

**CULTIVO DO TOMATEIRO (*Lycopersicon
esculentum* Mill.) EM AMBIENTE
PROTEGIDO SOB DIFERENTES TENSÕES
DE ÁGUA NO SOLO**

NELSON SARMENTO ALVES DE SÁ

2004

NELSON SARMENTO ALVES DE SÁ

**CULTIVO DO TOMATEIRO (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EM
AMBIENTE PROTEGIDO SOB DIFERENTES TENSÕES DE
ÁGUA NO SOLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação e Drenagem, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Geraldo Magela Pereira

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Sá, Nelson Sarmiento Alves de

Cultivo do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em ambiente protegido sob diferentes tensões de água no solo / Nelson Sarmiento Alves de Sá. -- Lavras : UFLA, 2004.

71 p. : il.

Orientador: Geraldo Magela Pereira.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Tomate. 2. Cultivo protegido. 3. Irrigação. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.64283
-635.64287

NELSON SARMENTO ALVES DE SÁ

**CULTIVO DO TOMATEIRO (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EM
AMBIENTE PROTEGIDO SOB DIFERENTES TENSÕES DE ÁGUA NO
SOLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Lavras como parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de
concentração em Irrigação e Drenagem, para a
obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 17 de dezembro de 2003

Prof. Dr. Marco Antônio Rezende Alvarenga

DAG/UFLA

Prof. Dr. Elio Lemos da Silva

DEG/UFLA


Prof. Dr. **Geraldo Magela Pereira**

DEG/UFLA

(Orientador)

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

A Deus,

pela força e presença sempre constante;

A família,

pelos valores que tenho;

OFEREÇO

*“Quando dou comida aos pobres
me chamam de santo*

*Quando questiono por que lhes faltam alimento
me chamam de comunista.”*

Dom Hélder Câmara

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força, saúde e sabedoria.

Aos meus pais, pela educação, valores morais e apoio.

Ao meu irmão, Alexandre Sá, pelo companheirismo e ajuda na instalação do experimento.

Aos meus familiares, em especial Tia Francisca (Tia Kika), por acreditarem em minhas decisões.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Engenharia, pela oportunidade de realização do mestrado.

À CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudos e ao CNPq e FAPEMIG, pelo apoio financeiro relacionado à parte experimental.

Ao professor Geraldo Magela Pereira (orientador), pelo apoio, amizade, confiança e os valiosos ensinamentos no decorrer deste curso.

Ao professor Marco Antônio Rezende Alvarenga (co-orientador), pela orientação e apoio na condução deste trabalho.

Ao professores das disciplinas cursadas, pelos ensinamentos e amizade.

Aos funcionários do Setor de Engenharia de Água e Solo (Departamento de Engenharia), José Luiz, Oswaldo “Neném” e Lindeberg “Seu Beg”, e aos funcionários do Setor de Olericultura (Departamento de Agricultura), Pedro, Milton e Leandro, por estarem sempre dispostos a ajudar na condução dos trabalhos.

Aos colegas de curso Alisson Hofstatter, Andréa Correa, Cynthia Pierangeli, Débora Candeias, Deoclécio Santos, Evonaldo Azevedo, João Reis, Joelma Pereira, Kelte Resende, Luiz Oliveira, Márcio Willian, Polyanna Oliveira,

Silvânio Santos, Tadeu Queiroz, Vladimir Figueiredo, Welson Simões e demais colegas, pela soma de esforços para a construção do conhecimento.

Aos amigos da república com quem convivi, Deoclécio Santos, Erivaldo Alves, Alisson Hofstatter, Welson Simões e Daniela Lima, Bruno Dias e Paulo Henrique, pela amizade e companheirismo.

Aos estagiários do projeto, Wesley Mattioli e Carlos Eduardo Torres Florentino, pela presença e auxílio na condução do experimento.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desse trabalho.

BIOGRAFIA

Nelson Sarmiento Alves de Sá, filho de Gerardo Alves Pereira e Iara Maria Sarmiento Alves, nasceu em 06 de setembro de 1977, na cidade de Arcoverde, estado de Pernambuco.

Concluiu o ensino fundamental e médio no Colégio Vera Cruz, em dezembro de 1991 e dezembro de 1994, respectivamente, na cidade Recife, capital do estado de Pernambuco.

Graduou-se Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural de Pernambuco em agosto de 2000, onde também trabalhou como monitor de química inorgânica de julho de 1995 a junho de 1996 e bolsista de iniciação científica do programa PET/CAPES, de agosto de 1996 a agosto de 2000.

Trabalhou no Departamento Técnico da Aquanor – Tecnologia de Irrigação Ltda., como projetista de sistemas de irrigação, no período de agosto de 2000 a julho de 2001.

Ingressou no mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração Irrigação e Drenagem, em agosto de 2001.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 A cultura do tomate	3
2.2 Exigências climáticas da planta.....	4
2.3 O cultivo em ambiente protegido	5
2.4 Manejo da irrigação.....	6
2.5 Instrumentos para medição de água no solo.....	9
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Caracterização da área experimental.....	13
3.1.1 Clima	13
3.1.2 Solo.....	14
3.2 Delineamento experimental e tratamentos	17
3.3 Equipamento e manejo da irrigação	20
3.4 Híbrido empregado e produção das mudas	25
3.5 Condução do experimento.....	26
3.6 Práticas culturais.....	27
3.6.1 Adubação.....	27
3.6.2 Controle de plantas daninhas.....	29
3.6.3 Controle fitossanitário	29
3.6.4 Tutoramento	30
3.6.5 Variáveis meteorológicas	31
3.7 Variáveis analisadas	31
3.7.1 Altura das plantas	31
3.7.2 Produção de frutos totais, comerciais e não comerciais	31

3.7.3 Produção de frutos comerciais e por classe.....	31
3.7.4 Produção de frutos rachados.....	32
3.7.5 Podridão apical.....	32
3.7.6 Matéria seca da parte aérea.....	32
3.7.7 Eficiência no uso da água (EUA).....	32
3.8 Análise estatística.....	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1 Resultados gerais do experimento.....	34
4.1.1 Condições climáticas na casa de vegetação.....	34
4.1.2 Avaliação do sistema de irrigação.....	36
4.1.3 Tensões e lâminas aplicadas.....	37
4.2 Avaliação da altura de plantas.....	46
4.3 Produtividade de frutos totais, comerciais e não comerciais.....	48
4.4 Produtividade de frutos comerciais e por classe.....	50
4.5 Produção de frutos rachados.....	52
4.6 Porcentagem de frutos com podridão apical.....	54
4.7 Matéria seca da parte aérea.....	56
4.8 Eficiência no uso da água.....	57
5 CONCLUSÕES.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
ANEXOS.....	66

RESUMO

SÁ, Nelson Sarmiento Alves de. **Cultivo do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em ambiente protegido sob diferentes tensões de água no solo.** LAVRAS: UFLA, 2004. 72p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Agrícola/Irrigação e Drenagem)*

A cultura do tomateiro corresponde a uma atividade expressiva no Brasil, tanto em termos de produção quanto de consumo. Os estados de Goiás, São Paulo e Minas Gerais são os principais produtores. É uma cultura bastante exigente em água e, sob cultivo protegido, a irrigação deve ser usada para o suprimento hídrico total. O manejo adequado da irrigação é importante não apenas por suprir as necessidades hídricas das plantas, mas também por minimizar problemas com doenças e lixiviação de nutrientes, bem como gastos desnecessários com água e energia. Visando definir critérios para o manejo da irrigação, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes tensões de água no solo sobre o comportamento produtivo do tomateiro de crescimento indeterminado, híbrido Raísa N, em ambiente protegido. O experimento foi instalado em casa de vegetação na Universidade Federal de Lavras, com delineamento em blocos casualizados, tendo quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de seis níveis de tensões de água no solo como indicativos do momento de irrigar. As tensões preestabelecidas foram 15, 30, 50, 70, 120 e 170 kPa à profundidade de 0,10 metros. Os resultados permitiram concluir que, para a obtenção de maiores produtividades de frutos totais, frutos comerciais e menor incidência de frutos com podridão apical, as irrigações devem ser realizadas quando as tensões de água no solo estiverem em torno de 80 kPa. Também foi possível observar que a eficiência no uso da água e a matéria seca da parte aérea apresentaram resposta linear crescente e decrescente, respectivamente, com o aumento da tensão de água no solo.

* Comitê Orientador: Geraldo Magela Pereira - UFLA (Orientador), Marco Antônio Rezende Alvarenga - UFLA.

ABSTRACT

SÁ, Nelson Sarmiento Alves de. **Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivated in greenhouse under different soil water tensions.** LAVRAS: UFLA, 2004. 72p. (Dissertation - Master in Agricultural Engineering)*

The tomato crop corresponds to an expressive activity in Brazil, in terms of both production and consumption. Goiás, São Paulo and Minas Gerais are tomato main producers states. It is a quite water demanding culture and, under greenhouse, the irrigation should be used for supply the total water. The appropriate irrigation management is not just an important factor to supply plants water needs, but also to minimize problems with diseases, nutrients leaching as well as unnecessary expense with water and energy. The purpose of this work was to evaluate the effect of different soil water tensions in the productive behavior of the tomato crop with indeterminate growth, hybrid Raísa N, under greenhouse. The experiment was installed in a greenhouse of the Universidade Federal de Lavras, in a completely randomized blocks design with four replications. The treatments consisted of six soil water tensions as indicative of the watering moment. Preset tensions were 15, 30, 50, 70, 120 and 170kPa, measure at 0,10 m depth. Results allowed to conclude that under tensions around 80 kPa there is tendency in obtaining larger total productivity, commercial productivity, and smaller incidence of black spot. It was also possible to observe that the water use efficiency and aboveground dry matter presented respectively positive and negative linear correlation with the water tension in the soil.

* Guidance Committee: Geraldo Magela Pereira - UFLA (Major Professor), Marco Antônio Rezende Alvarenga - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do tomateiro corresponde a uma atividade expressiva no Brasil, chegando a atingir, em 2002, pouco mais de 3,49 milhões de toneladas produzidas, cultivadas em cerca de 62,37 mil hectares. Esta marca posiciona o país entre os oito maiores produtores mundiais (Agrianual, 2003).

Em uma cultura capaz de produzir acima de 200 t/ha de frutos em cultura tutorada e mais de 100 t/ha em cultura rasteira, é elevada a exigência de água. A irrigação influencia não apenas a produtividade, mas também a qualidade dos frutos, inclusive reduz a incidência de anomalias fisiológicas (Filgueira, 2000).

No Brasil, onde há vastas regiões com deficiência hídrica e irregularidade na distribuição de chuvas, é fácil perceber a importância da irrigação na atividade olerícola em geral e na tomaticultura em particular. Especificamente para a região Sudeste, faz-se recomendável o uso da irrigação nos cultivos de tomate conduzidos, até mesmo nos meses de verão, em razão da necessidade de se ter sob controle o fornecimento de água à cultura. Também é preciso dar às plantas uma proteção contra os efeitos danosos das elevadas precipitações que ocorrem com muita frequência nessa estação do ano, o que tem sido feito com o cultivo em ambiente protegido, ou seja, o cultivo é realizado no interior de casa de vegetação.

Apesar da importância dos cultivos em ambientes protegidos para a tomaticultura brasileira, ainda são insuficientes os resultados de pesquisa que subsidiem o aproveitamento do potencial dessa tecnologia nas diferentes regiões climáticas do país, notadamente aqueles necessários ao adequado manejo da irrigação. Nesse aspecto, há necessidade de serem quantificados, dentre outros, os efeitos dos fatores climáticos sobre a evapotranspiração da cultura e os níveis

de tensão de água do solo capazes de promover uma produtividade ótima, sendo essas informações imprescindíveis para o correto controle da irrigação pelos operadores e técnicos de projetos de irrigação.

Dentre as dificuldades que os produtores de tomate têm encontrado ao adotarem o cultivo em ambiente protegido, destaca-se a falta de informações específicas sobre qual o momento adequado de iniciar a irrigação e quanto de água aplicar nesta cultura. Assim sendo, na maioria das vezes, a irrigação neste ambiente está sendo feita baseada somente no senso prático do irrigante, podendo resultar num aumento dos custos de produção (uso de energia e água desnecessariamente) e queda da produtividade (água em excesso ou com déficit), devido ao manejo inadequado da irrigação.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes tensões de água no solo sobre o comportamento produtivo do tomateiro, híbrido Raisia N, cultivado em ambiente protegido na região de Lavras (MG), possibilitando indicar técnicas de manejo que resultem na maximização da produtividade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do tomate

O Brasil destaca-se como o maior produtor de tomate da América Latina e o oitavo maior do mundo, sendo o estado de Goiás o maior produtor, seguido por São Paulo e Minas Gerais, cujas produções registradas em 2002 foram, respectivamente, 938, 762 e 626 mil toneladas (Agrianual, 2003).

O tomateiro é proveniente das Américas, sendo a Região Andina, que vai do norte do Chile, passando pelo Peru até o Equador, o centro de origem das espécies silvestres. Entretanto, a domesticação e o cultivo do tomateiro foram feitos por tribos indígenas primitivas que habitavam o México, as quais o denominaram de *tomatl* (Giordano & Ribeiro, 2000). Do século XVI até o início do século XVII, o tomate foi cultivado nos jardins da Europa (Espanha, Itália, Inglaterra e França) como planta ornamental e afrodisíaca e, pela beleza de seus frutos, era chamado de *pomme d'amour* ou maçã do amor. Na Itália, devido a algumas introduções de frutos amarelos, ficou conhecido como *pomid'oro* ou maçã dourada (Alvarenga, 2000). Na Itália, onde se acredita ter sido usado pela primeira vez na alimentação humana em meados do século XVIII, ficou conhecido como *pomodoro*, possivelmente devido à coloração amarela dos frutos das primeiras introduções (Alvarenga, 2000; Giordano & Ribeiro, 2000).

A cultura do tomate, dentre as hortaliças, é a segunda em importância econômica, sendo considerada de produção e utilização mais universal. Nos últimos anos, a cultura vem se expandindo também mundialmente, tanto de área cultivada quanto em produtividade, graças às novas tecnologias e ao emprego de variedades melhoradas (Alvarenga, 2000). Segundo Filgueira (2000), a maior parte da colheita nacional destina-se à mesa, porém, a produção destinada às agroindústrias vem crescendo, especialmente na região dos cerrados.

contra pragas e doenças, além de permitir obter uma produção duas ou três vezes maior do que as obtidas em cultivos de campo, uma vez que as plantas cultivadas sob plástico não sofrem influência dos fatores negativos observados a céu aberto. O autor acrescenta que, na expansão dos cultivos de plantas ornamentais e hortaliças em estufas, tem-se buscado maior produtividade, melhor qualidade e barateamento de produtos durante a entressafra.

Reis et al. (1991), citados por Martins et al. (1999), verificaram em Brasília (DF) que, de nove cultivares de tomate avaliadas, seis apresentaram maior rendimento em estufa (média de 52%), em comparação com o cultivo no campo.

Segundo Goto (1997), existe uma grande perspectiva para os cultivos protegidos, pois, uma vez implantado, dificilmente retrocede, sendo mais fácil reduzir o cultivo em campo aberto. Entretanto, é necessário resolver alguns problemas, como salinização e fertirrigação, além de incorporar mais tecnologias e abandonar a teoria do “achismo”.

2.4 Manejo da irrigação

Manejo otimizado de irrigação requer uma estimativa sistemática do estado de água no solo para determinar as quantidades apropriadas e o tempo de irrigação. O conteúdo de água do solo deve ser mantido entre certos limites específicos acima e abaixo, onde a água disponível para a planta não é limitada, enquanto a lixiviação é prevenida (Morgan et al., 2001).

Em geral, as hortaliças têm seu desenvolvimento intensamente influenciado pelas condições de umidade do solo. A deficiência de água é, normalmente, o fator mais limitante à obtenção de produtividades elevadas e produtos de boa qualidade, mas o excesso também pode ser prejudicial. A reposição de água ao solo por irrigação, na quantidade e no momento oportunos, é decisiva para o sucesso da horticultura (Marouelli et al., 1996).

Alta umidade relativa do ar no interior da casa de vegetação favorece o aparecimento de doenças e provoca menor desenvolvimento das plantas, resultado da menor transpiração e menor absorção de água e nutrientes. Baixa umidade relativa do ar e ocorrência de altas temperaturas provoca o aumento da transpiração, fechamento dos estômatos, redução da taxa de transpiração e abortamento das flores devido a uma polinização deficiente (Lopes & Stripari, 1998). A umidade relativa do ar no interior da casa de vegetação, quando possível, deve ser mantida entre 50% e 70% para a redução dos problemas fitossanitários e aumento da produtividade.

O tomateiro é considerado indiferente ao fotoperíodo, no entanto, baixa intensidade luminosa pode reduzir a produtividade. A cobertura plástica, em média, reduz a luminosidade em 20% a 40% e, em locais com baixa radiação, pode representar um problema em potencial (Carrizo & Makishima, 2003). O teor natural de CO₂ do ar é considerado suficiente para uma boa produtividade da cultura do tomateiro (Carrizo & Makishima, 2003), no entanto, em ambientes completamente fechados e com controle total a atmosfera interna, o enriquecimento do ambiente com CO₂ favorece a produção (Cararo, 2000).

2.3 O cultivo em ambiente protegido

Os cultivos protegidos se distinguem dos sistemas de produção a céu aberto pelo uso intensivo do solo e controle parcial de fatores ambientais (Carrizo et al., 1999).

Oliveira (1995) cita as vantagens do uso de ambientes fechados e semi-fechados no cultivo de plantas, esclarecendo que as casas de vegetação cobertas com plásticos podem proporcionar maior proteção às plantas contra fenômenos climáticos adversos, tais como, geadas, granizo, excesso de chuva, sol muito forte durante o dia e queda acentuada da temperatura durante a noite. Elas também reduzem a lixiviação do solo e promovem uma adequada proteção

contra pragas e doenças, além de permitir obter uma produção duas ou três vezes maior do que as obtidas em cultivos de campo, uma vez que as plantas cultivadas sob plástico não sofrem influência dos fatores negativos observados a céu aberto. O autor acrescenta que, na expansão dos cultivos de plantas ornamentais e hortaliças em estufas, tem-se buscado maior produtividade, melhor qualidade e barateamento de produtos durante a entressafra.

Reis et al. (1991), citados por Martins et al. (1999), verificaram em Brasília (DF) que, de nove cultivares de tomate avaliadas, seis apresentaram maior rendimento em estufa (média de 52%), em comparação com o cultivo no campo.

Segundo Goto (1997), existe uma grande perspectiva para os cultivos protegidos, pois, uma vez implantado, dificilmente retrocede, sendo mais fácil reduzir o cultivo em campo aberto. Entretanto, é necessário resolver alguns problemas, como salinização e fertirrigação, além de incorporar mais tecnologias e abandonar a teoria do “achismo”.

2.4 Manejo da irrigação

Manejo otimizado de irrigação requer uma estimativa sistemática do estado de água no solo para determinar as quantidades apropriadas e o tempo de irrigação. O conteúdo de água do solo deve ser mantido entre certos limites específicos acima e abaixo, onde a água disponível para a planta não é limitada, enquanto a lixiviação é prevenida (Morgan et al., 2001).

Em geral, as hortaliças têm seu desenvolvimento intensamente influenciado pelas condições de umidade do solo. A deficiência de água é, normalmente, o fator mais limitante à obtenção de produtividades elevadas e produtos de boa qualidade, mas o excesso também pode ser prejudicial. A reposição de água ao solo por irrigação, na quantidade e no momento oportunos, é decisiva para o sucesso da horticultura (Marouelli et al., 1996).

Marouelli et al. (1991) testaram em campo três tensões de água no solo (30, 100 e 460 kPa) em três estádios de desenvolvimento do tomateiro para processamento industrial (vegetativo, reprodutivo e maturação). Estes autores verificaram que a produtividade de frutos comerciáveis não foi afetada por tensões máximas entre 30 e 460 kPa durante os estádios vegetativo e de maturação, entretanto, durante o estádio reprodutivo houve redução significativa da produtividade quando a tensão foi mantida em níveis acima de 100 kPa.

Segundo Alvarenga (2000), a demanda máxima de água ocorre durante a floração e crescimento dos frutos. A irrigação excessiva durante o período de floração, entretanto, tem provocado aumento na queda de flores e redução no estabelecimento de frutos. Isso também pode causar crescimento vegetativo excessivo, atraso na maturação e maior ocorrência de doenças.

Marouelli et al. (1996) também apresentam as tensões de água no solo em que se deve promover a irrigação, para obter-se a produtividade máxima em diversas hortaliças; ressaltam, todavia, que os valores apresentados devem ser adotados com reserva, caso a irrigação seja feita por gotejamento. Nesse caso, as culturas irrigadas apresentam melhor desempenho quando submetidas a tensões inferiores àquelas consideradas satisfatórias para outros sistemas.

Para a cultura do tomate pode-se empregar quase todos os métodos de irrigação, desde que seja possível garantir elevados níveis de umidade no solo. Porém, há restrições quanto ao uso da aspersão, devido à lavagem dos defensivos aplicados por via foliar e à criação de um microclima favorável ao desenvolvimento de doenças. Quando a água é fator limitante, a irrigação por sulcos não deve ser utilizada, em razão de sua baixa eficiência. A irrigação localizada exige um maior investimento inicial, contudo, é o método que permite o controle mais fácil e efetivo da quantidade de água aplicada, tendo ainda uma maior eficiência no uso desta.

Em solos cultivados sob ambiente protegido recomenda-se a instalação de, no mínimo, quatro tensiômetros por área coberta, sendo dois instalados na metade da profundidade de maior concentração das raízes e os outros dois no limite inferior do sistema radicular e dentro do bulbo úmido. As profundidades de instalação são de 0,10 a 0,15m e 0,20 a 0,30m, respectivamente. Para solos de textura média (franco argiloso ou franco arenoso), deve-se irrigar quando o tensiômetro indicar tensões entre 10 a 15kPa; para solos de textura fina (argilosos), entre 15 a 20kPa e, para solos de textura grossa (arenosos), entre 5 e 10kPa (Makishima & Carrijo, 1998; Carrijo et al., 1999).

Definido o tensiômetro como indicador do momento de irrigar, segundo Carrijo et al. (1999), pode-se empregar o tanque Classe A para determinar a quantidade de água a aplicar. Para isso há necessidade de determinar a evapotranspiração de referência (ET_0), obtida multiplicando-se a evaporação total do tanque Classe A (EV_A), no intervalo entre duas irrigações consecutivas, pelo K_p do tanque ($ET_0 = K_p \cdot EV_A$). O K_p do tanque é função da cobertura do solo onde está instalado, da velocidade do vento e da umidade relativa do ar, variando, grosso modo, de 0,6 a 0,8. Para tanque instalado no interior de casa de vegetação (baixa velocidade do vento e alta umidade relativa do ar) o K_p se aproxima de 1,0 (Prados et al., 1986).

Doorenbos & Pruitt (1997), Marouelli et al. (1996) e Carrijo & Oliveira (1997), citados por Carrijo et al. (1999), indicam valores de coeficiente de cultura (K_c) para a cultura do tomate cultivada sob proteção de plástico, os quais foram adaptados para três períodos de desenvolvimento da cultura, ou seja, período inicial e de crescimento rápido (K_{ci}), período de crescimento reduzido (K_{cm}) e período final (K_{cf}), respectivamente (Tabela 1).

TABELA 1 Valores de K_c (coeficiente de cultura) para a cultura do tomateiro cultivada em ambiente protegido

Valores do coeficiente de cultura		
K_{Ci}	K_{Cm}	K_{Cf}
0,7-0,8	1,1-1,2	0,8

Fonte: Carrijo et al. (1999).

2.5 Instrumentos para medição de água no solo

Sempre que um solo não estiver saturado, nele existem ar e interfaces água/ar (meniscos) que lhe conferem o estado de tensão (pressão negativa). Assim, a água no solo, via de regra, encontra-se sob tensões. A tensão da água no solo, chamada de potencial matricial, é resultante da afinidade da água com a matriz do solo, devido às forças adsorptivas e de capilaridade oriundas das forças coesivas e adesivas que se desenvolvem dentro e entre as três fases do solo (Gomide, 2000).

O potencial matricial do solo é um importante indicador da disponibilidade de água para as plantas (Smajstrla & Harrison, 1998), o qual corresponde a uma medida da quantidade de energia requerida pelas plantas para extrair água do solo (Smajstrla & Pitts, 1997).

Existe uma série de instrumentos utilizados na determinação da tensão de água do solo (Reichardt, 1996), porém, a medida do potencial matricial por meio das leituras de tensiômetros tem sido um dos mais utilizados, em função da facilidade de aquisição dos mesmos (Figuerêdo, 1998).

O tensiômetro determina diretamente o potencial matricial em diferentes pontos no solo, em campo (Smajstrla & Harrison, 1998). Este dispositivo consiste de uma cápsula de cerâmica porosa conectada a um vacuômetro, mas recentemente vem sendo substituído por um tensímetro digital, por meio de um tubo geralmente de PVC ou acrílico. Quando o dispositivo é colocado no solo, a

água contida na cápsula tende a entrar em equilíbrio com a tensão da água no solo ao seu redor. Qualquer mudança no teor de água do solo e, conseqüentemente, em seu estado de energia, será transmitida à água no interior da cápsula, sendo indicada rapidamente pelo dispositivo de leitura. A cápsula do tensiômetro funciona como uma membrana semi-permeável, permitindo a livre passagem de água e íons, não permitindo a passagem de ar e partículas de solo. Teoricamente, o tensiômetro poderia medir tensões de até 101,3 kPa; na prática, porém, só é possível medir até 80 kPa, aproximadamente. Acima desta tensão o ar penetra no instrumento através dos poros da cápsula, a água começa a passar do estado líquido para o estado de vapor e as medições perdem precisão (Gomide, 2000).

Para a maioria dos solos, a tensão máxima registrada pelos tensiômetros corresponde à utilização de mais de 50% da água disponível, que é a compreendida entre a umidade na capacidade de campo e o ponto de murcha permanente (Cabello, 1996). Caso haja interesse em medir tensões acima da faixa de uso da tensiometria, pode-se utilizar blocos de resistência elétrica (Morgan et al., 2001).

Antes de serem instalados no campo, cada tensiômetro deve ser testado para prevenir possíveis vazamentos e sua cápsula deve ser saturada com água, de preferência, destilada. Com trado apropriado, deve ser feito um furo no solo de modo a posicionar a cápsula porosa na zona ativa das raízes; é fundamental que a cápsula porosa esteja em íntimo contato com o solo (Smajstrla & Harrison, 1998). Pode-se usar este sensor para calcular a lâmina a ser aplicada. Para isso, deve-se ter, para cada tipo de solo, a curva característica de retenção de água no solo, visando converter a tensão lida no aparelho em teor de água nele existente (Figuerêdo, 1998).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado em casa de vegetação situada na área experimental do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no período compreendido entre os meses de outubro de 2002 e fevereiro de 2003. A UFLA situa-se no município de Lavras, sul de Minas Gerais, que está numa altitude média de 910 metros, 21°14'S, Latitude Sul e 45°00'W, Longitude Oeste.

A casa de vegetação é do tipo teto em arco, construída com estrutura metálica apresentando 3,00 m de pé-direito, 4,50 m de altura no ponto mais alto, 30 m de comprimento e 7 m de largura (210 m²). Foi revestida na parte superior com filme plástico transparente aditivado anti-UV de 150 µm de espessura e nas laterais com tela antiafídeos (Figura 1).

3.1.1 Clima

De acordo com a classificação de Köppen (Macêdo, 2002), a região apresenta um clima Cwb, ou seja, clima temperado suave, chuvoso, com inverno seco. A temperatura média do mês mais frio é inferior a 18^oC e superior a 3^oC e o verão apresenta temperatura média do mês mais quente superior a 22^oC. Lavras apresenta temperatura do ar média anual de 19,4^oC, umidade relativa do ar média de 76,2 % e tem uma precipitação média anual de 1.529,7 mm, bem como uma evaporação média anual de 1.034,3 mm (Brasil, 1992).



FIGURA 1 Vista geral do experimento no interior da casa de vegetação. UFLA, Lavras, MG, 2004.

→ 3.1.2 Solo

O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (Embrapa, 1999).

A curva característica da água do solo foi determinada no Laboratório de Relação Água-Solo-Planta do Departamento de Engenharia da UFLA. Amostras de solo com estrutura deformada (terra fina seca ao ar) foram colocadas em cilindros de PVC e, depois de saturadas, foram levadas para uma bancada dotada de funil de Haines para determinação dos pontos de baixa tensão (0; 2; 4; 6; 8 e 10 kPa), bem como para câmara de pressão de Richards, para determinação dos pontos de maiores tensões (33; 100; 500 e 1500 kPa). Esse procedimento foi

feito para amostras representando duas camadas de solo (0 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m).

Com a utilização do modelo proposto por Van Genuchten (1980) geraram-se as Equações 1 ($r^2 = 0,994$) e 2 ($r^2 = 0,987$), que descrevem o comportamento da umidade do solo em função do potencial matricial. A partir das equações e dos valores observados, foram geradas as curvas de retenção da água no solo para as duas camadas em estudo (Figura 2).

$$\theta = 0,248 + \frac{0,348}{\left[1 + (0,5166 \times \psi)^{5,7936}\right]^{0,1394}} \dots\dots\dots (1)$$

$$\theta = 0,266 + \frac{0,262}{\left[1 + (0,5165 \times \psi)^{6,4126}\right]^{0,1300}} \dots\dots\dots (2)$$

em que:

θ = umidade atual ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$);

Ψ = potencial matricial (kPa).

→ Partindo das equações acima e considerando uma tensão de água no solo correspondente a 10 kPa como equivalente à capacidade de campo para este tipo de solo (Carvalho et al., 1996), foram encontrados valores de umidade correspondentes a $\theta_{cc} = 0,340 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ e $\theta_{cc} = 0,333 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$, para as camadas de 0 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m, respectivamente.

/ As análises física e química foram realizadas no Departamento de Solos da Universidade Federal de Lavras/e os resultados encontram-se na Tabela 2. Não houve necessidade de fazer a correção da acidez do solo.

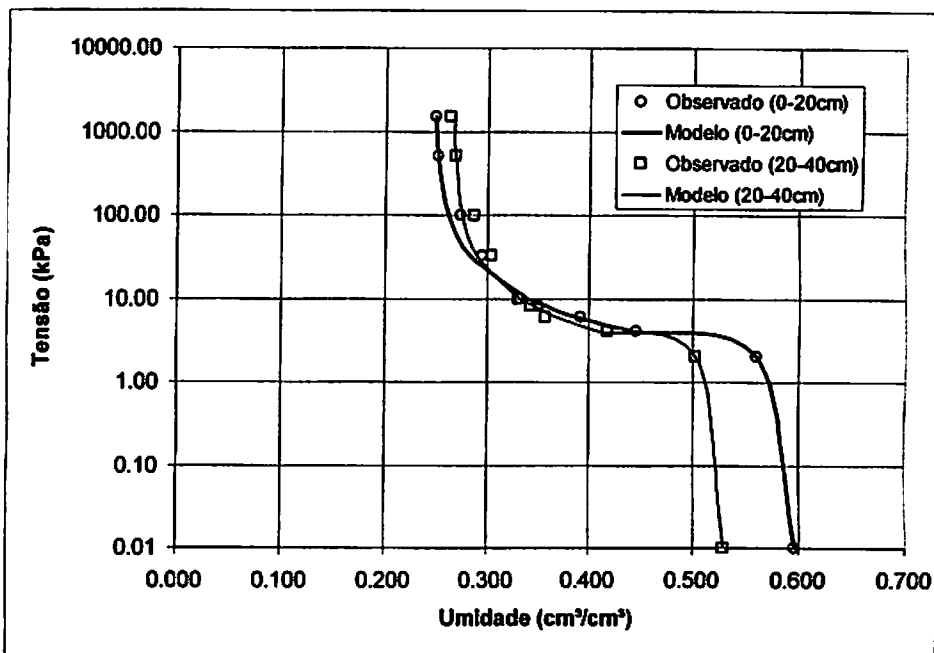


FIGURA 2 Curva característica de água no solo, gerada utilizando-se o modelo descrito por Van Genuchten (1980). UFLA, Lavras, MG, 2004.

O preparo do solo no interior da casa de vegetação constou do revolvimento com enxada rotativa por três vezes e uma subsolagem utilizando subsolador de haste única a uma profundidade de 0,40 m. Estas práticas foram distribuídas da seguinte forma: preparou-se inicialmente o solo com enxada rotativa e, em seguida, procedeu-se à coleta das amostras de solo; realizou-se a subsolagem; uniformizou-se a área com enxada rotativa e, por fim, antes do preparo dos canteiros, entrou-se novamente com a enxada rotativa para incorporar restos de plantas daninhas.

TABELA 2 Análise física e química de amostras de solo coletadas na área experimental*. UFLA, Lavras, MG, 2004.

SIGLA	DESCRIÇÃO	UNIDADE	AMOSTRAS	
			0 a 0,20m	0,20 a 0,40m
pH	Em água (1:2,5)	-	5,9 AM	5,7 AM
P	Fósforo (Mehlich 1)	mg/dm ³	126,8(mb)	14,1 (b)
K	Potássio	mg/dm ³	322 (mb)	83 (b)
Ca	Cálcio	Cmol/dm ³	5,6 (mb)	2,9 (b)
Mg	Magnésio	Cmol/dm ³	1,2 (mb)	0,9 (b)
Al	Alumínio	Cmol/dm ³	0,0 (MB)	0,0 (MB)
H+Al	Ac. potencial	Cmol/dm ³	2,6 (M)	2,9 (M)
SB	Soma bases	Cmol/dm ³	7,8 (mb)	4,1 (b)
(t)	CTC efetiva	Cmol/dm ³	7,8 (b)	4,1 (M)
(T)	CTC a pH 7,0	Cmol/dm ³	10,4 (b)	7,0 (M)
V	Sat. bases	%	75,0 (b)	58,3 (M)
M	Sat. alumínio	%	0,0 (MB)	0,0 (MB)
MO	Mat. orgânica	dag/kg	2,7 (M)	2,1 (B)
P-rem	Fósforo remanescente	mg/l	8,3 (MB)	4,1 (MB)
Zn	Zinco	mg/dm ³	8,9 (A)	3,5 (A)
Fé	Ferro	mg/dm ³	25,2 (b)	43,2 (A)
Mn	Manganês	mg/dm ³	40,9 (A)	32,7 (A)
Cu	Cobre	mg/dm ³	3,6 (A)	3,8 (A)
B	Boro	mg/dm ³	0,9 (A)	0,7 (b)
S	Enxofre	mg/dm ³	105,8 (mb)	69,6 (mb)
Areia	-	dag/kg	13	13
Silte	-	dag/kg	30	28
Argila	-	dag/kg	57	59
Textura	Classe textural	-	M.A.	M. A.
Ms	Massa específica solo	Mg/m ³	1,00	1,05

*Realizadas no DCS/UFLA

**A = alto; b = bom; mb = muito bom; B = baixo; M = médio; MB = muito baixo; AM = acidez média (Alvarez et al., 1999). M. A. = muito argilosa.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

Foi empregado o delineamento em blocos casualizados (DBC), tendo sido utilizados seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de seis tensões de água no solo: 15 kPa (T1), 30 kPa (T2), 50 kPa (T3), 70 kPa (T4), 120 kPa (T5) e 170 kPa (T6). Para isso, foi instalada uma bateria com

nove tensiômetros (três a 0,10 m, três a 0,30 m e três a 0,40 m de profundidade) para monitorar as tensões de 15 a 70 kPa, sorteada entre as parcelas de cada tratamento e outra bateria de sensores de matriz granular fabricados pela *Irrrometer Company, Inc.* (Granular Matrix Sensor, GMS, *watermark*[®] modelo 200SS), também contendo nove sensores (três na profundidade de 0,10 m, três a 0,30 m e três a 0,40 m de profundidade) e sorteada entre as quatro parcelas de cada tratamento para monitorar as tensões de 120 e 170 kPa (Figura 3). Foram instalados termômetros de solo nas três profundidades em estudo, para a aquisição dos valores de temperatura do solo. As leituras nos tensiômetros foram feitas com tensímetro de punção (Figura 4). Tanto os tensiômetros quanto os sensores foram instalados no sentido de plantio, entre duas plantas e espaçados de 0,15 m entre eles e as plantas.

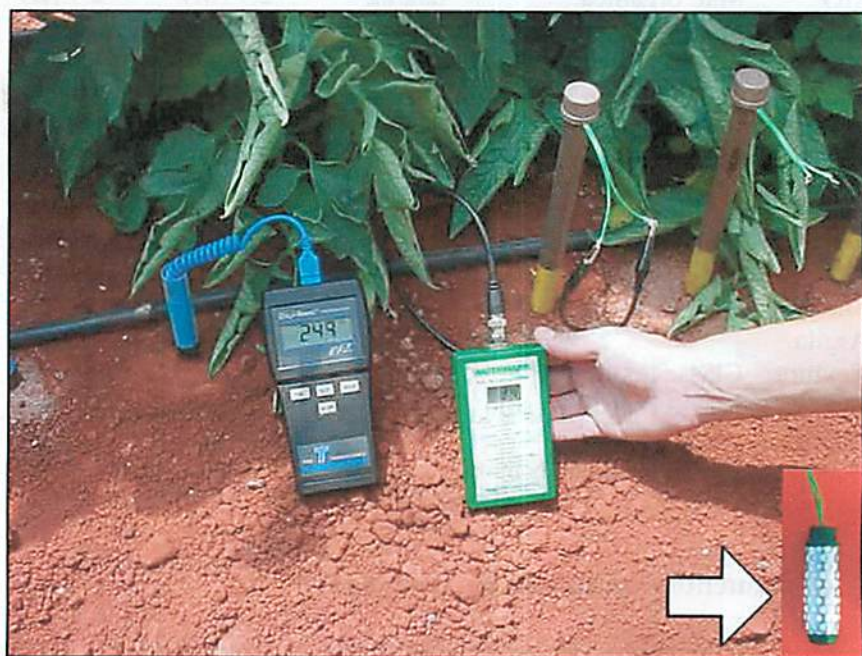


FIGURA 3 Sensor de matriz granular GMS (detalhe), medidor digital e termômetro digital de solo. UFLA, Lavras, MG, 2004.



FIGURA 4 Tensímetro de punção inserido em um tensiômetro. UFLA, Lavras, MG, 2004.

As parcelas experimentais apresentaram as dimensões de 1,20 m de largura e 3,00 m de comprimento (3,6 m²). Foram utilizadas duas linhas de plantas espaçadas de 0,60 m entre si e 0,60 m entre plantas, resultando num total de 10 plantas por parcela. Foram consideradas úteis as plantas centrais das linhas, sendo descartadas nestas linhas uma planta no início e duas no final (parcela útil de 1,44 m² com 4 plantas). Na Figura 5 está representado o esquema de uma parcela experimental, incluindo a disposição dos sensores de umidade.

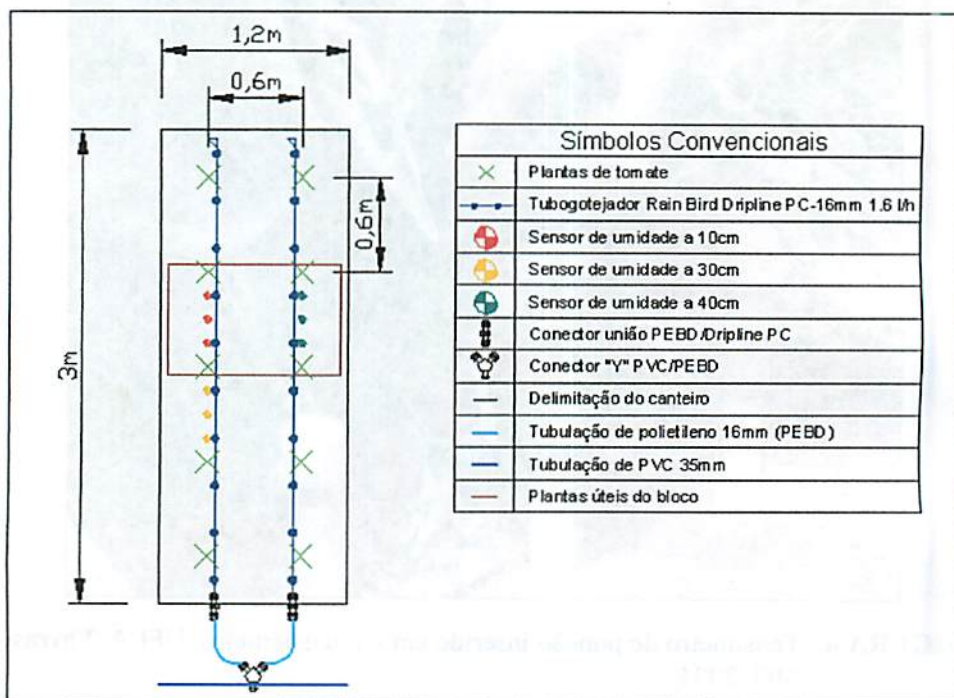


FIGURA 5 Esquema de uma parcela experimental com o sistema de irrigação implantado e os sensores de umidade. UFLA, Lavras, MG, 2004.

3.3 Equipamento e manejo da irrigação

Foi adotado, para a aplicação dos tratamentos, um sistema de irrigação por gotejamento, sendo os emissores do tipo in-line inseridos no tubo no momento da extrusão e distanciados entre si de 0,30m. Esses emissores (Rain Bird, modelo Dripline PC – 16mm, 1,6 L.h⁻¹) foram testados e mantiveram uma vazão de 1,68 L.h⁻¹ nas pressões de 98,1 e 230,5 kPa (1 e 2,35 kgf. cm⁻² respectivamente). Cada parcela experimental possuía duas linhas de tubo gotejador, sendo uma para cada linha de plantas, posicionando dois gotejadores por planta, conforme detalhado na Figura 5.

As linhas laterais foram conectadas diretamente às linhas principais de PVC (DN35; PN40) que tinham no seu início válvulas de comando elétrico,

localizadas na saída do cabeçal de controle. Foi utilizada uma válvula para cada tratamento. Essas válvulas foram acionadas por um controlador previamente programado em cada irrigação para funcionar o tempo necessário para repor a lâmina acusada, indiretamente, pelos sensores de umidade. Buscava-se, em todas as irrigações, levar a capacidade de campo à umidade correspondente à tensão verificada no momento de irrigar. Visando conferir se a lâmina aplicada estava de acordo com a calculada, foi instalado no cabeçal de controle um medidor de vazão (leitura mínima = 1,0 L.h⁻¹; precisão = 2 % para uma faixa de vazão de 100,0 L.h⁻¹ a 5.000,0 L.h⁻¹), uma vez que na automação por tempo deve-se tomar esse cuidado (Cabello, 1996).

O cálculo do tempo de funcionamento do sistema de irrigação em cada tratamento foi feito com base nos sensores de umidade instalados, tanto na profundidade de 0,10 m quanto na de 0,30 m. O momento de irrigar foi estabelecido como sendo aquele em que a média das tensões registradas nos três sensores instalados a 0,10 m de profundidade chegava próxima à tensão estabelecida para os tratamentos. No caso dos tensiômetros, as leituras eram fornecidas em 'bar' pelo tensímetro de punção e, a seguir, foram transformadas para kPa e aplicadas na Equação 3 para determinação da tensão de água no solo. Já os GMS forneciam as tensões diretamente em kPa.

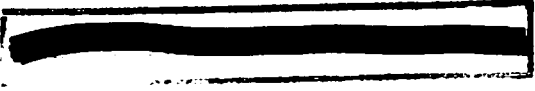
$$\Psi = L - 0,098.h \dots\dots\dots(3)$$

em que:

ψ = potencial matricial (kPa);

L = leitura no tensímetro transformada em kPa (sinal positivo);

h = altura desde o ponto da leitura no tensiômetro até o centro da cápsula porosa (cm). Nesse caso, foram de 22,0 e 41,0 cm, para as profundidades 0,10 e 0,30 m, respectivamente. O tensiômetro instalado a 0,40 cm de profundidade



atuou como um indicador do fluxo de água para fora ou para dentro do perfil de controle. Suas leituras não foram usadas para o cálculo da lâmina de irrigação; seu h foi de 56,0 cm.

→ Com as tensões observadas, calculavam-se as umidades correspondentes a partir das curvas características (Equação 1 e 2). De posse dessas umidades e com a correspondente à capacidade de campo e, ainda, considerando a profundidade do sistema radicular (0,20 m até o florescimento e 0,40 m a partir daí), estratificada em duas subcamadas (0,0 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m), eram calculadas as lâminas de reposição (Equação 4, 5 e 6) e, finalmente, o tempo de funcionamento do sistema de irrigação (Equação 9), de acordo com Cabello (1996). A lâmina bruta (Equação 6) foi obtida a partir da umidade necessária para elevar a umidade do solo no momento da irrigação até a capacidade de campo, calculada com a média dos três valores em cada profundidade monitorada. As leituras foram feitas duas vezes ao dia, todos os dias da semana, sendo a primeira pela manhã (entre 8:00h e 9:00h) e a segunda à tarde (entre 16:00h e 17:00h).

$$LL = (\theta_{cc} - \theta_{atual}) * z \dots\dots\dots(4)$$

$$LB = \frac{LL}{(1 - k) * CU} \dots\dots\dots(5)$$

$$LB_{m\u00e9dia} = LB_{m\u00e9dia10cm} + LB_{m\u00e9dia30cm} \dots\dots\dots(6)$$

em que:

LL = lâmina líquida de irrigação em cada subcamada (mm);

θ_{cc} = umidade na capacidade de campo ($cm^3.cm^{-3}$);

θ_{atual} = umidade no momento de irrigar ($cm^3.cm^{-3}$);

z = profundidade do sistema radicular, estratificada em duas subcamadas (200 mm para a de 0 a 0,20 m e 200 mm para a de 0,20 a 0,40 m);

LB = lâmina bruta de irrigação (mm);

k = constante que leva em conta a salinização do solo, bem como a eficiência de aplicação do sistema. Foi determinada encontrando-se o maior valor entre as Equações 7 e 8, que seguem:

$$k = 1 - Ea \dots\dots\dots(7)$$

$$k = LR = \frac{CEi}{(5 * CEe - CEi)} \dots\dots\dots(8)$$

em que:

Ea = eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação (0,90);

LR = lâmina necessária para lavagem do solo, caso tenha problema com salinidade;

CEi = condutividade elétrica da água de irrigação ($dS.m^{-1}$); 0,05 $dS.m^{-1}$ (valor encontrado por Costa, 2000);

CEe = condutividade elétrica do extrato de saturação do solo ($dS.m^{-1}$);

CU = coeficiente de uniformidade do sistema de irrigação (0,95);

$LB_{m\u00e9dia}$ = soma das lâminas brutas m\u00e9dias obtidas para as camadas de 0 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m;

$LB_{m\u00e9dia10cm}$ = lâmina obtida pela m\u00e9dia das tr\u00eas leituras dos sensores de umidade instalados a 0,10 m atrav\u00e9s da curva caracter\u00edstica de 0 a 0,20 m;

$LB_{m\u00e9dia30cm}$ = lâmina obtida pela m\u00e9dia das tr\u00eas leituras dos sensores de umidade instalados a 0,30 m atrav\u00e9s da curva caracter\u00edstica de 0,20 a 0,40 m;

$$T = \frac{LB_{m\u00e9dia} * A}{e * q_a} \dots\dots\dots(9)$$

em que:

T = tempo de funcionamento do sistema de irriga\u00e7\u00e3o em cada tratamento visando elevar a umidade \u00e0 capacidade de campo (h);

A = \u00e1rea ocupada por planta (0,36 m²);

e = n\u00famero de emissores por planta (2,0);

q_a = vaz\u00e3o m\u00e9dia dos emissores (L.h⁻¹).

Foram realizados testes para a determina\u00e7\u00e3o da vaz\u00e3o nominal do gotejador e do coeficiente de uniformidade de distribui\u00e7\u00e3o de \u00e1gua do sistema de irriga\u00e7\u00e3o. Para isso foi adaptado o procedimento recomendado por Merriam & Keller (1978), citados por Cabello (1996), em que se escolhe uma subunidade e nela se selecionam quatro laterais: a primeira, a situada a 1/3 do in\u00edcio, a situada a 2/3 e a \u00faltima. Em cada lateral se selecionam quatro emissores: o primeiro, o situado a 1/3, o situado a 2/3 e o \u00faltimo. S\u00e3o coletadas vaz\u00f5es desses emissores e, a partir da Equa\u00e7\u00e3o 10, s\u00e3o calculados os coeficientes de uniformidade.

No caso do sistema de irriga\u00e7\u00e3o em quest\u00e3o, os tratamentos eram as subunidades. Como cada tratamento tinha oito laterais, todas foram usadas no teste. Foram usadas apenas as laterais do tratamento seis (170 kPa) e os gotejadores 2 e 9 dos 10 de cada lateral.

$$CU = \frac{q_{25}}{q_a} \dots\dots\dots(10)$$

em que:

CU = coeficiente de uniformidade de distribui\u00e7\u00e3o;

q₂₅ = m\u00e9dia das 25 % menores vaz\u00f5es coletadas (L.h⁻¹);

q_a = média das vazões coletadas ($L.h^{-1}$).

Além do coeficiente de uniformidade foi determinado também o coeficiente de variação total (CVt) de vazão, conforme metodologia apresentada por Bralts & Kesner (1978), descrita por Cabello (1996). O coeficiente de variação total é a relação entre o desvio padrão das vazões e a vazão média, e indica como está a uniformidade da vazão na subunidade estudada. Cabello (1996) apresenta uma tabela classificando a uniformidade de acordo com o valor do CVt. Segundo essa tabela, o CVt estando acima de 0,4 a uniformidade é inaceitável, de 0,4 a 0,3 é baixa, de 0,3 a 0,2 é aceitável, de 0,2 a 0,1 é muito boa e de 0,1 a 0 é excelente.

3.4 Híbrido empregado e produção das mudas

→ No cultivo em ambiente protegido o investimento inicial e o custo de produção são altos, portanto, deve-se usar variedades de alto potencial produtivo e qualitativo. Sendo assim, foi escolhido o híbrido Raísa N (Figura 6), classificado como tomate tipo saladinha, longa vida, de crescimento indeterminado, o qual produz frutos pluriloculares de cor vermelha quando maduros. Possui resistência à murcha de verticílio raça 1 (*Verticillium dahliae*), murcha de fusário raças 1 e 2 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*), nematóide (*Meloidogyne incognita*, *M. javanica*) e vírus do mosaico do tomateiro – estirpe I (ToMV) (Sakata, 2002).



FIGURA 6 Aspecto do fruto produzido no experimento utilizando o híbrido Raísa N. UFLA, Lavras, MG, 2004.

As mudas foram produzidas no interior de uma casa de vegetação apropriada, com sombrite e irrigação por nebulização automatizada, no Setor de Olericultura do Departamento de Agricultura da UFLA. A sementeira foi feita em bandejas de poliestireno expandido com 128 células, preenchidas com substrato comercial Plantimax T, de indicação específica para a produção de mudas de tomate.

3.5 Condução do experimento

Após o transplante, 30 dias após a sementeira e cada muda possuindo 4 a 5 folhas definitivas, a irrigação foi feita por microaspersão, com micros Naan Hadar 7110, bocal azul (1,4mm) que fornece uma vazão de $103 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ a $196,1 \text{ kPa}$ ($2,0 \text{ kgf}\cdot\text{cm}^{-2}$) com espaçamento de 3,0m entre linhas e 5,0m entre micros. Nesta condição, o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e a intensidade de precipitação média calculados pelo programa Naan Cat 6.0 desenvolvido pelo fabricante foram, respectivamente, 94,1% e $6,8 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$. Este sistema foi usado até os 13 dias após o transplante para propiciar o pegamento

das mudas já que as raízes se encontravam pouco desenvolvidas. Após este período, a irrigação foi feita por gotejamento.

Desde o transplântio (19/10/2002) até o início da diferenciação dos tratamentos (03/11/2002) foram feitas irrigações diárias repondo-se a lâmina evaporada do tanque Classe A. As lâminas aplicadas podem ser observadas na Tabela 3.

TABELA 3 Lâminas aplicadas no tomate desde o transplântio até o início da diferenciação dos tratamentos. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Data	Lâmina aplicada (mm)
19/10/2002	0
20/10/2002	3,86
21/10/2002	5,28
22/10/2002	5,12
23/10/2002	4,96
24/10/2002	3,58
25/10/2002	8,58
26/10/2002	5,18
27/10/2002	4,16
28/10/2002	6,97
29/10/2002	6,92
30/10/2002	6,75
31/10/2002	1,82
01/11/2002	3,62
02/11/2002	2,94
03/11/2002	4,38
Total	74,12

3.6 Práticas culturais

3.6.1 Adubação

A adubação básica foi realizada dois dias antes do transplântio, sendo aplicadas quantidades com base na análise química e física do solo (Tabela 2,

pág. 17) e de acordo com Gomes et al (1999). Foram aplicados 400 Mg.ha⁻¹ de P₂O₅ em fundação, em sulco no sentido de plantio, tendo como fonte desse nutriente o superfosfato simples.

Toda a adubação de cobertura foi feita via fertirrigação e seguindo as recomendações de Alvarenga (2000). A quantidade de nutriente recomendada, os fertilizantes utilizados e seus respectivos teores de nutrientes encontram-se na Tabela 4.

TABELA 4 Dose de adubo recomendada e fontes de nutrientes utilizadas. UFLA, Lavras, MG, 2004.

	N N	P P ₂ O ₅	K K ₂ O	Ca Ca	Mg Mg	S S
Recomendação (kg.ha ⁻¹)	400	400	600	60	0	0
<i>Fontes</i>						
Super Fosfato Simples	-	20	-	25	-	12
Kristalon	15	5	30	-	3	2
Nitrato de Potasio	13,5	-	45	-	-	-
Nitrato de Cálcio	15,5	-	-	19	-	-
Nitrato de Amônio	32	-	-	-	-	-

Fonte: Alvarenga (2000).

Para a aplicação desses fertilizantes via fertirrigação dividiu-se o ciclo do tomateiro em três fases fenológicas. A primeira fase foi do transplante até o início do florescimento (0-30 DAT), a segunda fase foi do início do florescimento até início da colheita (31-72 DAT) e a terceira fase foi do início até o final da colheita (73-121 DAT) (Alvarenga, 2000).

Diante disso, seguindo as recomendações de Alvarenga (2000), parcelaram-se as aplicações de N e K₂O, sendo 20% na primeira fase, 30% na

segunda fase e 50% na terceira fase. O cálcio foi aplicado 40% na segunda fase e 60% na terceira fase.

3.6.2 Controle de plantas daninhas

Antes da sistematização do solo da casa de vegetação com a enxada rotativa para preparo dos canteiros houve o crescimento de ervas daninhas, as quais foram eliminadas por meio de uma aplicação de Paraquat (Gramoxome²⁰⁰ – Syngenta) via microaspersão a uma dosagem de 3 L/ha do produto comercial, como indicado na bula do fabricante.

Um dia antes do transplântio das mudas foi feito o controle preventivo de ervas daninhas com uma aplicação de Metribuzim (Sencor 480 - Bayer) via microaspersão, com uma dosagem de 1 L/ha do produto comercial, já que se trata de um herbicida registrado para a cultura do tomateiro.

A partir dos 60 DAT, as ervas que eventualmente ocorriam foram eliminadas por meio de capinas manuais.

3.6.3 Controle fitossanitário

O controle de doenças foi feito preventivamente, de acordo com as condições de clima que pudessem ser favoráveis à ocorrência de um determinado patógeno. Com relação às pragas, o controle foi feito na medida em que se detectava a presença do inseto no nível crítico que justificasse a aplicação de defensivos. Foram realizadas cinco pulverizações ao longo do experimento, como mostra a Tabela 5.

TABELA 5 Cronograma de pulverizações, época de aplicação, DAT (dias após o transplante), defensivo agrícola utilizado, princípio ativo e dosagens aplicadas. UFLA, Lavras, MG, 2004.

DAT	Nome comercial	Princípio ativo	Dosagem aplicada (100 L/H₂O)
19	Garant	Hidróxido de Cobre	250 g
	Vertimec	Abamectina	100 mL
	Elsan	Fentoato	220 mL
39	Garant	Hidróxido de Cobre	250 g
	Amistar	Azoxystrobin	16 g
54	Garant	Hidróxido de Cobre	250 g
	Vertimec	Abamectina	100 mL
	Elsan	Fentoato	220 mL
75	Garant	Hidróxido de Cobre	250 g
	Kumulus	Enxofre	120 g
	Amistar	Azoxystrobin	16 g
93	Garant	Hidróxido de Cobre	250 g
	Vertimec	Abamectina	100 mL
	Elsan	Fentoato	220 mL

3.6.4 Tutoramento

Utilizou-se um sistema com um fio de aço na horizontal a 1,95 m acima do nível do canteiro para cada fileira dupla de plantas e, na vertical, um fitilho por planta, permitindo o amarrio ao longo do crescimento das mesmas.

3.6.5 Variáveis meteorológicas

Durante toda a condução do experimento foram registrados parâmetros meteorológicos por meio de uma mini-estação meteorológica automática instalada no centro da estufa, que registrou diariamente a temperatura do ar, umidade relativa e radiação solar global. Foi instalado também, ao lado da mini-estação, um tanque Classe A.

3.7 Variáveis analisadas

A colheita foi realizada quando os frutos apresentaram-se maduros fisiologicamente, o que se iniciou no dia 30 de dezembro de 2002 e se prolongou por oito semanas, até 17 de fevereiro de 2003.

3.7.1 Altura das plantas

A altura das plantas foi avaliada semanalmente e registrada em centímetros, durante o ciclo da cultura, até que as mesmas atingissem a altura do titoramento, que foi de 1,95m.

3.7.2 Produção de frutos totais, comerciais e não comerciais

Por ocasião de sua maturação fisiológica, os frutos das plantas da área útil foram colhidos, pesados e selecionados, e os resultados foram expressos em Mg.ha^{-1} . Os frutos foram classificados em comerciais e não comerciais, sendo comerciais aqueles com diâmetro maior ou igual a 46mm, sadios e livres de defeitos causados por pragas, doenças fúngicas ou fisiológicas.

3.7.3 Produção de frutos comerciais e por classe

Em cada colheita os frutos comerciáveis foram separados e classificados em Extra AAA (diâmetro acima de 60mm), Extra AA (diâmetro entre 56 e

60mm) e Extra A (diâmetro entre 46 e 56mm), de acordo com Macedo (2002). Os frutos com diâmetro abaixo de 46mm serão considerados não comerciáveis, ocorrendo o mesmo com os frutos rachados, descoloridos ou defeituosos.

3.7.4 Produção de frutos rachados

Os frutos que apresentaram rachadura foram registrados e o resultado foi expresso em $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

3.7.5 Podridão apical

Os frutos com sintomas de podridão apical foram contados separadamente em cada parcela e os resultados foram expressos em porcentagem da produção total de frutos.

3.7.6 Matéria seca da parte aérea

Uma planta por repetição de cada tratamento, ou seja, quatro plantas por tratamento foram cortadas a 5 cm do solo e toda a sua parte aérea, com exceção dos frutos, os quais foram todos colhidos anteriormente, foi acondicionada em sacos de papel e colocados em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65°C , onde ficaram por 72 horas, até atingirem peso constante.

3.7.7 Eficiência no uso da água (EUA)

A eficiência no uso da água foi encontrada em função da produtividade total ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e a quantidade de água consumida pela cultura (mm) em cada tratamento ao final do ciclo.

3.8 Análise estatística

A análise estatística dos dados incluiu a análise de variância com realização do teste F, análises de regressão e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% e 1% de probabilidade (Gomes, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados gerais do experimento

4.1.1 Condições climáticas na casa de vegetação

No período em que o experimento foi conduzido, a temperatura média do ar no interior da casa de vegetação foi de 23,1^oC, as mínimas atingidas ficaram entre 12,9^oC e 22^oC e as máximas entre 23,6^oC e 37,1^oC (Figura 7), resultando em uma diferença de 12,9^oC do dia para a noite. Estas temperaturas estão bem próximas do ideal para se cultivar tomate e, segundo Lopes & Stripari (1998), é interessante observar a diferença de temperatura do dia e da noite, pois ocorre um melhor crescimento quando a temperatura do dia está em torno de 26^oC e a da noite em torno de 17^oC a 20^oC, ou seja, tendo-se uma diferença de 6^oC a 10^oC.

Já em relação à umidade relativa do ar seus valores médios, mínimos e máximos podem ser observados na Figura 8. A umidade relativa média no período foi de 77,0%. Este valor está muito próximo da faixa de 50% a 70% considerada adequada para o desenvolvimento do tomateiro em ambiente protegido (Lopes & Stripari, 1998), pois, nesta condição, há redução dos problemas fitossanitários e aumento da produtividade (Makishima & Carrijo, 1998).

Esses dados foram coletados a partir de uma estação agrometeorológica automática portátil (*Elle International* modelo MM 900) instalada no interior da casa de vegetação na qual os valores de temperatura e umidade relativa do ar foram armazenados a cada meia hora no decorrer do experimento.

No interior da casa de vegetação foi instalado também um tanque Classe A (TCA) com o intuito apenas de verificar a evaporação ocorrida. Os resultados

encontram-se na Figura 9 e foram coletados diariamente, entre 8:00h e 9:00h. A evaporação média diária no período foi 3,5 mm. A evaporação média diária observada na estação meteorológica localizada a aproximadamente 500 m da casa de vegetação foi 4,2 mm. Evidencia, portanto, um menor consumo de água no interior da casa de vegetação, já que a evaporação diária ocorrida no seu interior foi em média 83% da ocorrida a céu aberto.

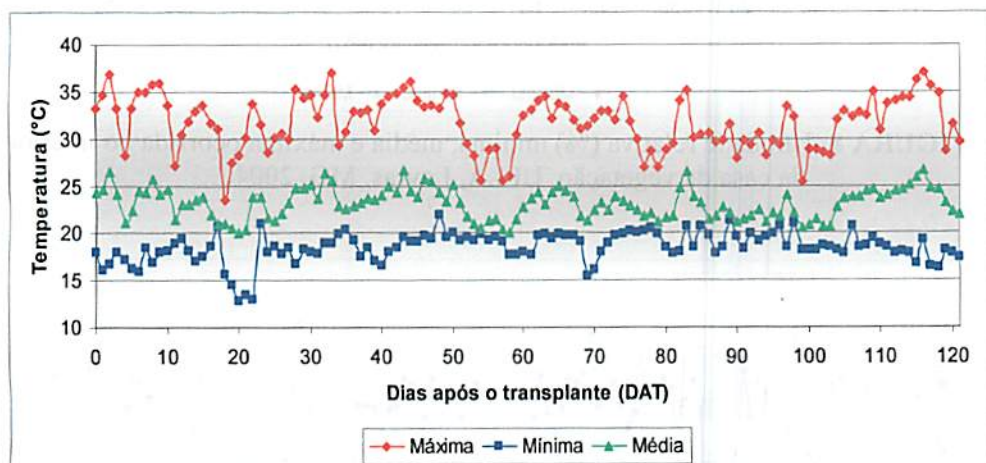


FIGURA 7 Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) mínima, média e máxima do ar ocorrida no interior da casa de vegetação. UFLA, Lavras, MG, 2004.

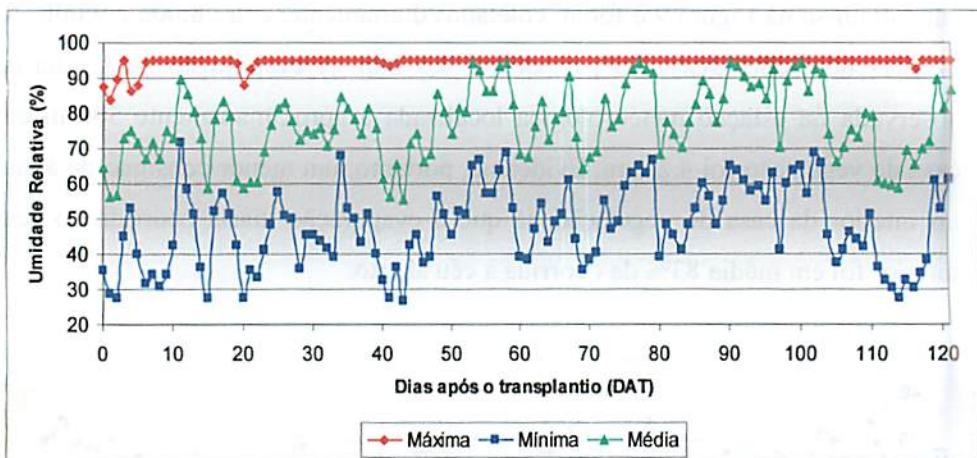


FIGURA 8 Umidade relativa (%) mínima, média e máxima ocorrida no interior da casa de vegetação. UFLA, Lavras, MG, 2004.

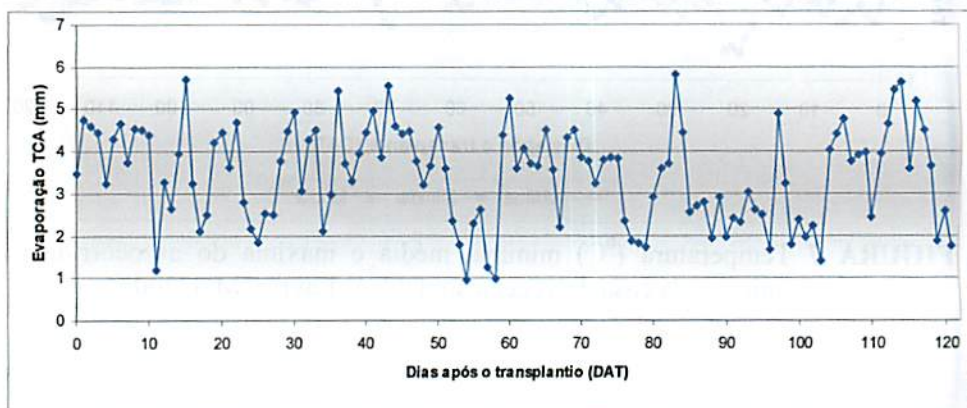


FIGURA 9 Evaporação no tanque Classe A (mm) instalado no interior da casa de vegetação. UFLA, Lavras, MG, 2004.

4.1.2 Avaliação do sistema de irrigação

Os emissores utilizados possuem uma faixa de compensação de vazão compreendida entre as pressões de 60 a 410 kPa, entretanto, a pressão de funcionamento do sistema foi mantida em 210 kPa por meio de uma válvula reguladora de pressão, instalada no cabeçal de controle.

Foi realizado um teste de uniformidade de vazão no tratamento T6. A pressão de funcionamento média, medida no final das laterais logo após o último emissor, foi de 190 kPa. A vazão média encontrada foi de 1,67 L.h⁻¹ estando, portanto, muito próxima ao valor indicado pelo fabricante.

Calculou-se também o coeficiente de variação total de vazão (CVt). O valor encontrado foi de 0,04, indicando uma excelente uniformidade de vazão nos tratamentos, de acordo com Cabello (1996). O CVt é um dos parâmetros usados para diagnosticar problemas de uniformidade em campo. O coeficiente de uniformidade encontrado foi de 95,21%.

4.1.3 Tensões e lâminas aplicadas

Os tratamentos de tensão apresentaram valores diferentes do estabelecido no início do experimento. Assim, de forma análoga a Figuerêdo (1998), optou-se por tomar um valor médio das tensões na profundidade de 0,10m, as quais indicavam o momento de irrigar, apesar desses valores terem ficado próximos aos estabelecidos. Estas médias podem ser observadas na Tabela 6.

Visando o estabelecimento da cultura foram feitas irrigações diárias, repondo à cultura a lâmina evaporada do tanque Classe A, com o auxílio do sistema de microaspersão, até 13 dias após o transplântio (DAT) e gotejamento, a partir do 14 DAT em diante, totalizando 74,12 mm de lâmina de água aplicada em cada tratamento (Tabela 3). No 15 DAT foi feita a última irrigação de estabelecimento e dado início à diferenciação dos tratamentos.

As lâminas de água aplicadas após o início da diferenciação dos tratamentos (Irrig), bem como os totais aplicados (Tot), computados desde o transplântio da cultura também podem ser verificados na Tabela 6. Percebe-se que a lâmina foi decrescente do tratamento T1 até o tratamento T6.

TABELA 6 Tensões de água no solo estabelecidas (Estab) e observadas (Obs) no início das irrigações, à profundidade de 0,10m, lâminas aplicadas antes de diferenciar os tratamentos (Adic), durante o ciclo (Irrig), total (Tot) e média por irrigação (mpi) com o desvio padrão, intervalo médio entre irrigações (TR) com o desvio padrão e número de irrigações (NI). UFLA, Lavras, MG, 2004.

Tensão (kPa)		Lâmina (mm)				TR (dia)	NI
Estab.	Obs	Adic	Irrig	Tot	mpi		
15 (T1)	22,3	74,1	624,7	698,8	8,8 (3,4)	1,5 (0,7)	72
30 (T2)	36,8	74,1	580,3	654,5	14,9 (3,0)	2,7 (1,0)	39
50 (T3)	52,0	74,1	496,9	571,0	17,7 (1,9)	3,7 (1,3)	28
70 (T4)	69,7	74,1	445,7	519,8	23,5 (3,4)	5,4 (1,5)	19
120 (T5)	120,6	74,1	195,2	269,3	24,4 (3,5)	12,1 (1,6)	8
170 (T6)	173,3	74,1	109,0	183,1	27,2 (0,7)	19,6 (2,3)	5

As lâminas de irrigação foram determinadas para cada tratamento, considerando as tensões observadas nas profundidades de 0,10 m e 0,30 m, representando valores das subcamadas de 0 a 0,20 e 0,20 a 0,40 m, respectivamente.

Nas Figuras 10 a 15, estão representados os potenciais matriciais médias registradas pelos sensores de umidade instalados na profundidade de 0,10 m, usados para a tomada de decisão, na profundidade de 0,30 m para o controle das lâminas de irrigação aplicadas e na profundidade de 0,40 m para controle da lixiviação.

Nessas figuras pode-se visualizar o número de irrigações realizadas. Quanto menor a tensão para que fossem iniciadas as irrigações, mais frequentes

foram as mesmas e menores foram os picos, sendo a tensão da água no solo mantida dentro de uma faixa mais estreita. Percebe-se, ainda, uma menor oscilação da umidade no solo à medida que se aumenta a profundidade avaliada, devido à maior concentração de raízes nas camadas mais superiores do solo e à maior evaporação da água próxima à superfície do solo.

O mesmo comportamento foi obtido por Marouelli et al. (2003) e Santos (2002), tendo a lâmina total de água aplicada decrescido com o incremento da tensão de água no solo, sendo menos freqüentes as irrigações e maior a lâmina de água por aplicação.

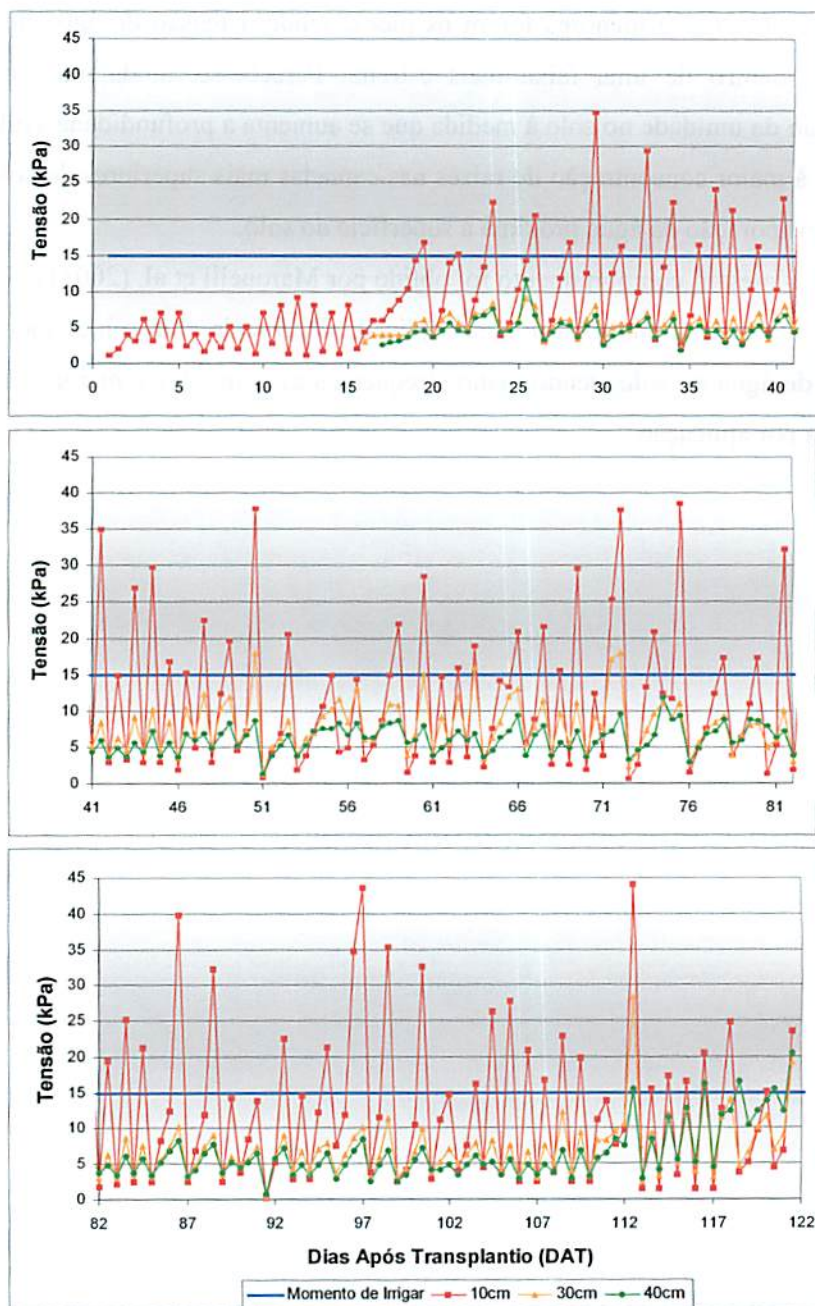


FIGURA 10 Variação das tensões da água no solo no tratamento T1 em três profundidades ao longo do ciclo do tomateiro. UFLA, Lavras, MG, 2004.

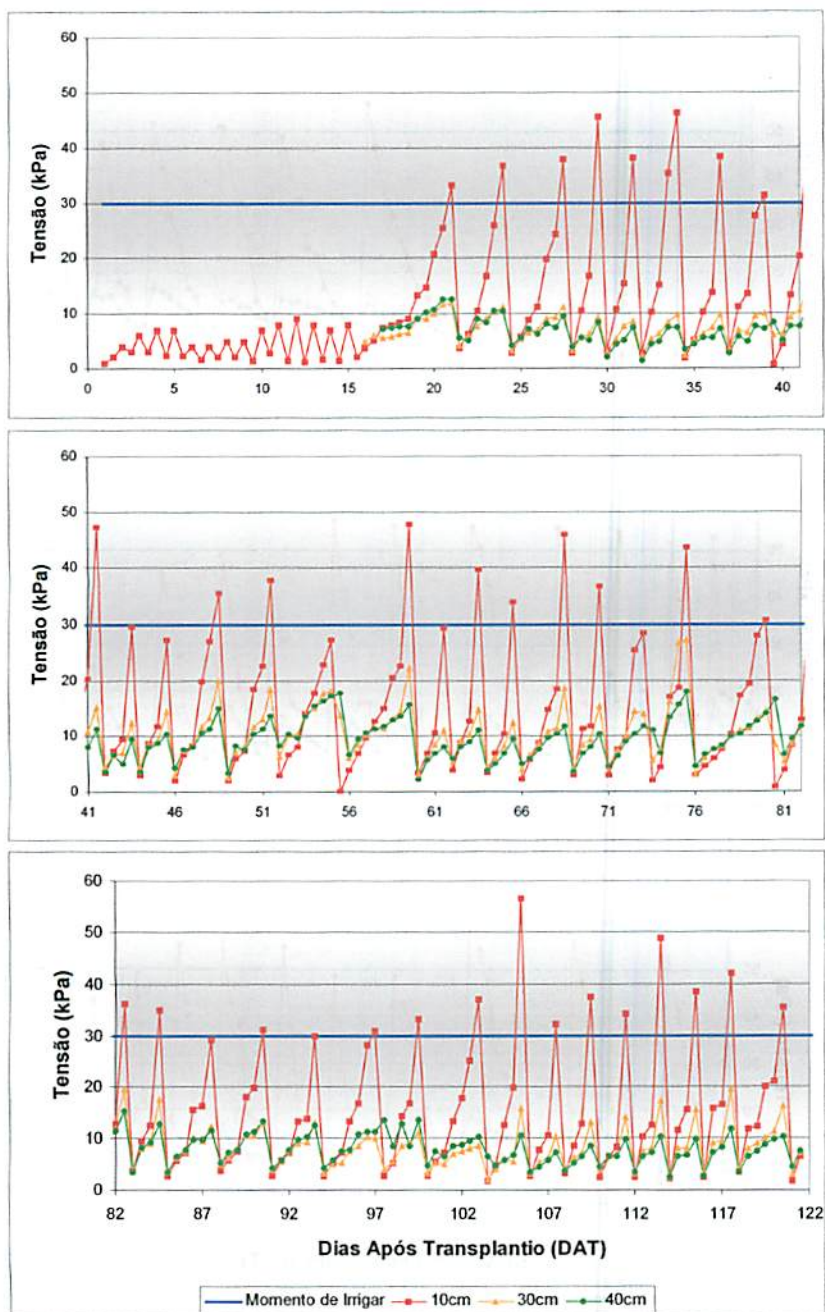


FIGURA 11 Variação das tensões da água no solo no tratamento T2 em três profundidades ao longo do ciclo do tomateiro. UFLA, Lavras, MG, 2004.

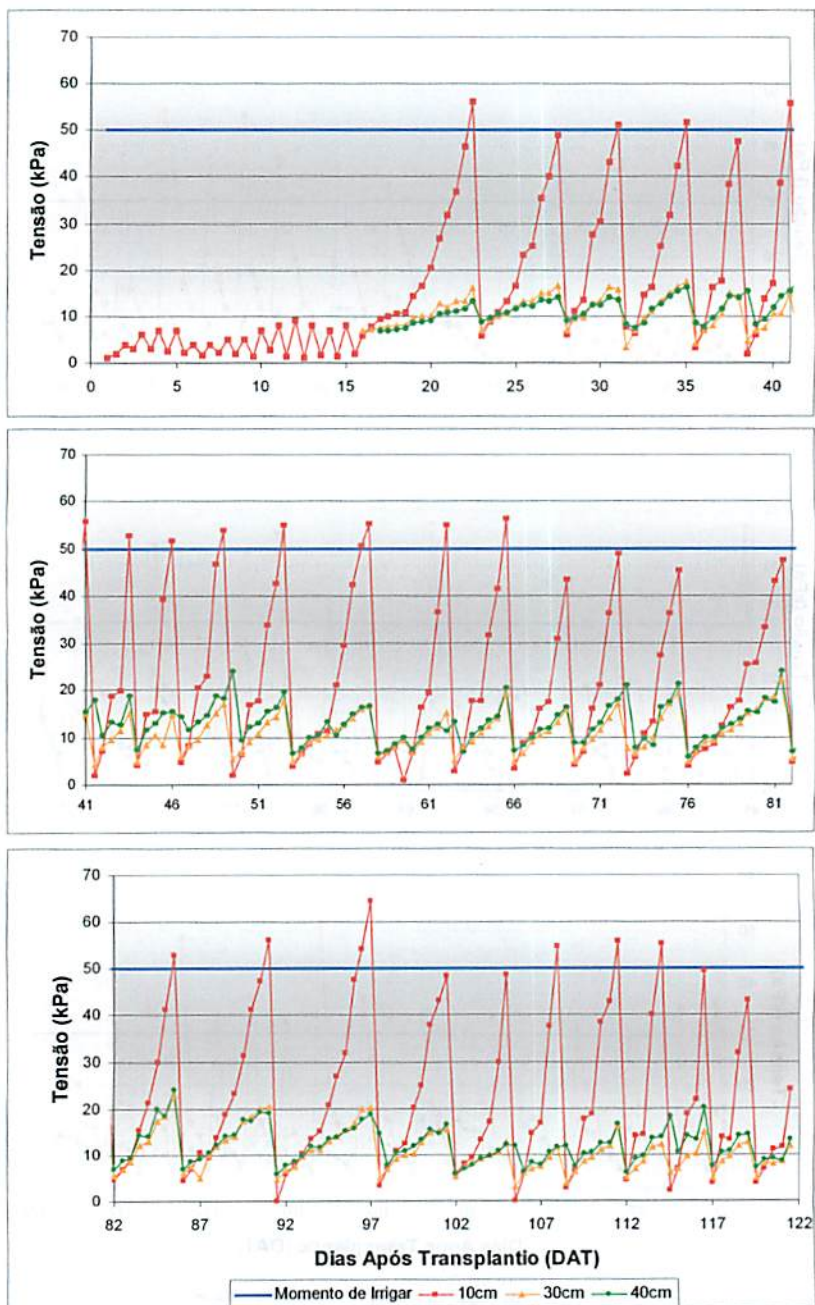


FIGURA 12 Variação das tensões da água no solo no tratamento T3 em três profundidades ao longo do ciclo do tomateiro. UFLA, Lavras, MG, 2004.

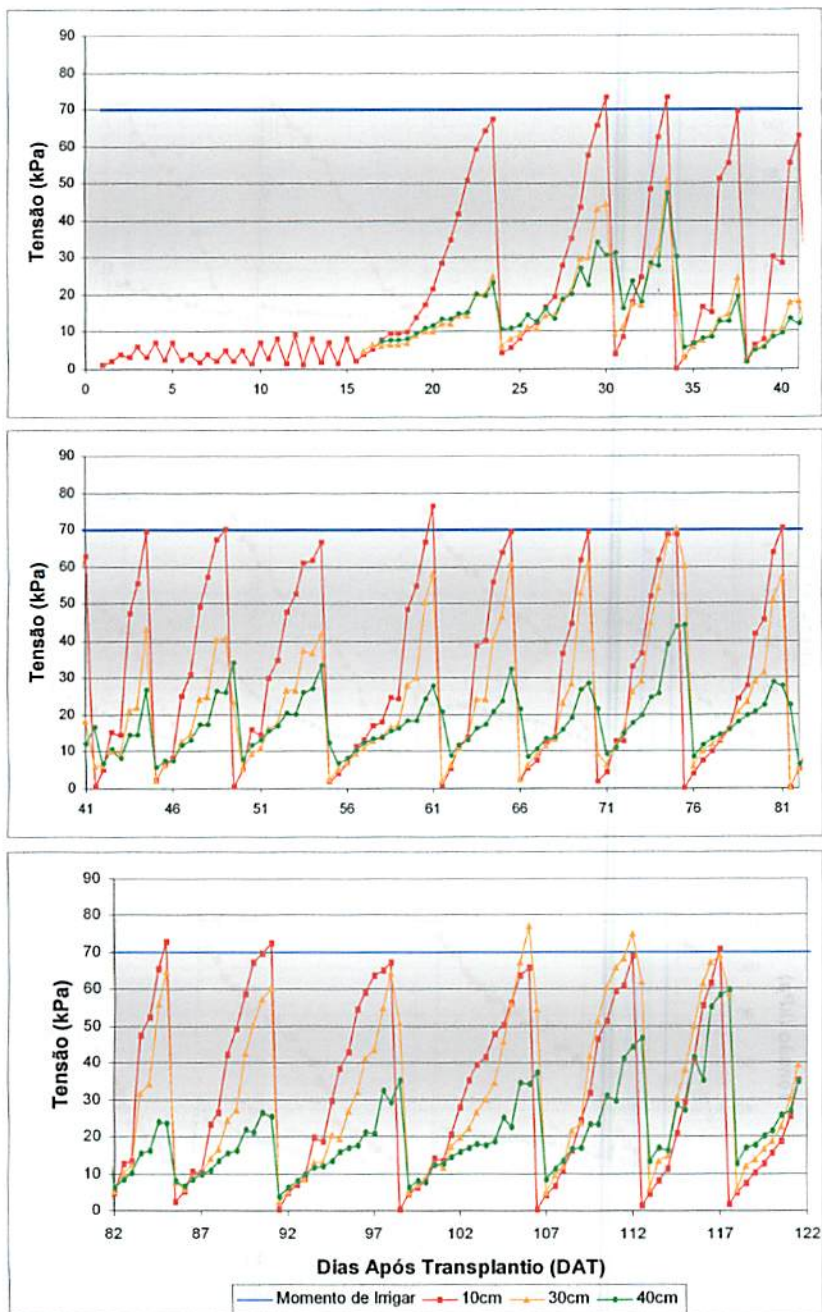


FIGURA 13 Variação das tensões da água no solo no tratamento T4 em três profundidades ao longo do ciclo do tomateiro. UFLA, Lavras, MG, 2004.

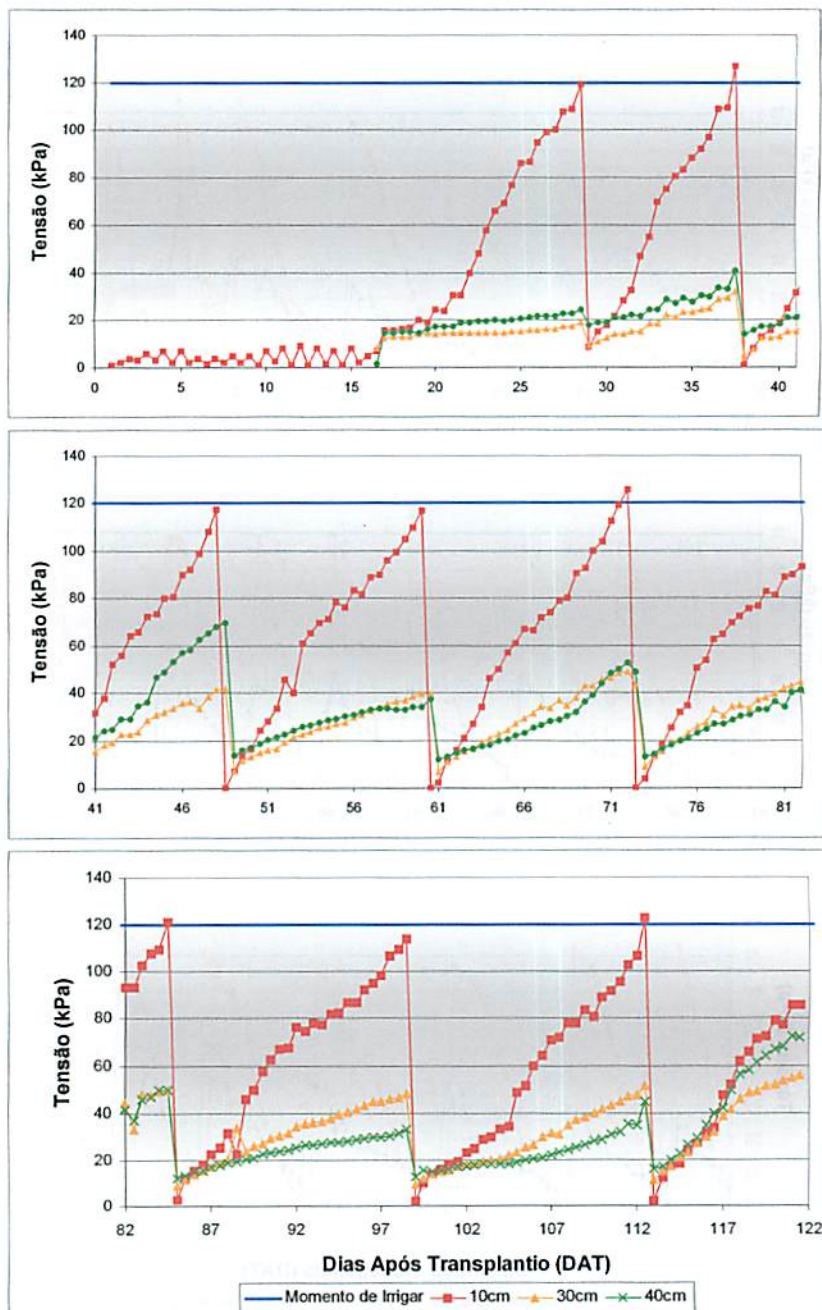


FIGURA 14 Variação das tensões da água no solo no tratamento T5 em três profundidades ao longo do ciclo do tomateiro. UFLA, Lavras, MG, 2004.

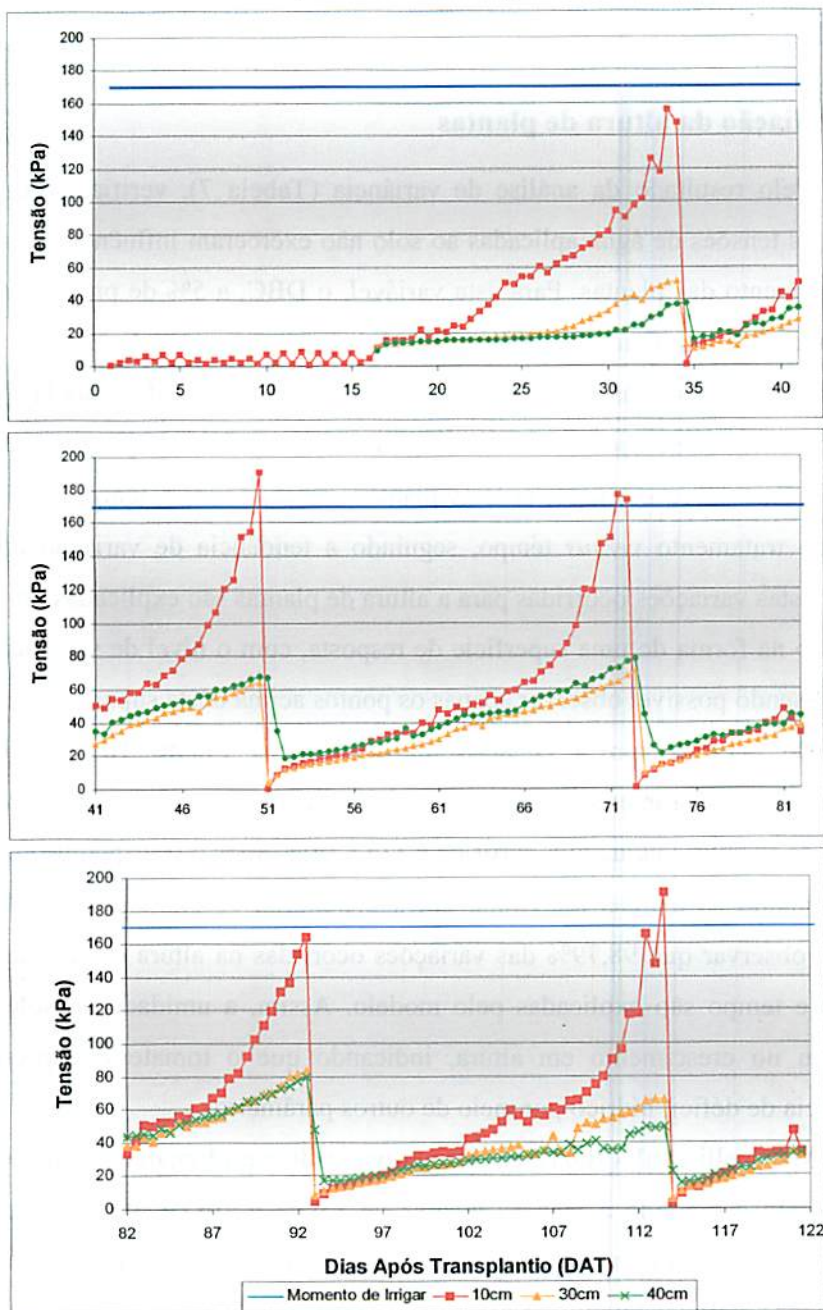


FIGURA 15 Variação das tensões da água no solo no tratamento T6 em três profundidades ao longo do ciclo do tomateiro. UFLA, Lavras, MG, 2004.

4.2 Avaliação da altura de plantas

Pelo resultado da análise de variância (Tabela 7), verifica-se que as diferentes tensões de água aplicadas ao solo não exerceram influência no ritmo de crescimento das plantas. Para esta variável, o DBC, a 5% de probabilidade, não se mostrou significativo, não justificando, portanto, o controle local, ou seja, o delineamento neste caso poderia ser o inteiramente casualizado (Tabela 7).

Constatou-se que houve efeito significativo da altura de plantas a 1% de probabilidade sobre o tempo, pois as plantas crescem com o tempo e sobre a interação tratamento *versus* tempo, seguindo a tendência de variação com o tempo. Estas variações ocorridas para a altura de plantas são explicadas por uma regressão na forma de uma superfície de resposta, com o nível de significância de 1% e sendo possível observar apenas os pontos acima desta superfície.

De acordo com a equação apresentada na Figura 16, percebe-se nitidamente que o aumento do tempo (dias) implicará em aumento na altura das plantas de tomate, iniciando a partir de 6 DAT (dias após o transplântio) até 62 DAT, quando as plantas atingiram, em sua maioria, 1,95m de altura. Ainda pode-se observar que 98,79% das variações ocorridas na altura em função das tensões e tempo são explicadas pelo modelo. Assim, a umidade no solo não interferiu no crescimento em altura, indicando que o tomateiro expressa a ocorrência de déficit hídrico por meio de outros parâmetros.

Marouelli et al. (2003), em estudo realizado para tomateiro irrigado por gotejamento submetido a tensões médias de 15kPa a 70kPa, verificaram que estas plantas não tiveram o crescimento reduzido de forma significativa quando submetidas à deficiência hídrica.

TABELA 7 Resumo da análise de variância e de regressão para altura de plantas de tomateiro aos 6, 14, 20, 27, 35, 41, 49, 56 62 dias após o transplante. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fonte de variação	G. L.	Q. M.
		Altura (cm)
Tratamento	5	55,21 ^{ns}
Blocos	3	36,65 ^{ns}
erro 1	15	33,36
Tempo	8	108679,97**
erro 2	24	12,28
Tratamento x Tempo	40	17,41**
erro 3	120	5,65
Média	-	106,94
C. V. 1 (%)	-	5,40
C. V. 2 (%)	-	3,28
C. V. 3 (%)	-	2,22

** e * significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente
^{ns} não significativo

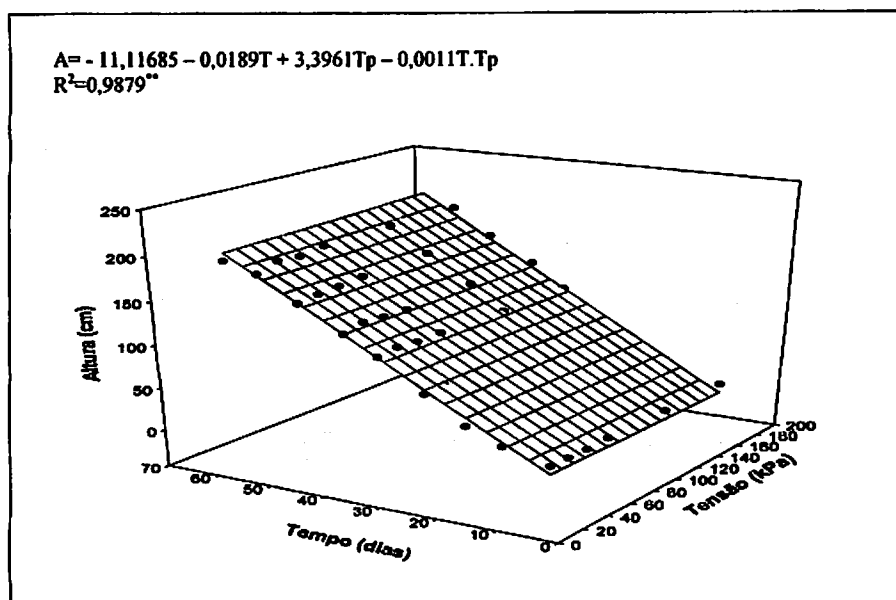


FIGURA 16 Evolução da altura (A) das plantas de tomate no tempo (Tp), dentro dos tratamento de tensão (T) de água no solo. UFLA, Lavras, MG, 2004.

4.2 Produtividade de frutos totais, comerciais e não comerciais

Os níveis de tensão de água no solo exerceram influência significativa sobre a produtividade de frutos de tomate, conforme detalhado na Tabela 8. Na produtividade de frutos totais (PFT) e produtividade de frutos comerciais (PFC) houve diferença significativa, no teste de F, a 1% de probabilidade, enquanto que na produtividade de frutos não comerciais (PFNC) não houve efeito dos tratamentos aplicados.

No caso da produtividade de frutos totais, as diferenças podem ser explicadas por uma regressão cúbica, a 5% de probabilidade. O ponto de máximo para esta variável ocorreu na tensão de 76,5kPa, resultando em uma produtividade para este parâmetro de 104,3Mg.ha⁻¹.

TABELA 8 Resumo da análise de variância e de regressão para produtividade de frutos totais (PFT; Mg.ha⁻¹), produtividade de frutos comerciais (PFC; Mg.ha⁻¹) e produtividade de frutos não comerciais (PFNC; Mg.ha⁻¹) de plantas de tomate. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fonte de variação	G. L.	Q. M.		
		PFT	PFC	PFNC
Tensão	5	59,43**	60,49**	7,93 ^{ns}
Bloco	3	10,38 ^{ns}	6,02 ^{ns}	9,04 ^{ns}
Resíduo	15	8,85	4,49	5,75
Média	-	100,21	80,94	19,28
C. V. (%)	-	2,97	2,62	12,44
Linear	1	49,41 ^{ns}	39,91**	0,51 ^{ns}
Quadrática	1	33,56 ^{ns}	120,44**	26,85*
Cúbica	1	49,75*	29,77*	2,55 ^{ns}
Desvios	2	82,21**	56,17**	4,88 ^{ns}
Resíduo	15	8,85	4,49	5,75

** e * significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

^{ns} não significativo

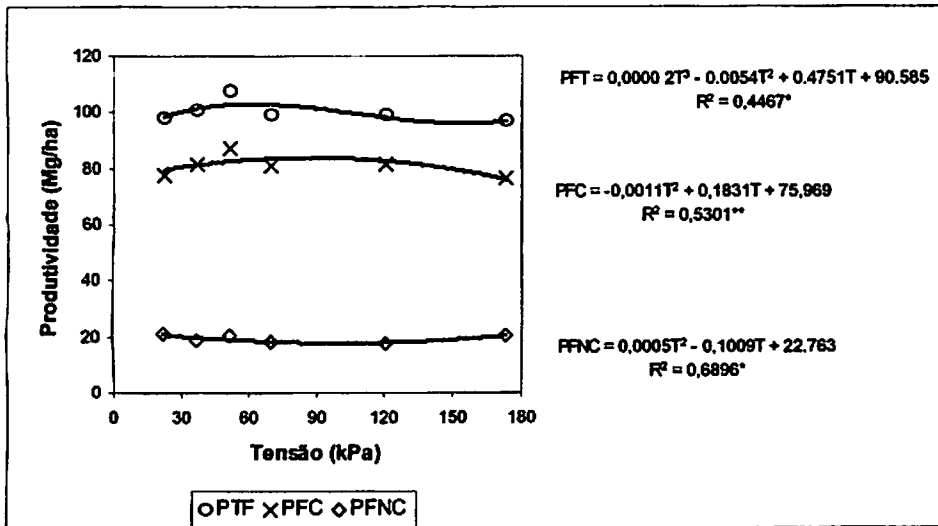


FIGURA 17 Produtividade de frutos totais (PFT), de frutos comerciais (PFC) e de frutos não comerciais (PFNC) sob influência de diferentes tensões de água no solo. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Com relação à produtividade de frutos comerciais, as diferenças podem ser explicadas por uma regressão quadrática, a 1 % de probabilidade. O ponto de máximo para essa variável ocorreu na tensão de 83,3kPa, resultando em uma produtividade para este parâmetro de 83,6 Mg.ha⁻¹. Como pode ser observado na Figura 17, percebe-se que tensões de água no solo muito abaixo ou muito acima de 83,3kPa aumentam a incidência de frutos não comerciais, indicando ter havido excesso e falta de água nestas tensões, respectivamente.

Marouelli et al. (2003) obtiveram correlação linear negativa com a tensão para a produtividade e o número de frutos comerciais por planta no estágio de frutificação, não sendo afetadas por tensões entre 15 e 70kPa no estágio vegetativo. De maneira semelhante, Marouelli et al. (1991) observaram não haver efeito na produtividade de frutos comerciáveis submetidos a tensões máximas entre 30 e 460kPa nos estádios vegetativos e de maturação. Esses autores concluíram que o estágio de frutificação é o mais sensível à deficiência de água no solo.

4.3 Produtividade de frutos comerciais e por classe

As tensões de água no solo empregadas no experimento exerceram influência, a 1% e 5% de significância, pelo teste F, na produtividade de frutos comerciais e na produtividade de frutos classe AAA, AA e A (Tabela 9).

TABELA 9 Resumo da análise de variância e de regressão para produtividade de frutos comerciais (PFC; Mg.ha⁻¹), produtividade de frutos classe AAA (AAA; Mg.ha⁻¹), classe AA (AA; Mg.ha⁻¹) e classe A (A; Mg.ha⁻¹) de plantas de tomate. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fonte de variação	G. L.	Q. M.			
		PFC	AAA	AA	A
Tensão	5	60,49**	166,31**	8,25*	61,75*
Bloco	3	6,02 ^{ns}	6,00 ^{ns}	1,30 ^{ns}	4,73 ^{ns}
Resíduo	15	4,49	19,96	2,47	15,95
Média	-	80,94	57,67	7,90	15,36
C. V. (%)	-	2,62	7,75	19,88	26,00
Linear	1	39,91**	126,89*	7,98 ^{ns}	217,77**
Quadrática	1	120,44**	363,03**	19,80*	13,17 ^{ns}
Cúbica	1	29,77*	74,11 ^{ns}	2,59 ^{ns}	2,38 ^{ns}
Desvios	2	56,17**	133,77**	5,43 ^{ns}	37,71 ^{ns}
Resíduo	15	4,49	19,96	2,47	15,95

* e ^{ns} significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

^{ns} não significativo

A produtividade de frutos classe AAA seguiu a mesma tendência da produtividade de frutos comerciais e ambos podem ser explicados por uma regressão quadrática, a 1% de probabilidade. Tensões muito baixas e muito altas influenciaram negativamente, sendo a tensão de 112,4kPa, obtida pela regressão, a que proporcionou maior produtividade de frutos classe AAA (Figura 18).

De forma oposta em relação ao parâmetro anterior, observa-se a produtividade de frutos classe AA, a qual foi influenciada a 5% de probabilidade pelos tratamentos e seu comportamento é descrito por uma regressão quadrática, a 5% de probabilidade. Percebe-se que em tensões de água no solo acima ou abaixo de 119,1 kPa pode haver aumento na produtividade desta classe de fruto.

A produtividade de frutos classe A seguiu uma regressão linear, a 1% de probabilidade, demonstrando haver uma diminuição de 57,6kg por hectare com o aumento de 1kPa na tensão de água no solo. Dessa forma, observa-se que a uma menor tensão de água no solo, a produtividade de frutos grandes reduz-se e há uma maior produtividade de frutos menores. Por outro lado, com uma alta tensão de água no solo, a produtividade de frutos grandes torna a reduzir-se, mas há poucos frutos pequenos e, com isso, a planta desloca suas reservas para a produção de frutos de maior diâmetro.

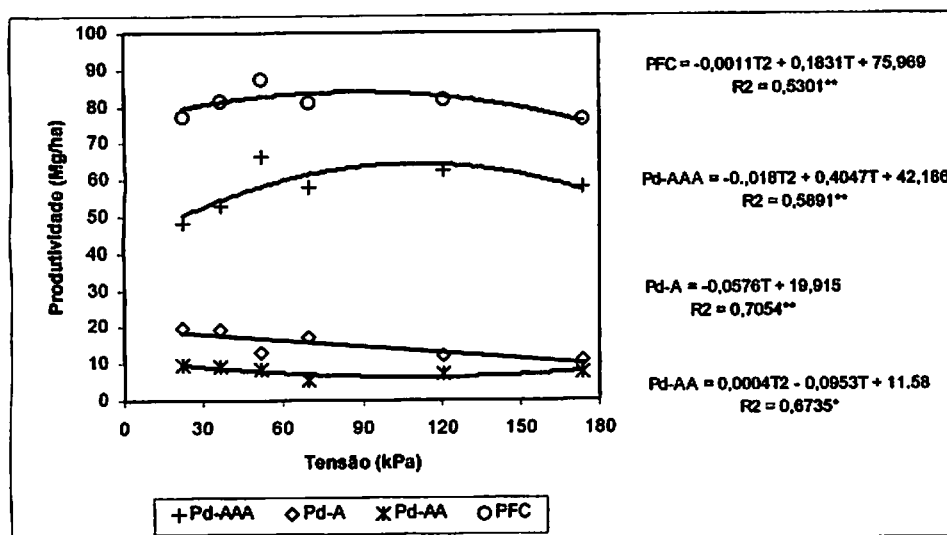


FIGURA 18 Produtividade de frutos comerciais (PCF), produtividade de frutos classe AAA (Pd-AAA), produtividade de frutos classe AA (Pd-AA) e produtividade de frutos classe A (Pd-A) sob influência de diferentes tensões de água no solo. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Macêdo (2002) observou um aumento linear do número de frutos de tomate nas classes AAA, AA e A com a aplicação de 40%, 60%, 80% e 100% da evapotranspiração da cultura, resultando em lâminas totais aplicadas de 178,1; 259,5; 339,4 e 419,2 mm. Observa-se que a lâmina mínima aplicada por este autor é bem próxima aos 183,1 mm (Tabela 6) aplicados neste experimento,

resultando em um efeito semelhante para ambos os experimentos. No entanto, a lâmina máxima aplicada por este autor está bem abaixo dos 698,8 mm (Tabela 6) aplicados, o que corrobora para a diminuição da produtividade de frutos comerciais e de classe AAA por excesso de água.

4.5 Produção de frutos rachados

Quando ocorrem no período de maturação dos frutos, as variações de umidade do solo podem causar rachaduras nos frutos, reduzindo a produção de frutos comerciais (Daker, 1970; Filgueira, 2000).

Verifica-se, na Tabela 10, que houve efeito quadrático significativo de tensões de água no solo a 1% de probabilidade sobre a produtividade de frutos rachados. As oscilações no teor de água no solo aumentaram a incidência de frutos rachados até um determinado valor, 80,9 kPa e, a partir daí, com oscilações bruscas, mas pouco frequentes, houve uma diminuição da ocorrência desse tipo de alteração fisiológica no fruto (Figura 19).

TABELA 10 Resumo da análise de variância e de regressão para produtividade de frutos rachados (PFR) de plantas de tomate. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fonte de variação	G. L.	Q. M.
		PFR
Tensão	5	10,03**
Bloco	3	0,71 ^{ns}
Resíduo	15	1,99
Média	-	14,16
C. V. (%)	-	9,97
Linear	1	5,88 ^{ns}
Quadrática	1	22,76**
Cúbica	1	21,47**
Desvios	2	0,03 ^{ns}
Resíduo	15	1,99

** e ^{ns} significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

^{ns} não significativo

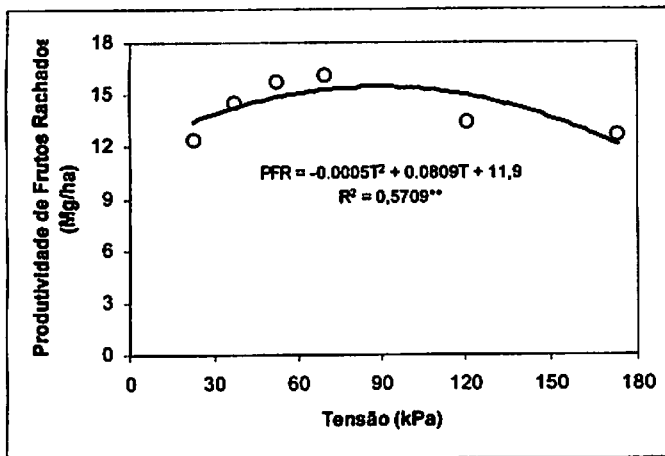


FIGURA 19 Produtividade de frutos rachados. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Pilatti & Paletto (1996) obtiveram redução significativa na percentagem de frutos rachados, devido à possibilidade de se reduzir a variação da umidade

do solo utilizando “mulching”. Assim, a adoção da cobertura plástica no solo, juntamente com a alta frequência da irrigação utilizada pelos autores citados, pode ter influído na atenuação da incidência de frutos rachados.

4.6 Porcentagem de frutos com podridão apical

A ocorrência desse distúrbio foi, no geral, de baixa intensidade, ou seja, menor que 1%, o que sugere menor sensibilidade do híbrido Ráisa N à deficiência de cálcio. Houve influência da tensão de água no solo na porcentagem de frutos com podridão apical, a 1% de probabilidade, descrevendo um comportamento quadrático (Tabela 11).

A podridão apical consiste numa mancha preta, deprimida, coriácea, seca e firme no ápice do fruto (Alvarenga, 2000) e está, geralmente, associada à deficiência localizada de cálcio nesses tecidos (Filgueira, 2000), deficiência hídrica e excesso de sais no solo (Alvarenga, 2000).

Houve uma tendência de maior ocorrência de podridão apical em plantas submetidas a baixos e altos níveis de tensão de água no solo; tanto o excesso quanto a falta de água prejudicam a absorção de cálcio pela planta (Figura 20).

TABELA 11 Resumo da análise de variância e de regressão para porcentagem de frutos com podridão apical (%PA) de plantas de tomate. UFLA, Lavras-MG, 2004.

Fonte de variação	G. L.	Q. M.
		Podridão Apical (%)
Tensão	5	0,0768*
Bloco	3	0,0508 ^{ns}
Resíduo	15	0,0250
Média	-	0,4379
C. V. (%)	-	36,11
Linear	1	0,1218*
Quadrática	1	0,2522**
Cúbica	1	0,0094 ^{ns}
Desvios	2	0,0003 ^{ns}
Resíduo	15	0,0250

** e * significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

^{ns} não significativo

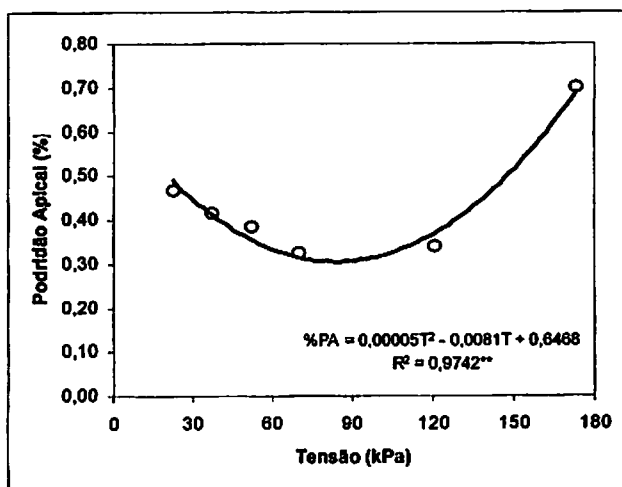


FIGURA 20 Porcentagem da produtividade total de frutos com ocorrência de podridão apical. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Há menor incidência desse distúrbio fisiológico quando as plantas de tomate são submetidas a uma tensão média de água no solo de 81,0kPa.

Segundo Papadopoulos (1991), na maioria dos casos a deficiência de cálcio na planta é induzida, sendo a principal causa o stress de água na planta devido a irrigações deficitárias ou excessivas.

4.6 Matéria seca da parte aérea

As tensões de água no solo influenciaram a matéria seca da parte aérea, a 1% de significância. Essa influência é explicada por meio da regressão linear simples, a 1% de significância (Tabela 12).

A matéria seca da parte aérea diminui linearmente com o aumento das tensões de água no solo (Figura 21). O decréscimo foi de 0,8471g por unidade de tensão de água no solo.

Marouelli et al. (2003), entretanto, observaram que a massa seca da parte aérea não foi afetada pelos tratamentos quando a tensão de água no solo foi mantida entre 15 e 70 kPa.

TABELA 12 Resumo da análise de variância e de regressão para matéria seca da parte aérea (MSPA; g) de plantas de tomate. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fonte de variação	G. L.	Q. M.
		MSPA (g)
Tensão	5	10037,00**
Bloco	3	168,21 ^{ns}
Resíduo	15	618,42
Média	-	297,41
C. V. (%)	-	8,36
Linear	1	47167,14**
Quadrática	1	30,96 ^{ns}
Cúbica	1	416,71 ^{ns}
Desvios	2	1285,10 ^{ns}
Resíduo	15	618,42

** e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

^{ns} não significativo

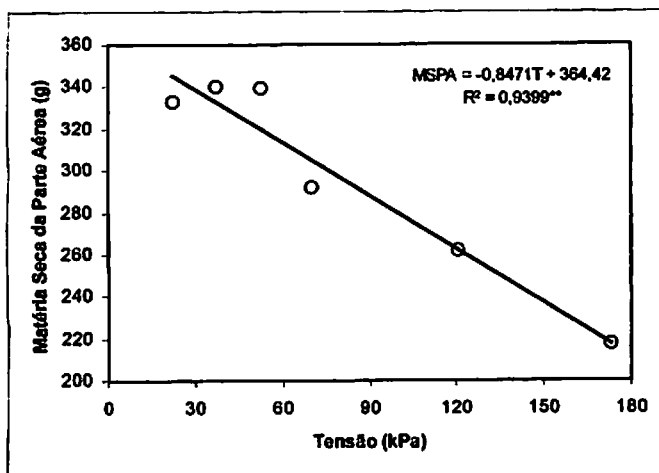


FIGURA 21 Acúmulo de matéria seca em plantas de tomate. UFLA, Lavras, MG, 2004.

4.7 Eficiência no uso da água

Como qualquer olerícola, o cultivo do tomate para mesa caracteriza-se pelo uso intensivo de água e fertilizantes, uma vez que os aportes de água e nutrientes são componentes fundamentais para a obtenção de elevadas produtividades de frutos de qualidade comercial (Guimarães & Fontes, 2003). Dessa forma, o consumo de água pela cultura é um fator extremamente importante no planejamento da irrigação, principalmente quando levadas em consideração regiões áridas e semi-áridas em que a disponibilidade deste recurso é um fator limitante (Santos, 2002).

A eficiência do uso de água (EUA) apresentou correlação linear positiva (Figura 22) com a tensão de água no solo durante o ciclo tomateiro, a 1% de significância, como pode ser observado na Tabela 13.

TABELA 13 Resumo da análise de variância e de regressão para a eficiência no uso da água (EUA) de plantas de tomate. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Fonte de variação	G. L.	Q. M.
		EUA
Tensão	5	95693,72**
Bloco	3	54,77 ^{ns}
Resíduo	15	37,97
Média	-	261,68
C. V. (%)	-	2,35
Linear	1	464984,07**
Quadrática	1	8791,43**
Cúbica	1	2056,57**
Desvios	2	1318,28**
Resíduo	15	37,97

** e * significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

^{ns} não significativo

Resultado semelhante foi obtido por Marouelli et al. (2003) em tomateiro submetido a tensões de água no solo durante a fase vegetativa, não sendo observadas diferenças ocasionadas por tensões entre 15 e 70 kPa aplicadas no estágio de frutificação.

Coelho et al. (1994) também observaram que a eficiência do uso da água apresentou valores decrescentes com o aumento da lâmina d'água aplicada. No entanto, a maior receita líquida foi obtida com a aplicação da maior lâmina, resultado do incremento na produtividade obtida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2003 - Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP, 2003. Tomate, p. 515-522.

ALLEN, R. **Calibration for the watermark 200SS soil water potential sensor to fit the 7-19-96 "calibration#3" table from irrometer.** Univ. Idaho, oct. 2000. Disponível em: <http://www.kimberly.uidaho.edu/water/swm/Calibration_Watermark2.htm>. Acesso em: 15 abr. 2003

ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F. DE; BARROS, N. F. DE; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos Resultados das Análises de Solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais (5a Aproximação).** Viçosa, MG, 1999. p. 25-32.

ALVARENGA, M. A. R. **Cultura do Tomateiro.** Lavras: UFLA, 91p. 2000. (Textos Acadêmicos 02).

BOUYOUCOS, G. J. Soil moisture measurement improved. **Agriculture Engineering**, v. 42, n. 3, p. 136-138, 1961.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais Climatológicas.** 1961-1990. Brasília: SPI/EMBRAPA, 1992. 84p.

* CABELLO, F. P. **Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) goteo, micro aspersión, exudación.** 3 ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1996. 511p.

CARARO, D. C. **Efeito de diferentes lâminas de água na presença e ausência de CO₂ injetado na água de irrigação sobre a cultura do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado em estufa.** 2000. 70p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba.

* CARRIJO, O. A.; MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R. DA. **Manejo da água na produção de hortaliças em cultivo protegido.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 20, n.200/201, p. 45-51, set./dez. 1999.

CARRIJO, O. A.; MAKISHIMA, N. Cultivo do Tomateiro em Casa de Vegetação. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.24, n.219, p. 98-107, nov., 2003.

CARVALHO, L. G. DE; SAMPAIO, S. C.; SILVA, A. M. DA. Determinação da umidade na capacidade de campo in situ de um Latossolo Roxo Distrófico. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v.7, n.1, p. 1-97, dez. 1996.

COSTA, C. C. da. **Estudo da susceptibilidade de tubos gotejadores ao entupimento por precipitados químicos de Ferro**. 2000. 85p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

COELHO, E.F.; SOUZA, V. A. B. de; CONCEIÇÃO, M. A. F; DUARTE, J. de O. Comportamento da cultura do tomateiro sob quatro regimes de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.29, n.12, p.1959-1968, dez. 1994.

DAKER, A. **Água na agricultura: irrigação e drenagem**. 3. ed. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos, 1970. v.3, 453p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p. il.

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

✂ FIGUERÉDO, S. F. **Estabelecimento do momento de irrigação com base na tensão de água no solo para a cultura do feijoeiro**. 1998. 94p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

GIORDANO, L. DE B.; RIBEIRO, C. S. DA C. Origem, botânica e composição química do fruto. In: SILVA, J. B. C. da; GIORDANO, L. de B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia / Embrapa Hortaliças, 2000. p. 12-17.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. 477p.

GOMES, L. A. A.; SILVA, E. C. DA; FAQUIN, V. Recomendações de adubação para cultivos em ambiente protegido. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG, 1999. p. 99 - 110.

* GOMIDE, R. L. Automação de sistemas de irrigação em fruticultura irrigada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza, CE. **Palestra...** Fortaleza, 2000. p. 156-181.

GORNAT, B.; SILVA, W. L. V. Sistemas de controle e automação da irrigação. **ITEM**, Brasília, n. 41, p. 20-24, 1990.

GOTO, R. Plasticultura nos trópicos: uma avaliação técnico-econômica. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.15, p. 163-165, 1997. Palestra. Suplemento.

GOTO, R.; ROSSI, F. **Cultivo do tomate em estufa – Manual**. Viçosa, CPT, 1997. 60p.

GRANULAR matrix sensors. 2002. Oregon State University, Malheur Experiment Station. Disponível em <<http://www.cropinfo.net/granular.htm>>. Acesso em: 30 mar. 2003.

GUIMARÃES, T. G.; FONTES, P. C. R. Manejo da irrigação na cultura do tomate para mesa com ênfase em fertirrigação e gotejamento. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.24, n.219, p. 58-65, nov., 2003.

LARSON, G. F. Electrical sensor for measuring moisture in landscape and agricultural soils. U. S. Patent 4 531 087. Jul. 23 1985.

LOPES, M. C.; STRIPARI, P. C. A cultura do tomateiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998. p. 257-319.

MACÊDO, L. de S. **Lâminas de água e fertirrigação potássica sobre o crescimento, produção e qualidade de frutos do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em ambiente protegido**. 2002. 101p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

* MAKISHIMA, N.; CARRIJO, O. A. **Cultivo protegido do tomateiro**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1998. 18p. (EMBRAPA-CNPQ. Circular Técnica da Embrapa Hortaliças, 13).

MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; OLIVEIRA, C. A. S. Produção de tomate industrial sob diferentes regimes de umidade no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.26, n.9, p.1531-1537, set. 1991.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. DE C. Irrigação. In: SILVA, J. B. C. da; GIORDANO, L. de B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia / Embrapa Hortaliças, 2000. p. 60-71.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; MORETTI, C. L. Resposta do tomateiro para processamento a tensões de água no solo, sob irrigação por gotejamento. **Engenharia Agrícola Jaboticabal**, v. 23, n. 1, p. 1-8, jan-abr. 2003.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. DE C. E.; SILVA, H. R. DA. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5 ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 72p.

MARTINS, S. R.; FERNANDES, H. S.; ASSIS, F. N.; MENDEZ, M. E. G. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência brasileira. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.20, n.200/201, p. 15-23, set./dez., 1999.

*MORGAN, K. T.; PARSONS, L. R.; WHEATON, T. A. Comparison of laboratory - and field - derived soil water retention curves for a fine sand soil using tensiometric resistance and capacitance methods. **Plant and Soil**. Florida, v. 234, n. 2, p. 153-157, July 2001.

OLIVEIRA, M. R. V. O emprego de casas de vegetação no Brasil: vantagens e desvantagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.30, n.8, p. 1049-1060, ago. 1995.

PAPADOPOULOS, A. P. **Growing greenhouse tomatoes in soil and in soilless media**. Ontario: Communications Branch, Agriculture Canada Ottawa, 1991. 79p.

PILATTI, R. A.; PALETTO, C. H. Effect of mulching and shading on splitting of tomato fruits grow in the greenhouse. **Horticultura Argentina** , v.15, n.38, p.12-16, 1996.

* PRADOS, N. C.; CAMACHO, J.I. M.; CASTILHO, F. B.; GONZÁLES, M. J.; GUTIERREZ DE RAVÉ, E.; RAYA, A. M.; CASTIEL, E. F. **Necessidades de riego en los invernaderos de Almeria**. Provincia de Almeria: Caja Rural, 1986, 12p.

* REICHARDT, K. **Dinâmica da matéria e da energia em ecossistemas**. Piracicaba: USP/ESALQ. Depto. Física e Meteorologia, 1996. 505p.

SAKATA. **Sementes Sakata – Catálogo 2002/2003**. Bragança Paulista: Sakata, 56p. 2002.

SANTOS, D. S. dos. **Efeitos da tensão de água no solo, na cultura do pepino (*Cucumis sativus* L.) utilizando sistema de irrigação automatizado**. 2002. 60p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SHOCK, C. C.; FEIBERT, E. B. G.; JADERHOLM, S. **A comparison of six soil moisture sensors**. 2002. Oregon State University, Malheur Experiment Station, Spetial Report 1038:262-267. Disponível em: <<http://www.cropinfo.net/AnnualReports/2001/Popsensortest01.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2003.

* SMAJSTRLA, A. G.; HARRISON, D. S. **Tensiometers for soil moisture measurement and irrigation scheduling**: Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. Florida: University of Florida 1998, 6p. (circular 487, april 1998).

* SMAJSTRLA, A. G.; PITTS, D. J. **Tensiometer service, testing and calibration**: Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. Florida: University of Florida 1997, 5p. (bulletin 319, april 1997).

VAN GENUCHTEN, M. TH. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v.44, n.5, p. 892-898, sep./oct. 1980.



ANEXOS

TABELA 1A - Valores de tensão de água no solo (kPa) observados em três profundidades nos tratamentos T1, T2 e T3 ao longo do ciclo do tomateiro e lâminas de água aplicadas (LB). UFLA, Lavras, MG, 2004..... 67

TABELA 2A - Valores de tensão de água no solo (kPa) observados em três profundidades nos tratamentos T4, T5 e T6 ao longo do ciclo do tomateiro e lâminas de água aplicadas (LB). UFLA, Lavras, MG, 2004..... 70

TABELA 1A Valores de tensão de água no solo (kPa) observados em três profundidades nos tratamentos T1, T2 e T3 ao longo do ciclo do tomateiro e lâminas de água aplicadas (LB). UFLA, Lavras, MG, 2004.

DAT	T1 (22,3 kPa)				T2 (36,8 kPa)				T3 (52,0 kPa)			
	Prof. (cm)			LB	Prof. (cm)			LB	Prof. (cm)			LB
	10	30	40	(mm)	10	30	40	(mm)	10	30	40	(mm)
1	2			3,86	2			3,86	2			3,86
2	4			5,28	4			5,28	4			5,28
3	6			5,12	6			5,12	6			5,12
4	7			4,96	7			4,96	7			4,96
5	7			3,58	7			3,58	7			3,58
6	4			8,58	4			8,58	4			8,58
7	4			5,18	4			5,18	4			5,18
8	5			4,16	5			4,16	5			4,16
9	5			6,97	5			6,97	5			6,97
10	7			6,92	7			6,92	7			6,92
11	8			6,75	8			6,75	8			6,75
12	9			1,82	9			1,82	9			1,82
13	8			3,62	8			3,62	8			3,62
14	7			2,94	7			2,94	7			2,94
15	8			4,38	8			4,38	8			4,38
16	5,8	4			5,2	6			7,8	7,3		
17	7,3	4	2,8		8	5,8	7,4		10	7,8	7	
18	10,3	4	3,5		9,2	6,6	7,8		10,8	8	7,5	
19	16,8	6	4,5	6,32	14,8	9	10,2		16,5	10	8,8	
20	7,3	6	4,5		25,5	11,6	12,5		26,8	12,6	10,5	
21	15,2	5,6	4,5	5,3	3,8	4,3	5,5	11,45	36,8	13,3	11,2	
22	8,8	7	6,2		10,5	7,6	9,2		56,1	16	13,2	13,89
23	22,2	8,3	7,5	8,77	25,8	10,3	10,5		8,8	9	9,8	
24	5,5	5	4,5		36,6	11,3	10,5	12,02	13,2	10,6	10,8	
25	14,3	9	11,5		8,8	6,6	7,2		23,2	13,3	12,5	
26	20,4	8	6,5	8,09	19,8	9	8,2		35,5	15	13,5	
27	11,8	6	5,5		37,8	11,3	9,5	12,16	49,1	16,6	14,2	13,29
28	16,7	6	5,2	6,19	10,5	5,6	5,5		11,2	9,3	9,8	
29	34,7	8	6,5	11,64	45,6	9,3	8,5	12,97	27,8	12,6	12,5	
30	12,5	5	3,8		10,8	5,3	4,5		43,2	16,3	14,2	
31	16,2	5,6	4,2	5,88	38,1	8,55	7,5	12,13	51,1	15,9	13,5	18,2
32	29,3	7	6,2	10,7	10,2	5,3	4,5		14,8	9,6	8,5	
33	13,3	5,3	4,2		35,3	8,3	7,5		25,3	13,3	12,8	
34	22,2	6,9	6,1	8,7	46,3	9,9	7,5	13,04	42,3	16,3	15,5	
35	16,3	6,3	5,2	5,95	10,2	6,3	5,5		51,8	17,3	16,3	18,72
36	24,1	5,9	4,5	9,32	38,2	9,9	7,2	12,14	16,2	8	9,8	
37	21,1	6,3	4,5	8,29	11,2	7	5,8		38,5	15	14,5	
38	10,2	5,3	4,5		27,5	9,6	7,8		47,7	14,2	14,2	16,6

...continua...

TABELA 1A, Cont.

DAT	T1 (22,3 kPa)				T2 (36,8 kPa)				T3 (52,0 kPa)			
	Prof. (cm)			LB	Prof. (cm)			LB	Prof. (cm)			LB
	10	30	40	(mm)	10	30	40	(mm)	10	30	40	(mm)
39	16,2	7	5,2	5,89	31,2	10	7,2	11,03	13,8	7,6	9,5	
40	22,7	8	6,5	8,87	13,2	9,3	7,8		38,8	10,6	14,5	
41	34,8	8,3	5,8	11,65	47,2	15	11,2	17,01	55,8	15	15,5	17,68
42	14,8	6,3	4,8	4,97	7,2	6,6	6,5		18,8	9,6	13,2	
43	26,8	9	5,5	10,14	29,5	12,3	9,2	12,98	52,8	15	18,8	17,67
44	29,7	10,2	7,2	11,04	8,5	8,6	7,8		14,8	8,6	11,5	
45	16,8	8,3	5,5	6,32	27,2	14,3	10,2	13,85	39,2	8,6	15,2	
46	15,2	10,3	6,8	5,21	6,5	7,3	7,5		51,5	14,7	15,5	17,21
47	22,5	12,3	6,8	8,8	19,8	11,6	10,5		20,2	9,6	13,2	
48	12,2	10,3	6,8		35,5	20	14,8	17,95	46,8	15	18,8	
49	19,5	12	8,2	9,58	5,8	7	8,2		53,8	17	18,2	18,73
50	37,7	18	8,5	17,3	18,2	11,6	10,2		16,8	9	12,2	
51	4,2	5	3,8		37,8	18,3	13,5	17,43	33,8	13,3	15,5	
52	20,5	8,6	6,5	8,05	6,5	10,3	10,2		54,8	17,6	19,5	18,8
53	3,8	6,3	5,2		13,8	14	13,5		6,5	6,6	7,8	
54	10,5	9,3	7,5		22,8	17,6	16,2		10,8	9,6	10,5	
55	14,8	10,2	7,5	5,23	27,2	18	17,2	15,39	20,8	11,6	10,5	
56	14,2	13,2	8,2	7,3	6,8	8,3	9,2		42,2	14	14,8	
57	5,2	6	6,2		12,5	11,3	11,2		55,2	16,6	16,5	18,41
58	14,8	10,8	8,2		20,5	13	12,8		6,5	7	7,2	
59	21,8	10,6	8,5	8,55	47,8	22,3	15,5	24,97	7,8	8	8,5	15,11
60	28,5	15	7,8	14,36	6,8	6	5,5		16,2	9	9,8	
61	14,5	9	4,8	4,71	29,2	11	7,8	11,71	36,5	12	12,5	
62	15,8	12	7,2	7,58	8,5	9	7,8		54,8	15	11,2	17,61
63	18,8	16	6,8	11,69	39,5	14,6	10,8	15,99	17,5	9	10,5	
64	7,5	6,3	4,5		6,8	6	4,8		31,5	12,3	13,5	
65	14	8,3	6,2	4,31	33,8	12,3	9,2	13,67	56,2	19,3	20,2	19,51
66	20,8	13	9,2	10,86	5,5	6,6	5,8		8,8	6,6	8,2	
67	21,5	11,3	7,8	9,8	14,5	10,6	9,5		15,8	10,3	11,5	
68	15,5	9,6	5,5	5,43	45,8	18,6	11,5	18,44	30,8	13,3	14,5	
69	29,5	11	7,2	11,78	11,2	8,3	6,8		43,5	16	16,2	17,5
70	12,2	9	5,5	2,66	36,5	15,3	10,2	15,96	15,8	9,6	11,5	
71	25,2	17	7,2		7,5	7,3	6,2		36,2	14	16,5	
72	37,5	18	9,5	17,28	25,2	14,3	10,2		48,8	17	17,8	18,09
73	13,2	7,3	5,2		28,2	14	11,5	13,73	10,8	8	9,5	
74	20,8	9,6	6,5	8,17	16,8	16,3	13,2		27,2	14	16,2	
75	38,4	11	9,2	13,26	43,5	27	17,8	20,34	45,3	19,3	21,2	18,64
76	4,8	5,6	4,8		4,5	6	6,5		6,5	7	7,8	
77	12,2	8,3	7,2		7,5	8	8,2		8,5	9,3	9,8	
78	17,2	9,3	8,8	6,47	17,2	11	10,2		16,3	11,6	12,5	
79	10,8	8	8,8		27,8	13	12,5		25,3	15	15,5	
80	17,2	8,3	8,5	6,47	30,5	14,3	13,8	15,8	33,2	18	18,2	

...continua...

TABELA 1A, Cont.

DAT	T1 (22,3 kPa)				T2 (36,8 kPa)				T3 (52,0 kPa)			
	Prof. (cm)		LB		Prof. (cm)		LB		Prof. (cm)		LB	
	10	30	40	(mm)	10	30	40	(mm)	10	30	40	(mm)
81	32,2	10	7,2	11,21	8,2	8,6	9,2		47,5	22,2	23,8	19,86
82	19,5	6,3	4,8	7,63	36,2	19,7	15,2	17,7	6,8	7	8,8	
83	25,2	8,7	6,2	9,64	9,5	8	8,2		15,5	12,3	14,5	
84	21,2	7,6	5,8	8,33	34,8	17,5	12,8	16,69	29,8	17,3	19,8	
85	8,2	5,6	5,2		5,8	6,3	6,5		52,8	23	24,2	20,32
86	39,8	10,3	8,2	12,73	15,5	10	9,8		6,8	7,6	8,5	
87	6,8	4,6	4,2		29,2	12,3	11,5	12,82	10,5	5	9,2	
88	32,2	9	7,8	11,21	5,8	6,3	7,2		18,8	13,3	14,2	
89	14,2	6	5,2	4,48	18,2	10,6	10,8		31,3	17,3	17,8	
90	8,5	5,6	5,2		31,2	13	13,2	13,72	47,3	20	19,5	
91	13,8	7,3	6,5	4,16	5,8	5,6	5,8		56,3	20,6	19,2	19,92
92	22,5	9	7,2	8,8	13,2	9	9,8		7,8	7,6	8,5	
93	14,5	6,6	4,8	4,71	29,8	13	12,5	13,44	13,5	11	11,8	
94	12,2	7	4,8		5,2	5	5,8		20,8	13	13,5	
95	21,2	8	6,5	8,32	13,2	7,6	7,8		31,8	15,6	15,2	
96	34,8	8,6	6,8		28,2	10,3	11,2		54,2	20	17,8	
97	43,5	10	8,5	12,76	30,8	10	11,2	10,95	64,5	20,3	18,8	20,31
98	35,2	11,3	6,8	13,15	14,2	8,6	12,8		10,8	9	10,5	
99	4,2	4,3	3,5		33,2	11	13,5	12,54	20,2	10,3	11,8	
100	32,5	9,9	7,2	11,3	5,5	5,3	7,5		37,8	15	15,5	
101	11,2	5,3	4,2		13,2	7	8,5		48,5	15,6	16,5	17,4
102	14,8	7	4,8	4,94	25	8	9,5		8	7,5	7	
103	16,2	8	6,2	5,88	36,8	8,6	10,2	11,95	13,2	9	9,2	
104	26,2	8,3	5,2	9,92	12,5	6	5,8		29,8	10,6	10,8	
105	27,8	7,6	5,5	10,32	56,5	15,7	10,5	18,3	48,8	12,7	12,2	21,05
106	20,8	6,6	4,8	8,17	7,8	5,3	4,5		14,8	7	8,2	
107	16,8	7,6	4,8	6,3	32,2	10,3	7,2	11,99	37,5	9,3	10,5	
108	22,8	12,2	6,8	11	8,5	6,3	5,2		54,8	11,7	11,5	15,4
109	19,8	9,3	6,8	7,76	37,5	13	8,5	14,74	17,8	8,6	10,2	
110	11,2	8,3	5,8		6,5	6,6	6,5		38,5	11	12,5	
111	13,8	8,3	6,5	4,15	34,2	14	9,8	15,06	55,8	16,3	16,5	18,55
112	44,1	28,3	15,5	20,6	10,2	7,6	6,5		14,2	7	9,2	
113	15,5	9,3	8,5	5,43	48,8	17,3	10,2	17,3	40,2	11,6	13,5	
114	17,2	12	11,5	8,43	11,5	8	6,5		55,2	12,3	13,8	16
115	16,5	12,6	12,8	8,47	38,3	15,6	9,8	16,35	18,8	9,6	14,2	
116	20,5	16,3	16,2	12,58	15,8	9	7,2		49,5	15	20,2	17,21
117	12,8	11,6	11,8		41,8	19,6	11,8	18,37	13,8	8,6	10,5	
118	24,8	14	12,5	12,86	11,8	8	6,5		31,8	12	14,2	
119	9,8	10	12,5		20,2	10	8,8		43,2	12,7	14,5	15,21
120	15,2	11,7	13,8	6,88	35,3	16,3	10,2	16,26	11,2	8	9,2	
121	23,5	19,3	20,5		6,5	7,3	7,5		24,2	12	13,2	
Total	-	-	-	698,8	-	-	-	654,5	-	-	-	571,0

TABELA 2A Valores de tensão de água no solo (kPa) observados em três profundidades nos tratamentos T4, T5 e T6 ao longo do ciclo do tomateiro e lâminas de água aplicadas (LB). UFLA, Lavras, MG, 2004.

DAT	T4 (69,7 kPa)				T5 (120,6 kPa)				T6 (173,3 kPa)			
	Prof. (cm)			LB	Prof. (cm)			LB	Prof. (cm)			LB
	10	30	40	(mm)	10	30	40	(mm)	10	30	40	(mm)
1	2			3,86	2			3,86	2			3,86
2	4			5,28	4			5,28	4			5,28
3	6			5,12	6			5,12	6			5,12
4	7			4,96	7			4,96	7			4,96
5	7			3,58	7			3,58	7			3,58
6	4			8,58	4			8,58	4			8,58
7	4			5,18	4			5,18	4			5,18
8	5			4,16	5			4,16	5			4,16
9	5			6,97	5			6,97	5			6,97
10	7			6,92	7			6,92	7			6,92
11	8			6,75	8			6,75	8			6,75
12	9			1,82	9			1,82	9			1,82
13	8			3,62	8			3,62	8			3,62
14	7			2,94	7			2,94	7			2,94
15	8			4,38	8			4,38	8			4,38
16	5,2	6,6			7	8,3	1,7		11	12	9,7	
17	9,3	6,5	7,6		16	12,9	14,9		15,9	13,5	13,9	
18	9,8	7	8,2		16,7	13,3	15,3		16,7	14	14	
19	17,2	10	10,8		19	14,7	16,3		17,3	15	14,7	
20	28,2	12,3	13,2		23,7	14,7	17,7		20,3	15,7	15,7	
21	41,5	14,3	14,8		30,3	14,7	19		23,7	16	15,7	
22	59,2	20,3	19,8		47,7	14,7	19,7		33	16,7	15,7	
23	67,1	25	23,2	14,51	65,7	14,7	20		41,7	17	16	
24	5,5	8	10,8		77	15,3	20,3		50	18	16,3	
25	10,5	11,3	14,2		86,7	15,7	21		54	18,7	16,3	
26	16,5	14,3	16,2		99,3	16,3	22		56,7	20,3	17,3	
27	27,5	18,6	18,5		108	17,3	23		65,7	22,7	17,3	
28	43,5	29,6	26,8		119,5	19	24,7	15,91	71,7	26,7	18	
29	65,5	43	33,8		15	11	19		79,7	31	19	
30	73,1	44,6	30,5	14,69	22	14	21,3		94,7	37	21	
31	17,8	17,6	23,3		32,6	15,3	22,3		98	42,6	24,6	
32	48,2	28	28,5		55	18,3	24,3		126,3	46,6	29,3	
33	73,3	51,3	47,3	25,2	75	22,6	29		156	50,6	36,6	
34	2,8	3,3	5,5		83,3	23,3	29,6		148	51	37,3	26,27
35	16,5	7,6	8,2		92	24,7	30,7		13,3	11,3	17	
36	51,2	13,3	12,5		109	29	34		17	14	20,3	
37	69,5	24,6	19,2	22,01	126,7	32	41	24,79	19,2	12	18,2	
38	6,2	5,3	4,8		8,3	7,7	16		28	18,3	25,3	

...continua...

TABELA 2A, Cont.

DAT	T4 (69,7 kPa)				T5 (120,6 kPa)				T6 (173,3 kPa)			
	Prof. (cm)			LB	Prof. (cm)			LB	Prof. (cm)			LB
	10	30	40	(mm)	10	30	40	(mm)	10	30	40	(mm)
39	30,2	9,3	8,5		16	12,3	17,7		33,3	21	27,7	
40	55,5	18	13,2		25,3	15	21		44	22,6	28	
41	62,8	18,3	11,8	19,56	37,7	18,3	24,3		50,7	27,3	35	
42	15,2	10	10,5		56	22,3	29,3		54	35,3	42,3	
43	47,2	21	14,5		66	23,7	34,6		58,3	39,3	45,7	
44	69,2	43	26,5	24,45	73,3	30,7	46,7		63,3	42,7	48,7	
45	6,5	6,3	7,2		80,7	33,3	53,3		71,3	46,7	51,3	
46	24,8	12,6	11,5		92	36,3	58		82,3	49	52	
47	49,2	24,3	17,2		108	38,7	65,3		98,7	52	56,3	
48	67,2	40,3	26,2		117,6	41,3	68,3	25,73	121	55,3	59,7	
49	70,2	41	25,8	24,33	13,7	11,3	15,7		152	59,3	63	
50	15,8	9,6	11,5		24	14,7	18,7		190,3	63,7	68	27,77
51	29,8	16	15,5		33,3	16,7	21,3		8,7	8,7	35	
52	47,8	26,6	20,2		45,3	19	22,7		14	12,6	19,7	
53	60,8	37,3	25,8		65,3	23,7	26,3		16,7	14,7	21,3	
54	66,5	42	33,2	23,77	71,3	25,6	28,3		18,3	16	22,7	
55	3,8	5,3	6,8		78,3	27	29		20	17,7	24,3	
56	11,2	9,6	10,2		83,3	29,7	31		24	20	26,3	
57	16,8	13	13,2		90,3	33,3	33,3		29,7	21,3	28,3	
58	24,5	16,3	15,5		99,3	36	32,7		33,3	23	30,3	
59	48,5	28	18,2		109,7	38,3	34,3		34	24	36,7	
60	66,5	50,6	24,2		116,7	39,7	34,3	25,04	39,7	26,3	33	
61	76,2	58	27,5	25,14	12,3	11	13		47,3	29,7	37,3	
62	11,2	11	11,5		21	15,3	15,7		49	35,7	41,7	
63	38,5	24	16,2		34	19,3	17,7		51	37	44	
64	55,8	40,3	20,5		50	22,7	19,7		55,7	42	45	
65	69,5	61	32,2	24,99	60,7	26,7	22		59	44,7	46,7	
66	5,2	6,3	8,5		67	29,3	23,3		63,7	46,3	50,7	
67	12,2	11,6	13,2		74	33,3	28		74,3	49	55,7	
68	36,5	23	15,8		80	34,7	30,3		87,3	52	58,7	
69	61,8	53	26,5		93	42,7	36,3		119,7	55,7	61,7	
70	69,2	61	28,5	24,98	103,7	45,7	43,7		147	59,7	67,3	
71	12,5	11,6	10,8		119,3	48,3	49,7		176,7	64	72,7	
72	32,8	26,3	17,5		126	48,7	52,7	25,85	173,7	67,7	76,3	27,26
73	51,8	45	24,5		13	13	14,3		11	12,3	26	
74	68,5	67,3	38,8		25	19,3	18		14,7	15,7	24	
75	68,5	70,3	43,8	25,27	34,7	23,3	21		19	18,3	26,3	
76	7,2	10	11,5		54	27,7	24,7		23,3	21,3	30,3	
77	12,5	13,3	14,2		64,7	30,3	27		28	23,3	31,3	
78	24,2	20,6	17,8		72,3	34,7	30		32,3	26,3	33	
79	41,5	29	20,5		77	36,7	33		34	28,7	36,3	
80	63,8	51,3	28,8		83	37,7	32,7		40,7	31	38,3	

...continua...

TABELA 2A, Cont.

DAT	T4 (69,7 kPa)				T5 (120,6 kPa)				T6 (173,3 kPa)			
	Prof. (cm)			LB	Prof. (cm)			LB	Prof. (cm)			LB
	10	30	40	(mm)	10	30	40	(mm)	10	30	40	(mm)
81	70,5	57	27,8	24,86	90	42,7	40		47,7	34,7	38,3	
82	12,5	10,3	8,5		93,3	33,3	37		41,3	38,3	44,3	
83	47,5	31,6	15,5		108	47,7	47		51	43,3	45,3	
84	65,5	56	23,8		121	49,7	49,7	25,83	52	48	46	
85	72,8	64,6	23,5	25,27	12	11,7	13,3		56	52	50,7	
86	10,5	9,3	8,5		18,3	15,7	15,3		61,7	52,7	55,3	
87	23,2	14	10,8		25,7	19	17,7		70	55,7	57,3	
88	42,2	24,3	15,5		31,3	20,7	18,7		82	61,3	61,7	
89	58,8	42,6	21,8		50	26	21,3		102	66	66	
90	69,5	57,3	26,2		62,7	29,3	23		119,3	70,7	69,3	
91	72,5	60	25,2	25,08	67,7	31,3	24,3		136,7	80	74	
92	7,2	8	8,2		76,3	34,3	25,3		164	83,7	80	27,6
93	19,8	13	11,5		78,3	36	26,7		9,3	11	17,3	
94	29,5	20,3	13,5		82,3	39,3	27,7		13	13,3	17,3	
95	42,8	26,6	16,8		86,7	41,7	29		15,3	15,3	18,7	
96	59,2	41,3	21,2		95	44,7	29,7		18,7	17	20,3	
97	65,2	55	32,2		106,7	46	30,7		21,7	19,7	22,3	
98	67,2	64,3	29,2	25,54	114	48	33	26,1	28,7	22,3	24,3	
99	6,2	7	8,2		9,7	12	15,3		32,3	25	25,7	
100	14,2	12,6	12,2		16	15	15,7		34,3	26,7	27	
101	20,5	17,3	14,5		19,3	17	17		34	28,3	28	
102	35,2	22,3	16,9		25	18,5	17,8		43	33,3	29,3	
103	41,5	30	17,5		30	19,7	18		48	35	30,3	
104	50,2	45,6	24,8		34,3	22,3	18,3		59,3	37	31	
105	63,8	67	34,5		51,7	25,7	19,7		56	38,3	31,6	
106	65,8	77	34,2	25,3	64	30	21,3		57	33	32,7	
107	6,8	9,6	11,2		71,7	31	23		60,7	43,7	33,7	
108	16,2	21,6	16,5		78,3	37,3	25,3		66	48,7	35	
109	31,5	42	23,2		83,3	38	26,3		74,7	50,7	40,7	
110	51,2	60,3	30,8		91,7	43,3	31		89,7	54,3	35	
111	60,8	68,3	41,2		102,7	47	35,3		117,3	57,7	44,3	
112	68,8	75	44,2	25,4	122,7	51,3	45	25,95	165,3	64,7	49	
113	8,2	13,3	16,8		12	14,7	17,3		190,7	65,7	49,3	27,31
114	20,8	30,3	28,5		18	21	22,7		9	11,3	15,3	
115	40,8	50	41,5		27	27	29,3		13,3	14	17,3	
116	61,5	67	55,2		34	32,3	40		18,7	17	20,7	
117	70,8	69	58,5	25,34	52	41,7	50		22,3	19,7	23,6	
118	7,5	12	16,8		66	48,7	58,3		29	23	25,3	
119	12,8	16,6	20,2		72,7	51,3	64		33,3	25	29	
120	18,8	22,6	25,8		79	52	67		33,7	28	31,7	
121	35,2	39,3	34,8		85,7	56	72		46,7	34,7	33,3	
Total	-	-	-	445,7	-	-	-	195,2	-	-	-	109,0