9,91
107	69,34	1.057,84	9,91

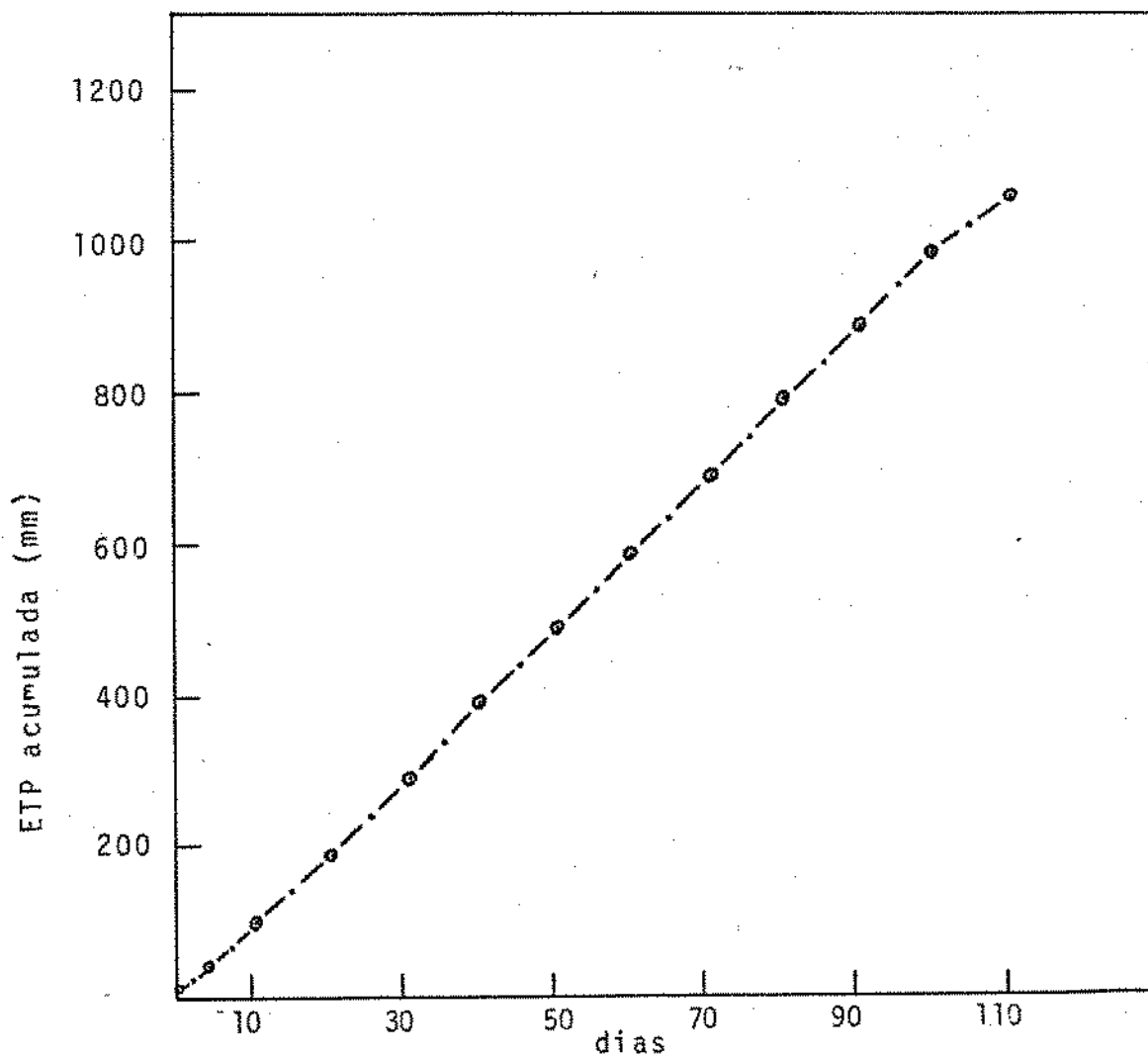


Fig. 6. Evapotranspiração acumulada em função do tempo.

4.3. Efeito das Faixas de Umidade

Na Tabela 5, encontram-se as produções médias de tomate, em t/ha, e o número de frutos/ha para as diferentes faixas de umidade. Os resultados da análise de variância para produção de tomate e número de frutos por hectare, em função das faixas de umidade e níveis de fertilização, são apresentados na Tabela 11 (Apêndice). Nesta Tabela, verifica-se diferenças significativas entre as faixas de umidade. As análises de regressão revelaram um efeito quadrático positivo com relação a produção de tomate e número de frutos por hectare, em função das diferentes lâminas de água aplicadas à cultura.

Resultados semelhantes, com relação a influência dos níveis de umidade foram observados por SILVA (1972 e 1978) em Phaseolus vulgaris, ZERBI & MURTAS (1974), em tomateiro, CHOUDHURY & MILLAR (1978), em tomate industrial e SILVA et alii (1981), em milho e milheto, os quais mostraram ser os níveis de umidade uma importante causa de variação na produção.

Ainda na Tabela 5, o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, com d.m.s. = 11,38 t/ha para produção de tomate e d.m.s. = 330.000 frutos/ha mostra que as faixas de irrigação 796 e 923 mm de água apresentaram comportamento idêntico e responderam melhor ao aumento de produção e do número de frutos, no período estudado. Estes resultados indicam que se pode diminuir o uso da lâmina

d'água para 796 mm sem prejuízo na produtividade.

TABELA 5. Produtividades médias de tomate e número de frutos/ha, para as diferentes lâminas totais de água aplicada à cultura.

Lamina total de água aplicada	Produtividade	Número de frutos
mm	t/ha	ha
584	53,29 b	1.357.400 b
796	68,14 a	1.570.000 ab
923	71,81 a	1.771.500 a
1.032	64,21 ab	1.580.800 ab
d.m.s.	11,38	330.000

As médias acompanhadas pela mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados encontrados concordam em parte com os apresentados por SILVA et alii (1981), quando observaram que a produção de milho aumentou em relação quadrática entre as lâminas de irrigação, tendo a produção de grãos alcançado um valor máximo para 503 mm de água aplicada.

A equação de regressão ajustada para a produção de tomate, em função da lâmina de irrigação, com seu respectivo coeficiente de determinação é mostrada na Fig. 7. Observa-se que nas faixas crescentes de umidade até a faixa de 923 mm, aumentaram significativamente a produtividade de

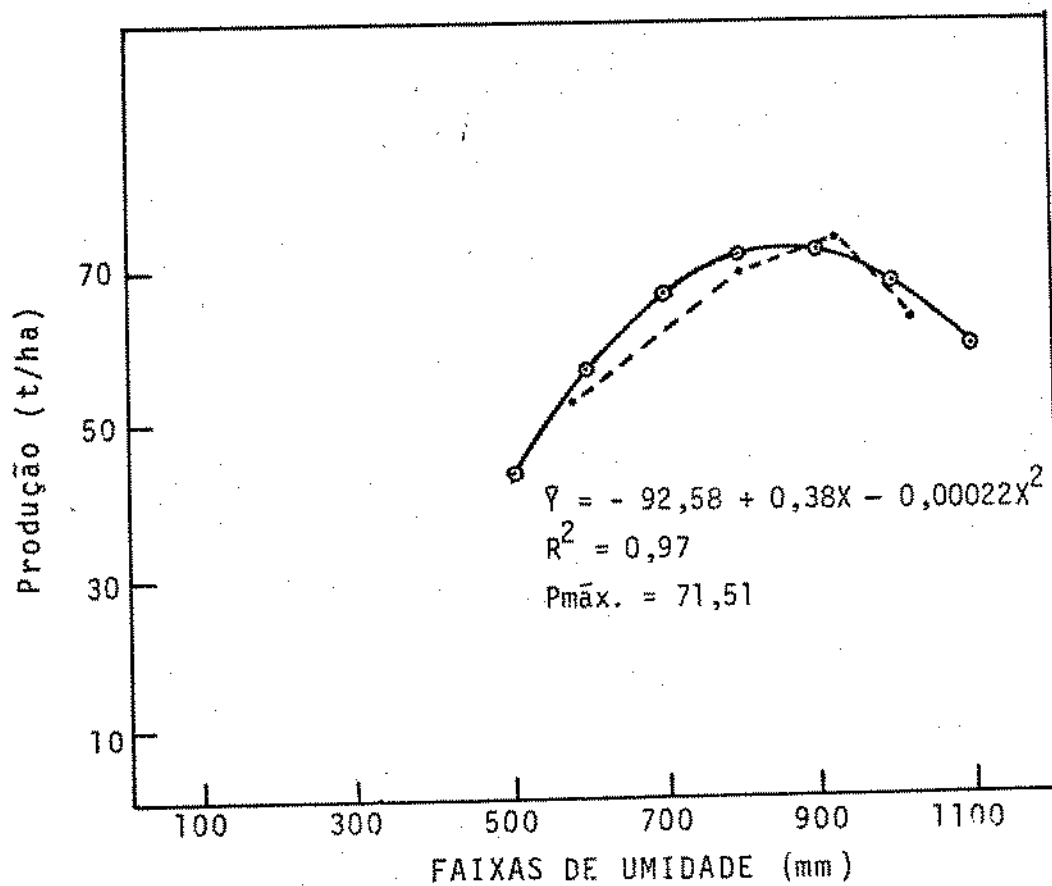


Fig. 7. Produção de tomate (t/ha) em função das lâminas de água aplicadas à cultura.

tomate, notando-se ligeiro decréscimo na faixa de 1.032 mm de água. A produção máxima estimada de 71,51 t/ha foi obtida com a lâmina de irrigação equivalente a 864mm de água.

A equação de regressão ajustada para o número de frutos por hectare de tomate, em função das lâminas de irrigação é mostrada na Fig. 8. Observa-se que o número de frutos/ha aumentou numa relação quadrática entre as variáveis, tendo a produção máxima estimada atingido 1.672.170 frutos/ha com lâmina de irrigação de 900mm. O incremento de produção decorreu do aumento da quantidade de água aplicada à cultura.

4.4. Efeitos das Doses de N e P

Os resultados de produtividade e do número de frutos/ha de tomate com relação as doses de fertilizantes nitrogenados e fosfatados são apresentados na Tabela 6.

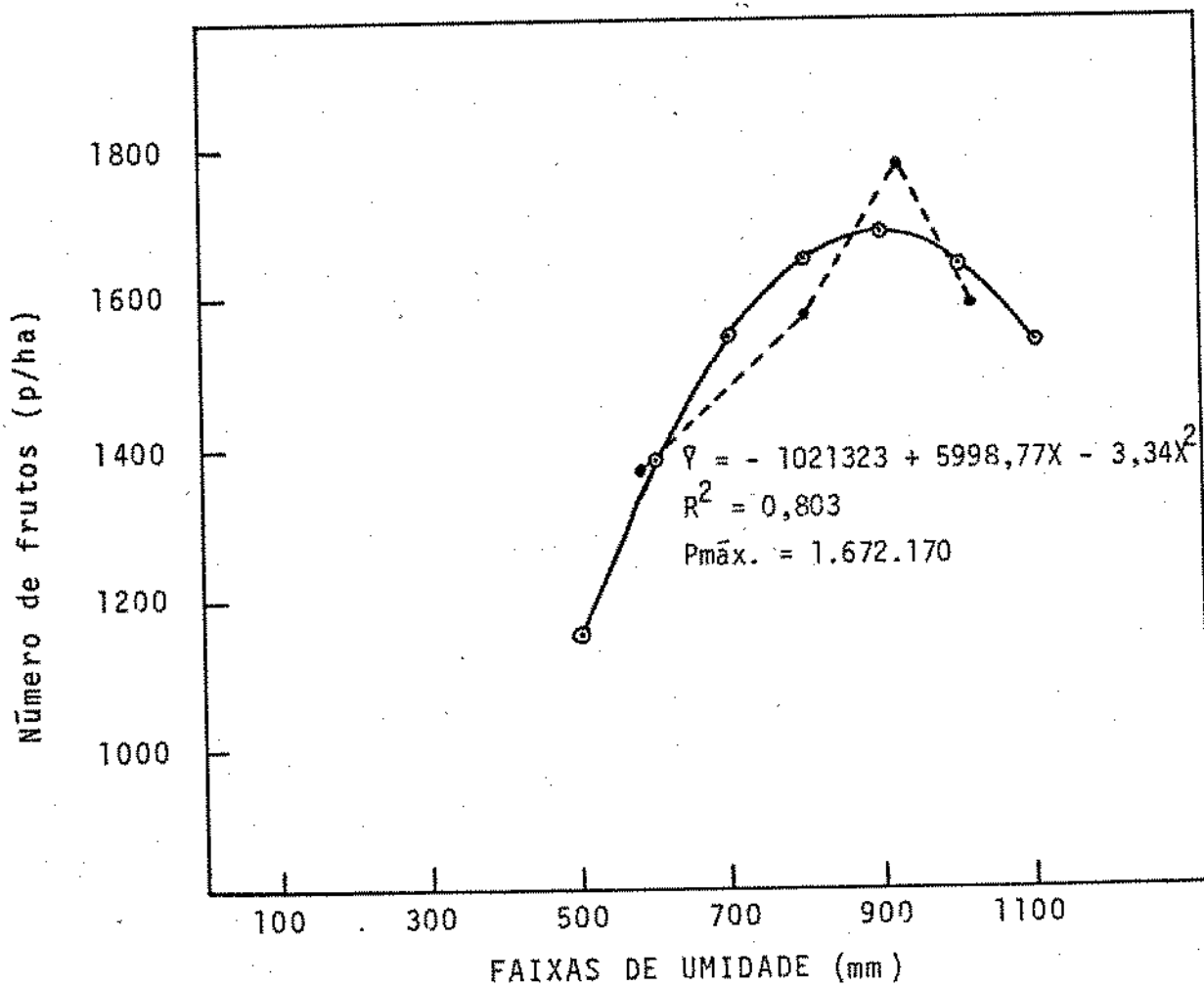


Fig. 8. Número médio de frutos de tomate por hectare, em função das lâminas de água aplicadas à cultura.

TABELA 6. Médias de produtividade e do número de frutos de tomate por hectare para os diferentes níveis de nitrogênio e de fósforo.

Níveis de N e P	Produtividade	Número de frutos
kg/ha	t/ha	ha
N 0	52,08 b	1.224.400 b
N 60	67,28 a	1.661.500 a
N 120	73,36 a	1.823.900 a
d.m.s.	8,95	259.700
P 0	54,96 b	1.375.400 b
P 75	68,90 a	1.624.100 ab
P 150	69,23 a	1.710.200 a
d.m.s.	8,95	259,700

As médias acompanhadas pela mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se pela análise de variância (Tabela 11 do Apêndice) efeito altamente significativo quando se estudou o comportamento dos nutrientes isoladamente. As análises de regressão indicaram efeito linear altamente significativo para os nutrientes N e P, avaliados isoladamente sobre a produtividade e número de frutos/ha. Isto demonstrou que a cultura responderia a doses maiores desses fertilizantes.

Os resultados encontrados concordam com os traba

lhos de MAKISHIMA (1964), ASO et alii (1965), SOBRINHO et alii (1968), ALMEIDA et alii (1972), CAMPOS et alii (1973), BENEVIDES (1973) e SILVA (1972), todos estudando o efeito dos nutrientes N, P e K na cultura do tomateiro.

Observa-se também na Tabela 6 que, os níveis de nitrogênio e de fósforo que proporcionaram melhores respostas foram, respectivamente, 120 kg/ha de N e 150 kg/ha de P_2O_5 . Observou-se um aumento de produção de 41% com aplicação de 120 kg/ha de N e de 26% com emprego de 150 kg/ha de P_2O_5 . Estes resultados concordam com os obtidos por SOUZA E CABRAL (1973) quando verificaram que os melhores níveis de nitrogênio e fósforo foram 100 kg/ha de N e 150 kg/ha de P_2O_5 , respectivamente. Para GARGANTINI & BLANCO (1963) maiores produções de tomate são alcançadas quando se aduba com muito fósforo e menos nitrogênio e potássio.

Nas Figs. 9 e 10, acham-se apresentados, graficamente, as equações de regressão ajustadas para os dados de produção de tomate, em t/ha, em função dos diferentes níveis de nitrogênio e de fósforo, com seus respectivos coeficientes de determinação. Observa-se um aumento linear na produção de tomate de aproximadamente 18% com a elevação do nível de nitrogênio e 10% com a do nível de fósforo. Resultados similares foram obtidos por SOUZA & CABRAL (1973), estudando os efeitos de nitrogênio e fósforo na produção do tomateiro.

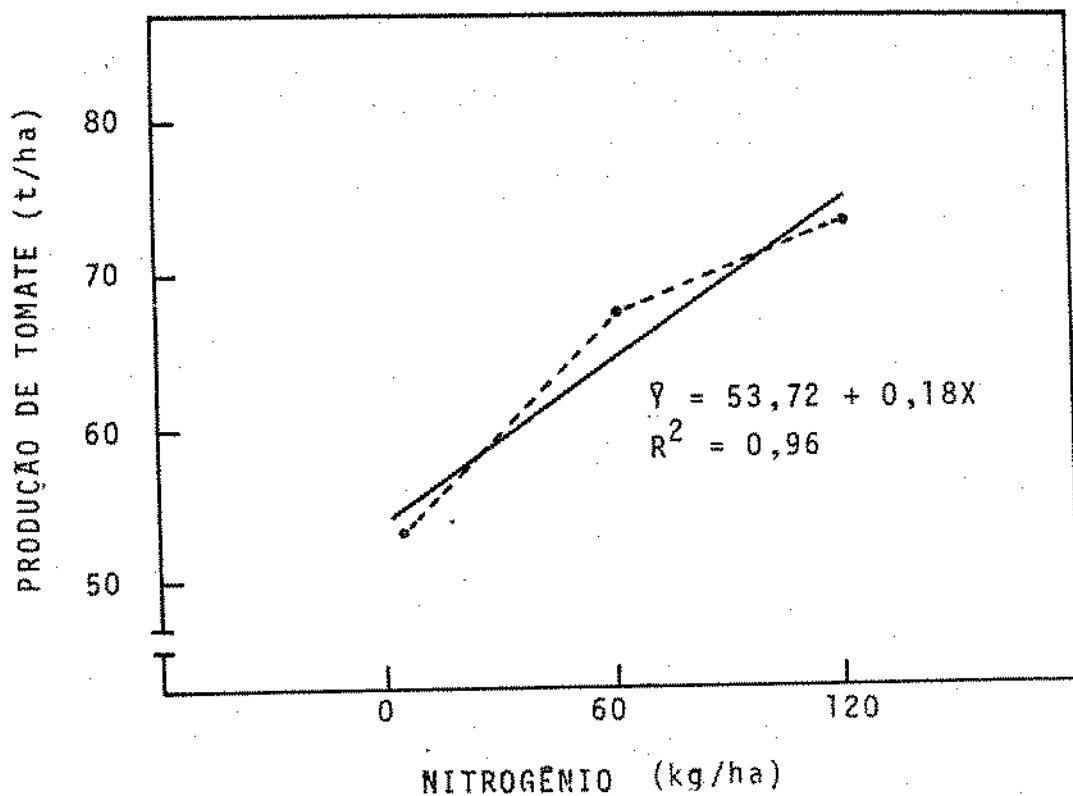


Fig. 9. Produção de tomate (t/ha), em função dos níveis de nitrogênio

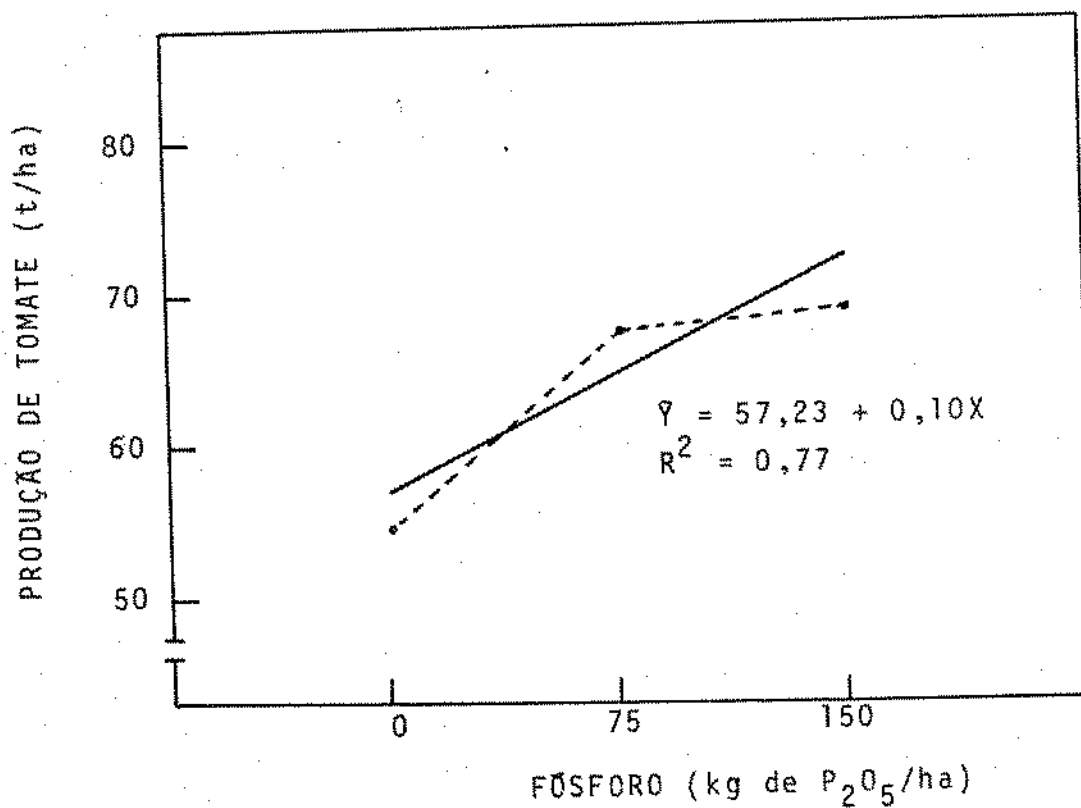


Fig. 10. Produção de tomate (t/ha) em função dos níveis de fósforo.

As equações de regressão ajustadas para o número de frutos por hectare, de tomate, em função dos níveis de nitrogênio e de fósforo, com os respectivos coeficientes de determinação são encontrados nas Figs. 11 e 12. Observa-se um aumento linear na quantidade de frutos por hectare com as doses crescentes de nitrogênio e, também, com as doses crescentes de fósforo. Estes resultados em parte concordam com os relatados por ALMEIDA et alii (1972), que verificaram resposta linear significativa na cultura do tomateiro com relação à aplicação de fósforo.

Os resultados obtidos para produção de tomate (t/ha) e número de frutos/ha, em relação as diferentes doses de nitrogênio e fósforo são apresentados na Tabela 7.

As análises de variância (Tabela 11 do Apêndice), mostraram um efeito altamente significativo das doses de fertilizantes sobre a produção e o número de frutos de tomate.

Como se observa pela Tabela 7, os tratamentos N_{120} P_{150} K_{70} e N_{120} P_{75} K_{70} aumentaram a produção e o número de frutos de tomate, respectivamente, em 102% e 89% com relação ao tratamento N_0 P_0 K_{70} (testemunha). Constatou-se ainda que o tratamento N_{120} P_{150} K_{70} apresentou maior produção de tomate (78,50 t/ha) e maior quantidade de frutos (1.991.100 frutos/ha de tomate). Este resultado coincide com o observado por SOUZA & CABRAL (1973), estudando os efeitos de nitrogênio e fósforo na cultura do tomateiro.

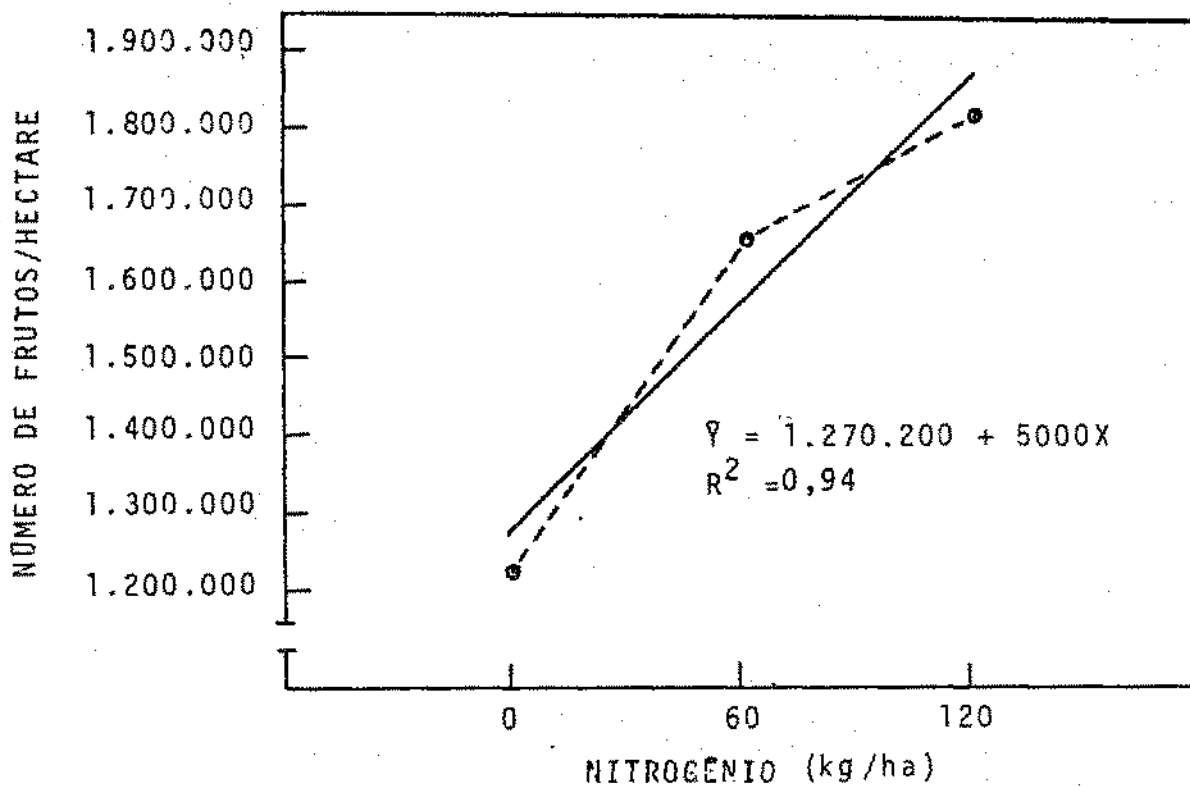


Fig. 11. Número médio de frutos de tomate por hectare, em função dos níveis de nitrogênio.

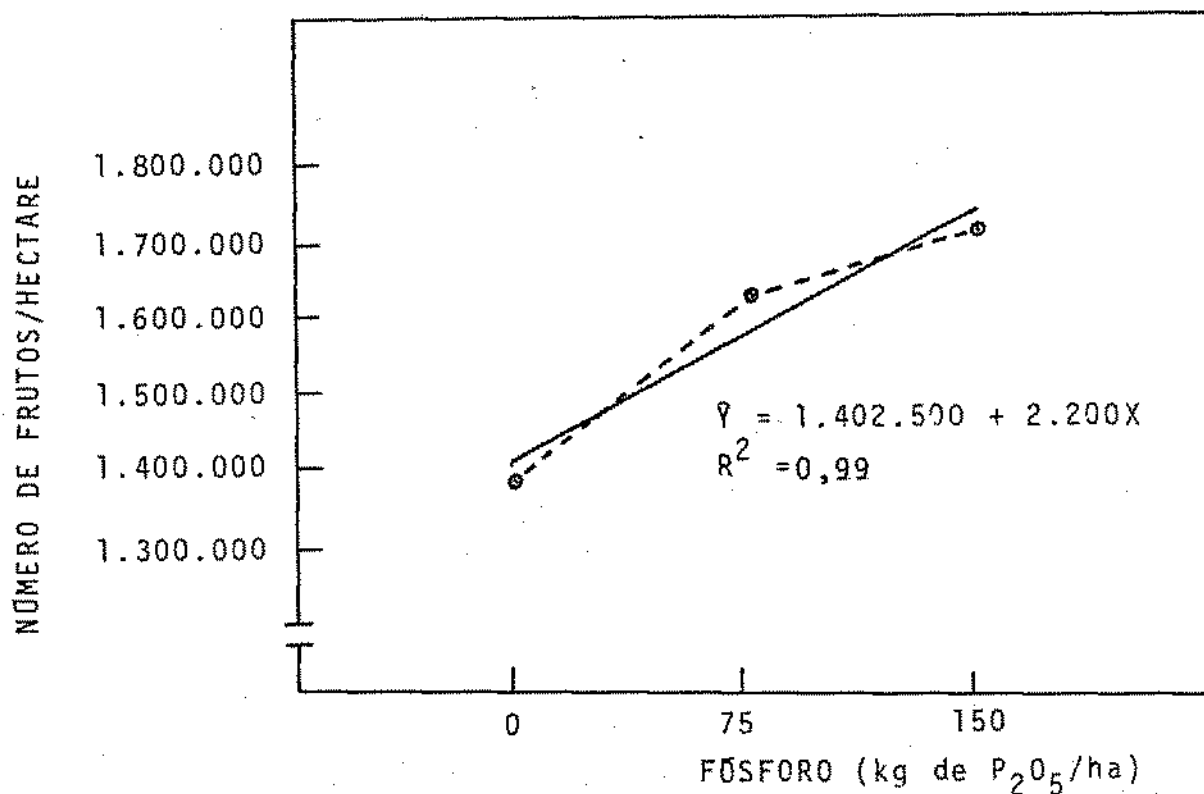


Fig. 12. Número médio de frutos de tomate por hectare em função dos níveis de fósforo.

TABELA 7. Produtividades médias de tomate (t/ha) e número de frutos/ha, em função dos níveis de fertilizantes.

Tratamentos			Produtividade	Número de frutos
			t/ha	ha
N ₀	P ₀	K ₁	38,96 c	933.900 c
N ₀	P ₁	K ₁	60,06 ab	1.339.300 bc
N ₀	P ₂	K ₁	57,22 bc	1.400.000 bc
N ₁	P ₀	K ₁	57,99 abc	1.489.700 abc
N ₁	P ₁	K ₁	73,01 ab	1.756.000 ab
N ₁	P ₂	K ₁	71,98 ab	1.739.500 ab
N ₂	P ₀	K ₁	67,94 ab	1.703.400 ab
N ₂	P ₁	K ₁	73,63 ab	1.777.200 ab
N ₂	P ₂	K ₁	78,50 a	1.991.100 a
d.m.s.			20,66	599.700

As médias acompanhadas pela mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.5. Efeitos da Interação Umidade x Fertilizantes

Como se observa (Tabela 11 do Apêndice), a interação irrigação versus os nutrientes nitrogênio e fósforo não foi significativa sobre a produtividade de frutos/ha de tomate. Estes resultados concordam com os obtidos por SILVA & MILLAR (1978), quando verificaram a influência do teor de umidade do solo e da adubação nitrogenada no rendi

mento de grãos de feijão. Entretanto, resultados contrários foram demonstrados por COSTA FILHO (1978) que encontraram significância estatística para a interação irrigação x fertilização na produção de cebola e por DELIBALTOV & ZACHARIEV (1976), que observaram a existência de uma correlação positiva entre a irrigação e os níveis de fertilizantes em função da produção de trigo, milho e beterraba açuquareira.

4.6. Correlação Entre Número de Frutos e Peso do Tomate

A análise de correlação evidenciou diferença altamente significativa entre o peso e o número de frutos. Desse modo conclui-se haver homogeneidade do peso dos frutos de tomate em toda área experimental. Consequentemente não se observou influência dos tratamentos no tamanho do fruto. Este fenômeno é expressado pela equação de regressão:

$$Y = 4,71 + 0,000038 X \quad (r = 0,98^{xxx}).$$

4.7. Análise Econômica

As análises econômicas foram baseadas no preço vigente, na praça de Caicó-RN, em novembro/80 a janeiro/81 no valor de CR\$ 10,75/kg (Dez cruzeiros e setenta e cinco centavos). Os valores dos fertilizantes de acordo com a Cooperativa Mista dos Irrigantes do Perímetro Irrigado Itans/Sabugi foi de:

. Sulfato de Amônio.....	CR\$ 12,00
. Superfosfato simples.....	CR\$ 9,20
. Sulfato de Potássio.....	CR\$ 15,52

A Tabela 8 mostra que o valor aumentado e o lucro líquido atingiram valores máximos com o emprego de doses de 120 kg de N/ha, proporcionando maior rentabilidade por hectare da ordem de CR\$ 191.362,00 (Cento e noventa e um mil, trezentos e sessenta e dois cruzeiros). Este resultado também pode ser observado nas curvas no valor aumentado e lucro líquido (Fig. 13).

Observa-se na Tabela 9 que, o valor aumentado e lucro líquido alcançaram valores máximos com o emprego de dose de 150 kg de P_2O_5 /ha, evidenciando uma rentabilidade por hectare de CR\$ 116.455,00 (Cento e sessenta e cinco mil quatrocentos e cinquenta e cinco cruzeiros). Apesar da diferença não ser significativa com a dose de 75 kg de P_2O_5 /ha, observou-se que a dosagem de 150 kg de P_2O_5 /ha promove maiores rendas adicionais em relação a este nível. Estes resultados não foram representados graficamente porque a diferença entre os valores obtidos foram mínimos.

A determinação da dose mais viável economicamente foi baseada na análise econômica custo/retorno fornecida em termos de lucro líquido por hectare.

Conforme a Tabela 10, constatou-se que o lucro líquido máximo foi obtido com a dose de 120 kg de N/ha associado com 150 kg de P_2O_5 e 70 kg de K_2O /ha.

Entretanto o tratamento com as doses de 60 kg de

N/ha, 75 kg de P_2O_5 /ha e 70 kg de K_2O proporcionou maior rentabilidade com relação aos demais tratamentos.

Observando-se a Fig. 14, pode-se verificar a influência das doses de fertilizantes no aumento do lucro líquido.

TABELA 8. Produção, custo e lucro líquido com a aplicação de N, em tomate industrial cultivar IPA-2.

Aplicação de N (kg/ha)	Produção média (t/ha)	Aumento da produção em cada 60 kg de N	Custo dos fertilizantes (CR\$)	Valor aumentado produto CR\$ 10,76 kg	Preço do produto	Lucro líquido (CR\$)
0	52,08	-	-	-	-	-
60	67,28	15,20	26.598,00	163.400,00		136.802,00
120	73,36	6,08	37.398,00	228.760,00		191.362,00

TABELA 9. Produção, custo e lucro líquido com a aplicação de P, em tomate industrial cultivar IPA-2.

Aplicação de P (kg/ha)	Produção média (t/ha)	Aumento da produção em cada 75 kg P ₂ O ₅	Custo dos fertilizantes (CR\$)	Valor aumentado produto CR\$ 10,75/kg	Preço do produto	Lucro líquido (CR\$)
0	54,96	-	-	-	-	-
75	68,90	13,94	26.598,00	149.855,00		123.257,00
150	69,23	0,33	36.948,00	153.403,00		116.455,00

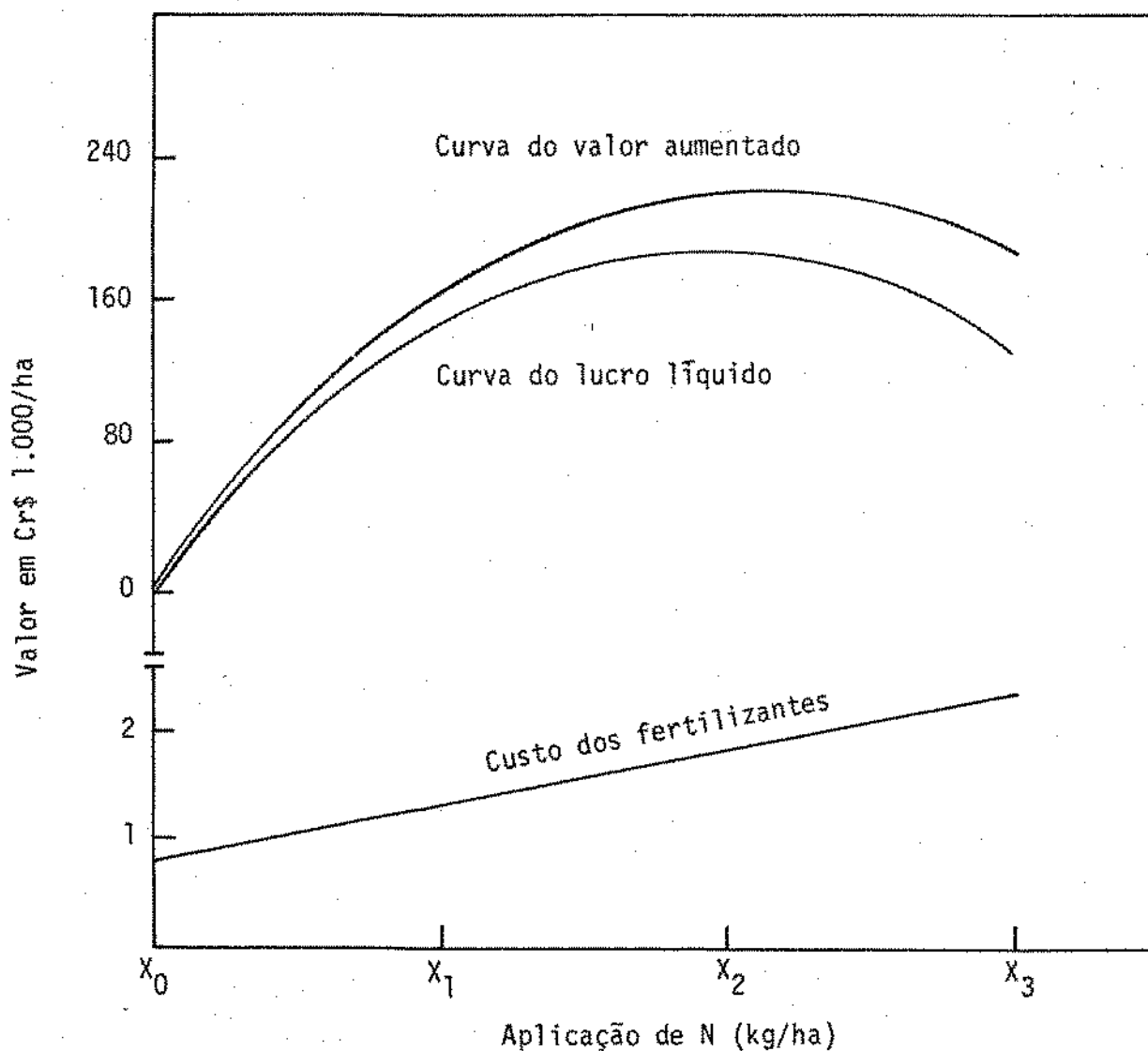


Fig. 13. Representação da dose econômica de nitrogênio em tomate
 $(X_0 = N_0P_0K_{70} + N_0P_{75}K_{70} + N_0P_{150}K_{70}$, $X_1 = N_{60}P_0K_{70} +$
 $N_{60}P_{75}K_{70} + N_{60}P_{150}K_{70}$, $X_2 = N_{120}P_0K_{70} + N_{120}P_{75}K_{70} +$
 $N_{120}P_{150}K_{70}$ e $X_3 =$ dose maior de N).

TABELA 10. Produção, custo e lucro líquido com a aplicação de NPK, em tomate industrial culti-
var IPA-2

Aplicação de N + P ₂ O ₅ + K ₂ O (kg/ha)			Produção média (t/ha)	Aumento de produção em função da aplicação dos fertilizantes (t/ha)	Custo de N: CR\$ 12,00/kg Custo de P: CR\$ 9,20/kg Custo de K: CR\$ 15,52/kg	Valor aumentado Preço produto CR\$ 10,75/kg	Lucro Líquido (CR\$)
N ₀	P ₀	K ₇₀	38,96	-	-	-	-
N ₀	P ₇₅	K ₇₀	60,06	21,10	5.715,92	226.825,00	221.109,00
N ₀	P ₁₅₀	K ₇₀	57,22	- 2,84	9.165,92	196.295,00	187.129,00
N ₆₀	P ₀	K ₇₀	57,99	0,77	5.865,92	204.573,00	198.707,00
N ₆₀	P ₇₅	K ₇₀	73,01	15,02	9.315,92	366.038,00	356.722,00
N ₆₀	P ₁₅₀	K ₇₀	71,98	- 1,03	12.765,92	354.966,00	342.200,00
N ₁₂₀	P ₀	K ₇₀	67,94	- 4,04	9.465,92	311.536,00	302.070,00
N ₁₂₀	P ₇₅	K ₇₀	73,63	5,69	12.915,92	372.703,00	359.787,00
N ₁₂₀	P ₁₅₀	K ₇₀	78,50	4,87	16.365,92	425.056,00	408.690,00

ORTN (Setembro/1980) = CR\$ 644,23

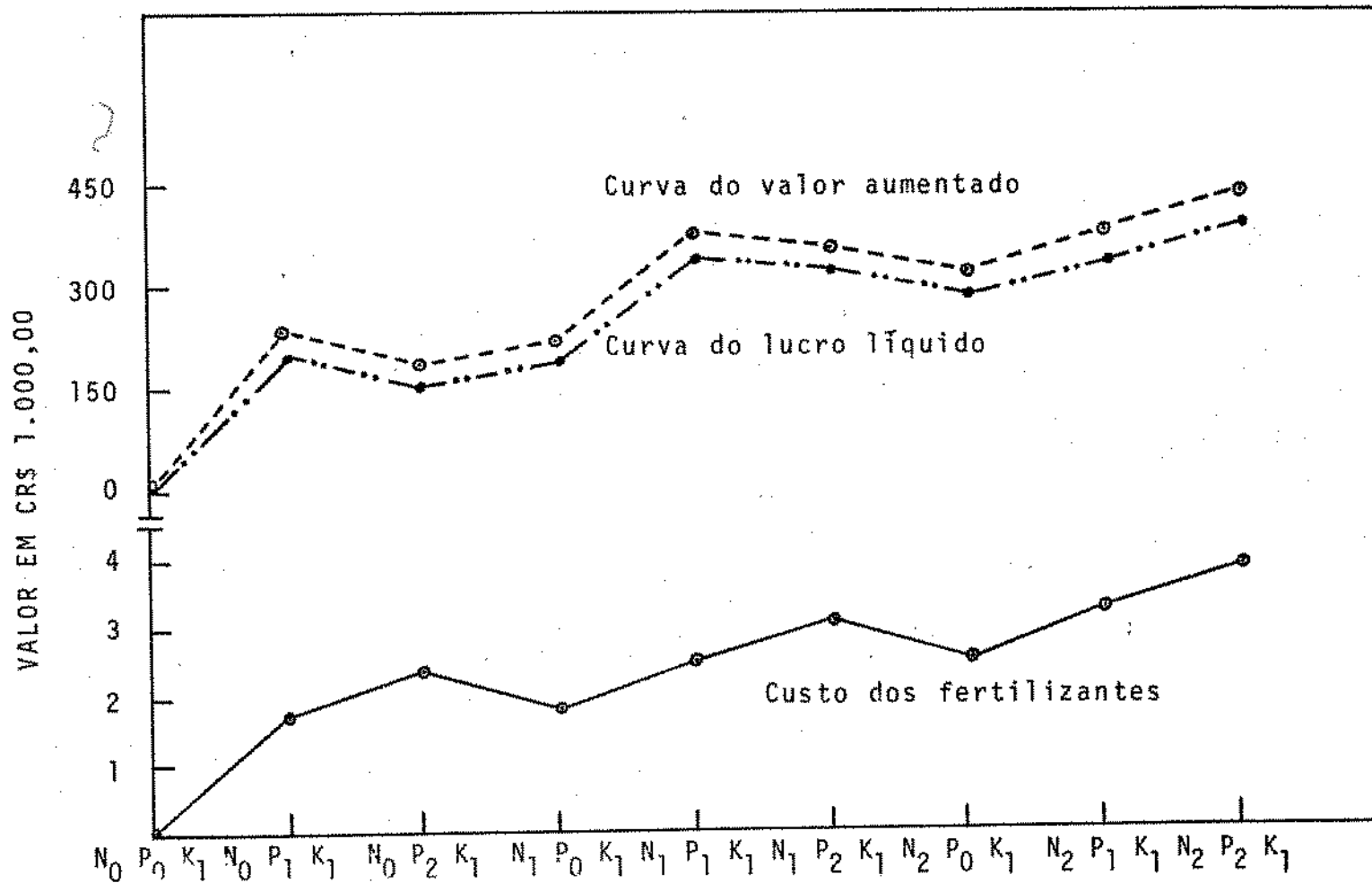


Fig. 14. Representação da dose econômica de NPK, em tomate.

5. CONCLUSÕES

1. As faixas de umidade 796 e 923mm foram estatisticamente iguais e responderam melhor ao aumento de produtividade e do número de frutos/ha, no período estudado, indicando que se pode diminuir o uso da lâmina d'água para 796mm sem prejuízo na produtividade.

2. A aplicação de água aumentou significativamente a produtividade numa relação quadrática até a lâmina de 923mm, com ligeiro decréscimo na lâmina de 1.032mm, estimando-se uma produtividade máxima de 71,5 t/ha para a lâmina de 864mm de água.

3. O número de frutos/ha aumentou numa relação quadrática com o aumento da quantidade de água aplicada à cultura, atingindo o máximo teórico de 1.672.170 frutos/ha com a lâmina de irrigação de 900mm.

4. A produtividade e número de frutos/ha aumentaram linearmente com os níveis crescentes de nitrogênio e

fósforo, demonstrando que a cultura responderia a doses maiores desses fertilizantes.

5. Os tratamentos $N_{120} P_{150} K_{70}$ e $N_{120} P_{75} K_{70}$ aumentaram a produtividade e número de frutos/ha, respectivamente, em 102% e 89% com relação ao tratamento $N_0 P_0 K_{70}$ destacando-se $N_{120} P_{150} K_{70}$ com maior produtividade (78,50 t/ha) e maior número de frutos (1.991.100 frutos/ha).

6. Maior lucro líquido foi alcançado com a dose de 120 kg/ha de N associado a 150 kg/ha de P_2O_5 e 70 kg/ha de K_2O .

6. LITERATURA CITADA

ALMEIDA, D.L. de; SUNET, A.R.; EIRA, P.A. da & ANDRADE, R. R. de. Adubação mineral do tomateiro (Lycopersicon esculentum Mill). I. Efeito do fósforo e potássio. Itabuna, 1972. 17p. (19 ref.). Mimeo.

ASO, P.J.; BOGGIATO, A.J. & PLOPER, J. Experiências de fertilization em tomate. Sección Suelos de La Sección Horticultura de la Estacion Experimental Agrícola de Tucuman. Argentina. 1965. 18p. (21 ref.).

BENEVIDES, L.E. Ensaio de adubação com macro-nutrientes na cultura do tomateiro (Lycopersicon esculentum Mill) em solos aluviais. S.N.T. 1973. 7p. Mimeo. (5 ref.). Tomate. (Resumo informativo, 4)

BLACK, T.A.; GARDNER, W.R. & TANNER, C.B. Water storage and drainage under a row crop on a sandy soil. Agronomy Journal, 62 (1): 48-51, 1970.

BRASIL. DNOCS. Aproveitamento hídrico-agrícola dos açudes de Itans/Sabugi, Cruzeta e Pau dos Ferros-RN. Recife, 1972. v. 3 $\frac{1}{2}$, 3 $\frac{2}{2}$, 4.

- BUCKMAN, H.O. & BRADY, N.C. Natureza e Propriedade dos Solos. 4 ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1976. 594p.
- CAMPOS, H.R.; CAMARGO, L.S.; VEIGA, A.A. & IGUE, I. Ensaio de adubação NPK na cultura do tomate rasteiro (Lycopersicon esculentum Mill) em Tietê, São Paulo, R. Oleric., Brasília, 13:116, 1973.
- CAROLUS, R.L. & SCHLEUSENER, P.E. Effect of irrigation on the yield of snap beans, sweet corn and tomatoes as influenced by certain cultural practices in 1949. Quarterly Bulletin, Michigan, 32:465-78, 1970.
- CHOUDHURY, E.N.; MILLAR, A.A.; CHOUDHURY, M.M. & ABREU, S. T.A. dos. Efeito de diferentes níveis de irrigação na produção de tomate industrial. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE OLÉRICULTURA DO BRASIL, Juazeiro, BA, 1977. 4p.
- CHOUDHURY, E.N. & MILLAR, A.A. Efeito do déficit fenológico de água sobre a produção e características industriais do tomate. In: CONGRESSO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 4. Salvador, 1978.
- CHOUDHURY, E.N. & MILLAR, A.A. Características físico-hídricas de três solos latossolos irrigados do projeto Bebedouro. Petrolina, PE, EMBRAPA/CPATSA, 1979. 13p.
- CHRISTIANSEN, J.E. Irrigation by sprinkler Barkely. California Agric. Exp. Sta. Bull. nº 670. 1924.

- CHURATA-MASCA, M.G.C. Recomendações práticas para a produção de tomate para fins industriais. Jaboticabal, Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia, 1975. 39p. (20 ref.)
- COSTA FILHO, J.F. da. Efeito do conteúdo de água do solo, densidade de plantio e fertilização nitrogenada na produção de cebola. Campina Grande, CCT/UFPB. Jan. 1978. 48p. (36 ref.). Tese de Mestrado.
- DEBRECZENI, B. Effect of irrigation and fertilizers on yield of some crops and nutrient uptake by them. Pochvoznaria i Agrokhiruzia, 9 (3):37-42, 1974.
- DELIBALTOV, J. & ZACHARIEV, T. The economic efficiency of irrigation and fertilization of wheat, maize and sugarbeet. Zucherruben International Zeitschrift der Landwirtschaft, (2):175-80, 1976.
- DOOREMBOS, J. & PRUITT, W.O. Crop water requirements. In: FAO. Irrigation and Drainage Paper. Food and Agriculture Organization of United Nations: Rome. 1975. 179p.
- ERIE, L.J.; FRENCH, O.F. & HARRIS, K. Consumptive use of water by crops in Arizona. Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin. 169. 1965.
- F.A.O. Production Yearbook. Roma - Itália. p. 136-137, 1975.
- FIGUEIRA, F.A.R. Manual de Olericultura; cultura e comercialização de hortaliças. São Paulo, Agronômica Ceres, 1972. 451p.

- GALEVA, V.; DILKOVA, R. & FIENT, T. Effect of irrigation at different soil moisture potentialis on the quality of tomatoes. Pochvoznarie i Agrokhimiya, 11 (5):12-22, 1976.
- GARCIA, G.J. Controle de água de irrigação através do teor relativo de água e do índice refratométrico em tomateiro. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, São Paulo. 1973. 76p. (54 ref.). Tese de Mestrado.
- GARGANTINI, H. & BLANCO, H.G. Maracha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. Bragantia, 22(56):693-713, 1963.
- GÉCZI, L. Potassium fertilization of tomato. Paradicsom Kalium Agrartudományi Eguetem, Tudományos Kozlemenyei, Novenytermesztési, 18, 1973. p. 113-49. (22 ref.).
- GOMES, F.P. Curso de Estatística Experimental. 8^a ed. E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, Nobel, 1978. 430p.
- HARGREAVES, G.H. Climatic zoning for agricultural production in Northeast Brazil. Logan, Utah State University, 1974. 6p. il.
- HARGREAVES, G.H. Climatic and irrigation requirements for Brazil. Logan, Utah State University, 1976. 44p.
- HORNER, G.M. & MOJTEDED, M. Yield of grain legumes as affected by irrigation and fertilizer regimes. Agronomy Journal, 62:449-450. 1970.
- KUSZELESKI, L. & LABETOWICZ, J. Study of interactions between fertilizer application and irrigation during the cultivation of field crops. 1. Effect of fertilizer application on the magnitude and quality of yield. Roczniki Nauk Rolniczych, A. 100(4):65-87, 1974.

- LEGARDA, B.L. & FORSYTHE, W. Estudio comparativo entre evaporación calculada por várias fórmulas y la evaporación de tanques, medida em três lugares tropicales. Turrialba, 22(3):282-92, 1972.
- MAKISHIMA, N. Cultura do tomateiro. B. Téc. SCR. (32):1-79, 1968.
- MILLAR, A.A.; CHOUDHURY, E.N. & ABREU, T.A. dos S. Determinação da evapotranspiração em tomate industrial através do balanço completo de água sob diferentes regimes de irrigação. Petrolina, PE., EMBRAPA/CPATSA, 1978. 20p.
- MILLAR, A.; ROJAS, M. & DUARTE, N. Consideraciones micro meteorológicas de la perdida de água por algunos cultivos. Turrialba. 1978.
- PELTON, W.L. The use of lysimetric methods to measure evapotranspiration. Proceeding Hydrologic Symposium 2: 106-112, 1961.
- PETERS, D.B. Relative magnitude of evaporation and transpiration. Agronomy Journal, 32:536-38, 1960.
- RICHARDSON, C.W. & RITCHIE, J.T. Soil water balance for small water sheds. Transactions of the ASAE. 6 (1):72-7, 1973.
- RITCHIE, J.T. Dryland evaporation flux a subhumid climate . I. Plant micrometeorological influences. Agronomy Journal, 63(1):51-5, 1971.

- RITCHIE, J.T. & BURNETT, E. Dryland evaporation flux in a subhumid climate. II. Plant Influences. Agronomy Journal, 64(2):168-73, 1972.
- SILVA, J.F. Influência da irrigação no crescimento e produção do tomateiro (Lycopersicum esculentum Mill). Piracicaba, Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", 1972. 96p. Tese de Mestrado.
- SILVA, J.F. Estudos de diferentes níveis de adubação NPK, na produção de tomateiro (Lycopersicum esculentum Mill), em Perímetros Irrigados. Boletim Técnico, DNOCS, 35 (2): 181-8, 1977.
- SILVA, J.F. da. & SIMÃO, S. Influência da umidade do solo na produção do tomateiro. B. Técnico, DNOCS, Fortaleza, 31(2):159-93, jul./dez. 1973. (20 ref.)
- SILVA, M.A. da; CHOUDHURY, E.N.; GUROVICH, L.A. & MILLAR, A.A. Metodologia para as necessidades de água para culturas irrigadas. Petrolina, PE, EMBRAPA/CPATSA/CODEVASF / SUDENE. 1978, 18p. (7 ref.)
- SILVA, M.A. & MILLAR, A.A. Evapotranspiração do feijão-de-corda (Vigna unguiculata (L.) Walp. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Manaus, AM, 1979. Resumos. Manaus, AM., Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1979. p.8.
- SILVA, M.A. & MILLAR, A.A. Influência do teor de umidade no solo e da adubação nitrogenada no rendimento de grãos de Feijão. Boletim de Pesquisa. EMBRAPA/CPATSA. (4): 70-85, jan. 1981.

- SILVA, M.A. da; MILLAR, A.A.; COELHO, M.B.; OLIVEIRA, C.A.V. BANDEIRA, R.E. & NASCIMENTO, T. Efeito do regime de irrigação e da adubação nitrogenada na produção de grãos de milho. Boletim de Pesquisa, EMBRAPA/CPATSA, (4):58-69, jan. 1981.
- SILVA, M.A. da; MILLAR, A.A.; OLIVEIRA, C.A.V.; MARTINS, C. E.; BANDEIRA, R.E. & NASCIMENTO, T. Efeito da lâmina de irrigação e da adubação nitrogenada na produção de grãos de milho. Boletim de Pesquisa, EMBRAPA/CPATSA, (4): 45-57, jan. 1981.
- SIMÕES, A.J. Determinação da evapotranspiração potencial e necessidades de água para irrigação para o projeto piloto do Mandacarū. Petrolina, PE, MINTER/IICA, 1973. 19p.
- SOARES, J.M. & FARIA, C.M.B. Influência de métodos de irrigação e sistema de adubação na cultura do tomate industrial. Petrolina, PE, EMBRAPA/CPATSA/CODEVASF, 1971. 22p. (15 ref.)
- SOBRINHO, J.T.; SOBRINHO, J.A.M.; IGUE, T. & MENDONÇA, N.T. Efeito de N, P e K na produção do tomateiro rasteiro, em Pindorama. Bragantia, 27:47-50, 1968.
- SOUZA, L. da S. & CABRAL, J.R.S. Efeitos do nitrogênio e fósforo na produção do tomateiro. Cruz das Almas, IPEAL, 1973. 15p. (IPEAL. Boletim Técnico, 18).

- TANNER, C.B. Energy balance approach to evapotranspiration from crops. Soil Science Society of America Proceedings, 24(1):1-9, 1960.
- TANNER, C.B. Evaporation of water from plants and soil. In: KOZLOWSKI, T.T. WATER DEFICITS AND PLANT GROWTH. New York, Academic Press, 1968. v. 1., cap. 4, p.73-106.
- VAN BAVEL, C.H.M.; BRUST, K.J. & SKIRK, G.B. Hydraulic properties of a clay loam soil and the field measurement of water uptake by roots: II. The water balance of the root zone. Soil Science Society of America Proceedings, 32:317-21, 1968.
- WILCOX, J.C. Rate of soil drainage following an irrigation. II. Effects on determination of rate consumptive use. Canadian Journal of Soil Science. 40(1):12 57, 1967.
- ZERBI, G. & MURTAS, A. The effect of the frequency of irrigation on the quantitative and qualitative characteristics of tomatoes for processing. Ann. Fac. Sci. Agr., Napoli Portici, 8:67-79, 1974.

7. APÉNDICE

TABELA 1-A. Resumo da análise de variância relativa à produção de tomate (t/ha) e número de frutos/ha em função da lâmina total de água aplicada e dos níveis de fertilizantes

Efeitos	G.L.	Quadrados Médios	
		Produtividade	Numero de frutos
Níveis de Umidade (W)	(3)	2.309,10 **	10.307,67*
. Linear	1	2.388,89 **	13.669,22*
. Quadrático	1	4.538,38 **	14.642,01*
. Cúbico	1	0,03 ns	2.611,79 ^{ns}
Tratamentos (T)	(8)	2.373,83 **	15.894,52**
. N' (linear)	1	4.885,91 **	86.259,66**
. N'' (quadrático)	1	1.480,54 *	6.038,27 ^{ns}
. P' (linear)	1	10.868,55 **	26.898,17**
. P'' (quadrático)	1	780,85 ns	2.116,46 ^{ns}
. N x P	4	243,70 ns	1.460,91 ^{ns}
Interação (W x T)	24	234,31 ns	1.723,89 ^{ns}
Resíduo	108	340,26	2.866,58
C.V. (%)		28,67	34,10

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade

(ns) Não significativo

DATILOGRAFIA

Boanerges Josinery Alves Gomes

Av. Epitácio Pessoa, 1883 - Tambaúzinho

Fone: 224.2188

CEP. 58.000 - João Pessoa - Pb