

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

MARCELO FERREIRA HUPALO

**NÍVEIS DE COBERTURA VEGETAL DO SOLO NA CULTURA DO TOMATE
IRRIGADO**

PONTA GROSSA

2013

MARCELO FERREIRA HUPALO

**NÍVEIS DE COBERTURA VEGETAL DO SOLO NA CULTURA DO TOMATE
IRRIGADO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Ponta Grossa, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Agricultura

Orientador: Prof. Dr. Pedro Henrique Weirich Neto

PONTA GROSSA

2013

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

H958n Hupalo, Marcelo Ferreira
Níveis de cobertura vegetal do solo na cultura do tomate irrigado/
Marcelo Ferreira Hupalo. Ponta Grossa, 2013.
122 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração :
Agricultura), Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Orientador: Prof. Dr. Pedro Henrique Weirich Neto.

1. *Lycopersicon esculentum* Mill. 2 . Irrigação. 3. Conservação do solo. 4. Agricultura sustentável. I. Weirich Neto, Pedro Henrique. III. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado de Agronomia.
III. T.

CDD: 630



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação: “Níveis de cobertura vegetal do solo na cultura do tomate irrigado”.

Nome: Marcelo Ferreira Hupalo

Orientador: Pedro Henrique Weirich Neto

Aprovado pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Pedro Henrique Weirich Neto

Prof. Dr. Antonio Carlos Andrade Gonçalves

Prof.ª. Dra. Amanda Regina Godoy Baptista

Data da Realização: 17 de dezembro de 2013.

A Minha esposa Andrea e ao meu filho Rafael,
exemplos de amor e paciência.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom supremo da vida, pela força para alcançar meus objetivos e por ter me dado a oportunidade de nascer em uma família maravilhosa.

A minha família, em especial, a minha esposa Andrea Correa Hupalo e ao meu filho Rafael Correa Hupalo pelo amor, carinho e compreensão pelas horas que abdiquei de estar em suas companhias.

A meus pais Igor Alceu Hupalo e Léa Lúcia Ferreira Hupalo, pelo exemplo de vida, pelos valores ensinados. Ao meu irmão Maurício Ferreira Hupalo pelo apoio em todos os momentos da minha vida.

Ao meu irmão Marcio Ferreira Hupalo pelas dicas valiosas ao longo da minha jornada na UEPG;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Pedro Henrique Weirich Neto, pela orientação e apoio nesta caminhada, pela paciência em ler e corrigir meus textos.

Ao Agricultor Familiar Leonel Fernandes de Lara que acompanhou o experimento e auxiliou na coleta de dados, com enorme esmero, disciplina e paciência.

Aos queridos amigos, colegas e professores da UEPG pelo carinho que me receberam e compartilharam suas experiências. Foi muito bom voltar a estudar depois de vinte anos.

Ao meu grande amigo Walber Hull, colega de extensão rural e companheiro de Jornada na pós-graduação.

A EMATER por ter me possibilitado aprender tanto em vinte e dois anos de extensão rural no Paraná e por ter me dispensado para a pós-graduação.

Aos meus colegas de extensão rural pelo apoio nas horas difíceis;

A Prof. Dr^a Silvana Ohse, pela troca de experiência nas aulas de fisiologia vegetal.

Ao Prof. Dr. Adriel Ferreira da Fonseca pelo incentivo nas horas certas e por ter me feito estudar para a sua disciplina. Hoje reconheço que foi muito bom.

Ao pesquisador da Embrapa Dr. Waldir Mourelli pelas importantes orientações durante a condução do experimento.

Aos colegas do IAPAR pelas análises de laboratório e indicação de material técnico.

A todos não aqui mencionados, mas não menos importantes, que de qualquer modo tenham contribuído para a conclusão deste trabalho, muito obrigado!

HUPALO, M. F. **Níveis de cobertura vegetal do solo na cultura do tomate irrigado.** Ponta Grossa, 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2013.

RESUMO

O tomate é a hortaliça de maior importância econômica no Brasil. O estado do Paraná é um expressivo produtor de tomate de mesa, sendo o município de Reserva o maior produtor estadual. A cultura do tomate é de grande importância para a agricultura de base familiar contribuindo para a geração de emprego e renda, entretanto, apresenta um elevado custo financeiro sendo exigente em manejo e tratos culturais. Entre as diversas práticas de manejo se destaca a irrigação, a qual pode influenciar a produção e qualidade dos frutos. Por questões ambientais, pensando em conservação de solo e água, a prática da irrigação deve ser realizada de maneira adequada. O sistema plantio direto na palha é consagrado no controle da erosão, redução da amplitude térmica do solo e redução da contaminação de mananciais na cultura de grãos. Nas hortaliças, em especial na cultura do tomate, este deve ser melhor estudado. O objetivo deste trabalho foi avaliar consumo de água de irrigação, variação da temperatura do solo, qualidade do produto colhido, produtividade e eficiência do uso da água na produção de tomate de mesa na região dos Campos Gerais conforme níveis de cobertura vegetal do solo. O delineamento experimental foi de blocos aleatorizados, com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram quantidades de matéria seca de aveia preta sobre o solo: T₁ (ausência de matéria seca); T₂ (3,09 Mg ha⁻¹); T₃ (5,03 Mg ha⁻¹); T₄ (7,17 Mg ha⁻¹) e T₅ (9,20 Mg ha⁻¹). Houve efeito significativo dos níveis de matéria seca sobre o consumo de água de irrigação, sendo que, com o incremento de matéria seca ocorreu decréscimo da lâmina de Irrigação (mm) aplicada variando de 17 a 30%. As temperaturas máximas e mínimas e a amplitude térmica do solo tiveram redução com o incremento de matéria seca sobre solo. O incremento de matéria seca sobre o solo promoveu maior produtividade de frutos comercializáveis totais e maior produtividade de frutos das classes 3A e 1A. Além disso, reduziu a proporção de frutos não comercializáveis com rachaduras e com podridão apical. O incremento de matéria seca ao solo promoveu maior produtividade e rendimento de frutos comercializáveis totais de 5 a 15 %.

PALAVRAS-CHAVE: *Lycopersicon esculentum* Mill, irrigação, conservação do solo, agricultura sustentável

HUPALO, M. F. **Levels of cover crop on the soil in irrigated tomato crop.** Ponta Grossa, 2013. Dissertation (master's degree in Agronomy) . State University of Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2013.

ABSTRACT

Tomato is the most important economic vegetable in Brazil. The state of Parana is a significant fresh market tomato grower, and the Reserva city is the largest grower in this state. The tomato crop is important to family based farm because it contribute to income and employ generation, however it has a high financial cost and highly demand of handling practices and cultivation. Among farming practices stands irrigation, which can influence the crop production and fruit quality. For environmental issues, thinking about conservation of soil and water, the irrigation practice should be performed properly. The no-tillage system is established in erosion control, reduction of soil temperature range and contamination reduction in water sources in grain crops. In vegetable crops, especially in tomato crop, this must be better studied. The aim of this study was to assess consumption of irrigation water, soil temperature range, quality of the harvested product, yield and efficiency of water use in the production of fresh market tomatoes in the Campos Gerais region according to the level of cover crop. The treatments were quantities of dry matter on the soil: T₁ (no dry matter on the soil); T₂ (3.09 Mg ha⁻¹ of dry matter); T₃ (5.03 Mg ha⁻¹ of dry matter); T₄ (7.17 Mg ha⁻¹ of dry matter) and T₅ (9.20 Mg ha⁻¹ of dry matter). There was significant effect of different levels of dry matter on the irrigation water consumption, where the increase of dry matter promoted the reduction of irrigation depth (mm) applied ranging 17 to 30%. No-tillage system promoted, on average, savings of 20% of irrigation water applied when compared to conventional production system. The maximum and minimum temperatures and soil temperature range decreased with the increase of dry matter on the soil. The increase in dry matter on the soil promoted high yield of total marketable fruits and high yield of fruits from 3A and 1A classes. Moreover this decreased the proportion of non-marketable fruits with disruption and blossom-end rot. The maximum and minimum temperatures and the thermal amplitude of the soil were reduced with the increase of dry matter on ground. The increase of dry matter on the soil promoted greater total marketable fruit yield and maximum fruit yield of 3A and 1A classes. Furthermore, reduced the proportion of unmarketable fruits with blossom end rot and cracking. The increase of dry matter on the soil caused greater yield and total marketable fruit yield of 05 to 15%.

KEYWORDS: *Lycopersicon esculentum* Mill, irrigation, soil conservation, sustainable agriculture

LISTA DE TABELAS

		Página
Tabela 1	Renda mensal e consumo de hortaliças no Brasil.....	20
Tabela 2	Produção e produção relativa mundial de tomate em 2012	21
Tabela 3	Área cultivada, produção e produção relativa das regiões produtoras de tomate no Brasil em 2012.....	22
Tabela 4	Área e produção das principais regiões e municípios produtores de tomate no Paraná em 2012.....	23
Tabela 5	Análise química de rotina do solo, Reserva-PR, 2013.....	42
Tabela 6	Análise Granulométrica do Solo, Reserva-PR, 2013.....	42
Tabela 7	Conteúdo de matéria seca das plantas de cobertura (milheto + aveia preta) final de acordo com diferentes tratamentos, Reserva-PR, 2013..	44
Tabela 8	Parâmetros de ajuste do modelo de van Genuchten (1980) conforme diferentes profundidades do solo, Reserva-PR, 2013.....	47
Tabela 9	Valores de potencial matricial de água no solo e umidade relacionada ajustadas pelo modelo Genuchten (1980), Reserva-PR, 2013.....	49
Tabela 10	Adubação de cobertura realizada na condução da cultura do tomate, Reserva-PR, 2013	49
Tabela 11	Metodologia de monitoramento integrado de pragas (MIP), Reserva-PR, 2013.....	51
Tabela 12	Data de manejo químico, inseticidas e doses utilizadas na condução da cultura do tomate, Reserva-PR, 2013.....	52
Tabela 13	Tabela 13 - Data de manejo químico, fungicidas e doses utilizadas na condução da cultura do tomate, Reserva-PR, 2013.....	52
Tabela 14	Lâmina bruta de irrigação (LB), profundidade efetiva de raízes (PER) e Potencial matricial de água no solo (Ψ_m) empregadas nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do tomate, Reserva-PR, 2013.....	57
Tabela 15	Tempo de irrigação (Tf^2) e profundidade efetiva de raízes (PER) empregados nos diferentes estádios de desenvolvimento do tomate, Reserva-PR, 2013.....	57

Tabela 16	Média das temperaturas máximas do solo conforme estádios da cultura do tomate e quantidade de matéria seca aplicada em superfície, Reserva-PR, 2013.....	70
Tabela 17	Média das temperaturas mínimas do solo conforme estádios da cultura do tomate e quantidade de matéria seca aplicada em superfície, Reserva-PR, 2013	72
Tabela 18	Média das amplitudes térmicas do solo conforme estádios da cultura do tomate e quantidade de matéria seca aplicada em superfície, Reserva-PR, 2013.....	73
Tabela 19	Produtividade das classes de tomate em relação á quantidade de matéria seca aplicada em superfície no solo, Reserva-PR, 2013.....	76
Tabela 20	Massa relativa dos frutos comercializáveis em relação á quantidade de matéria seca aplicada em superfície no solo, Reserva-PR, 2013.....	78

LISTA DE FIGURAS

	Pagina
Figura 1	Diferentes tipos de tensiômetros encontrados 28
Figura 2	Localização do município de Reserva no Estado do Paraná..... 41
Figura 3	Localização do experimento, Reserva-PR, 2013..... 41
Figura 4	Vista geral da área experimental com a cultura da aveia preta aos 90 DAE, Reserva-PR, 2013..... 43
Figura 5	Aspecto visual dos tratamentos T ₅ (A) e T ₁ (B), Reserva-PR, 2013..... 45
Figura 6	Croqui da unidade experimental, Reserva-PR, 2013..... 45
Figura 7	Local de instalação dos tensiômetros no estádio vegetativo no tratamento T ₅ (A) e T ₁ (B), Reserva-PR, 2013..... 48
Figura 8	Croqui do tutoramento utilizado na cultura do tomate, Reserva-PR, 2013..... 50
Figura 9	Local de instalação do geotermômetro na parcela T ₄ (7,17 Mg ha ⁻¹ de matéria seca) no estádio vegetativo da cultura do tomate, Reserva-PR, 2013..... 53
Figura 10	Croqui do sistema de irrigação utilizado em cada parcela experimental..... 54
Figura 11	Sistema de Irrigação na Parcela , T ₄ , Reserva-PR, 2013..... 55
Figura 12	Precipitação (mm) durante os estádios de desenvolvimento da cultura do tomate, Reserva-PR, 2013..... 59
Figura 13	Potencial matricial de água no solo dos tratamentos T1, T3 e T5 no estádio vegetativo da cultura do tomate (8° a 32° DAT). Reserva-Pr, 2013 60
Figura 14	Potencial matricial de água no solo tratamento T ₁ no estádio de frutificação da cultura do tomate (33° ao 87° DAT). Reserva-P, 2013.. 61
Figura 15	Potencial matricial de água no solo tratamento T3 no estádio de frutificação da cultura do tomate (33° ao 87° DAT), Reserva-PR, 2013..... 62
Figura 17	Potencial matricial de água no solo dos tratamentos T1, T3 e T5 no estádio de maturação da cultura do tomate (88° a 110° DAT), Reserva-PR, 2013..... 64

Figura 18	Relação entre a matéria seca de cobertura do solo e a lâmina bruta de irrigação utilizada no estágio vegetativo da cultura do tomate. Reserva-PR, 2013.....	65
Figura 19	Relação entre a matéria seca de cobertura do solo e a lâmina bruta de irrigação utilizada no estágio de frutificação da cultura do tomate. Reserva-PR, 2013.....	66
Figura 20	Relação entre a matéria seca de cobertura do solo e a lâmina bruta de irrigação utilizada no estágio de maturação da cultura do tomate, Reserva-PR, 2013.....	67
Figura 21	Lâmina bruta de irrigação aplicada em função dos estádios de desenvolvimento da cultura do tomate, Reserva-PR, 2013.....	68
Figura 22	Lâmina bruta total de irrigação aplicada na cultura do tomate em função da quantidade de matéria seca de cobertura do solo, Reserva-PR, 2013.....	69
Figura 23	Média das temperaturas máximas do solo conforme quantidade de matéria seca aplicada em superfície na cultura do tomate, Reserva-PR, 2013.....	71
Figura 24	Média das temperaturas mínimas do solo conforme quantidade de matéria seca aplicada em superfície na cultura do tomate, Reserva-PR, 2013.....	73
Figura 25	Amplitude Térmica do solo conforme quantidade de matéria seca aplicada em superfície na cultura do tomate, Reserva-PR, 2013.....	74
Figura 26	Relação entre matéria seca de cobertura do solo e a produtividade de frutos de tomate classificados como 3A, Reserva-PR, 2013.....	76
Figura 27	Relação entre matéria seca de cobertura do solo e a produtividade de frutos de tomate classificados como 2A e 1A, Reserva-PR, 2013.....	77
Figura 28	Relação entre matéria seca de cobertura do solo e massa relativa de tomate na classe 3A, Reserva-PR, 2013.....	79
Figura 29	Relação entre matéria seca de cobertura do solo e massa relativa de tomate na classe 1A, Reserva-PR, 2013.....	80
Figura 30	Relação entre matéria seca de cobertura do solo e a produtividade de frutos de tomate rachados (PFR) e com podridão apical (PA), Reserva-PR, 2013.....	81

Figura 31	Temperaturas máximas, mínima e média (° C) do ar, durante a condução do Experimento, Reserva-PR, 2013.....	83
Figura 32	Produtividades de frutos comercializáveis de tomate em função do incremento de matéria seca ao solo, Reserva-PR, 2013.....	84
Figura 33	Rendimento por planta de frutos comercializáveis de tomate em função do incremento de matéria seca ao solo, Reserva-PR, 2013.....	85
Figura 34	Eficiência do uso da água em função do incremento de matéria seca ao solo, Reserva-PR, 2013.....	86

LISTA DE APÊNDICES

	Página
Apêndice 1 ANOVA para lâmina bruta de irrigação (mm) na fase vegetativa da cultura do tomate	105
Apêndice 2 ANOVA para lâmina bruta de irrigação (mm) na fase de frutificação da cultura do tomate	106
Apêndice 3 ANOVA para lâmina bruta de irrigação (mm) na fase de maturação da cultura do tomate	107
Apêndice 4 Resultado da ANOVA para lâmina bruta de irrigação (mm) durante o ciclo total da cultura de tomate	108
Apêndice 5 ANOVA para temperatura máxima do solo (°C) no ciclo total da cultura do tomate.....	109
Apêndice 6 ANOVA para temperatura mínima do solo (°C) no ciclo total da cultura do tomate.....	110
Apêndice 7 ANOVA para amplitude térmica do solo (°C) no ciclo total da cultura do tomate.....	111
Apêndice 8 ANOVA – produtividade de frutos classificados como 3A	112
Apêndice 9 ANOVA – produtividade do tomate – classe 1A	113
Apêndice 10 ANOVA – produtividade do tomate – classe 2A	114
Apêndice 11 ANOVA – massa relativa (%) frutos classificados como 3A	115
Apêndice 12 ANOVA – massa relativa (%) frutos classificados como 2A	116
Apêndice 13 ANOVA – massa relativa (%) frutos classificados como 1A	117
Apêndice 14 ANOVA – produtividade de frutos rachados (PFR).....	118
Apêndice 15 ANOVA – produtividade de frutos com podridão apical (PA)	119
Apêndice 16 ANOVA – produtividade de frutos comercializáveis.....	120
Apêndice 17 ANOVA – rendimento de frutos comercializáveis.....	121
Apêndice 18 ANOVA – eficiência do uso da água.....	122

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. OBJETIVO GERAL.....	17
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
3.1. ORIGEM DO TOMATE	18
3.2. IMPORTÂNCIA DO TOMATE NA DIETA ALIMENTAR.....	19
3.3. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CULTURA DO TOMATE	20
3.4. IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO TOMATE PARA A AGRICULTURA FAMILIAR	23
3.5. NECESSIDADE E SUPLEMENTAÇÃO HÍDRICA DA CULTURA DO TOMATE	24
3.6. PLANTIO DIRETO NA CULTURA DO TOMATE	30
3.7. PERDA DE ÁGUA NO SOLO POR EVAPORAÇÃO	33
3.8. TEMPERATURA DO SOLO	37
3.9. QUALIDADE DO TOMATE DE MESA	39
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	41
4.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E DELINEAMENTO ESTATÍSTICO.....	41
4.2. DETERMINAÇÃO DA CURVA DE RETENÇÃO DE AGUA NO SOLO	46
4.3. DETERMINAÇÃO DA TENSÃO MATRICIAL DE ÁGUA NO NO SOLO	48
4.4. IMPLANTAÇÃO E MANEJO DA CULTURA DO TOMATE	48
4.5. DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA DO SOLO.....	53
4.6. DETERMINAÇÃO DA LÂMINA DE IRRIGAÇÃO APLICADA.....	53

4.7. COLHEITA, CLASSIFICAÇÃO E PADRONIZAÇÃO DO TOMATE.....	58
4.8. ANALISE ESTATISTICA.....	58
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
5.1. LÂMINA DE IRRIGAÇÃO APLICADA NA CULTURA.....	59
5.2. TEMPERATURA DO SOLO	70
5.3. QUALIDADE DO TOMATE.....	75
5.4. RENDIMENTO E EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA NA CULTURA DO TOMATE.....	82
6. CONCLUSÕES.....	88
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
8. APÊNDICES	105

1. INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é a hortaliça de maior importância econômica no Brasil. A área cultivada na safra 2012 foi de 64.884 hectares e produção de 4.091,82 Mg (IBGE, 2012), sendo o seu consumo in natura de 4,90 kg hab⁻¹ ano⁻¹ (CONAB, 2012). No Estado do Paraná, predomina o tomate de mesa com uma área cultivada de 5.810 ha e uma produção de 353.699 Mg, sendo o município de Reserva, situado no segundo planalto do Estado do Paraná, o maior produtor com área cultivada de 800 ha e produção de 52.100 Mg. (SEAB/DERAL, 2012). A cultura do tomate no município de Reserva é de extrema relevância, pois gera emprego e renda a aproximadamente 1.280 famílias de agricultores e trabalhadores rurais que atuam direta e indiretamente na cadeia produtiva (EMATER, 2012).

A cultura do tomate é de alto custo financeiro e altamente exigente em manejo e tratamentos culturais, dentre os quais, se destaca a irrigação, a qual exerce forte influência na produção e qualidade dos frutos. O objetivo da irrigação é fornecer água à cultura, de maneira a atender toda a sua exigência hídrica com o objetivo de se alcançar altas produtividades e produtos de boa qualidade. Todavia, irrigações com sistemas mal dimensionados, com aplicações em excesso ou em déficit, poderão comprometer essa produtividade e a qualidade do produto (SANTANA, 2007).

A agricultura é frequentemente associada com a imagem de ineficiência (FERERES E EVANS, 2006). Um dos motivos está associado ao grande consumo de água para a irrigação. Na verdade, a agricultura irrigada é grande consumidora de água, sendo responsável por cerca de dois terços do total de água destinada ao consumo humano. O uso da água para irrigação está cada vez mais limitado por razões econômicas e ambientais e, portanto, a utilização de práticas de manejo de conservação de solo e água devem ser prioridades (GLEICK, 2003).

A grande maioria dos agricultores usuários da agricultura irrigada não adotam qualquer estratégia de uso racional da água, apesar de vários métodos de manejo estarem disponíveis (SPINDULA NETO, 2002). No Estado do Paraná, na safra 2011/2012, 98 % dos agricultores com produção de tomate declararam que não tem critérios claros da lâmina de irrigação a ser usada e 65% destes afirmaram ter perdido de 15 a 25 % da produção de tomate por falta de qualidade em decorrência a distúrbios fisiológicos como a podridão apical e rachaduras em frutos, os quais estão relacionados, entre outros fatores, ao

manejo inadequado de água no solo (EMATER, 2012). Para este propósito, irrigação por gotejamento e a cobertura morta do solo (“*mulching*”) tem contribuído para melhorar a eficiência do uso da água, reduzindo significativamente o escoamento e as perdas por evaporação de água do solo (STANGHELLINI; KEMPKES; KNIES, 2003).

O uso de cobertura morta com mínimo revolvimento do solo ou plantio direto na palha já é uma prática consagrada na produção de grãos com grande eficácia no controle da erosão, redução da amplitude térmica do solo, redução da contaminação de mananciais e melhoria dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo. Apesar de ser expressiva na produção de grãos esta prática ainda ocupa uma área relativamente pequena na olericultura e em especial na produção de tomate. Segundo Madeira (2009), o plantio direto na palha deveria ser adotado por produtores de hortaliças, visando proteção do solo, ciclagem de nutrientes e conservação da água.

Sendo assim o objetivo deste trabalho é avaliar diferentes quantidades de matéria seca sobre o solo com o consumo de água de irrigação, com a variação da temperatura do solo, com a qualidade do produto colhido e a eficiência do uso da água na produção de tomate de mesa na região dos Campos Gerais.

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito de diferentes quantidades de cobertura de matéria seca sobre o solo na produção de tomate

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o efeito de diferentes quantidades de cobertura de matéria seca sobre a lâmina de irrigação aplicada na cultura;

Avaliar o efeito de diferentes quantidades de cobertura de matéria seca sobre a temperatura do solo;

Avaliar o efeito de diferentes quantidades de cobertura de matéria seca sobre a qualidade do tomate;

Avaliar o efeito de diferentes quantidades de cobertura de matéria seca sobre a produtividade da cultura do tomate e a eficiência do uso da Água.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. ORIGEM DO TOMATE

O tomateiro tem como centro de origem a região andina, desde o Equador passando pela Colômbia, Peru, Bolívia até o norte do Chile (EMBRAPA, 1993; ALVARENGA, 2004) Era cultivado em altitudes que variavam de 1.500 a 2.000 m, onde crescem espécies do gênero *Lycopersicon* de forma espontânea (EMBRAPA, 1993). Segundo Pazinato; Galhardo (1997) os Incas levaram o tomate até o sul do México onde aconteceu a sua domesticação. Quando os espanhóis chegaram à América, o tomate já fazia parte da alimentação Asteca e era conhecido como “*tomatl*” dando origem à denominação tomate (ALVARENGA, 2004).

Em meados do século XVI, os exploradores espanhóis levaram o tomate para a Europa e, aos poucos, o seu consumo foi disseminado no velho continente (EMBRAPA, 1993). Nesta época os frutos eram pequenos e altamente perecíveis, apodrecendo rapidamente, o que acarretou tentativas de se consumir as folhas e talos para melhor aproveitamento. Entretanto, o resultado não foi positivo e contribuiu para a rejeição do vegetal como alimento (ALVARENGA, 2004). Esta rejeição acarretou a proibição do tomate para consumo pela corte espanhola, liberando o plantio do mesmo apenas para fins ornamentais (ALVARENGA, 2004).

A Itália foi um dos primeiros países a cultivá-lo e utilizá-lo como alimento (EMBRAPA, 1993), em 1554 Mathiolus fez referência a utilização de tomate na Itália, e a primeira variedade introduzida era de frutos amarelos que justificou o nome de *Pomi d'oro* ou pomodoro (*golden apple*) ou maçã dourada (HAAG, 1989; WIEN,1997). A partir de 1556 a produção de tomate para consumo humano se espalhou para diversos países da Europa (SILVA, 2002). Com o passar dos anos o tomate incorporou-se a gastronomia europeia sendo utilizada em vários pratos (ALVARENGA, 2004).

No Brasil a introdução do cultivo e do consumo do tomate na alimentação humana ocorreu no final do século XIX e teve influência européia de italianos, espanhóis e portugueses, que já utilizavam o tomate em sua culinária (EMBRAPA, 1993).

3.2. IMPORTÂNCIA DO TOMATE NA DIETA ALIMENTAR

A importância de hortaliças na dieta humana, em especial o tomate, deve-se ao fato de serem fontes de minerais e vitamínicos (VILAS BOAS, 1999). O tomate, considerado um alimento funcional, é um alimento rico em licopeno (agente anticancerígeno), possui boa quantidade de vitamina C, A e complexo B, além disso, possui um elevado teor de ácido fólico e é um alimento de baixo valor calórico (NGUYEN E SCHWARTZ, 1999).

Dentre os componentes minerais do fruto, o potássio e o nitrogênio compõem cerca de 60 % dos mesmos, sendo ainda importantes fontes de enxofre, magnésio, cobre, ferro, boro, manganês e zinco (FILGUEIRA, 2003). O consumo de tomate se encaixa ainda no moderno conceito de segurança alimentar que segundo Spers & Kassouf (1.996) consiste, entre outros fatores, em estimular a população a consumir alimentos menos energéticos e mais ricos em vitaminas e minerais. A Organização Mundial de Saúde (OMS) tem incentivado em todo o mundo o consumo de hortaliças, dentre elas, o tomate por ser importante para a composição de uma dieta saudável da população (FAO, 2012).

O papel positivo do tomate na saúde humana tem sido atribuído, principalmente, ao seu conteúdo de vitamina C e carotenóides, em especial, licopeno e Caroteno, os quais se acumulam no plasma e nos tecidos humanos quando da sua ingestão (PARFITT et al., 1994; GERSTER, 1997; CLINTON et al., 1996 ; DORAIS et al., 2001; MARKOVIC et al., 2006.). O licopeno, um carotenoide, permite alta eliminação de oxigênio e dos radicais livres do nosso organismo (DUMAS et al., 2003).

No entanto, a composição dos frutos de tomate depende principalmente de fatores genéticos e ambientais e do estágio de maturação, os açúcares constituem 65 % do fruto no final da maturação, condições climáticas de baixa insolação ou colheita de frutos verdes comprometem esta constituição (VILAS BOAS, 1999). Temperaturas elevadas (acima de 32° C) favorecem a síntese de caroteno e temperaturas abaixo deste valor contribuem para a síntese de licopeno (JAVANMARDI E KUBOTA, 2008).

Apesar do Brasil ser o nono (9º) produtor mundial de tomate (FAO, 2012) o consumo de tomate não ultrapassa a 4,90 kg pessoa⁻¹ ano⁻¹ e o de hortaliças não ultrapassa em média 21 kg pessoa⁻¹ ano⁻¹. O consumo de hortaliças está relacionado ao rendimento mensal das famílias, quanto menor a renda, menor o consumo (IBGE, 2.010).

Nos domicílios com renda superior a 30 salários mínimos mensais o consumo de hortaliças é de 58,28 kg pessoa⁻¹ ano⁻¹ enquanto naqueles com renda até 2 salários mínimos mensais o consumo é de 18 kg pessoa⁻¹ ano⁻¹ (IBGE, 2010) (Tabela 1).

Além do poder aquisitivo, outro fator que contribui para o baixo consumo do tomate no Brasil é o impacto das matérias jornalísticas relacionadas ao uso indiscriminado de agrotóxicos presentes nas lavouras e seus riscos ao meio ambiente e à saúde do consumidor (MELLO E VILELA, 2004).

Tabela 1 - Renda mensal e consumo de hortaliças no Brasil

Renda Mensal (Salários Mínimos)	Consumo de Hortaliças (kg pessoa ⁻¹ ano ⁻¹)
Até 05	22,54
05 a 10	30,63
10 a 15	35,47
15 a 20	35,50
20 a 30	48,73
>30	58,28

Fonte: (IBGE, 2010).

3.3. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CULTURA DO TOMATE

O desenvolvimento da cadeia de produção do tomate tem sofrido ao longo dos últimos anos intensas modificações. Estas mudanças estão relacionadas a natureza intrínseca da produção, beneficiamento, processamento e comercialização. A produção de tomate é destinado ao consumo *in natura* e ao abastecimento industrial constituindo-se em duas cadeias produtivas distintas desde as variedades utilizadas, formas de cultivo até o consumo final (CAMARGO et al., 2006a).

Apesar das diferenças aparentes as duas cadeias de produção tem proporcionado uma grande evolução da produção de tomate no mundo. Dados da FAO (2012) indicam que a produção mundial de tomate em 2012 foi de aproximadamente 132 milhões de toneladas, um crescimento de 17,32% em relação a 2002.

Não apenas o Brasil teve um incremento na produção de tomate mais a produção mundial teve um grande crescimento. Entre os países de maior crescimento podemos citar a Índia (39,50%), China (27,30%), Irã e República da Islândia (23,0%) e Turquia (19,2%) (FAO, 2012).

Os países que mais produzem tomate no mundo são a China (28,24%), EUA (10,30%), Turquia (08,10%) e Índia (07,99%).

O Brasil está entre os dez principais países produtores, situando-se no 8º lugar no ranking da produção de tomate no mundo, com 4,091 milhões de toneladas em 2012 (Tabela 2).

Tabela 2 - Produção e produção relativa mundial de tomate em 2012

Países	Produção (Mg)	Participação (%)
China	38.811.123	28,24
EUA	14.158.045	10,30
Turquia	11.141.023	08,10
Índia	10.985.154	07,99
Italia	6.459.651	04,70
Irã	5.120.103	03,72
Egito	4.654.000	3,38
Brasil	4.091.825	02,97
Espanha	3.890.000	02,83
Outros	38.116.458	27,77
Mundial	137.427.382	100

Fonte: (FAO, 2012)

A cadeia produtiva do tomate de mesa e para processamento movimentava no Brasil valores em torno de 1,5 bilhões de R\$ ano⁻¹, representando um dos maiores mercados da produção agrícola nacional. Um elevado número de produtores está envolvido nesta atividade, algo próximo a 10.000 produtores rurais, gerando emprego a mais de 60.000 trabalhadores, ou mais de 200.000 pessoas que se beneficiam diretamente com a produção (IBGE, 2012). A cadeia de produção do tomate para processamento industrial no Brasil tem elevado o seu padrão de produção e a sua eficiência competitiva. Inovações tecnológicas foram introduzidas e estão sendo consolidadas incluindo transplante mecanizado, colheita mecanizada e a utilização de sistemas de previsão de doenças (EMBRAPA, 2010).

A incorporação de avanços tecnológicos tem mantido a produtividade nacional em 78 Mg ha⁻¹ (IBGE, 2012). Em 2012 a produção brasileira de tomate para processamento alcançou aproximadamente 1.453.000 Mg em uma área de 18.452 ha, sendo a região Centro-Oeste, em especial, o Estado de Goiás o maior produtor nacional. O foco das empresas processadoras tem sido o mercado interno, entre outros fatores, devido a

elevação do padrão de vida do brasileiro. As empresas nacionais, entretanto, sofrem grande concorrência de produtos processados de outros países, em especial da China (MELLO E VILELA, 2007).

No Brasil, a cultura do tomate de mesa ou para consumo “*in natura*” é uma importante fonte de emprego e renda ao longo de toda a cadeia de produção. A cultura tem alto potencial de geração de emprego, algo próximo a cinco ou seis empregos diretos por hectare por ano e o mesmo número de empregos indiretos (ALVARENGA, 2009). Devido às características e o seu modo de crescimento, o cultivo de tomate é, normalmente, conduzido em sistema estaqueado ou tutorado, gerando uma intensa demanda por mão de obra que se inicia na fase de pré-plantio, passando pelos diversos tratamentos culturais, colheita e acondicionamento de frutos em caixas, carregamento, transporte e abastecimento de armazéns de classificação e embalagem (EMBRAPA, 2010). Ao longo da cadeia de produção, a cultura movimenta um conjunto diversificado de setores, incluindo as empresas produtoras de insumos, viveiristas, empresas de máquinas, veículos e equipamentos agrícolas e centrais de abastecimento até atingir os consumidores finais (MELLO E VILELA, 2007).

O Brasil apresenta uma grande diversidade de sistemas de produção do tomateiro de mesa, variando de agricultores familiares a empresários com grandes áreas cultivadas. A área cultivada tem variado, nos últimos anos, entre 50 e 65 mil hectares. A produção de tomate no Brasil tem como principais regiões produtoras o Centro-Oeste, sudeste e Sul (Tabela 3). Os principais Estados produtores são Minas Gerais (20%), São Paulo (19,1%), Rio de Janeiro (9,7%), Bahia (9%), Paraná (9%), Goiás (6,3%), Santa Catarina (6%) e Rio Grande do Sul (4%) (IBGE, 2012).

Tabela 3 - Área cultivada, produção e produção relativa das regiões produtoras de tomate no Brasil em 2012

Regiões	Área Cultivada (ha)	Produção (Mg)	Produção (%)
Norte	429	6.980	0,17
Nordeste	13.277	492.017	12,23
Sudeste	21.627	1.423.225	35,38
Sul	10.974	645.651	16,07
Centro-Oeste	18.577	1.453.952	36,15
Brasil	64.884	4.021.825	100

Fonte: (IBGE, 2012)

No estado do Paraná predomina a produção do tomate de mesa com grande participação da agricultura familiar no processo de produção (EMATER, 2012). Os principais polos de produção se localizam nas regiões de Apucarana, Curitiba, Londrina e Ponta Grossa. Os municípios com maior produção são Reserva, Marilândia do Sul, Tamarana e Colombo (Tabela 4).

Tabela 4 - Área e produção das principais regiões e municípios produtores de tomate no Paraná em 2012

Regiões/Municípios	Área Cultivada (ha)	Produção (Mg)
Apucarana	937	71.531
Marilândia do Sul	728	49.000
Curitiba	340	16.561
Colombo	100	5.010
Londrina	816	55.418
Tamarana	320	21.760
Ponta Grossa	989	63.770
Reserva	800	52.000

Fonte: (SEAB/DERAL, 2012)

3.4. IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO TOMATE PARA A AGRICULTURA FAMILIAR

Segundo Moura (1986) construir um conceito definitivo sobre Agricultura familiar ou separá-la da Patronal não é simples, ainda mais, quando é preciso compatibilizar esta definição com as informações disponíveis no Censo Agropecuário do IBGE, não elaborado com este fim. Entretanto, é evidente a importância deste setor na produção de alimentos, na geração de emprego, renda e conservação do ambiente.

A produção de hortaliças, em especial a do tomate de mesa, tem uma grande contribuição da agricultura familiar. Segundo o IBGE (2012) cerca de 38.200 estabelecidos no Brasil são responsáveis pela produção de tomate, contribuindo com 62 % da produção brasileira. No estado do Paraná, onde predomina o tomate de mesa 2.620 produtores familiares produzem tomate em estabelecimentos de até 80 ha.

Segundo DESER (2007) o aumento do custo de produção, a elevada aplicação de agrotóxicos e os riscos de um mercado baseado em atacadistas tem tornado a produção por parte da agricultura familiar de alto risco. As políticas públicas devem ampliar suas ações, a aquisição de tomate de mesa dos agricultores familiares através de compras institucionais como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e Programa Nacional de Alimentação

Escolar (PNAE). Existe a necessidade que o governo, através da CONAB ou de outra empresa ou estrutura, interfira no mercado de forma a controlar melhor os preços do tomate, evitando as constantes oscilações de preços que o mesmo apresenta.

Atualmente existe elevada demanda por alimentos orgânicos e livres de agrotóxicos e de agressões ao meio ambiente, esta tendência pode favorecer a criação de novas oportunidades e a criação de nichos de mercado aos produtos da agricultura familiar. Pesquisas recentes sobre o hábito alimentar entre os brasileiros sinalizam para a elevação do consumo de tomate de mesa com melhor cor e sabor, o que sugere uma tendência de mudança do hábito alimentar (BORGUINI, 2002).

3.5. NECESSIDADE DE SUPLEMENTAÇÃO HÍDRICA DA CULTURA DO TOMATE

A demanda hídrica da cultura do tomate depende de diversos fatores, tais como, a variedade utilizada, o manejo adotado, as condições climáticas, o sistema de irrigação, dentre outros (FILGUEIRA, 2003). De acordo com Silva et al. (2000) as necessidades hídricas totais, após o transplante, variam entre 400 a 600 mm. ALVARENGA (2004) relata que o ciclo do tomateiro pode ser dividido em três fases distintas. A primeira fase que tem duração de 28 a 35 dias aproximadamente, vai do transplante das mudas até o início do florescimento. A segunda fase tem duração de 35 a 42 dias, vai do florescimento ao início da colheita dos frutos. A terceira fase vai do início ao final da colheita e em cada fase existe uma demanda hídrica específica. A duração total do ciclo varia de acordo com a cultivar e condições climáticas entre 95 a 125 dias.

Promover a suplementação hídrica da cultura do tomateiro é fundamental para se alcançar altas produtividades (PAVANI, 1985). Segundo Cairo (1995) a suplementação hídrica das culturas comerciais é realizada através da prática da irrigação, a qual, tem o objetivo satisfazer as necessidades hídricas das mesmas, aplicando-se água de forma uniforme e eficiente. A água aplicada pela irrigação deve ficar armazenada na profundidade da zona radicular e estar à disposição das plantas. A prática da irrigação deve ser realizada sem alterar as condições físicas e químicas do solo e com mínima interferência sobre os demais fatores necessários à produção.

A tolerância e o desenvolvimento de resistência à falta de água é muito variável entre as espécies (LUDLOW, 1988). Cada espécie vegetal estabelece uma resposta

fisiológica ao stress hídrico, entretanto, a redução do crescimento e da expansão celular são as primeiras respostas para controlar e economizar a utilização da água pela planta.

Visando manter o turgor das células, a transpiração é reduzida pelo fechamento estomático (STEPONKUS, 1990). O fechamento dos estômatos reduz a transpiração, entretanto, compromete a assimilação de CO₂, o que acarreta redução da produtividade da cultura (KUMAR; SINGH, 1998).

Para Marouelli (2005) a irrigação no momento correto e na quantidade adequada possibilita ganhos expressivos de produtividade, de qualidade e reduz o uso de água, energia e agrotóxicos.

É fundamental para a eficiência da irrigação, realizar planejamento correto, com escolha adequada do sistema de irrigação e a metodologia adequada de manejo da água (MAROUELLI et al., 1996). Segundo o mesmo autor a utilização da água em agricultura cresce proporcionalmente ao aumento da escassez de água de boa qualidade, e que a irrigação no Brasil é ainda praticada de forma inadequada. Estima-se que mais de 50 % da água captada para fins de irrigação é desperdiçada e não aproveitada pelas culturas (LIMA; FERREIRA; CHRISTOFIDIS, 2004).

O abastecimento de água tem limitações em várias partes do mundo, sendo assim é extremamente importante identificar e adaptar estratégias eficazes de sistemas e manejo de irrigação com vistas ao uso eficiente da mesma (POSTEL, 1998).

Como a irrigação de áreas agrícolas é responsável por mais de 85% do uso da água em todo o mundo, uma redução na sua aplicação aumentaria de forma relevante a utilização deste recurso para outros fins, como o consumo humano (VAN SCHILFGAARDE, 1994).

Neste contexto a irrigação por gotejamento torna-se uma alternativa bastante viável, pois possibilita atuar em regiões com baixa disponibilidade de água, acarretar menor custo de energia, obter maior eficiência no uso da água com menor perda por evaporação e infiltração, quando comparados a sistemas tradicionais como aspersão e de superfície (PRIETO et al., 1999).

O sistema de irrigação por gotejamento tem a grande vantagem de ser uma opção viável para a irrigação do tomateiro, proporcionando maior produtividade, melhor qualidade de fruto, economia de água e menor incidência de doenças. Além disso, este sistema permite uma economia de até 30 % no uso da água se comparado a outros sistemas de irrigação, além de reduzir em até 50 % o uso de fungicidas na cultura (COLLA et al.,

1999; PRIETO et al., 1999). Diversos estudos já comprovaram rendimentos da ordem de 30 a 50 % mais elevados com o uso da irrigação por gotejamento, associado à redução do uso da água (BERNSTEIN e FRANCOIS, 1973; TORANTINO e RUBINO, 1982), enquanto que em outros estudos, os rendimentos foram relatados ligeiramente inferiores ou iguais a irrigação convencional por superfície ou inundação, entretanto todos os estudos relatam economia do uso da água de até 30 % (PASTERNAK et al , 1986 ; SINGH et al , 1990).

Grande parte das doenças e de insetos que atacam a lavoura de tomate está associada a forma com que a água é aplicada na cultura. Devido ao molhamento da área foliar, sistemas por aspersão elevam o desenvolvimento de doenças de parte aérea, em especial em regiões com elevada umidade relativa do ar (UR), entretanto reduzem os danos causados por insetos-pragas (LOPES et al., 2006; MAROUELLI et al., 2011).

Além do dimensionamento adequado do sistema de irrigação é de extrema importância a realização de monitoramento do teor de água no solo. A aplicação de critérios técnicos e a geração de parâmetros e indicadores de quando e quanto irrigar é de fundamental importância para se alcançar uma boa eficiência na aplicação de água (MAROUELLI et al., 2011). Segundo Oster; Wichelns (2003) e Oliveira et al. (2006) a falta de critérios quanto a operacionalização de sistemas de irrigação tem elevado o custo operacional, a redução de produtividade e a danos ambientais. Segundo Marouelli et al. (2011) a água é aplicada para que solo retorne a sua capacidade de campo (CC) na camada de solo correspondente a profundidade efetiva do sistema radicular.

A tomada de decisão de quando irrigar deve ser baseada em atributos da planta, do solo e/ou da atmosfera (ALVARENGA, 2004). Segundo Bernardo (1995), o manejo da irrigação baseado em dados do solo é extremamente simples e preciso, sendo que, a umidade volumétrica do solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) e potencial matricial de água no solo (Ψ_m) são as variáveis mais relevantes.

Diversos trabalhos têm sido realizados, no sentido de definir a condição de umidade adequada do solo em diferentes fases do ciclo vegetativo da cultura do tomate. Salter (1954) estudando o comportamento da cultura do tomate, sob diferentes potenciais de água no solo, obteve melhores rendimentos nos tratamentos onde o solo foi mantido com potenciais abaixo de 100 kPa. Silva et al.(1997), estudando a influência da umidade do solo na cultura, observou aumento de produção e melhoria na qualidade dos frutos onde os teores de água no solo eram superiores a 50% de água disponível.

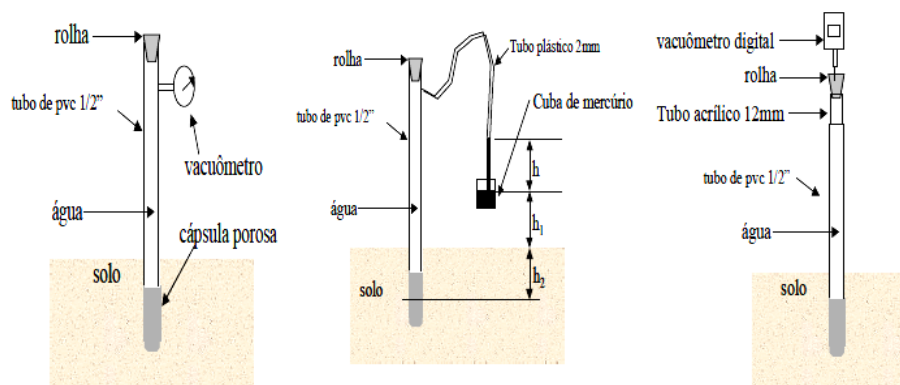
Em solos arenosos, Michelakis e Chartzoulakis (1988) avaliaram o comportamento da cultura de tomate sob cinco níveis de potencial de água no solo, variando de 20 a 500 kPa até o início da frutificação (33° à 87° DAT), e de 10 a 200 KPa a partir deste período, e não encontraram diferenças significativas entre as produtividades obtidas.

As irrigações na cultura do tomate devem ser iniciadas sempre que o potencial de água no solo atingir entre 50 a 70 kPa, durante os estádios vegetativo (8° à 32° DAT) e de maturação (88° à 110° DAT) e de 25 a 30 kPa durante o estágio de frutificação (33° à 87° DAT) (MAROUELLI et al., 1991). Em outro ensaio Marouelli et al., (2012) relatam que a cultura do tomate irrigado por gotejamento não foi afetada por potenciais de água no solo entre 15 e 70 kPa durante o estágio vegetativo, mas aumentou linearmente o rendimento com a redução durante o estágio de frutificação. O referido estudo indicou que maiores rendimentos poderiam ser alcançados com potencial de água no solo inferiores a 15 kPa no período de florescimento a formação dos frutos. A demanda máxima de água ocorre durante o período de floração e crescimento dos frutos.

O excesso de água, a ponto de saturar o solo e expulsar o oxigênio da zona radicular, pode provocar rachaduras nos frutos, podridão apical, ocorrências de frutos ocos, queda de flores, além da redução no estabelecimento dos frutos (MAROUELLI et al., 1991; PRIETO, 1997; FILGUEIRA, 2003; ALVARENGA, 2004). Estudos realizados por Marouelli al. (2008) observaram que a massa média dos frutos comercializáveis (78 g) foi reduzida linearmente quanto maior o potencial de água no solo. Para obter boas produtividades, a disponibilidade hídrica adequada para a cultura de tomate deve ser mantida durante todo o ciclo, em especial, no período de florescimento à formação de frutos.

Para a medição do potencial de água no solo o equipamento mais utilizado é o tensiômetro. De acordo com Fleming (1994), os primeiros tensiômetros foram desenvolvidos nos anos 20 com finalidade de mensuração de pressão capilar no solo e tinham a denominação de potenciômetros capilares. Heck (1934) utilizou tensiômetros como higrômetros e Rogers, (1935) apud Fleming, (1994) como medidor de umidade do solo. Segundo a ASSS (*Soil Science Society of America*) (1997) os tensiômetros são dispositivos para medir o estado de energia da solução do solo, que é expressa como o potencial matricial de água no solo (Ψ_m), e são compostos por um elemento poroso, um corpo cilíndrico, um sensor de pressão e água (Figura 1).

Figura 1 - Diferentes tipos de tensiômetros encontrados



Fonte: (GOMES e TESTEZLAF, 2011).

O tensiômetro permite a medição direta do potencial matricial de água no solo (Ψ_m), são equipamentos de baixo custo, de fácil manutenção e boa precisão (SILVA et al., 1997). Este permite uma leitura do potencial da água no solo de até 80 kPa, o que está na faixa de potencial limite da maioria das hortaliças, o que torna o equipamento mais utilizado para manejo da irrigação baseado em parâmetros do solo (MAROUELLI et al., 2011).

Para o manejo de irrigação utilizando tensiômetros é necessário a determinação da curva de retenção de água no solo que relaciona o potencial de água no solo (Ψ_m) com a umidade volumétrica do solo (θ). Segundo Silva & Silva (1984) para cada valor de potencial de água de um determinado solo (Ψ_m) existe um valor correspondente de umidade volumétrica do solo (θ). Segundo Richard (1987) as amostras de solos devem ser coletadas em vários pontos com anéis indeformados, pois, apesar da textura (proporções das partículas areia, silte e argila) ser o principal fator que influencia na retenção de água no solo, a estrutura (arranjo das partículas) também exerce influência, sobretudo na faixa de potencial compreendida entre 0 e -100kPa . Um dos modelos teóricos mais utilizados para o ajuste da curva de retenção de água no solo, a partir da relação conteúdo de água e potencial de retenção, e o proposto por Genuchten (1980) (Equação 1) (MAROUELLI et al., 1996).

$$\theta_a = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + (\alpha \times T_m)^n]^m} \quad (1)$$

Equação de Genuchten (1980), onde:

θ_a = e a umidade atual do solo ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

θ_r = e a umidade residual do solo ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

θ_s = e a umidade de saturação do solo ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

T_m = Tensão de água no solo em (kPa)

A = constante com dimensão igual ao inverso da tensão (kPa^{-1})

n e m são constantes adimensionais de ajuste da equação.

As amostras a serem coletadas para a confecção da curva de retenção de água no solo devem ser coerentes com a profundidade efetiva do sistema radicular, no caso da cultura do tomate de 40 cm a 50 cm, como também, as características do solo, mudança textural e teor de matéria orgânica ao longo do perfil do solo, os quais influenciam na retenção de água pelo mesmo (MAROUELLI et al., 1996). O manejo da irrigação com base na curva de retenção de água no solo será realizado com base na umidade volumétrica (θ). A irrigação será efetuada sempre que o potencial de água ou a umidade do solo atingir um valor mínimo que não prejudique o desenvolvimento da cultura. O momento de irrigar e a lâmina de água a ser aplicada devem ser calculados considerando as umidades volumétricas atuais e pretendidas, bem como a profundidade efetiva (Equação 2).

$$L = (\theta_{cc} - \theta_i) \cdot Z \quad (2)$$

Onde:

L = lâmina de irrigação (mm)

θ_{cc} = umidade na capacidade de campo correspondente ao potencial de água no solo na capacidade de campo ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

θ_i = umidade de irrigação correspondente ao potencial mínimo (máxima tensão) de água no solo preestabelecido para a cultura ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

Z = profundidade efetiva do sistema radicular (mm)

A resposta da Equação 2 é o da lâmina líquida de irrigação, como nenhum sistema de irrigação tem eficiência de 100%, deve-se aplicar uma lâmina bruta (h)(Equação 3).

$$H = L/E_a \quad (3)$$

Onde:

h = lâmina bruta de irrigação (mm)

L = lâmina líquida de irrigação (mm)

E_a = eficiência de aplicação (decimal)

A eficiência de irrigação é muito variável e depende de diversos fatores, tais como o sistema a ser empregado, condições climáticas, do solo e da cultura. O sistema de irrigação por sucos possui uma eficiência de 40 á 60%, o de inundação de 50 à 80%, o de aspersão de 65 à 85 %, o de gotejamento de 75 `a 90% e o de microaspersão de 75 `a 90% (VIEIRA, 1986).

3.6. PLANTIO DIRETO NA CULTURA DO TOMATE

A mobilização intensa de solos tropicais traz como consequência sua desagregação estrutural, sujeita à formação de uma fina crosta resultante da dispersão das partículas do solo, e ainda outra camada subsuperficial compactada, resultante tanto da pressão exercida pelo peso dos implementos agrícolas como pela ação direta dos pneus (CASTRO et al., 1987). A desestruturação do solo, a compactação e a redução nos conteúdos de matéria orgânica são consideradas os principais indutores da degradação dos solos agrícolas. Tal degradação, com todas as suas implicações, tem acarretado a necessidade de se estudar sistemas de produção que possibilitem maior eficiência energética e conservação ambiental, criando-se novos paradigmas tecnológicos baseados na sustentabilidade.

No novo conceito de sistema agrícola, a fertilidade do solo assume uma abrangência maior que a habitual, expressa apenas nos parâmetros de acidez, disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica. Os parâmetros físicos, como armazenamento e conservação de água, armazenamento e difusão do calor e permeabilidade ao ar e à água, passam a ter relevância na avaliação da fertilidade do solo (DENARDIN e KOCHHANM, 1993).

A utilização do sistema convencional de preparo do solo com intensa mobilização através de arações e gradagens, em hortaliças, tem acarretado em sérios problemas, como desestruturação excessiva do solo, aceleração da mineralização da matéria orgânica, espelhamento e compactação da camada abaixo da profundidade de ação das lâminas de

corde, e proliferação de espécies invasoras (PRADO et al., 2002; DENARDIN ; KOCHHANN, 2007; CARVALHO, 2008; SILVA et al., 2009).

O sistema de plantio direto na palha (SPD), baseados no revolvimento mínimo do solo, na rotação de cultura e na manutenção da cobertura do solo, apresenta como vantagens: redução no uso de máquinas; melhoria da estrutura do solo; aumento da infiltração e da retenção de água no solo; redução das perdas de água por evaporação e escoamento superficial; melhoria do desenvolvimento do sistema radicular das plantas; melhoria no controle de plantas invasoras; redução da erosão e do impacto da chuva ou da irrigação por aspersão, redução da variação de umidade do solo e aumento da eficiência no uso de água pelas plantas (GILLEY et al., 1990; DERPSCH et al., 1991; SILVA; HIRATA.; MONQUERO, 2009 e MAROUELLI et al, 2010).

Apesar das vantagens técnicas, econômicas e ambientais do sistema de plantio relatadas, principalmente para grãos, a sua utilização por produtores de hortaliças ainda é pouco difundida. Segundo Cogo et al. (2003) o sistema de produção predominante nas principais regiões produtoras de tomate no Brasil ainda é o convencional com a utilização de uma aração e duas gradagens niveladoras, ou o reduzido, realizado através de duas operações com o escarificador, perpendiculares entre si. Estas formas de preparo resultam, em maior ou menor grau, em reflexos negativos quanto à conservação de solo e água.

Existe escassez de informações com relação ao manejo de hortaliças, bem como da cultura do tomate sob plantio direto, o que dificulta a sua adoção por parte dos agricultores (TIVELLI; PURQUERIO; KANO , 2010). Segundo Madeira (2009) as primeiras experiências com plantio direto de hortaliças no Brasil aconteceram na década 1980 em Santa Catarina com a cultura de cebola. O intenso processo erosivo nas áreas de cultivo de cebola foi o motivador da introdução do plantio direto, sendo que, na década de 90, 50 % das áreas de cebola estavam sendo cultivadas pelo sistema de plantio direto em Santa Catarina. Entretanto, devido a dificuldades técnicas encontradas a área de plantio direto caiu e hoje não representa 5% do total do Estado.

Na década de 80, também, no interior de São Paulo, foram realizadas as primeiras experiências com plantio direto de tomate industrial e experiências repetidas posteriormente nos cerrados de Góias e de Minas Gerais. Até os dias atuais o sistema de plantio direto é muito utilizado nos plantios de tomate, entretanto, intercalando com sistema convencional de preparo de solo (MADEIRA, 2009). Como vantagens da introdução do plantio direto, nestas regiões, obteve-se melhor conservação do solo, maior

tolerância a estresses hídricos e o menor uso de maquinário na lavoura. Verificou-se também redução das perdas por podridões e do desenvolvimento dos frutos sobre a palhada e não em contato direto com o solo (MAROUELLI et al, 2010). Atualmente, o plantio direto vem sendo utilizado em, aproximadamente, 40 a 50% da área total cultivada com tomate industrial.

Segundo Fayad & Mondardo (2004) apud Souza (2012) a Epagri/Estação Experimental de Caçador foi uma das pioneiras no Brasil no incentivo ao estudo do plantio direto para tomate de mesa promovendo estudos para a aplicação da tecnologia em área comercial. No estado do Paraná iniciativas de plantio direto foram conduzidas dentro do programa HORTINORTE, uma parceria entre a EMATER, CEASA e Associações de Agricultores (EMATER, 2013). Apesar dos esforços, segundo Alvarenga (2004), a área de plantio direto de tomate de mesa no Brasil é inferior a 5 % do total cultivado, necessitando de esforços conjugados para poder realizar um incremento deste sistema de produção com todos os benefícios oriundos do mesmo.

A maior conservação de água no solo em SPD deve-se à manutenção da palhada sobre a superfície do solo, que forma uma barreira física agindo na redução da perda de água por evaporação (DERPSCH et. al., 1991; MOITRA et al.; 1996 e STONE & MOREIRA, 2000). Para Allen et al. (1998), em um cultivo com 50% de cobertura da superfície do solo por palhada, a evapotranspiração da cultura pode ser reduzida em 25%, durante o estágio inicial da cultura, e entre 5 e 10%, quando o dossel vegetativo atinge o máximo crescimento. Estudos realizados por Marouelli et al. (2006) e Marouelli et al. (2008), quantificaram redução de 10 a 19% na necessidade de irrigação de tomateiro para indústria.

A cobertura morta aumentou o rendimento do tomate (RAMALAN & NWOKEOCHA, 2000 e AGELE; OLUFAYO; IREMIREN, 2002).

O sistema de irrigação por gotejamento, associado a cobertura do solo proporcionado pelo SPD pode aumentar o rendimento do tomate, com cerca de 44% de economia de água. Na ausência do gotejamento, mesmo o “*mulch*” proporcionado pela cobertura morta pode aumentar em 30 % a produção de tomate (SHRIVASTAVA et al. 1994; AMAYREH; AL-ABED, 2005). Segundo WANGA; KANG; WANA (2007) a irrigação por gotejamento com cobertura morta ocasionou uma redução de 250 mm na lâmina de irrigação.

Sob condições de cobertura morta (mulch), a cultura do tomate aumentou a produção de frutos em até 15% com redução de 20% de água de irrigação (NGOUAJIO; WANG; GOLDY, 2007).

Coberturas do solo com material orgânico ou filmes de polietileno têm levado ao incremento em crescimento e produtividade em várias hortaliças (CHAVES et al., 2004; MEDEIROS et al., 2006, CANTU et al., 2007; MORAIS et al., 2008). Na cultura do tomate Fontes et al (2004) e Lopes et al. (2011) encontraram elevação no crescimento e na produtividade devido a cobertura vegetal do solo, os quais , foram atribuídos às modificações na temperatura do solo e do ar e a maior disponibilidade de nutrientes.

3.7. PERDA DE ÁGUA NO SOLO POR EVAPORAÇÃO

Uma das funções do solo é a de armazenar água, a qual é responsável por diversas funções físicas, químicas e bioquímicas para o crescimento vegetal. O armazenamento e a retenção de água em solos não saturados é dependente de forças capilares e de adsorção relacionadas a interface líquida e sólida dos solos (LIBARDI, 1995). Algumas características físicas dos solos como a textura, estrutura, porosidade e teor de matéria orgânica resultam em maior ou menor energia e capacidade de retenção de água nos solos (REICHARDT, 1990).

A forma de manejo do solo, com maior ou menor desestruturação, a manutenção e/ou acréscimo de material orgânico tem ação direta na estrutura e porosidade dos solos, alterando a capacidade de armazenamento de água (ARAÚJO et al., 2004).

Sistemas conservacionistas de solos tropicais, que visam o incremento de matéria orgânica, promovem maior estabilidade de agregados e contribuem para maior armazenamento de água nos solos (BALESDENT; CHENU; BALABANE , 2000).

Estudos realizados por Fageria; Baligar; Bailey (2009) indicam que acréscimos regulares de matéria orgânica no solo promove decréscimo da densidade, elevação da porosidade total, mudança na estabilidade e distribuição do tamanho dos agregados e aumento da capacidade de adsorção. Diversos fatores contribuem para a capacidade de armazenamento de água nos solos, a topografia, as propriedades do solo, vegetação, grau de cobertura dos mesmos, profundidade do lençol freático, precipitação e radiação solar, bem como outros fatores meteorológicos (MEDEIROS; GOLDENFUM; CLARKE, 2007).

De acordo com Libardi (1995) o processo de evaporação de água do solo consiste na passagem da água do estado líquido para o gasoso, no qual, a radiação solar é a fonte principal de energia. Temperatura, saturação de vapor do ar e a velocidade do vento são os fatores que determinam a demanda evaporativa da atmosfera, a qual condiciona também o fenômeno da evaporação. A energia que chega a superfície do solo é fundamental para este processo, desde que, não ocorra outro fator restritivo ao fluxo hídrico.

A evaporação da água do solo saturado acontece em três estágios. No primeiro estágio o solo está saturado e não ocorre limitação de água e a evaporação depende de fatores meteorológicos, nos quais, a energia radiante, umidade do ar, vento e temperatura disponíveis vaporizam a água na camada superficial do solo, esse estágio termina quando se estabelece uma resistência ao fluxo da água na superfície do solo e a velocidade de evaporação decresce (RITCHIE, 1972).

No segundo estágio a evaporação decresce com o decréscimo da umidade na superfície do solo e as perdas de água são limitadas pelo movimento de água do solo em condições não saturadas. Nessas condições, a evaporação é controlada pela condutividade hidráulica do solo, a qual determina a transferência de líquido e vapor à superfície. Neste estágio a demanda evaporativa da superfície perde importância em relação a características físicas do solo (REICHARDT, 1996).

O terceiro estágio acontece com a superfície do solo extremamente seca e caracteriza-se por um movimento muito lento da água no solo e a transmissão da água para a atmosfera ocorre por difusão de vapor. Nesse estágio, a taxa de evaporação pode ser considerada desprezível em função da difusão do vapor ser um processo muito lento. De acordo com Allen et al., (1998) a evaporação de água do solo é influenciada pela demanda evaporativa da atmosfera, pela disponibilidade e fluxo de água no solo e pela quantidade de resíduos vegetais que cobrem o solo.

A energia necessária ao processo evaporativo é fornecida pela radiação solar e pela temperatura que aumenta a energia cinética das moléculas de água permitindo que mais moléculas de água permaneçam na atmosfera (PEREIRA, 2004). Na medida em que ocorre a evaporação da água o ar fica saturado e o processo fica mais lento, deste modo para continuar acontecendo a evaporação é necessário que ocorra a renovação de ar através do vento com a entrada de ar com menor saturação de vapor. A força que impulsiona a retirada do vapor de água de uma superfície evaporante depende do gradiente de pressão de vapor entre tal superfície e a atmosfera, o qual, por sua vez, é dependente da umidade

relativa do ar. Portanto as principais variáveis climáticas que influenciam o processo de evaporação de água do solo são: a radiação solar, a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e a velocidade do vento (ALLEN, 1998).

De acordo com Gordiyenko; Kostogryz (1990) características físicas do solo como estrutura, textura, densidade e porosidade são as que mais afetam no fluxo líquido e gasoso da água no perfil do solo. A estrutura do solo refere-se ao arranjo das partículas primárias do solo e tem grande influência na condutividade hidráulica. Também interferem expressivamente na infiltração, a forma dos poros, o tamanho dos poros e os canais de continuidade. O movimento de água no solo ocorre nos macroporos enquanto nos microporos ocorre maior dificuldade de movimento e, portanto maior retenção. A modificação do espaço poroso modifica a densidade do solo e, conseqüente alteração nas características físico-hídricas do solo (KLEIN, 1998).

O sistema de manejo é outro fator importante que altera a porosidade, a densidade e a capacidade de armazenagem de água no solo (KLEIN & LIBARDI, 2002). O preparo convencional do solo com aração e/ou gradagens interfere no tamanho dos poros e na continuidade dos mesmos afetando a condutividade hidráulica dos mesmos e diminuindo o processo evaporativo (DALMAGO, 2004). Gordiyenko & Kostogryz (1990), sugerem que no preparo convencional ocorre uma secagem mais rápida da camada superficial do solo, o que acarreta uma descontinuidade da condutividade hidráulica do solo formando uma camada de isolamento reduzindo o processo evaporativo da água no solo.

Estudos de Dalmago et al. (2010) mostraram que evaporação inicial de água no solo foi mais elevada em preparo convencional devido a maior exposição da mesma a demanda evaporativa da atmosfera, entretanto, esta taxa de evaporação se alterou a partir do quinto dia onde ocorreu evaporação mais elevada na área de SPD. A explicação esta relacionada à secagem da camada inicial mais rápida no plantio convencional, a qual, forma uma barreira que quebra a condutividade hidráulica do solo. Entretanto, ao final do experimento o SPD promoveu uma maior retenção de água no solo devido ao conjunto de modificações que promoveu no solo como menor escoamento superficial, melhor infiltração de água no solo, melhor agregação do solo e criação de uma barreira física que diminua a demanda evaporativa da atmosfera. Esta observação é comprovada pelo estudo de Scopel et al. (2005) que avaliaram que os estoques finais de água no solo foram superiores no SPD final das safras de milho e arroz.

Analisando a evaporação de água no solo para demanda evaporativa de 8 mm dia⁻¹, Freitas et al. (2006) concluíram que no SPD sob 5 Mg ha⁻¹ de resíduos de milho e trigo, ocorreu uma redução na taxa de evaporação de água no solo nos primeiros onze dias comparado ao plantio convencional (sem resíduos). A partir deste dia a evaporação da parcela sem resíduos apresentou valores inferiores. Entretanto no final do ciclo da cultura as parcelas com cobertura de resíduos (SPD) obtiveram uma redução da evaporação da água do solo 28 % superior a parcela sem resíduos (PC).

Outro fator relevante para a evaporação da água do solo é a quantidade e distribuição de resíduos na superfície do mesmo (AYDIN et al., 2005). A manutenção de resíduos vegetais no solo provoca modificações no balanço de radiação, devido a reflexão dos raios solares diminuindo a evaporação de água do solo (MOREIRA & STONE, 1986; PEZZOPANE et al., 1996; DE VITA et al., 2007). A palhada de trigo na quantidade de 4 Mg ha⁻¹ promoveu uma redução da evaporação da água do solo da ordem de 50 % (ALI, 2004). Analisando as perdas de água do solo na China Chen et al. (2007) constataram uma redução de 21 % na evaporação com o uso de 6 Mg ha⁻¹ de palhada. Estudando a cultura do feijão em Guáira (SP), Stone e Silveira (1999) encontraram valores de consumo de água de irrigação de 254 mm e 343 mm para o SPD e convencional, respectivamente. Trabalhando com a cultura do tomate, Bangal e Khaire (1982); Pasternak et al. (1986) e Singh et al. (1995) relataram a redução de 30 % a 60 % da lâmina de irrigação com a o uso de cobertura do solo.

Outro fator relevante na evaporação de água do solo é o estágio de desenvolvimento da cultura, pois a medida que aumenta a área foliar aumenta a interceptação da radiação solar incidente, reduzindo a disponibilidade de energia . No início de desenvolvimento da cultura a área foliar é pequena e a evapotranspiração ocorre predominantemente na forma de evaporação. Entretanto, quando a área foliar é suficiente para o fechamento da entre linha a cultura é que determina a perda de água do solo (DALMAGO et al., 2004). De acordo com Allen et al. (1998) para uma cobertura do solo com palha da ordem de 50%, a evapotranspiração pode ser reduzida em 25% durante o estágio inicial de desenvolvimento das culturas. Neste estágio de desenvolvimento a evaporação é responsável por mais de 50 % da evapotranspiração. No máximo desenvolvimento vegetativo da cultura a redução da evapotranspiração pelo uso da palhada ficou entre 5 e 10%.

Estudando a cultura do milho, Dalmago et al. (2003) encontraram valores de 25 a 40 % de participação da evaporação na evapotranspiração máxima da cultura e que após o aumento da área foliar a participação da evaporação na evapotranspiração caiu para 15 %. Em estudo realizado com tomate industrial na região do cerrado, Marouelli, et al. (2006) verificaram no período até 50 dias do transplante, quando a cobertura do solo pelas plantas foi inferior a 75 % uma redução da lâmina de irrigação de até 25 % nas parcelas de SPD comparadas ao sistema convencional (SPC). Ainda neste estudo após os 50 dias de transplante a lâmina aplicada nos tratamentos sob SPD, foi 6% maior, em média, que aquela requerida para o tratamento com sistema convencional.

3.8. TEMPERATURA DO SOLO

A temperatura do solo é fator preponderante no desenvolvimento vegetal. O solo é responsável pela transferência de água, solutos, gases e também de calor (DERPESCH et al., 1985). A variação de temperatura do solo exerce grande influência biológica, regulando processos como a germinação de sementes, crescimento do sistema radicular, absorção de água e nutrientes, entre outras (MOTA, 1989). Segundo Hillel (1998) a localização geográfica, a declividade e a altitude também interferem na temperatura do solo. As propriedades térmicas do solo mais importantes são calor específico e a condutividade térmica do solo (PREVEDELLO, 1996).

A condutividade térmica do solo é definida como sendo a quantidade de calor que flui, por unidade de tempo através de uma camada de solo. A condutividade térmica do solo depende da textura, da porosidade e da umidade. A superfície do solo é, com ou sem cobertura vegetal, a principal trocadora e armazenadora de energia térmica nos ecossistemas terrestres. É a partir da intensidade da radiação solar na superfície do solo que este se aquece e se resfria provocando variações térmicas nas camadas subjacentes. A quantidade de resíduos vegetais que cobre o solo afeta a temperatura do solo devido a reflexão da energia radiante e a baixa condutividade térmica do ar presente na camada de resíduos (DERPESCH et al., 1985).

As coberturas vegetais proporcionam um acúmulo de grande quantidade de ar entre o solo e atmosfera, o que contribui para temperaturas mais amenas no solo. Por isso, as coberturas de matéria vegetal também isolam eficazmente e reduzem a magnitude das oscilações diárias da temperatura do solo (VIANELLO; ALVES, 1991).

A cobertura vegetal funciona, ainda, como proteção reduzindo a amplitude da temperatura e consequentemente reduz a evaporação da água do solo (FURLANI et al. 2005).

Temperaturas elevadas ou baixas podem prejudicar o desenvolvimento das culturas. Na cultura do tomate, temperaturas de solo inferiores a 12°C são críticas para o desenvolvimento radicular, com repercussão no crescimento da parte aérea (ABDEHAFEAZ et al., 1971). Orchard (1980) relata que o limiar é entre 13 e 15°C. As baixas temperaturas afetam a absorção de água e nutrientes e na síntese radicular de reguladores de crescimento (HURD e SHCARD, 1981).

Os limites máximos de temperatura do solo para a cultura do tomate situam-se em torno de 30 a 35°C (COOPER, 1973; BUGBEE e WHITE, 1984). No primeiro estágio de crescimento (28 a 35 dias) as temperaturas ótimas variam entre 25° a 30°C e durante o resto do ciclo de 30° a 35°C (HURD e SHEARD, 1981; BUGBEE e WHITE, 1983). Temperaturas do solo superiores a 35° C reduzem a absorção de nutrientes e o crescimento radicular, além disso, é interessante que ocorra a termoperiodicidade do solo próximo a raiz, com temperaturas mais baixas a noite que durante o dia (WENT, 1944; PAPADOPOULOS e TIESSEN, 1983). A ocorrência de temperaturas de solo mais altas, sobretudo em condições desfavoráveis para a floração (fraca iluminação e alta temperatura do ar) acarretam em número menor de inflorescências e maior aborto floral (WACQUANT et al., 1977).

A utilização de cobertura morta diminui a amplitude térmica da temperatura do solo, diminuindo a temperatura máxima e elevando a temperatura mínima (STRECK et al., 1994). Com experimento conduzido durante o inverno, Vieira et al. (1991) encontraram baixa correlação entre a cobertura vegetal e a temperatura do solo. Outros estudos utilizando a aveia preta (*Avena strigosa*) como cobertura morta do solo mostraram redução da temperatura do solo, principalmente nas horas de maior incidência de radiação solar (DERPSCH et al., 1985). Trabalho conduzido por Marote; Vidor e Mendes (1990) demonstraram a ocorrência de temperatura máxima do solo de 38°C em um solo sem cobertura vegetal e temperatura máxima de 30°C com cobertura vegetal. Trabalhando com diferentes níveis de cobertura morta de aveia seca concluíram que na quantidade de 8 Mg ha⁻¹ a temperatura máxima do solo teve uma redução de 22 % comparado ao solo sem cobertura vegetal (GASPARIM et al., 2005). Em consórcio de aveia preta e nabo forrageiro como cobertura morta do solo, observou-se redução de 18 % da temperatura

máxima á profundidade de 5 cm até o 14º dia de emergência da cultura do Milho (FURLANI et al., 2008).

3.9. QUALIDADE DO TOMATE DE MESA

O conceito de qualidade dos alimentos é definido pelas suas características individuais e pelo grau de aceitabilidade do consumidor final (CHITARRA; CHITARRA, 1990). Aos agricultores é importante produzir maximizando produtividade e qualidade. Os consumidores determinam a qualidade de um produto através da aparência, consistência, diâmetro transversal (forma), inexistência de deformidades e injúrias e outros atributos sensoriais (ANDREUCCETTI et al, 2005).

Sendo assim passa a ser importante a definição e adoção de parâmetro de classificação e padronização de tomate que atenda as expectativas dos agricultores, rede de varejistas e consumidores finais (ANDREUCCETTI et al., 2005). Devido a sua grande relevância no cenário nacional, o tomate é uma das hortaliças que possui normas de classificação determinadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), de acordo com a portaria no. 553/95 (BRASIL,1995) e pela proposta no Anexo XVII da Portaria SARC no.085/02 do MAPA (BRASIL, 2002). Estas classificam o tomate em grupos, subgrupos, classes ou calibres, tipo ou grau de seleção. Apesar da existência legal dessas normas, elas não são seguidas, existindo diversas classificações informais ao longo da cadeia do tomate (RODRIGUES; ZAMBON; MURARO. 2007).

No Estado do Paraná, importante produtor de tomate de mesa, pesquisa realizada no CEASA de Curitiba indica que a classificação usual do tomate baseia-se nas cores e nos tamanhos dos frutos (RODRIGUES; ZAMBON; MURARO, 2007). Os frutos podem ser verdes, coloridos (verdes e vermelhos) ou vermelhos (maduros), e apresentar tamanho Extra 3A (diâmetro maior que 7,5 cm), Extra 2A (diâmetro entre 6,2 e 7,5 cm), Extra 1A ou (diâmetro entre 4,8 e 6,2 cm).

A presença de defeitos ou danos do tomate reduz o potencial de comercialização, embora, em alguns casos, não haja redução do valor nutritivo e da qualidade comestível do produto. A depreciação da qualidade devido à deterioração pode ser causada por amassamentos, cortes e podridões, que levam ao descarte do produto proporcionando o aumento da perda e desperdício (VILELA et al., 2003).

O tomate pode apresentar defeitos graves e leves de diferentes origens, os quais podem ser de origem fisiológica, entomológica, patológica e mecânica (CHITARRA e CHITARRA, 1990; FERREIRA, 2003). De ordem fisiológica podem estar ligadas a desequilíbrio de cálcio e variação de conteúdo de água do solo (EMATER, 2012).

A perda de tomate oriunda de desordens fisiológicas no Paraná varia de 7% a 26 % de acordo com as condições climáticas (EMATER, 2012). Depois de um extenso estudo com tomate de mesa, Frazier (1934) conclui que em 90 % dos casos de rachaduras dos frutos “*cracking*” acontecem quando ocorre oscilação do conteúdo de água no solo. Esta tende a aumentar bruscamente a turgência celular na pele do fruto do tomate causando a sua ruptura (KAMIMURA et al.1972). As observações de Kamimura et al. (1972) parece explicar a maior frequência de rachaduras em tomate no leste dos Estados Unidos onde a variação de precipitação e oscilação da umidade do solo é maior do que outras regiões irrigadas. As condições de umidade geralmente influenciam os rendimentos do tomateiro, através de seu efeito no número de flores por planta, no índice de abortamento de frutos, entre outros (RADSPINNER, 1992; COELHO et al ,1994).

Com a utilização de “mulching” ocorre a redução significativa na percentagem de frutos rachados, devido à diminuição da variação da umidade do solo; assim, a adoção da cobertura morta no solo, juntamente com uma irrigação adequada, pode ter influenciado na atenuação da incidência de frutos rachados “*cracking*” (PILATTI & PALETTO, 1996). Em estudo sobre aparecimento de podridão apical (PA) no tomate, Carrijo et al. (2004) observaram que quando cultivado em substrato com maior capacidade de retenção de água diminuía o índice de podridão apical, devido a menor variação de conteúdo de água e ao menor stress hídrico. Segundo Taylor; Locascio; Alligood, (2004) quando as tensões de água no solo durante o período de frutificação dessa cultura foram aumentados de 10 Kpa para 25 Kpa o índice de podridão apical passou de 5,60 Mg ha⁻¹ para 11,20 Mg ha⁻¹.

Baseado em revisão bibliográfica, SAURE (2001) relata que os sintomas da podridão apical são causados por desintegração das membranas celulares com aumento da permeabilidade da mesma. Propõe-se que não um único fator, mas a sequência de eventos dentre eles a redução do teor de Ca⁺⁺ na planta, estaria ligada ao fenômeno. Esta redução tem correlação com o teor do elemento no solo, a salinidade, ao aumento da evapotranspiração e a variação de conteúdo do solo devido a um ciclo de secamento e molhamento muito intensivo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

O experimento foi realizado no município de Reserva, Paraná (S-24° 32'01" W-50° 51' 43"), altitude de 780 m (Figura 02 e 03).

Figura 2 - Localização do município de Reserva no Estado do Paraná



Fonte: (PARANÁ CIDADE, 2012)

Figura 3 - Localização do experimento, Reserva-PR, 2013



Fonte: O autor

O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cfa - Clima subtropical; temperatura média no mês mais frio inferior a 18 °C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22 °C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (CAVIGLIONE, 2000).

O solo na área de estudo é representativo da região e consiste em um CAMBISSOLO HÁPLICOS Tb Distróficos de textura média (EMBRAPA, 2009c). A análise química de rotina e granulométrica foi realizada a partir de cinco sub amostras em cada profundidade (0 - 5cm, 5 – 10 cm, 10 – 15 cm, 15 – 20 cm) coletadas em toda a área experimental em outubro de 2012, em locais escolhidos aleatoriamente (Tabela 5 e 6).

Tabela 5 - Análise química de rotina do solo, Reserva-PR, 2013

PROF.	pH ₍₁₎	H+AL	Al	Ca	Mg	K	CTC ₍₂₎	P ₍₃₎	C ₍₄₎	V ₍₅₎	Al ₍₆₎
cm	----- mmol _c dm ⁻³ -----							mg dm ⁻³	g dm ⁻³	%	%
0 - 5	5,60	35,19	0,00	60,90	8,20	6,60	160,89	9,47	24,97	78,13	0,00
5 - 10	5,40	38,44	0,00	71,50	52,00	37,00	198,94	6,88	26,10	80,68	0,00
10 - 15	6,00	27,01	0,00	74,00	60,80	11,00	172,81	6,85	28,40	84,37	0,00
15 - 20	5,10	45,86	0,00	58,00	39,30	3,30	100,60	3,62	24,97	68,69	0,00

Fonte: Laboratório de Nutrição de Plantas INTERPARTNER (2012)

(1) pH em solução de cloreto de cálcio 0,01 mol L⁻¹;

(2) CTC: capacidade de troca de cátions a pH 7,0;

(3) P disponível por solução de Mehlich⁻¹;

(4) C: carbono total;

(5) V: saturação por bases

(6) Al: saturação de alumínio

Tabela 6 - Análise Granulométrica do Solo. Reserva-PR, 2013

PROFUNDIDADE	ARGILA	SILTE	AREIA
cm	-----g kg ⁻¹ -----		
0 - 5	373,50	226,00	440,50
5 - 10	204,00	414,00	382,00
10 - 15	364,00	230,50	405,50
15 - 20	307,00	352,50	340,50

Fonte: Laboratório de Nutrição de Plantas INTERPARTNER (2012)

A área do experimento apresenta textura média com profundidade efetiva do perfil de 1,50 m, alta saturação de base (V%), superior a 75% até 15 cm de profundidade e sem presença de alumínio tóxico (Al). Apresenta níveis médios de fósforo e de potássio e não existe a necessidade de ação corretiva de acidez e de fósforo.

Á área do experimento foi cultivada sob sistema convencional no período de 2007 a 2012. Utilizou-se a aveia preta (*Avena strigosa*) no outono/inverno e milho (*Zea mays*) na primavera/verão durante as safras (2007/2008 e 2011/2012). As safras de (2008/2009 e 2009/2010) foram cultivadas com azevém (*Lolium multiflorum*) no outono/inverno e feijão (*Faseolus vulgaris*) na primavera/verão. No dia 30/05/2012 foi realizada a semeadura em área total de aveia preta (*Avena strigosa*) na quantidade de 50 kg de sementes ha⁻¹ da variedade IAPAR 61, com incorporação através de grade niveladora. No dia 10/09/2012, na fase de plena floração, foi realizado o manejo mecânico da aveia preta com o rolo-faca tração animal.

No dia 15/12/2012 foi realizada a semeadura em área total de milheto (*Pennisetum glaucum* L.) na quantidade de 25 kg de sementes ha⁻¹ da cultivar BN-2, com incorporação através de grade niveladora. Esta variedade é sintética oriunda de diversas introduções provindas da África realizadas pela EMBRAPA. A adubação de base foi realizada com 42 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples granulado) e 16 kg ha⁻¹ de N (nitrocálcio). A adubação do milheto foi realizada com o intuito de promover uma boa produção de matéria verde. No dia 15/03/2013 a cultura do milheto foi manejada mecanicamente utilizando rolo-faca tração animal. Em 20/03/2013 foi realizada a semeadura de aveia preta (*Avena strigosa*) a lanço com 80 kg ha⁻¹ de sementes da variedade IAPAR 61 e sem incorporação. A cultura da aveia preta foi manejada, mecanicamente, utilizando-se rolo-faca tração animal no dia 20/06/2013, 90 dias após a emergência (DAE) (Figura 4).

Figura 4 - Vista geral da área experimental com a cultura da aveia preta aos 90 DAE Reserva-PR, 2013



Fonte: O autor

No dia 30/06/2013 foi realizado a dessecação das plantas que rebrotaram utilizando o herbicida Glyphosate na dose de 2,88 kg ha⁻¹ de ingrediente ativo. Após a demarcação das parcelas da área experimental foi determinada a quantidade de matéria seca (MS) mediante amostragens em um ponto ao acaso em cada parcela jogando-se um quadrado de ferro de área útil de 1 m², coletando-se todo o material dentro desta área (aveia preta + milho remanescente). O material coletado foi levado ao Laboratório de Tecido Vegetal do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) onde foi colocado em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas, determinando-se a massa a cada 24 horas, até atingir a massa constante (PRADO, 2008). O resultado foi uma produção de matéria seca de 9,20 Mg ha⁻¹, a qual, tornou-se o tratamento 5 (T₅). Para os outros tratamentos propostos foram realizadas retiradas progressivas de cobertura vegetal, após a retirada foi coletada nova amostra de 1 m² por parcela e encaminhadas ao mesmo laboratório para nova determinação de matéria seca.

Sendo assim o experimento constou de 5 tratamentos, os quais foram quantidades de cobertura vegetal sobre o solo, T₁ (0 Mg ha⁻¹ de matéria seca); T₂ (3,09 Mg ha⁻¹ de matéria seca); T₃ (5,03 Mg ha⁻¹ de matéria seca); T₄ (7,17 Mg ha⁻¹ de matéria seca) e T₅ (9,20 Mg ha⁻¹ de matéria seca) (Tabela 7) (Figura 5 A e B).

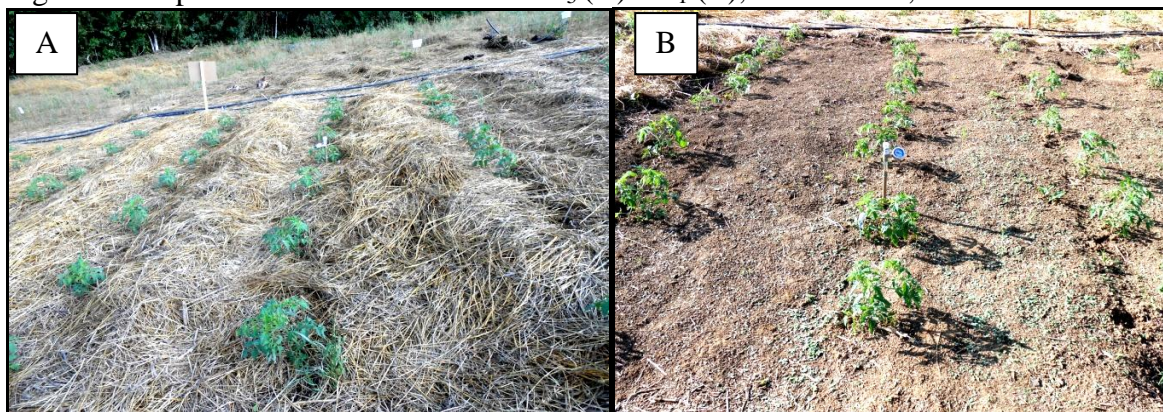
Tabela 7 - Conteúdo de matéria seca das plantas de cobertura (milho + aveia preta) final de acordo com diferentes tratamentos, Reserva-PR, 2013

Tratamento	Tamanho da Amostra (m ²)	Peso da Amostra Úmida (kg)	Massa Seca 65 °C (%)	Massa Seca (kg ha ⁻¹)
T1	0	0	0	0
T2	5	6,19	25,00	3.095,00
T3	5	11,23	22,40	5.031,04
T4	5	13,70	26,20	7.178,80
T5	5	21,72	21,20	9.209,28

Fonte: Laboratório de Tecido Vegetal (IAPAR)

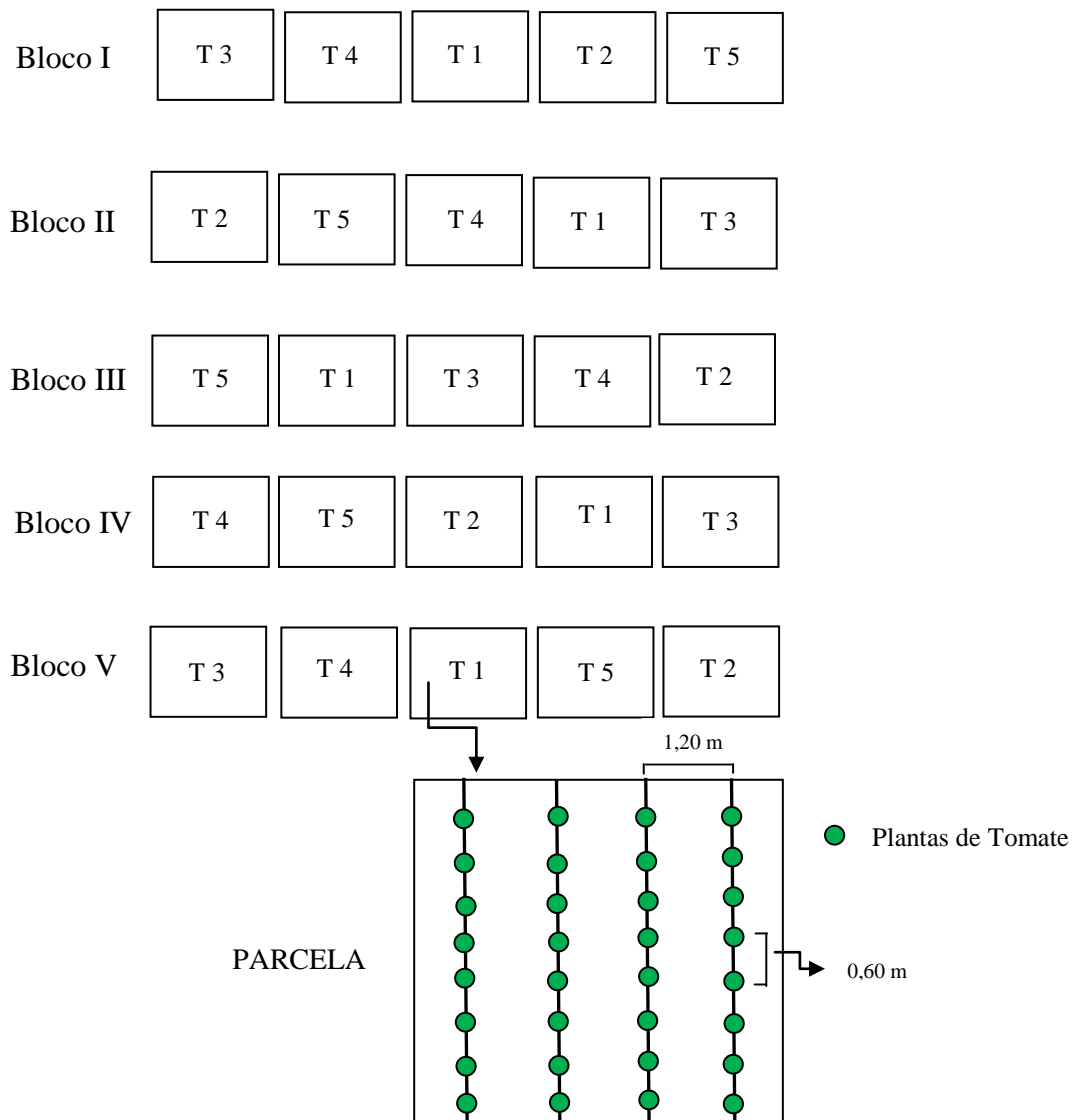
O delineamento experimental foi de blocos casualizados (DBC), com cinco repetições. Os tratamentos foram sorteados dentro de cada Bloco (Figura 9). Cada parcela era composta de quatro linhas de plantio com espaçamento de 1,20 m entre linhas e 5 m de comprimento, totalizando 24 m² por parcela e 33 plantas.

Figura 5 - Aspecto visual dos tratamentos T₅ (A) e T₁ (B), Reserva-PR, 2013



Fonte: O autor

Figura 6 - Croqui da unidade experimental, Reserva-PR, 2013



Fonte: O autor

4.2. DETERMINAÇÃO DA CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO

Para determinação da curva de retenção de água do solo foram coletadas amostras indeformadas de solo em oito pontos amostrais da área utilizada para experimento, escolhidos aleatoriamente. Foram individualizadas amostras representativas para as profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm e 40-50 cm. Foi utilizado para a coleta um cilindro metálico de 5,1 cm de altura e 100 cm³. Como o cilindro possui 5 cm de altura útil e as profundidades escolhidas possuem 10 cm, foi coletada a amostra indeformada no meio de cada camada escolhida (SILVA & AZEVEDO, 2002).

Após o preparo final das amostras as mesmas foram submetidas a câmara de pressão de Richards. Os pontos de tensão aplicados foram de: 0, 1, 6 (capacidade de campo), 10, 30, 100, 300 e 1.500 (ponto de murcha permanente) kPa. A cada tensão aplicada, retirava-se a amostra da câmara após cessar a drenagem do excedente de água (equilíbrio entre a tensão aplicada e a umidade relacionada). Determinava-se a massa das amostras, voltando-as para a câmara de pressão, ajustando-se o ponto de tensão seguinte. Ao final do experimento (todas as tensões aplicadas), têm-se os conteúdos de água correspondentes aos potencial mátricos aplicados (EMBRAPA, 1984).

A partir dos dados experimentais, foi ajustado o modelo de van Genuchten (1980) utilizando o software “Soil Water Retention Curve”, versão Beta 3.0 – SWRC (Dourado Neto et al., 2000). (Equação 4).

$$\theta_a = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + (\alpha \times \psi_m)^n]^m} \quad (4)$$

onde:

θ_a = umidade atual do solo (cm³ cm⁻³);

θ_r = umidade residual do solo (cm³ cm⁻³);

θ_s = umidade de saturação do solo (cm³ cm⁻³);

ψ_m = Tensão de água no solo em (kPa);

α = constante com dimensão igual ao inverso da tensão (kPa⁻¹);

n e m são constantes adimensionais de ajuste da equação;

A aplicação da equação 4 gerou os parâmetros de ajuste para as diferentes profundidades conforme (Tabela 8).

Tabela 8 - Parâmetros de ajuste do modelo de van Genuchten (1980) conforme diferentes profundidades do solo, Reserva-PR, 2013

Profundidade (cm)	α^1	n^2	m^2	θ_r^3	θ_s^4
0 - 10	0,3026	1,0136	0,5759	0,285	0,523
10 - 20	0,2140	1,3180	0,6455	0,312	0,501
20 - 30	0,0192	0,5422	1,4538	0,348	0,499
30 - 40	0,2692	0,9753	0,3936	0,365	0,492
40 - 50	0,0003	0,5186	4,8885	0,395	0,475

Fonte: O autor

¹ constante com dimensao igual ao inverso da tensão

² constantes adimensionais de ajuste da equação

³ umidade residual do solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)

⁴ umidade de saturação do solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)

A partir do ajuste de Genuchten (1980), foram gerados os dados de potencial matricial da água e umidade relacionada (tabela 9).

Tabela 9 - Valores de potencial matricial de água no solo e umidade relacionada ajustadas pelo modelo Genuchten (1980), Reserva-PR, 2013

Profundidade (cm)									
0 - 10		10 - 20		20 - 30		30 - 40		40 - 50	
PM (kpa)	UV ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	PM (kPa)	UV ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	PM (kPa)	UV ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	PM (kPa)	UV ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	PM (kPa)	UV ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)
0	0.5230	0	0.5010	0	0.4990	0	0.49200	0	0.4750
1	0.4898	1	0.4823	1	0.4765	1	0.48031	1	0.4694
6	0.4157	6	0.4216	6	0.4500	6	0.45224	6	0.4618
10	0.3910	10	0.3983	10	0.4398	10	0.44148	10	0.4583
30	0.3469	30	0.3571	30	0.4154	30	0.41928	30	0.4482
100	0.3169	100	0.3318	100	0.3897	100	0.40032	100	0.4334
300	0.3020	300	0.3210	300	0.3716	300	0.38841	300	0.4183
1500	0.2917	1500	0.3148	1500	0.3566	1500	0.37767	1500	0.4017

Fonte: O autor

PM. Potencial Matricial de Água No Solo

UV. Umidade Volumétrica

4.3. DETERMINAÇÃO DA TENSÃO MATRICIAL DE ÁGUA NO SOLO

As tensões de água no solo foram monitoradas através da instalação de tensiômetro analógico, modelo Watermeter WS76-30 da marca Soilsonrol, em cada parcela. Antes da instalação, os tensiômetros foram devidamente preparados (EMBRAPA, 2008), após o preparo os tensiômetros foram instalados a 15 cm da planta de tomate e a 50% da profundidade efetiva do sistema radicular conforme estágio da cultura. No estágio vegetativo (considerado do 8° ao 32° DAT) o tensiômetro foi posicionado a 10 cm de profundidade, no estágio de frutificação (do 33° ao 87° DAT) a 15 cm e no estágio de maturação (do 88° a 110° DAT) a 25 cm (MAROUELLI et al., 1996) (Figura 7).

Figura 7 - Local de instalação dos tensiômetros no estágio vegetativo no tratamento T₅ (A) e T₁ (B), Reserva-PR, 2013



Fonte: O autor

A leitura dos tensiômetros foi realizada três vezes ao dia, as 7:00 h, as 12:30 h e as 16:00 h. os valores foram todos registrados, porém para decisão quanto à aplicação de lâmina de irrigação era utilizado o maior valor encontrado nas cinco repetições (blocos) de cada tratamento.

4.4. IMPLANTAÇÃO E MANEJO DA CULTURA DO TOMATE

O transplante das mudas foi realizado manualmente no dia 05/07/2013, utilizando-se o híbrido de tomate PARON®(Syngenta), grupo salada longa vida, frutos redondos, achatados, multilocular, de hábito de crescimento indeterminado. As mudas foram transplantadas quando apresentavam 02 folhas definitivas em sulcos, com 5 cm de largura e 8 cm de profundidade com solo previamente irrigado.

A adubação de base foi realizada com 1.950 kg ha⁻¹ de superfosfato simples granulado, 75 kg ha⁻¹ de nitrocálcio, 70 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, 20 kg ha⁻¹ de sulfato de zinco e 2 kg ha⁻¹ de bórax. As adubações foram realizadas em cobertura a 15 cm das plantas de tomate.

A adubação de cobertura foi distribuída na unidade experimental com base no estágio de desenvolvimento da cultura (Alvarenga, 2004) (Tabela 10).

Tabela 10 - Adubação de cobertura realizada na condução da cultura do tomate, Reserva-PR, 2013

Época	Fórmula	Total	Total	Total
		(N)	(P ₂ O ₅)	(K ₂ O)
-----Kg ha ⁻¹ -----				
15 DAT	08-28-16	18	63	36
30 DAT	20-00-20	45	-	45
45 DAT	20-00-20	60	-	60
60 DAT	20-00-20	60	-	60
75 DAT	15-00-30	45	-	90
90 DAT	15-00-30	56	-	112
100 DAT	15-00-30	56	-	112

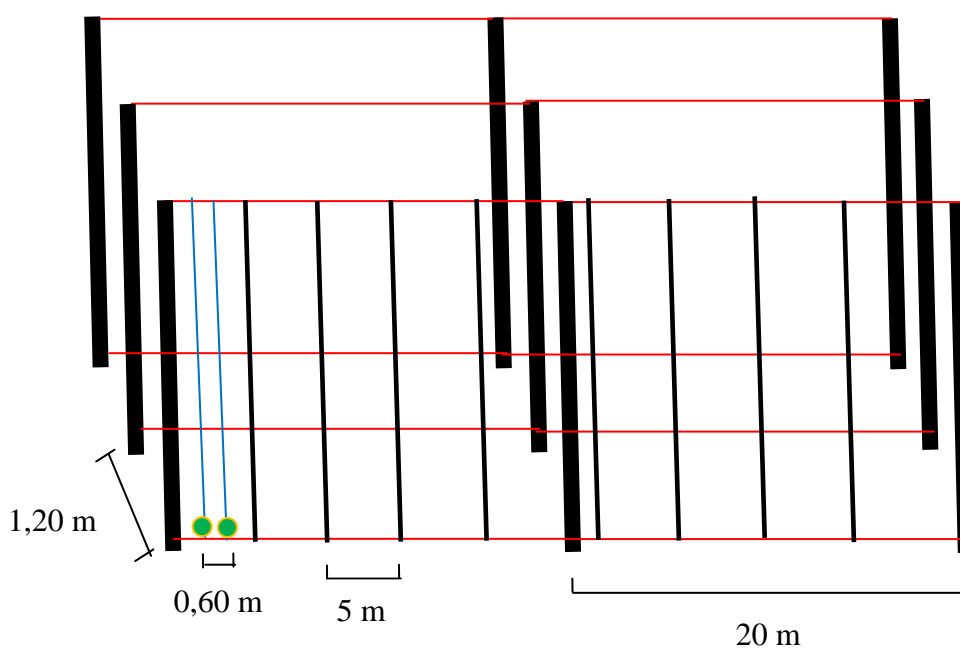
Fonte: Alvarenga (2004)

O controle de plantas espontâneas, em todas as parcelas, foi realizado de forma manual, sendo que, nas áreas com palhada a incidência dessas foi praticamente inexistente. O referido controle foi realizado no 15° DAT, 30° DAT, 45° DAT e 60° DAT, antes das adubações de cobertura. Após este período ocorreu o sombreamento da área pelo aumento da área foliar e não foi mais necessário o controle de invasoras.

O tutoramento do tomate foi realizado no 25° DAT através da colocação de mourões de eucalipto com 0,30 m de diâmetro e 2,50 m de altura, na parte superior do mourão foi fixado arame liso. A distância do arame ao solo foi 2,00 m, no interior da linha de plantio foi fixado estacas de eucalipto com 2,00 m de altura e 0,10 m de diâmetro, distanciadas 5 metros entre elas. A finalidade das estacas foi de evitar o rompimento do arame pelo peso das plantas de tomate.

Quando as plantas atingiram 0,30 m de altura foi fixada fita plástica (fitilho) no arame fazendo um laço espaçado na base da planta e enrolando a planta ao redor do mesmo. A outra extremidade do fitilho foi fixada no arame superior com outro laço, deixando espaço livre de aproximadamente 20 cm. Com o crescimento da planta, o fitilho era enrolado em torno do seu caule permitindo sua sustentação (Figura 8).

Figura 8 - Croqui do tutoramento utilizado na cultura do tomate, Reserva-PR, 2013



Legenda

- Palanque de Eucalipto 0,30 "Ø"
- Estaca de Eucalipto 0,10 "Ø"
- Arame Liso nr. 12
- Fita Plástica (Fitilho)
- Planta de Tomate

Fonte: O autor

A cultura foi conduzida com uma única haste sendo realizadas desbrotas frequentes sempre que os brotos laterais, que surgem nas axilas de cada folha, atingissem de 2 a 5 cm (EMBRAPA, 1993). O objetivo foi de reduzir o número de ramos na planta e conseqüentemente a competitividade por assimilados, além de facilitar a aeração e o controle fitossanitário (ALVARENGA, 2004).

Para o controle de pragas utilizou-se metodologia de Manejo Integrado de Pragas (MIP) (ZANDER et al 2001 e RODRIGUES et al, 2001) (Tabela 11).

Tabela 11 - Metodologia de monitoramento integrado de pragas (MIP), Reserva-PR, 2013

PRAGA	METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM	NÍVEL DE CONTROLE
Trípes (<i>Frankliniella schultzei</i>)	Batedura de Ponteiro	Média de 01 vetor por ponteiro
Pulgões (<i>Myzus persicae</i>)	Batedura de Ponteiro	Média de 01 vetor por ponteiro
Mosca Branca (<i>Bemisia tabaci</i> e <i>Bemisia argentifolii</i>)	Batedura de Ponteiro	Média de 01 vetor por ponteiro
Traça do Tomateiro (<i>Tuta absoluta</i>).	Batedura de Ponteiro, Procura de larvas vivas no terço médio da planta e em frutos com tamanho até 2 cm de diâmetro	25 % dos ponteiros e folhas com presença de larvas vivas e 5% das plantas com larvas vivas/ovos nos frutos
Broca Pequena (<i>Neoleucinotes elegantalis</i>) e Broca Grande (<i>Helicoverpa zea</i>)	Procurar Ovos em Frutos até 2 cm de diâmetro	5 % de plantas com presença de ovos nos frutos
Larva Minadora (<i>Lyriomisa</i> spp.)	Procurar minas com a presença de larvas vivas nas folhas do terço médio das plantas	25 % de plantas com presença de larvas vivas
Ácaros (<i>Tetranychus urticae</i> e <i>Aculops lycopersici</i>)	Presença de Ácaros nas folhas do terço médio das folhas	10 % de Plantas com presença de Ácaros
Vaquinha (<i>Diabrotica speciosa</i>)	Presença de desfolha do terço médio das folhas	15 % de desfolha na fase vegetativa e 5 % na fase de florescimento.

Fonte: (ZANDER et al 2001 e RODRIGUES et al, 2001)

O controle químico foi efetuado sempre que, após amostragem, se atingisse o nível de controle. A cultura foi implantada em um período de temperaturas amenas, o que contribuiu para uma menor incidência de pragas (Tabela 12).

Tabela 12 - Data de manejo químico, inseticidas e doses utilizadas na condução da cultura do tomate, Reserva-PR, 2013

Data	DAT ¹	Produto (MC/PA) ²	Dosagem
14/07/2013	(10° DAT)	Engeo Pleno (<i>Tiametoxan</i>)	50 ml/100 L d'água
25/07/2013	(21° DAT)	Mospilan (<i>Acetamiprido</i>)	25 g/100 L d'água
08/08/2013	(32° DAT)	Engeo Pleno (<i>Tiametoxan</i>)	50 ml/100 L d'água
14/08/2013	(41° DAT)	Premio (<i>Rinaxypyr</i>)	65 ml/100 L d'água
30/08/2013	(57° DAT)	Premio (<i>Rinaxypyr</i>)	65 ml/100 L d'água
15/09/2013	(73° DAT)	Cartap (<i>Thiobela</i>)	250 g/100 L d'água
03/10/2013	(91° DAT)	Premio (<i>Rinaxypyr</i>)	65 ml/100 L d'água

Fonte: O autor

1 DAT – Dias após o transplante

2 Marca comercial e princípio ativo

O controle de doenças foi realizado de maneira preventiva, em especial, a da Requeima (*Phytophthora infestans*) que é a principal doença fúngica da cultura do tomate em regiões com temperaturas amenas e chuvas frequentes (ZAMBOLIN et al., 2000). As aplicações foram realizadas a cada sete dias de forma preventiva em período sem precipitações, com ocorrência desta foram aplicados fungicidas após o secamento foliar. (tabela 13).

Tabela 13 - Data de manejo químico, fungicidas e doses utilizadas na condução da cultura do tomate, Reserva-PR, 2013

Data	DAT ¹	Produto (MC/PA) ²	Dosagem
10/07/2013	(6° DAT)	Amistar 500 WG (<i>Azoxistrobina</i>)	8 g/100 L d'água
16/07/2013	(12° DAT)	Bravonil 500 (<i>Clorotalonil</i>)	400 mL/100 L d'água
24/07/2013	(20° DAT)	Folio Gold (<i>Metalaxyl + Clorotalonil</i>)	200 g/100 L d'água
30/07/2013	(26° DAT)	Cabrio top (<i>metiram + pyraclostrobin</i>)	400 g/100 L d'água
06/08/2013	(33° DAT)	Amistar 500 WG (<i>Azoxistrobina</i>)	8 g/100 L d'água
12/08/2013	(39° DAT)	Bravonil 500 (<i>Clorotalonil</i>)	400 mL/100 L d'água
15/08/2013	(42° DAT)	Censor (<i>Fenamidona</i>)	30 mL/100 L d'água
20/08/2013	(47° DAT)	Cabrio top (<i>metiram + pyraclostrobin</i>)	400 g/100 L d'água
28/08/2013	(55° DAT)	Folio Gold (<i>Metalaxyl + Clorotalonil</i>)	200 g/100 L d'água
04/09/2013	(62° DAT)	Censor (<i>Fenamidona</i>)	30 mL/100 L d'água
11/09/2013	(69° DAT)	Amistar 500 WG (<i>Azoxistrobina</i>)	8 g/100 L d'água
18/09/2013	(76° DAT)	Frownicide 500 SC (<i>Fluazinam</i>)	100 mL/100 L d'água
25/09/2013	(83° DAT)	Bravonil 500 (<i>Clorotalonil</i>)	400 mL/100 L d'água
30/09/2013	(88° DAT)	Folio Gold (<i>Metalaxyl + Clorotalonil</i>)	200 g/100 L d'água
05/10/2013	(93° DAT)	Frownicide 500 SC (<i>Fluazinam</i>)	100 mL/100 L d'água
11/10/2013	(99° DAT)	Amistar 500 WG (<i>Azoxistrobina</i>)	8 g/100 L d'água
18/10/2013	(106° DAT)	Folio Gold (<i>Metalaxyl + Clorotalonil</i>)	200 g/100 L d'água

Fonte: O autor

1 DAT – Dias após o transplante

2 Marca comercial e princípio ativo

A cultura foi conduzida até a oitava (8º) inflorescência, cerca de 1,80 m de altura. Após este foi realizado o corte da gema apical, manejo este realizado visando direcionar fotoassimilados a um número menor de frutos para que estes apresentem, no momento da colheita, tamanho e qualidade superior.

4.5. DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA DO SOLO

A temperatura do solo foi monitorada através da instalação de geotermômetro digital Marca *SOILCONTROL* modelo TE-400 por parcela. Os geotermômetros foram instalados a 15 cm da planta de tomate e a 5 cm de profundidade (Figura 12). A leitura dos geotermômetros foram realizadas diariamente às 8:00 h, às 12:30 h e às 16:00 h sendo registrado o maior e o menor valor de temperatura.

Figura 9 - Local de instalação do geotermômetro na parcela T₄ (7,17 Mg ha⁻¹ de matéria seca) no estágio vegetativo da cultura do tomate, Reserva-PR, 2013



Fonte: O autor

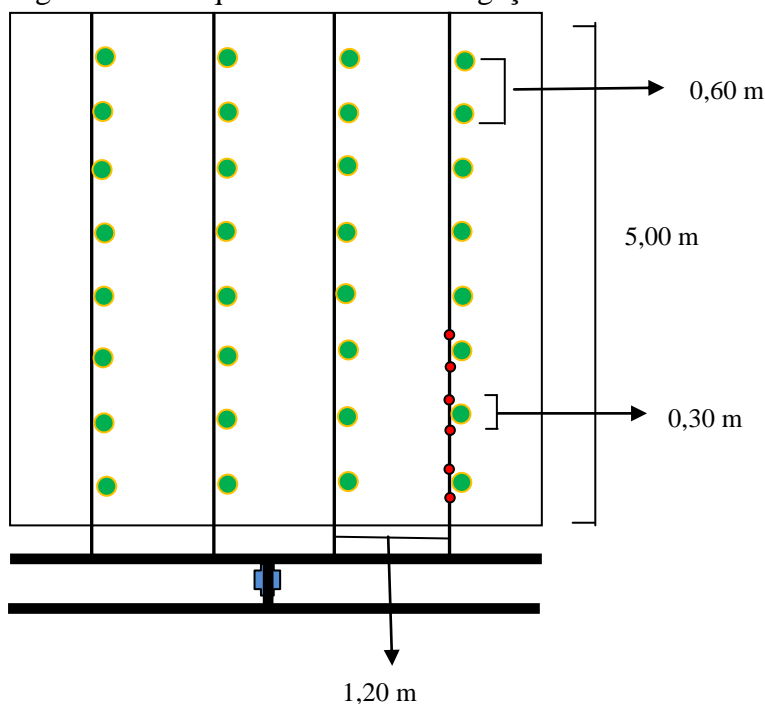
4.6. DETERMINAÇÃO DA LÂMINA DE IRRIGAÇÃO APLICADA

Utilizou-se sistema de irrigação por gotejamento, sendo que, em cada parcela experimental (composta por 4 linhas de plantio) foram instalados 4 tubos gotejadores autocompensantes de polietileno, marca NAAN modelo PC-DN 16, espessura de 0,90 mm e espaçamento entre gotejadores de 0,30 m.






Os tubos gotejadores eram compostos por emissores de vazão média de $1,60 \text{ L ha}^{-1}$ para uma faixa de pressão entre 1 a 4 kgf cm^{-2} , obtida através de teste de campo, Os gotejadores foram instalados, de tal modo, que cada planta ficasse localizada entre dois gotejadores. As linhas laterais foram conectadas diretamente às linhas principais de PVC (DN 35) que tinham, no início, registros de comando manual, utilizando-se uma válvula para cada parcela.

As válvulas eram acionadas assim que o limite de tensão fosse atingido, de modo que cada parcela tinha o acionamento da irrigação independente das demais (Figura 10 e 11).

Figura 10 - Croqui do sistema de irrigação utilizado em cada parcela experimental



Legenda

-  Tubo de PVC
-  Registro
-  Tubo Gotejador
-  Planta de Tomate
-  Emissor de Vazão (gotejador)

Fonte: O autor

Figura 11 - Sistema de Irrigação na Parcela T₄, Reserva-PR, 2013



Fonte: O autor

A vazão média efetiva do sistema foi avaliada com teste de campo em tratamentos sorteados (2, 4 e 5) gotejadores (3, 8, 12 e 15) de cada tratamento, onde durante 5 min (com auxílio de um cronômetro) coletou-se em proveta de 250 ml a água e calculou-se a vazão média dos emissores. Esta vazão foi utilizada para o cálculo do tempo de funcionamento do sistema.

Foi realizado também o teste de eficiência de irrigação (E_a) com base na equação recomendada por Wu (1997) (Equação 5).

$$E_a = \frac{q_{\min}}{q_a} \quad (5)$$

E_a = eficiência de aplicação do sistema de irrigação;

q_{\min} = vazão mínima ($L h^{-1}$);

q_a = vazão média ($L h^{-1}$).

No estágio inicial (1^o a 7^o DAT) ocorreu a aplicação de lâmina diária de 20 mm em todos os tratamentos. A partir deste momento o acionamento do sistema de irrigação foi relacionado à tensão de água no solo.

No estágio vegetativo (8° a 32° DAT) foi utilizado tensão limite de 40 kPa, no estágio de frutificação (33° a 87° DAT) a tensão limite foi de 15 kPa e no estágio de maturação (88° a 110° DAT) foi de 25 kPa (MAROUELLI et al., 1991). A lâmina de irrigação foi calculada para elevar o conteúdo de água no solo à capacidade de campo (tensão de 6 kPa) (MACEDO, 1991), utilizando-se as curvas de retenção de água no solo (Equação 6).

$$L = (\theta_{cc} - \theta_i) \cdot Z \quad (6)$$

Onde:

L = lâmina de irrigação (mm);

θ_{cc} = umidade na capacidade de campo correspondente ao potencial de água no solo na capacidade de campo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$);

θ_i = umidade de irrigação correspondente ao potencial mínimo (máxima tensão) de água no solo preestabelecido para a cultura ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$);

Z = profundidade efetiva do sistema radicular (mm).

A partir da lâmina líquida de irrigação e do teste de eficiência de irrigação realizado a campo ($E_a = 0,87$). Os dados calculados são próximos aos descritos por (VIEIRA, 1986) que relata que o sistema de irrigação por gotejamento possui uma eficiência de 75 a 90% .

Foi calculada a lâmina bruta de irrigação para cada estágio de desenvolvimento utilizando a Equação 7 (tabela 14).

$$LB = L/E_a \quad (7)$$

Onde:

LB = lâmina bruta de irrigação (mm);

L = lâmina líquida de irrigação (mm);

E_a = eficiência de aplicação (decimal).

Tabela 14 - Lâmina bruta de irrigação (LB), profundidade efetiva de raízes (PER) e Potencial matricial de água no solo (Ψ_m) empregadas nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do tomate, Reserva-PR, 2013

Estádio	Ψ_m^1 (kPa)	DAT ²	LB ³ (mm)	PER ⁴ (cm)
Inicial	-	1 - 7	20	20
Vegetativo	40	8 - 32	17,23	20
Florescimento	15	33 - 87	11,74	30
Frutificação	25	88 - 110	22,19	50

Fonte: O autor

1Potencial matricial de água no solo

2 Dias após o transplante

3 Lâmina bruta de irrigação

4 Profundidade efetiva de raízes (ALVARENGA, 2004)

Após a definição da lâmina bruta de irrigação foi realizado a determinação do tempo de funcionamento do sistema de irrigação o qual, foi feito a partir da lâmina bruta média, dos valores de área ocupada por planta, número de emissores por planta e vazão média por emissor (Equação 8) (Tabela 15). A irrigação foi suspensa no 110° DAT em todas as parcelas do experimento.

$$T_f = \frac{LB \cdot A}{e \cdot qa} \quad (8)$$

onde

T_f = Tempo de funcionamento do sistema (h);

LB= Lâmina Bruta de Irrigação (mm);

A = Área ocupada pela planta (0,72 m²);

e = número de emissores por planta (2);

qa= Vazão média dos emissores (1,60 L h⁻¹).

Tabela 15 - Tempo de irrigação (T_f^2) e profundidade efetiva de raízes (PER) empregados nos diferentes estádios de desenvolvimento do tomate, Reserva-PR, 2013

Estádio	DAT ¹	T_f^2 (h)	PER ³ (cm)
Inicial	1 - 7	4,50	10
Vegetativo	8 - 32	3,80	20
Florescimento	33 - 87	2,64	30
Maturação	88 - 110	5,00	50

Fonte: O autor

1 Dias Após o Transplante

2 Tempo de Irrigação do Sistema

3 Profundidade efetiva de raízes (ALVARENGA, 2004).

4.7. COLHEITA E CLASSIFICAÇÃO DO TOMATE

Os frutos foram colhidos quando visualmente começavam a tornarem-se avermelhados. A colheita foi realizada manualmente em todas as plantas das parcelas de cada tratamento. A primeira colheita ocorreu em 07 de outubro de 2013 (95° DAT), seguida de mais cinco em 12/10, 17/10, 22/10, 28/10 e 30/10, totalizando seis colheitas durante o ciclo de condução do experimento. Os frutos foram colhidos separadamente por parcela, pesados e classificados. Avaliou-se a produtividade total (PT), produtividade de Frutos 3A (P3A), 2A (P2A), 1A (P1A). Os frutos foram classificados através do padrão adotado pelo CEASA-PR e por atacadistas do Paraná (RODRIGUES; ZAMBON; MURARO, 2011). O tamanho dos frutos corresponde á classificação: extra 3A (diâmetro maior que 7,5 cm), extra 2A (diâmetro entre 6,2 e 7,5 cm), extra 1A ou (diâmetro entre 4,8 e 6,2 cm). Foram ainda computados a produtividade dos frutos rachados (PFR) e com podridão apical (PA). Os dados de massa de tomate foram transformados em massa relativa (%) que é a proporção entre a massa das classes de tomate comercializáveis (1A, 2A e 3A) e a massa total produzida (Frutos comercializáveis e não comercializáveis)

Após a coleta dos dados de produtividade os mesmo foram comparados com a lâmina de irrigação utilizadas em cada tratamento para verificar a eficiência do uso da água, ou seja, a lâmina de irrigação utilizada por kg de produto colhido (kg mm^{-1}). Outra variável utilizada foi a produtividade relacionada com a quantidade de palha na superfície ($\text{Mg MS Mg tomate}^{-1}$).

4.8. ANALISE ESTATISTICA

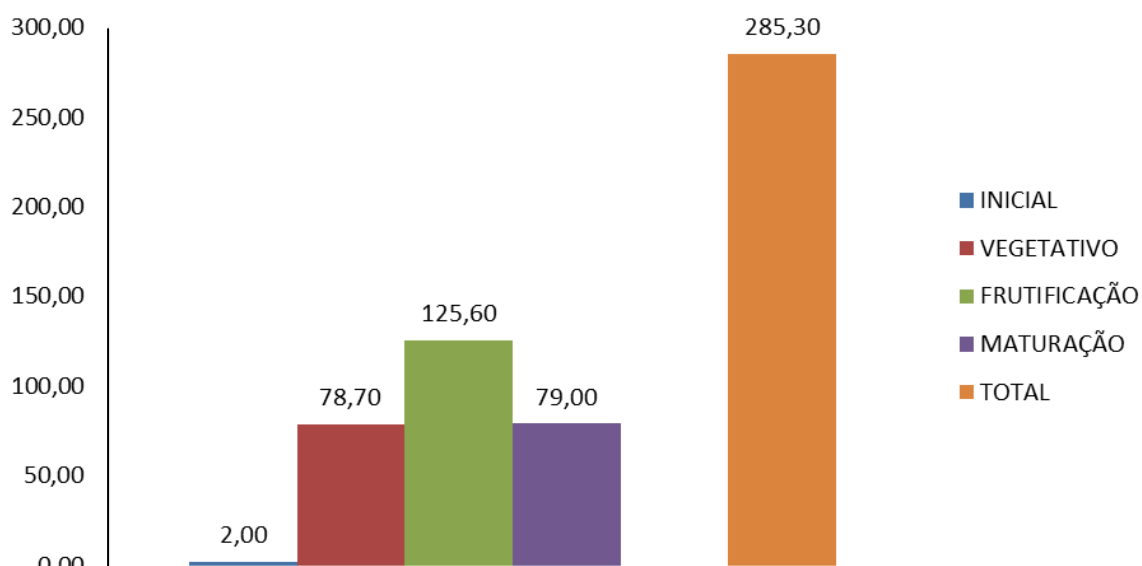
Realizou-se a análise de variância e sendo esta significativa ajustou-se curva de resposta por análise de regressão. O programa computacional utilizado foi o Sisvar® 5.1 (Marca Registrada Universidade Federal de Lavras - UFLA).

5.0 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. LÂMINA DE IRRIGAÇÃO APLICADA NA CULTURA

Durante o período experimental foi registrada uma precipitação total de 285,30 mm, aquém da necessidade hídrica do tomateiro que, de acordo com Guimarães et al. (2007), variam entre 400 a 600 mm. Além disso, as precipitações aconteceram de forma desuniforme em apenas 5 períodos, colaborando para a necessidade de irrigação, ao longo do ciclo da cultura (figura 12).

Figura 12 - Precipitação (mm) durante os estádios de desenvolvimento da cultura do tomate, Reserva-PR, 2013



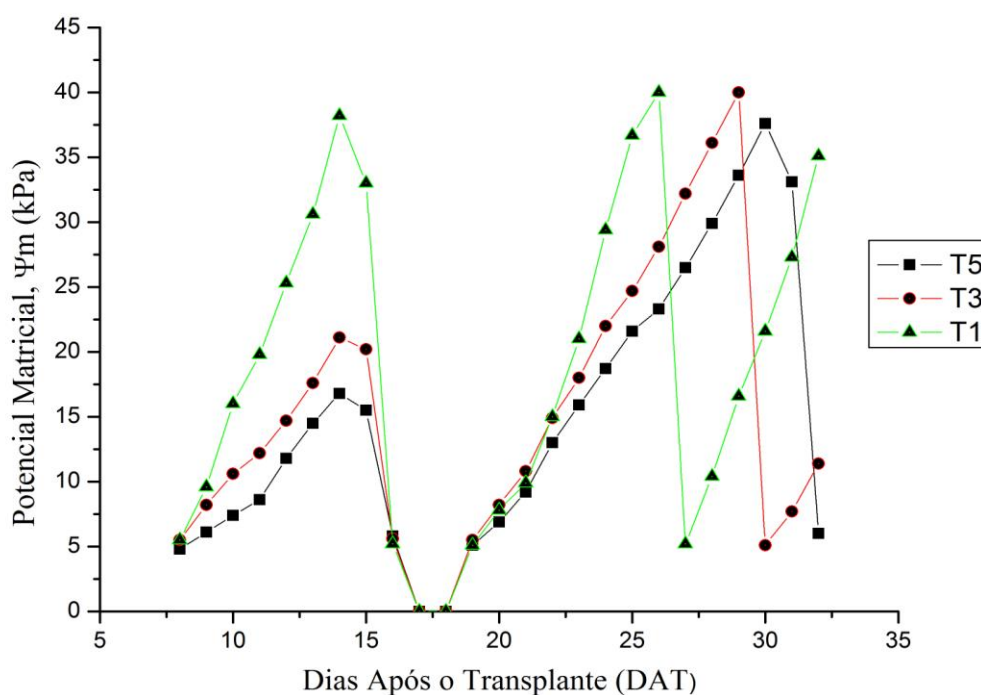
Fonte: (IAPAR, 2013)

O experimento foi implantado em 05/07/2013, no estágio vegetativo de desenvolvimento (8° ao 32° DAT) a média das temperaturas máximas do ar alcançaram 21,70 °C, a média das mínimas 7,66 °C e a média geral 13,34 °C, portanto, temperaturas amenas e abaixo do ideal para o desenvolvimento da cultura do tomate. O número de horas de insolação foi de 6,61 hs dia⁻¹ e a radiação solar média de 265,66 cal dia⁻¹ cm⁻². Apesar da demanda evaporativa da atmosfera não ser elevada, se comparada com o período de verão, os resultados do potencial matricial de água no solo (ψ_m) apresentaram variação de acordo com os tratamentos T₁, T₂, T₃, T₄ e T₅. A demanda evaporativa do ar é determinada pela radiação solar, velocidade do vento, umidade e temperatura do ar.

A radiação solar é o elemento mais importante, pois a evapotranspiração depende, fundamentalmente, da energia disponível para a mudança do estado físico da água (LIBARDI et al., 1995).

A temperatura do ar também se correlaciona positivamente com a evapotranspiração. Um aumento na temperatura do ar influi positivamente na densidade do fluxo de evaporação pois torna maior a quantidade de vapor d'água que pode estar presente no mesmo volume de ar, ao ser atingida a saturação (VIANELLO e ALVES, 1991). No início de desenvolvimento da cultura a área foliar é pequena e a evapotranspiração ocorre predominantemente na forma de evaporação. (BERGAMASCHI et al., 2004; DALMAGO et al., 2009), portanto, o grau de cobertura do solo por resíduos vegetais influenciou na evaporação da água e afetou o potencial matricial (ψ_m) do mesmo (figura 13).

Figura 13 - Potencial matricial de água no solo dos tratamentos T1, T3 e T5 no estágio vegetativo da cultura do tomate (8° a 32° DAT), Reserva-PR, 2013



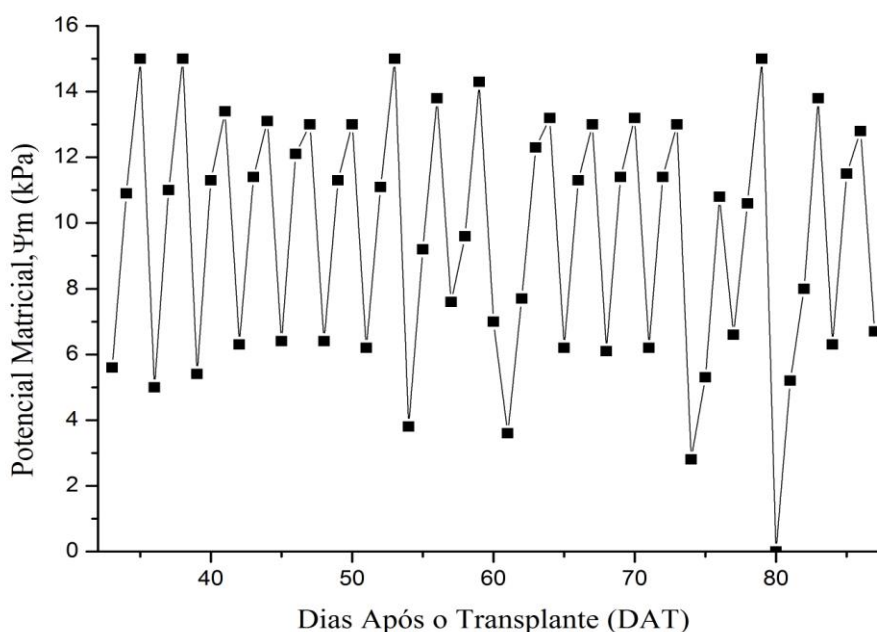
Fonte: O autor

Segundo Marouelli et al., (2009) durante o estágio vegetativo de desenvolvimento da cultura do tomate as tensões de água no solo devem ficar entre 15 a 70 kPa, optou-se neste experimento para uma tensão limite de 40 Kpa durante este estágio.

O tratamento T₁ chegou ao nível crítico do potencial matricial de água no solo (ψ_m) em média a cada 7 dias, o tratamento T₃ a cada 10 dias e o tratamento T₅ a cada 15 dias. Os dados indicam que, mesmo em um período de demanda evaporativa da atmosfera não elevada, a presença de 9,20 Mg ha⁻¹ de palha cobrindo o solo proporcionou a manutenção do potencial matricial de água no solo (ψ_m) abaixo do nível crítico (40 Kpa) por um período superior ao tratamento sem palha, conseqüentemente a frequência de irrigação foi diminuindo com o incremento de palhada na superfície do solo. Os dados do experimento estão de acordo com os estudos de Dalmago et al. (2010) que mostraram que evaporação inicial de água no solo foi mais elevada em preparo convencional (sem palha) devido a maior exposição da mesma a demanda evaporativa da atmosfera.

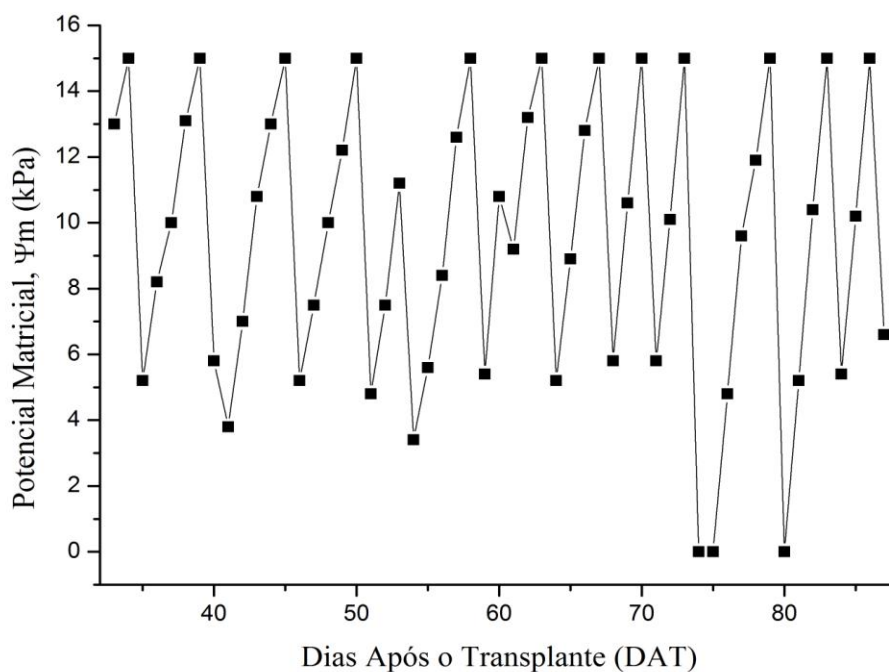
No estágio de frutificação (33° ao 87° DAT) a média das temperaturas máximas do ar alcançaram 24,47 °C, a média das mínimas 9,34 °C e a média geral 15,87 °C, a média do número de horas de sol foi de 6,68 hs e a radiação solar média de 311,40 Cal/dia/cm², portanto a demanda evaporativa da atmosfera foi mais elevada do que no estágio anterior. Neste estágio, o potencial matricial de água no solo ficou em torno de 15 Kpa (MAROUELLI et al., 2009). Como no estágio de desenvolvimento vegetativo, os diferentes tratamentos tiveram comportamentos distintos (figura 14,15 e 16).

Figura 14 - Potencial matricial de água no solo tratamento T₁ no estágio de frutificação da cultura do tomate (33° ao 87° DAT), Reserva-PR, 2013



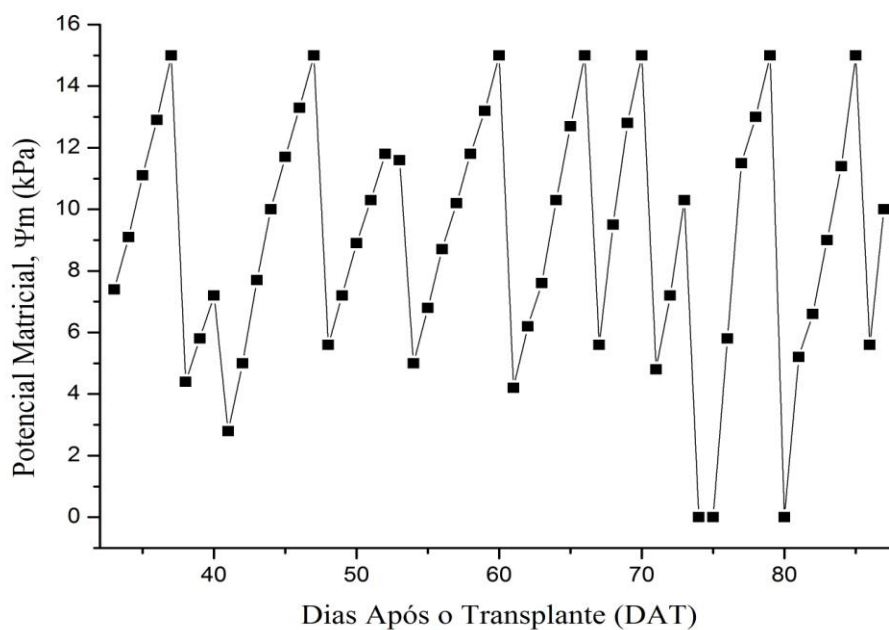
Fonte: O autor

Figura 15 - Potencial matricial de água no solo tratamento T3 no estágio de frutificação da cultura do tomate (33° ao 87° DAT), Reserva-PR, 2013



Fonte: O autor

Figura 16 - Potencial matricial de água no solo tratamento T5 no estágio de frutificação da cultura do tomate (33° ao 87° DAT), Reserva-PR, 2013

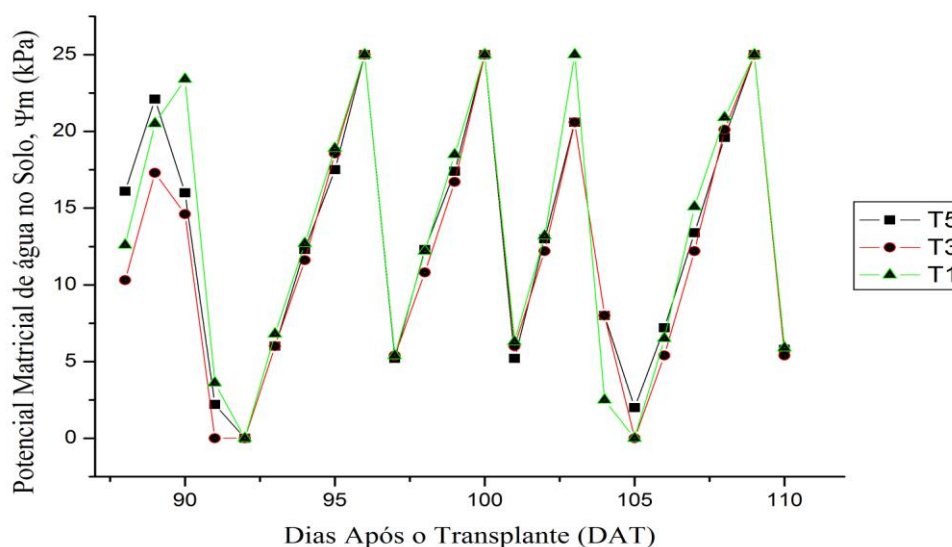


Fonte: O autor

Apesar do aumento da área foliar, a evaporação de água no solo tem grande contribuição para a evapotranspiração da cultura no estágio de frutificação. O tratamento T₁ chegou no nível crítico de tensão de água no solo (15 kPa), em média, a cada 3 dias, no tratamento T₃ a cada 5 dias, e no tratamento T₅ a cada 7 dias. Portanto, como aconteceu no estágio vegetativo, a presença de palha na superfície contribuiu para amenizar a demanda evaporativa de água da atmosfera, contribuindo com isso para diminuir a frequência da irrigação.

No estágio de maturação dos frutos (88° ao 110° DAT) a média das temperaturas máximas do ar alcançaram 26,02 °C e a média das mínimas 15,34 °C e a média geral 18,37 °C, a média do número de horas de sol foi de 7,98 hs e a radiação solar média de 365,23 cal dia⁻¹ cm⁻², demanda evaporativa da atmosfera maior que os outros estágios. Nesta fase ocorre um incremento da área foliar e a transpiração das folhas é o componente mais importante na evapotranspiração do tomateiro (MAROUELLI et al, 2006). Neste estágio o potencial matricial de água no solo (ψ_m) crítico deve ficar entre 25 e 30 kPa (MAROUELLI et al, 2006). Adotou-se para o estudo o potencial crítico de 25 kPa para acionamento do sistema de irrigação. Neste estágio o comportamento dos tratamentos foi muito semelhante, sendo que, na fase inicial do estágio de maturação (88° ao 92° DAT) o tratamento T₁ chegou ao ponto crítico de potencial matricial de água no solo (25 kPa) no segundo dia, enquanto os outros tratamentos a partir do terceiro dia. A partir do 91° DAT todos os tratamentos tiveram comportamento semelhante, chegando ao ponto crítico (25 kPa) a partir do 3° dia. Estes dados estão de acordo com os encontrados por (MAROUELLI et al, 2006) .(figura 17)

Figura 17 - Potencial matricial de água no solo dos tratamentos T1, T3 e T5 no estágio de maturação da cultura do tomate (88° a 110° DAT), Reserva-PR, 2013



Fonte: O autor

No estágio inicial do experimento a cultura do tomate recebeu uma lâmina uniforme de 20 mm diariamente, optou-se por este procedimento para manter o potencial matricial de água no solo próximo a capacidade de campo, visando um bom enraizamento das mudas recém-transplantadas.

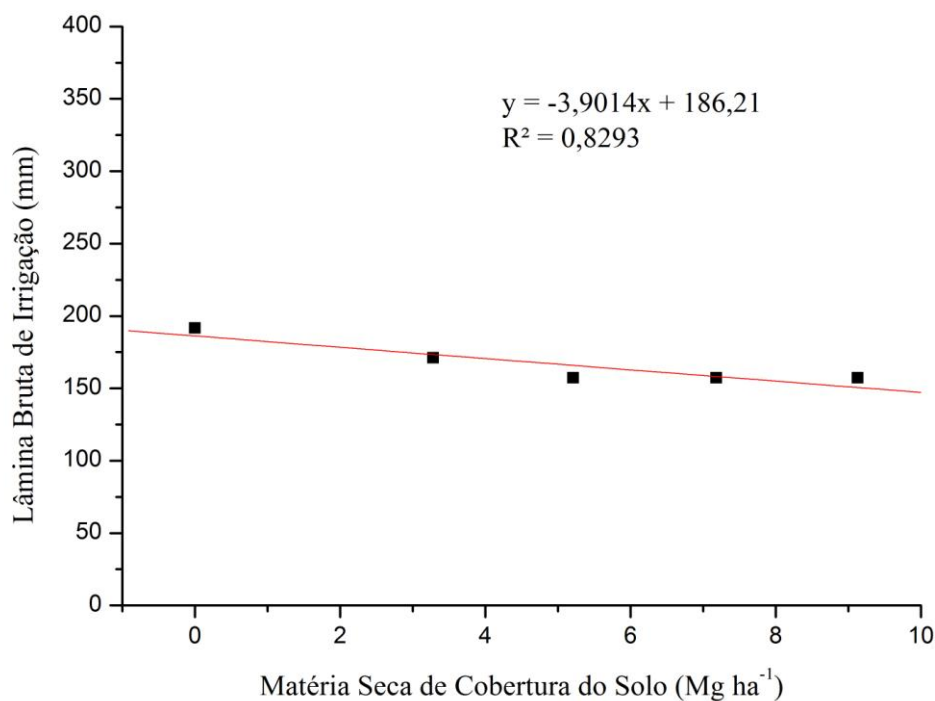
A partir do estágio vegetativo de desenvolvimento, a irrigação foi acionada em cada parcela assim que o potencial matricial de água no solo atingisse 40 kPa. Neste estágio ocorreu uma precipitação na unidade experimental de 78,70 mm no período de 19/07/2013 à 23/07/2013 (15° a 19° DAT) (Figura 12).

Os resultados da análise de variância (Apêndice 1) constataram que a lâmina bruta de irrigação foi influenciada pelo conteúdo de matéria seca em superfície ao nível de 1% de probabilidade. Não houve efeito significativo para os blocos.

A aplicação do teste F demonstra a significância da regressão linear ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$) entre o incremento de matéria seca ao solo e a lâmina bruta de irrigação utilizada no estágio vegetativo da cultura. O coeficiente de determinação (R^2) foi de 0.82.

A equação indica que para cada Mg de matéria seca de cobertura do solo aplicada acarreta uma redução de 03.90 mm na lâmina bruta de irrigação utilizada (figura 18).

Figura 18 - Relação entre a matéria seca de cobertura do solo e a lâmina bruta de irrigação utilizada no estágio vegetativo da cultura do tomate, Reserva-PR, 2013



Fonte: O autor

O tratamento T₁ apresentou consumo de água de irrigação, em média, 18% superior aos tratamentos T₃, T₄ e T₅ e 10,80 % superior ao tratamento T₂ o que sugere uma redução da transpiração da água do solo devido ao efeito da cobertura do solo com diferentes quantidades de matéria seca.

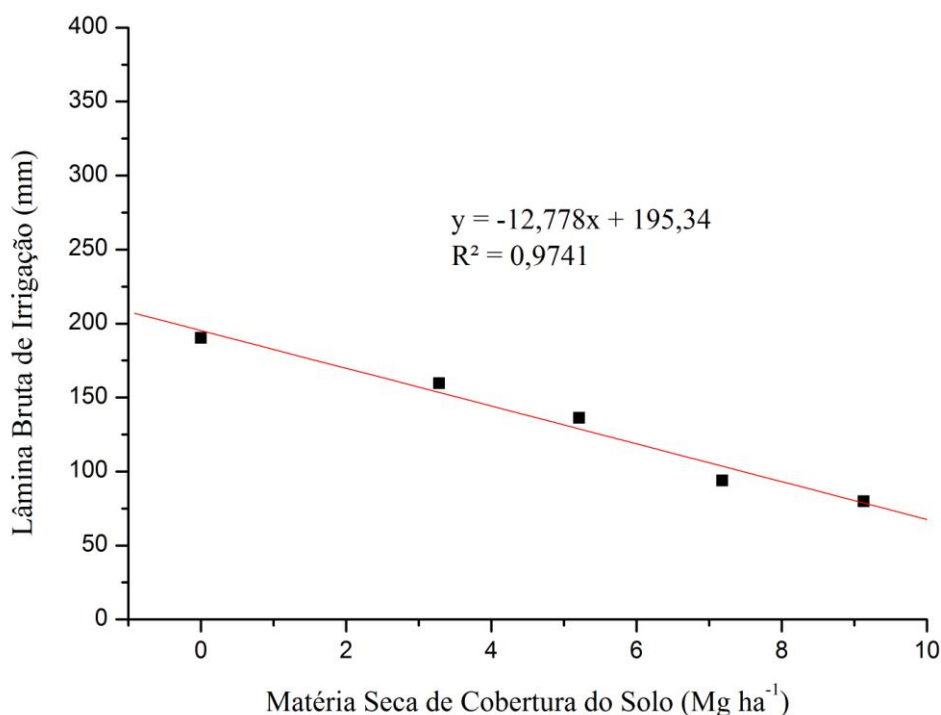
Durante o estágio de frutificação (33° a 87° DAT) o sistema de irrigação foi acionado sempre que o potencial matricial de água no solo atingisse 15 kPa. Neste período a precipitação total foi de 125,60 mm (figura 15) e ocorreu nos dias 14/08/2013, 26/08/2013, 27/08/2013, 03/09/2013, 16/09/2013, 17/09/2013, 22/09/2013 e 24/09/2013 (41°, 53°, 54°, 61°, 74°, 75°, 80° e 82° DAT). Diferente do estágio anterior, as precipitações foram mais uniformemente distribuídas, o que, contribuiu para a redução da irrigação em todos os tratamentos. Assim mesmo, a precipitação foi inferior a demanda hídrica da cultura neste período que é de 200 á 240 mm (ALVARENGA, 2004).

Os resultados da análise de variância (Apêndice 2) constatou que a lâmina bruta de irrigação foi influenciada pelo conteúdo de matéria seca em superfície ao nível de 1% de probabilidade. Não houve efeito significativo para os blocos.

A aplicação do teste F demonstra a significância da regressão linear ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$) entre o incremento de matéria seca ao solo e a lâmina bruta de irrigação utilizada no estágio de frutificação. Para cada Mg de matéria seca de cobertura do solo aplicada acarretou uma redução de 12,77 mm na lâmina bruta de irrigação utilizada (figura 19).

O tratamento T₅ apresentou, em média, o menor consumo de água de irrigação, sendo 116 % inferior ao tratamento T₁, 100 % inferior ao T₂, 58 % inferior ao T₃ e 15 % inferior ao T₄.

Figura 19 - Relação entre a matéria seca de cobertura do solo e a lâmina bruta de irrigação utilizada no estágio de frutificação da cultura do tomate, Reserva-PR, 2013



Fonte: O autor

No estágio de maturação (88° a 110° DAT) o sistema de irrigação foi acionado sempre que potencial de água nos solo atingisse 25 kPa em todas as parcelas. Neste período, a unidade experimental recebeu uma precipitação de 79 mm nos dias 02/10/2013, 03/10/2013, 04/10/2013, 16/10/2013, 17/10/2013 e 22/10/2013 (90°, 91°, 92°, 104°, 105° e

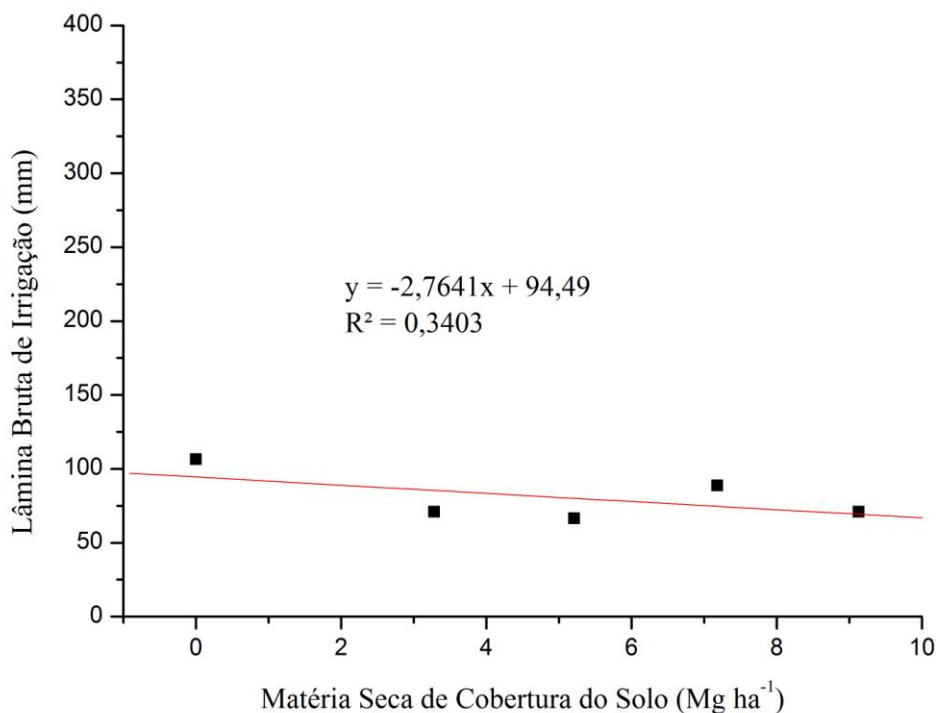
110° DAT). As precipitações foram uniformemente distribuídas, entretanto inferiores a demanda hídrica da cultura neste período que é de 180 a 200 mm (ALVARENGA, 2004).

Os resultados da análise de variância (Apêndice 3) constatou que a lâmina bruta de irrigação foi influenciada pelo conteúdo de matéria seca em superfície ao nível de 1% de probabilidade. Não houve efeito significativo para os blocos.

A aplicação do teste F demonstra a significância da regressão linear ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$) entre o incremento de matéria seca ao solo e a lâmina bruta de irrigação utilizada no estágio de maturação, entretanto o coeficiente de determinação (R^2) de 0.34 é muito baixo. O que mostra que o incremento de matéria seca no solo não explica em 66% a variação da lâmina bruta de irrigação utilizada (figura 23). Os dados mostram que neste estágio outros fatores são responsáveis pela variação da lâmina bruta de irrigação.

Os tratamentos T₂, T₃, T₄ e T₅ tiveram a demanda de irrigação de 71,00 mm, 66,60 mm, 88,80 mm e 71,00mm respectivamente. O tratamento T₁ apresentou a maior demanda hídrica com 106,50 mm de lâmina bruta de irrigação em média (Figura 20).

Figura 20 - Relação entre a matéria seca de cobertura do solo e a lâmina bruta de irrigação utilizada no estágio de maturação da cultura do tomate, Reserva-PR, 2013

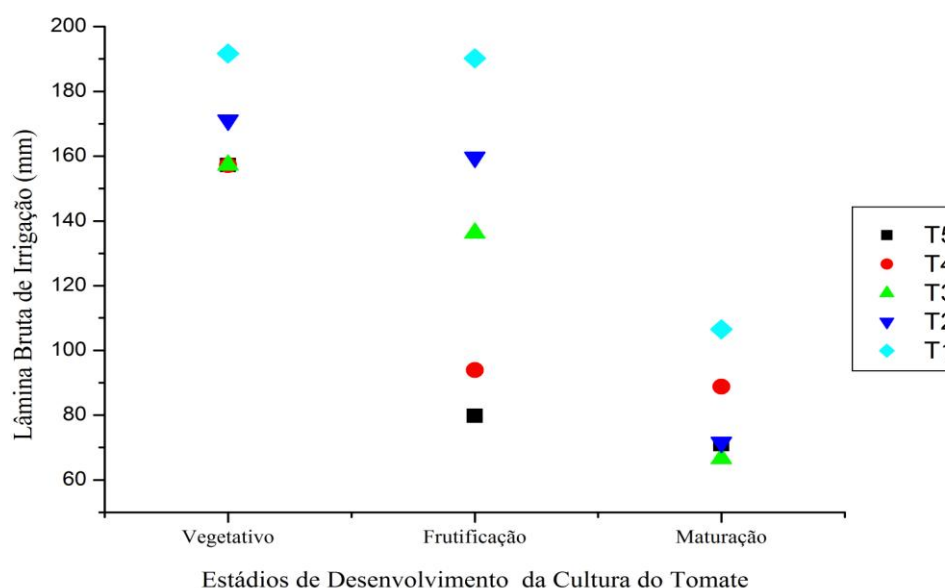


Fonte: O autor

Estes dados divergem dos encontrados por Marouelli et al, (2009), que após 50 dias de cultivo encontrou no sistema de plantio direto uma aplicação de lâmina de irrigação (mm) 6% superior ao do sistema convencional. Uma explicação para esta divergência, pode estar, nas temperaturas mais amenas apresentadas durante a condução do experimento, o que diminui a área foliar da cultura do tomate, conseqüentemente, ocorreram maiores contribuições da evaporação da água do solo na evapotranspiração total da cultura. Neste caso as parcelas sem palhada (SPC) tiveram maior evaporação de água do solo e maiores tensões acarretando uma maior necessidade de irrigação.

A irrigação total da unidade experimental teve início no dia 12/07/2013 (8° DAT) e foi encerrada no dia 22/10/2013 (110° DAT). Os resultados da análise de variância (Apêndice 4) constataram que a lâmina bruta de irrigação foi influenciada pela quantidade de matéria seca de cobertura do solo ao nível de 1% de probabilidade. Não houve efeito significativo para os blocos. Neste período o tratamento T₁ obteve uma lâmina de irrigação média de 488,39 mm, 36 % superior a média do tratamento T₅ de palha que foi de 308,07 mm. O tratamento T₁ obteve uma lâmina bruta de irrigação aplicada (mm) superior a média de todos os outros tratamentos, 17 % superior ao T₂, 26 % e 30 % superior ao T₄ e T₅ (figura 21)

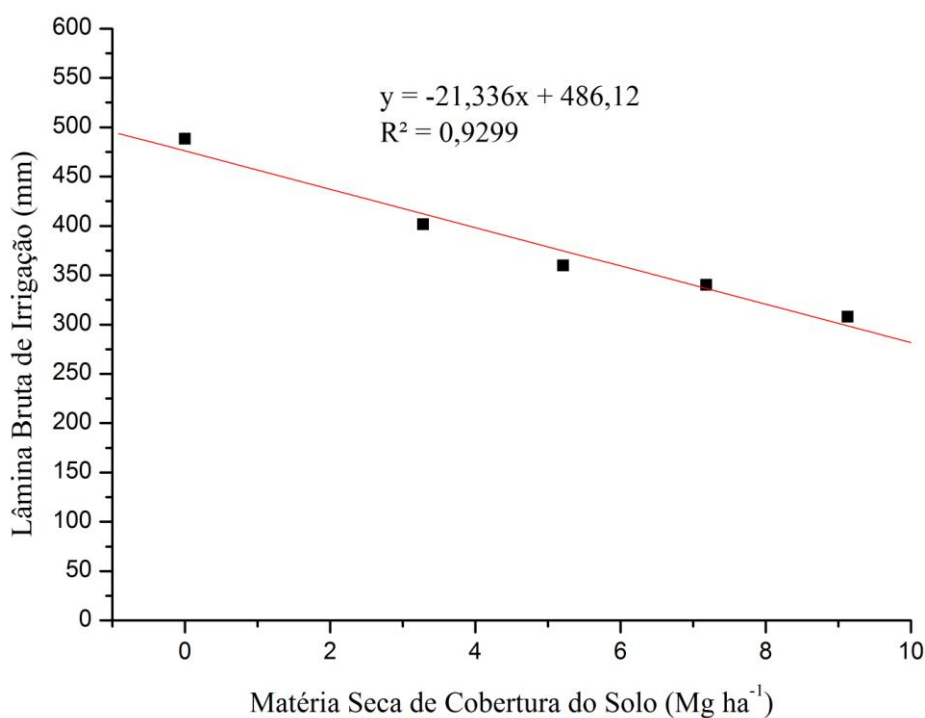
Figura 21 - Lâmina bruta de irrigação aplicada em função dos estádios de desenvolvimento da cultura do tomate, Reserva-PR, 2013



Fonte: O autor
Temperatura (C°)

A aplicação do teste F demonstra a significância da regressão linear ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$) entre o incremento de matéria seca ao solo e a lâmina bruta de irrigação utilizada no ciclo da cultura. O incremento de matéria seca de cobertura do solo reduziu o consumo de água de irrigação na área estudada, o nível de redução da lâmina de irrigação esta diretamente relacionada a quantidade de matéria seca sobre o solo. Para cada Mg de matéria seca aplicada ao solo em cobertura ocorreu uma redução de 21,33 mm de água de irrigação (figura 22).

Figura 22 - Lâmina bruta total de irrigação aplicada na cultura do tomate em função da quantidade de matéria seca de cobertura do solo, Reserva-PR, 2013



Fonte: O autor

Os dados encontrados no estudo estão de acordo com estudos realizados por Marouelli et al.(2006) e Marouelli et al. (2009), que encontraram redução da lâmina bruta de irrigação no sistema de plantio direto, com incremento de matéria seca sobre o solo, de 10 a 19% em relação ao sistema convencional. Trabalhando com diversas culturas Landers (1995) e Allen et al. (1998), relataram redução no uso de água da ordem de 10 a 20% para sistemas SPD em comparação com o convencional.

5.2. TEMPERATURA DO SOLO

A comparação das médias dos tratamentos constatou que as temperaturas máximas do solo (°C) variaram significativamente ($P < 0,01$) em função do incremento de matéria seca ao solo e que não ocorreu variação significativa ($P > 0,05$) para blocos (Apêndice 5).

No período de condução do experimento (1° ao 110° DAT) a temperatura máxima do solo a 5 cm de profundidade, apresentou sempre a mesma tendência em todos os estádios de desenvolvimento, apresentando, em média, uma temperatura máxima superior aos demais tratamentos (Tabela 16).

Tabela 16 – Média das temperaturas máximas do solo conforme estádios da cultura do tomate e quantidade de matéria seca aplicada em superfície, Reserva-PR, 2013

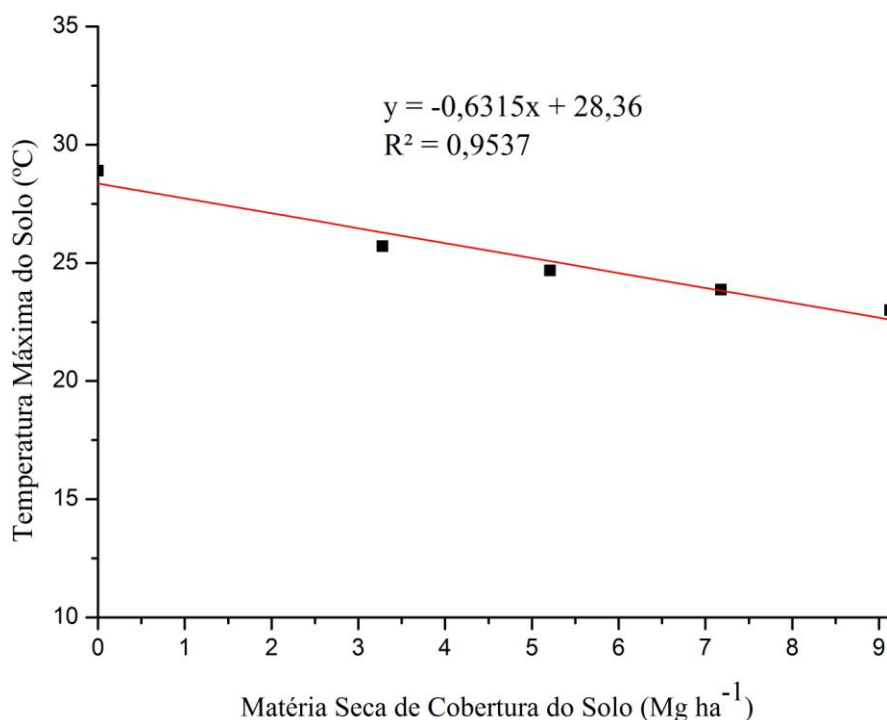
Estádios	Tratamentos				
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Inicial	27,90	25,70	24,60	23,80	23,10
Vegetativo	25,90	22,70	21,40	20,80	19,40
Frutificação	29,80	25,80	25,10	24,30	23,90
Maturação	32,00	28,60	27,60	26,60	26,70
Média Geral	28,90	25,70	24,67	23,87	23,27

Fonte: O autor
Temperatura (°C)

O tratamento T₁ que representa o sistema convencional de produção apresentou ao longo do desenvolvimento da cultura uma temperatura máxima superior aos demais tratamentos com diferentes incrementos de palha. A média do tratamento T₁ durante todo o ciclo foi de 28,90 °C, este valor é superior aos demais tratamentos variando de 11.07% a 19.48 % em relação ao T₂ e T₅.

A aplicação do teste F demonstra a significância da regressão linear ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$) entre o incremento de matéria seca ao solo e a temperatura máxima do solo. Para cada Mg de matéria seca aplicada á superfície do solo tem uma tendência de redução de 0,60°C na temperatura máxima diária (figura 23).

Figura 23 - Média das temperaturas máximas do solo conforme quantidade de matéria seca aplicada em superfície na cultura do tomate, Reserva-PR, 2013



Fonte: O autor

Estes dados são compatíveis com os obtidos por Gasparim et al. (2005) que trabalhando com diferentes níveis de cobertura morta de aveia concluíram que na quantidade de 8 Mg ha⁻¹ a temperatura máxima do solo teve uma redução de 22 % comparado ao solo sem cobertura vegetal. Em outro estudo, Furlani et al. (2008) utilizando o consórcio de aveia preta e nabo forrageiro como cobertura morta do solo, observou-se redução de 18 % da temperatura máxima á profundidade de 5 cm até o 14º dia após emergência da cultura do milho. Segundo Hurd e Sheard (1981) e Bugbee e White (1983) a temperatura máxima do solo para a cultura do tomate deve ficar entre 25° e 30°C, acima destes valores a cultura apresenta redução de crescimento vegetativo e aborto de flores e frutos. Como o experimento foi implantado em período do ano com temperaturas mais amenas todos os tratamentos ficaram próximos a temperatura máxima do solo ideal a cultura do tomate.

A comparação das médias dos tratamentos constatou que as temperaturas mínimas do solo (°C) variaram significativamente ($P < 0,01$) em função do incremento de matéria seca ao solo e que não ocorreu variação significativa ($P > 0,05$) para blocos (Apêndice 6).

A média das temperaturas mínimas do solo a 5 cm de profundidade, apresentaram sempre a mesma tendência em todos os estádios de desenvolvimento. O Tratamento T₁ apresentou em média uma temperatura mínima superior aos demais tratamentos (Tabela 17).

Tabela 17 – Média das temperaturas mínimas do solo conforme estádios da cultura do tomate e quantidade de matéria seca aplicada em superfície, Reserva-PR, 2013

Estádios	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Inicial	10,50	9,40	9,10	8,70	8,80
Vegetativo	7,30	6,20	5,90	5,00	4,90
Frutificação	9,40	8,40	8,10	7,50	6,70
Maturação	17,10	16,20	15,30	14,80	14,50
Média Geral	11,08	10,05	9,60	9,00	8,73

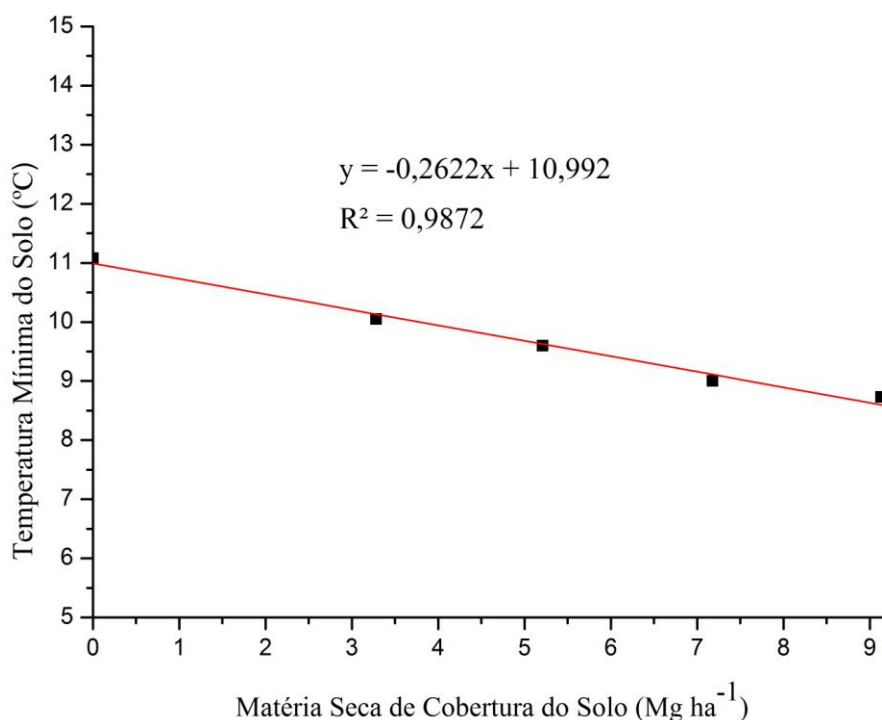
Fonte: O autor
Temperatura (°C)

O T₁ que representa o sistema convencional de produção apresentou ao longo do desenvolvimento da cultura uma temperatura mínima superior aos demais tratamentos conforme incrementos de matéria seca. A média do tratamento T₁ durante todo o ciclo foi de 11,08 °C, este valor é superior aos demais tratamentos variando de 9,29% a 24,28% do tratamento T₂ ao T₅.

A aplicação do teste F demonstra a significância da regressão linear ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$) entre o incremento de matéria seca ao solo e a temperatura mínima do solo. Existe tendência linear de redução da temperatura mínima do solo com o incremento de matéria seca. Para cada Mg de matéria seca aplicada á superfície do solo tem uma tendência de redução de 0,26 °C na temperatura mínima do solo (Figura 24).

Este resultado diverge dos encontrados por Streck et al. (1994) onde a cobertura morta do solo ampliou a temperatura mínima do solo em até 9% comparado com solo sem cobertura vegetal. Segundo Abdehafaiez et al. (1971) temperaturas do solo inferiores a 12° C interferem no crescimento de raízes e afetam o desenvolvimento vegetativo da cultura, todos os tratamentos apresentaram temperatura mínima abaixo de 12 °C. A cobertura morta em plantio direto de tomate durante épocas mais frias do ano poderá reduzir abaixo de níveis críticos a temperatura do solo e deve ser melhor avaliada.

Figura 24 - Média das temperaturas mínimas do solo conforme quantidade de matéria seca aplicada em superfície na cultura do tomate, Reserva-PR, 2013



Fonte: Autor

Análise da variância nos mostra que existe diferença entre Blocos á nível de 5% e entre tratamentos a 1% de significância para amplitude térmica do solo durante o ciclo da cultura (Apêndice 7). A amplitude térmica do solo teve maior variação no tratamento T₁ de 17.82°C, sendo esta variação maior em 12.62 a 18.35 % do tratamento T₁ em relação aos tratamentos T₂ ao T₅ (tabela 18).

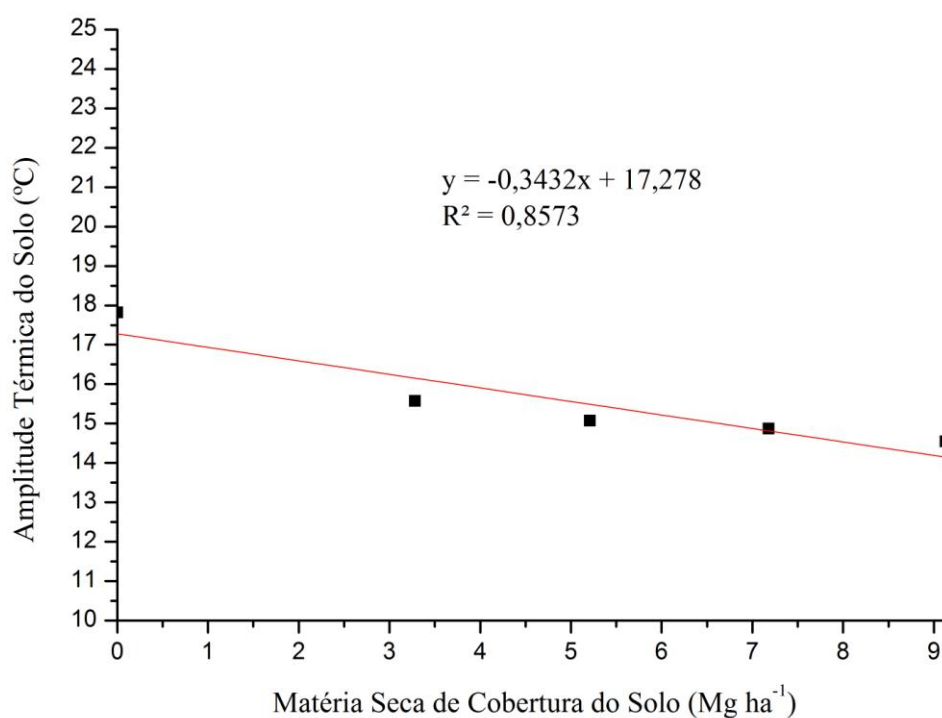
Tabela 18 – Média das amplitudes térmicas do solo conforme estádios da cultura do tomate e quantidade de matéria seca aplicada em superfície, Reserva-PR, 2013

Estádios	Tratamentos				
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Inicial	17,50	16,30	15,50	15,10	14,30
Vegetativo	18,60	16,50	15,50	15,80	14,50
Frutificação	20,40	17,40	17,00	16,80	17,30
Maturação	14,80	12,10	12,30	11,80	12,10
Média Geral	17,82	15,57	15,07	14,87	14,55

Fonte: Autor
Amplitude Térmica (°C)

A amplitude térmica do Tratamento T₁ foi superior aos demais em todas as fases do experimento. A diferença entre os tratamentos T₂ a T₅ foi significativa nos dois primeiros estádios, inicial e vegetativo, e praticamente inexistente nos estágios de frutificação e maturação. No estágio de frutificação o aumento do dossel da cultura do tomate aumentou a cobertura do solo, diminuindo os efeitos da radiação solar, o que pode ter provocado uma redução da diferença da amplitude térmica dos tratamentos T₂ a T₅. A aplicação do teste F demonstra a significância da regressão linear ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$) entre o incremento de matéria seca ao solo e a amplitude térmica do solo. Existe uma tendência linear de redução da amplitude térmica do solo com o incremento de matéria seca á superfície do mesmo. Para cada Mg de Matéria seca adicionada ao solo ocorre uma redução de 0,34°C na amplitude térmica do solo (figura 25).

Figura 25 – Amplitude Térmica do solo conforme quantidade de matéria seca aplicada em superfície na cultura do tomate, Reserva-PR, 2013



Fonte: O autor

Os resultados encontrados estão de acordo com os encontrados por VIANELLO e ALVES (1991), os quais relatam que as coberturas vegetais proporcionam um acúmulo de grande quantidade de ar entre o solo e atmosfera, o que contribui para temperaturas mais amenas no solo, reduzindo a magnitude das oscilações diárias da temperatura do solo.

5.3. QUALIDADE DO TOMATE

Os frutos comercializáveis foram classificados de acordo com o tamanho em Extra 3A (diâmetro maior que 7,5 cm), Extra 2A (diâmetro entre 6,2 e 7,5 cm) e Extra 1A (diâmetro entre 4,8 e 6,2 cm), sendo calculada a produtividade de cada classe. Esta classificação é a mais utilizada pelo CEASA e Atacadistas do Paraná (RODRIGUES; ZAMBON; MURARO, 2011). Além disso, foram computados os frutos não comercializáveis, rachados (PFR), os frutos com podridão apical (PA) e frutos totais (FT) que a soma dos frutos comercializáveis e não comercializáveis.

A análise da variância mostra que existe diferença entre os tratamentos com 1% de significância para a produtividade dos frutos de tomate classificados como 3A e 1A e não existe diferença entre blocos (Apêndice 8 e 9). Para os frutos classificados como 2A não houve diferenças significativas a 1% entre as médias dos tratamentos e entre blocos (Apêndice 10).

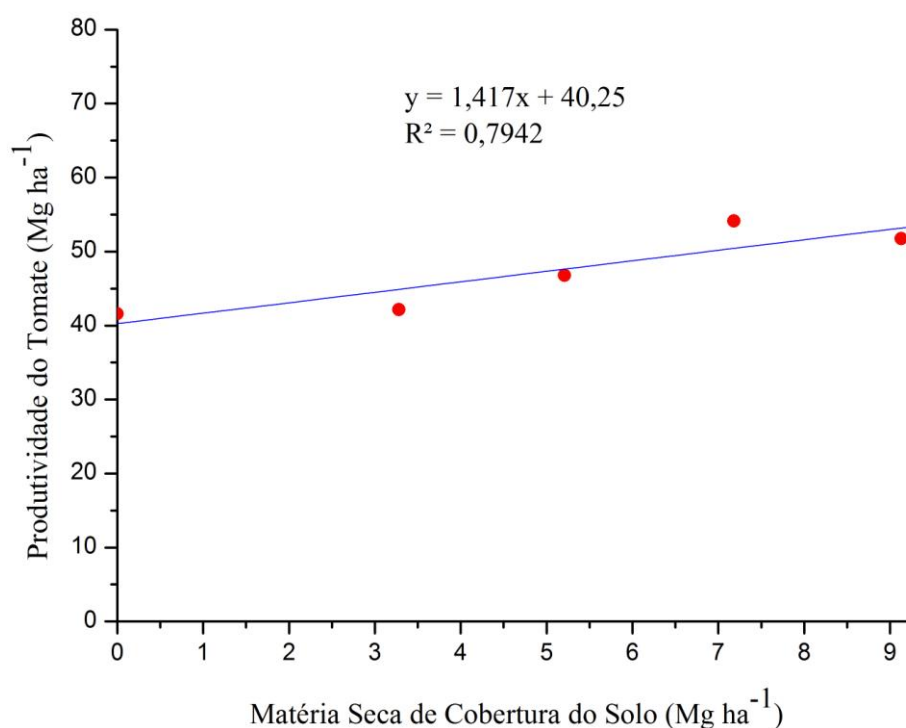
O resultado da produtividade dos frutos comerciais, Extra 3A, que são os frutos mais valorizados para o mercado consumidor, indicam que a média do tratamento T₅ foi de 51,74 Mg ha⁻¹ de frutos (19,63%) superior ao tratamento T₁ com 41,58 Mg ha⁻¹ (Tabela 19). O maior incremento de palha na superfície do solo contribuiu positivamente para o aumento de produtividade dos frutos classificados como 3A. A aplicação do teste F demonstra a significância da regressão linear ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$) entre o incremento de matéria seca ao solo e a produtividade de frutos 3A. A regressão para produtividade do tomate Extra 3A indica um incremento linear de 1,41 Mg de tomate para cada Mg de matéria seca adicionada ao solo (Figura 26).

Tabela 19 – Produtividade das classes de tomate em relação á quantidade de matéria seca aplicada em superfície no solo, Reserva-PR, 2013

Tratamentos	CLASSIFICAÇÃO		
	Extra 3A (Mg ha ⁻¹)	Extra 2A (Mg ha ⁻¹)	Extra 1A (Mg ha ⁻¹)
T ₁	41,58	11,17	7,74
T ₂	42,16	11,04	8,68
T ₃	46,77	11,66	8,91
T ₄	54,14	12,03	8,89
T ₅	51,74	11,09	8,59

Fonte: O autor

Figura 26 - Relação entre matéria seca de cobertura do solo e a produtividade de frutos de tomate classificados como 3A, Reserva-PR, 2013



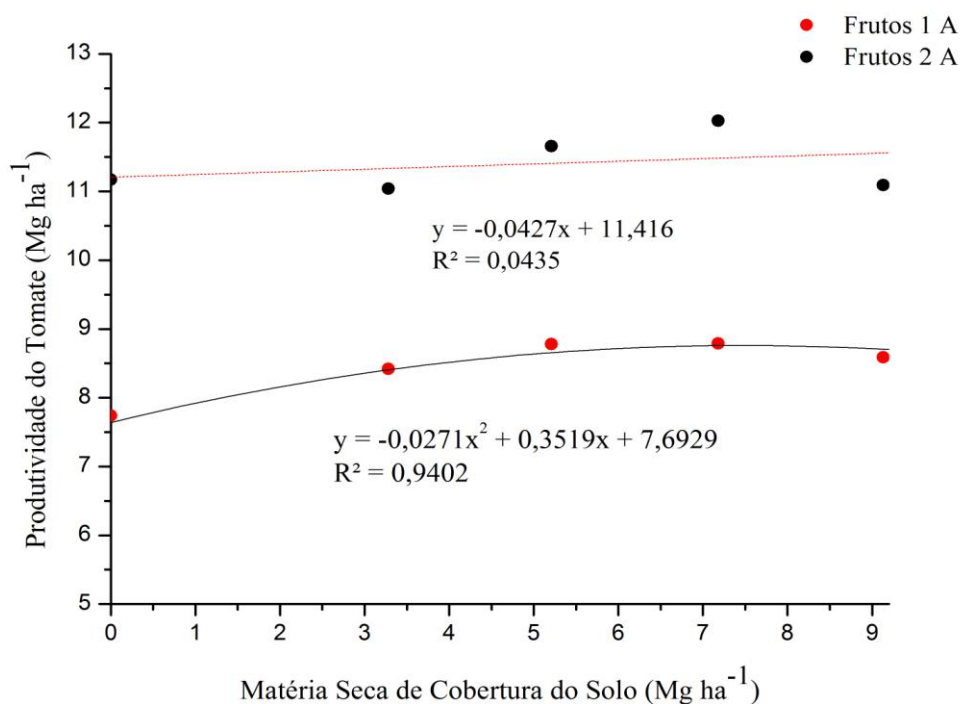
Fonte: O autor

Nos frutos classificados como Extra 2A, a maior produtividade ocorreu no tratamento T₄ com 12,03 Mg ha⁻¹ de frutos e a menor média no tratamento T₂ com 11,04 Mg ha⁻¹, uma diferença entre as médias de (8,22 %). Nesta classe de frutos não existe diferença estatística entre as médias dos tratamentos e a análise da regressão realizada

mostrou que não existe relação entre o incremento de matéria seca e a produtividade de frutos.

Nos frutos comerciais classificados como extra 1A, a média do tratamento T₅ foi de 8,59 Mg ha⁻¹ de frutos (9,89%) superior ao tratamento T₁ com 7,74 Mg ha⁻¹ (Tabela 20). A aplicação do teste F demonstra a significância da regressão quadrática ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$) entre o incremento de matéria seca ao solo e a produtividade de frutos 1A. O coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,94. Possivelmente o aumento de matéria seca ao solo contribui para a elevação de da classe 1A até determinados valores e depois existe uma tendência de decréscimo de frutos 1A e maior porcentagem de frutos 2A e principalmente 3A (figura 27).

Figura 27 - Relação entre matéria seca de cobertura do solo e a produtividade de frutos de tomate classificados como 2A e 1A. Reserva-PR, 2013



Fonte: O autor

Os dados de produção de tomate foram transformados em massa relativa (%) que é a proporção entre a produção das classes de tomate comercializáveis (1A, 2A e 3A) e a produção total produzida (frutos comercializáveis e não comercializáveis). Pela comparação das médias dos tratamentos, constatou-se que as massas relativas (%) dos frutos classificados como Extra 3A e 1A variaram significativamente ($P < 0,01$) em função

do incremento de matéria seca ao solo e que não ocorreu variação significativa ($P>0,05$) para blocos (Apêndice 11 e 13). Os frutos classificados como Extra 2A não variaram significativamente ($P>0,05$) em função do incremento de matéria seca ao solo e não ocorreu variação significativa ($P>0,05$) para blocos (Apêndice 12). Para a classe de tomate Extra 3A o tratamento T₅ obteve 69,54 % da massa total de tomate, enquanto o tratamento T₁ alcançou 59,09 %, uma diferença de (15,02%). Nesta classe de tomate ocorreu uma elevação gradual da massa relativa (%) do tratamento T₁ ao tratamento T₅.

Na classe Extra 2A, o tratamento T₅ obteve 14,91% da massa total de tomate, enquanto o tratamento T₁ 15,87 % da massa total, portanto uma diferença de 6,04%. O incremento de Matéria seca ao solo não afetou estatisticamente a massa relativa (%) nesta classe de frutos. Nos frutos classificados como Extra 1A o tratamento T₁ obteve a menor média com 11% da massa total e a maior média foi a do tratamento T₂ que obteve 15,94 % da massa total, (Tabela 20).

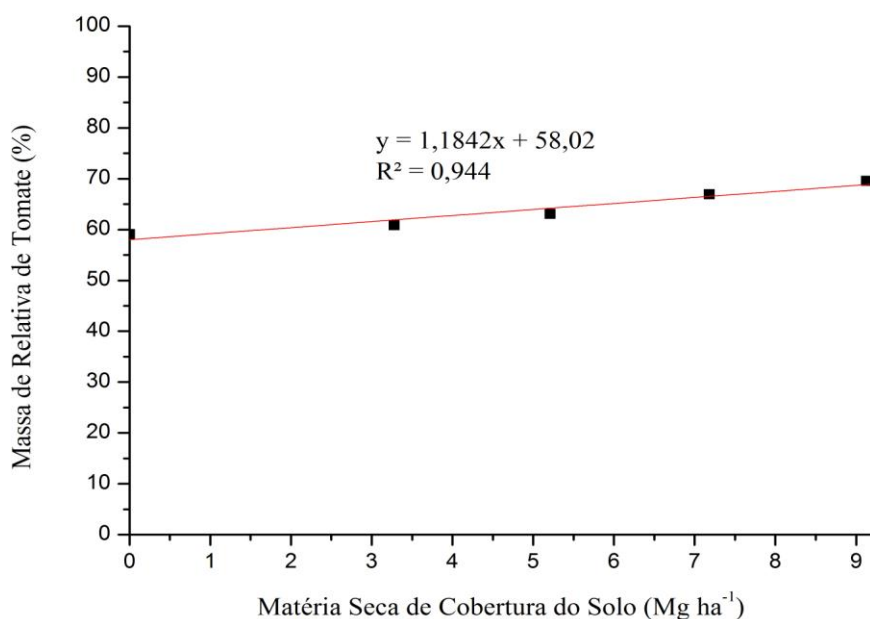
Tabela 20 - Massa relativa dos frutos comercializáveis em relação á quantidade de matéria seca aplicada em superfície no solo, Reserva-PR, 2013

CLASSIFICAÇÃO			
Tratamento	Extra 3A (%)	Extra 2A (%)	Extra 1A (%)
T ₁	59,09	15,87	11,00
T ₂	60,85	15,94	11,61
T ₃	63,08	15,73	12,02
T ₄	66,91	14,87	10,99
T ₅	69,54	14,91	11,55

Fonte: O autor

A aplicação do teste F demonstra a significância da regressão linear ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$) entre o incremento de matéria seca ao solo e a massa relativa de frutos 3A. A reta de regressão para massa relativa (%) de tomate Extras 3A indica um incremento linear da massa relativa (%) da classe 3A por unidade de matéria seca aplicada ao solo (figura 28)

Figura 28 - Relação entre matéria seca de cobertura do solo e massa relativa de tomate na classe 3A, Reserva-PR, 2013

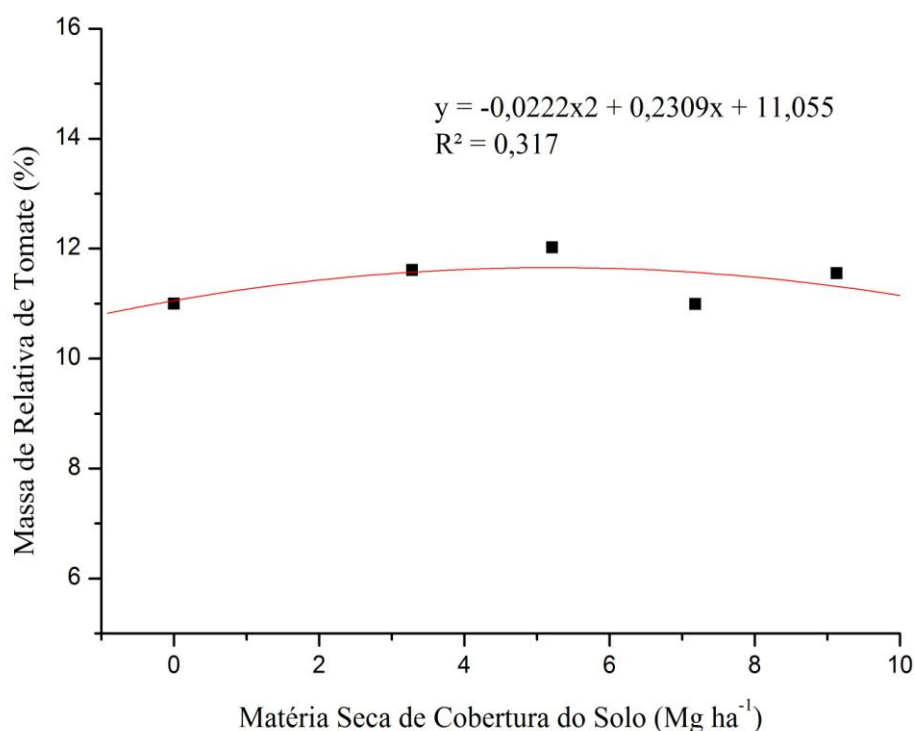


Fonte: O autor

A cobertura do solo com matéria seca proporcionou maior porcentagem de frutos classificados como 3A. O não contato direto dos frutos de tomate dos primeiros cachos florais com a umidade do solo, principalmente junto a gotejadores, pode ter favorecido uma menor incidência de podridões, apesar da mesma não ter sido avaliada, melhorando a qualidade dos frutos. Outro fator relevante é que a matéria seca sobre o solo diminui a oscilação térmica do solo e hídrica do mesmo, o que contribuiu para a diminuição de distúrbios fisiológicos e promoveu uma maior quantidade de frutos da classe 3A.

Na classe de tomate 1A a diferença entre os tratamentos foi menor e a análise da regressão indica um R^2 muito baixo com (0,317) e a aplicação do teste F demonstra não significância da regressão quadrática a nível de 5% de probabilidade ($p < .05$) entre o incremento de matéria seca ao solo e a massa relativa de frutos 1A, neste caso, apesar da diferença estatística entre as médias dos tratamentos, apenas o incremento de palha ao solo, não explicaria o fenômeno biológico que está ocorrendo (Figura 29).

Figura 29 - Relação entre matéria seca de cobertura do solo e massa relativa de tomate na classe 1A, Reserva-PR, 2013

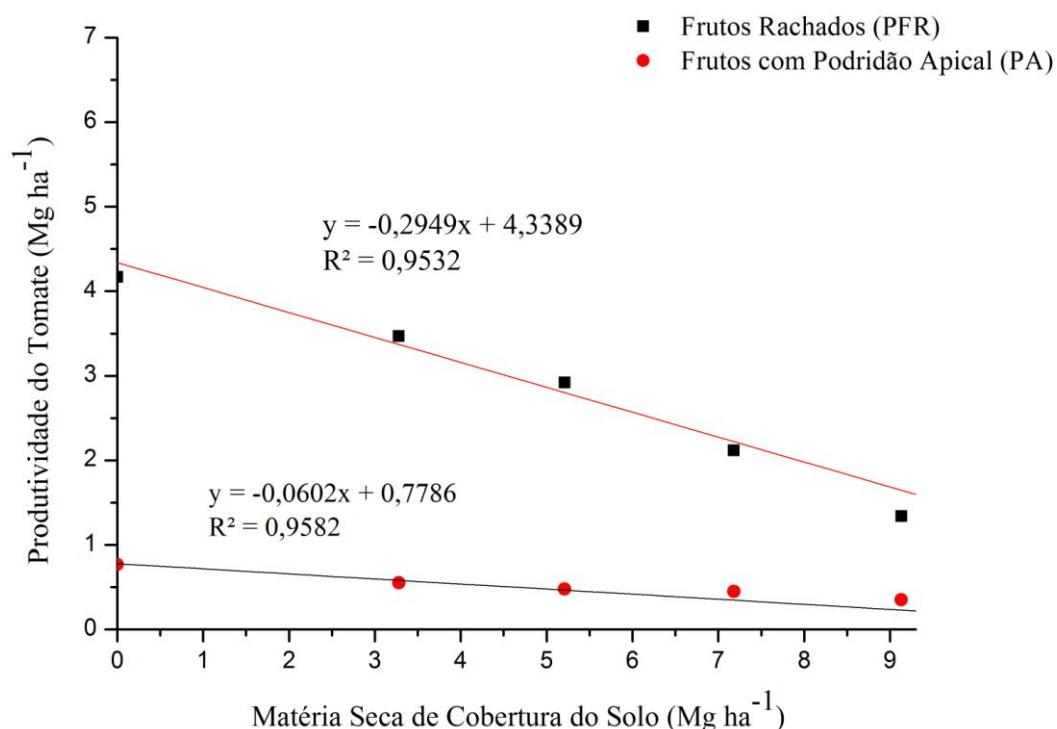


Fonte: O autor

A comparação das médias dos tratamentos demonstrou que a produtividade (Mg ha⁻¹) dos frutos rachados (PFR) e com podridão apical (PA) variaram significativamente ($P < 0,01$) em função do incremento de matéria seca ao solo e que não ocorreu variação significativa ($P > 0,05$) para blocos (Apêndice 14 e 15). Em média, a produtividade dos frutos rachados (PFR) foi de 1,34 Mg ha⁻¹, no tratamento T₅ e de 4,17 Mg ha⁻¹ no tratamento T₁ uma diferença de 311%. Os dados indicam que o aparecimento do distúrbio fisiológico de podridão apical (PA) diminuiu de 0,77 Mg ha⁻¹ no T₁ para 0,15 Mg ha⁻¹ no tratamento T₅.

A aplicação do teste F demonstra a significância da regressão linear ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$) entre o incremento de matéria seca ao solo e a produtividade de frutos com rachaduras e com podridão apical. O incremento de palha na superfície do solo contribui positivamente para a redução do número de frutos rachados (PFR) e frutos com podridão apical (PA) (figura 30).

Figura 30 - Relação entre matéria seca de cobertura do solo e a produtividade de frutos de tomate rachados (PFR) e com podridão apical (PA), Reserva-PR, 2013



Fonte: O autor

PFR – Frutos Rachados

PA – Frutos com Podridão Apical

Estes resultados divergem dos encontrados por Kieling et al. (2009) e por Wamser et al. (2012), que não encontraram diferenças de produtividades e de classificação de frutos pelo efeito de cobertura do solo. Entretanto, Rebouças Neto et al. (2012) e Sá et al. (2005) encontraram maior produtividade de frutos comercializáveis Extra AAA e menor índice de frutos não comercializáveis (com rachaduras) ou (podridão apical) quando diminuí as oscilações de água no solo através do aumento da frequência de irrigação. Segundo Daker (1970) e Filgueira (2000) ocorrem rachaduras nos frutos durante o período de maturação quando há variações de umidade no solo reduzindo, assim, a produção de frutos comerciais.

Já 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”. Carrijo et al. (2004) observaram que quando cultivado em substrato com maior capacidade de retenção de água diminuía o índice de podridão apical, devido a menor variação de conteúdo de água e ao menor estresse hídrico. O local de condução do

experimento apresentava solos corrigidos com saturação de bases (V%) superior a 70 % até a camada de 0 – 20 cm, este fato pode ter possibilitado um maior crescimento de raízes até 30 cm do eixo principal da cultura.

Durante o período de frutificação as precipitações somaram 125,60 mm (figura 19), porém concentradas em 5 dias, o que acarretou a necessidade de suplementação com irrigação. O tratamento T₁ apresentou maior oscilação de potencial matricial de água no solo no período de frutificação (figura 21) se comparado com outros tratamentos (figura 22 e 23), período que segundo Frazier (1934) a oscilação da umidade contribui para a elevação do aparecimento de (PFR) e (PA). Outro fator relevante é que a irrigação por gotejamento é localizada próxima a planta (15 cm), e pode não ter atingido todo o sistema radicular da cultura, o que pode ter provocado uma maior oscilação da umidade do solo no tratamento T₁, acima dos níveis críticos (15 Kpa) neste período, fora da área irrigada e consequentemente um aumento do número de frutos rachados e com podridão apical, além de diminuir o número de frutos Extra 3A e 1A. Nas parcelas com cobertura de matéria seca (palhada), pode ter ocorrido uma maior manutenção do conteúdo de água da chuva e menor oscilação da tensão de água do solo, o que pode ter favorecido as maiores produtividades de frutos 3A e 1A e menor incidência de frutos rachados (PFR) e com podridão apical (PA).

Os resultados encontrados são semelhantes aos estudos relacionados a distúrbios fisiológicos em tomate promovidos por Silva et al. (2006) que constataram que com a utilização de cobertura morta ocorreu a redução de frutos rachados (PFR) e com podridão apical (PA). Em outros estudos realizados por Marouelli & Silva (1998) citados por Marouelli & Silva (2000), os mesmos constataram que um dos inconvenientes do sistema de irrigação por gotejamento é o fato de apresentar um volume maior de frutos rachados devido a área de molhamento do solo ser inferior a outros métodos de irrigação.

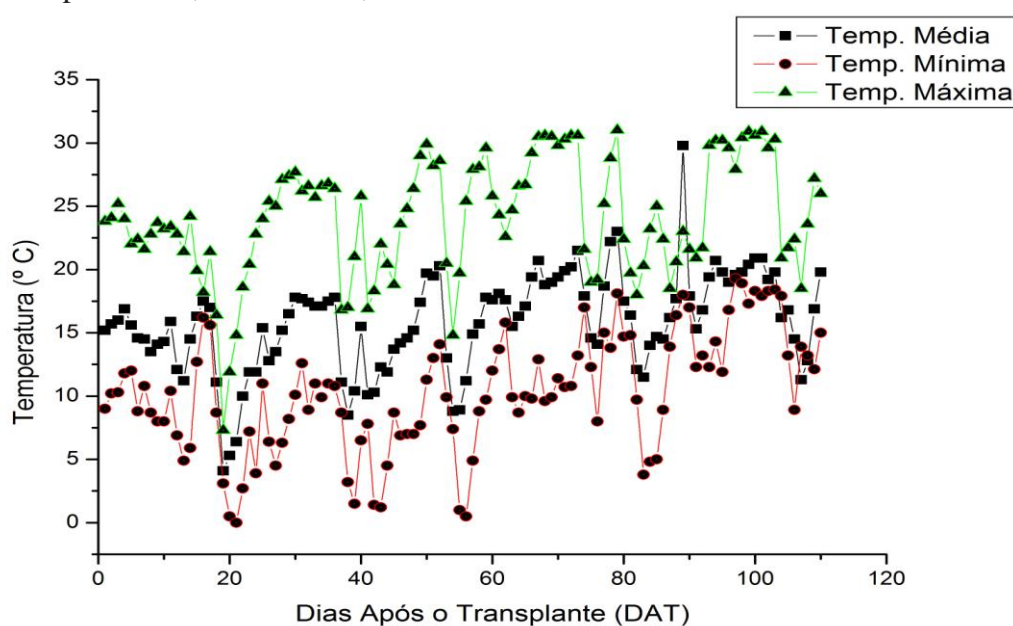
5.4. RENDIMENTO E EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA NA CULTURA DO TOMATE

A unidade experimental foi implantada em solo corrigido com elevada saturação de bases (>70%), a irrigação por gotejamento, a baixa incidência de chuvas e o controle preventivo diminuí drasticamente o aparecimento de doenças no experimento. Os sintomas visíveis de doenças foram a Pinta Preta (*Alternaria solani*) e Septoriose (*Septoria lycopersici*), as quais, devido às aplicações ficaram em baixa incidência de infestação. Não

foi verificado na unidade experimental incidência de Bacterioses bem como viroses. A incidência de frutos com queimaduras por sol e ataque de insetos foi insignificante (0,001%), devido ao bom índice de área foliar do tomate PARON e ao controle eficiente de insetos, sendo assim, não se computou esta variável na produção total.

Durante o estágio inicial e vegetativo de desenvolvimento, as entradas de massas polares de ar frio ocasionaram a redução da temperatura do ar e podem ter contribuído para uma redução do desenvolvimento vegetativo e aborto de cachos florais (figura 31).

Figura 31 - Temperaturas máximas, mínima e média (° C) do ar, durante a condução do Experimento, Reserva-PR, 2013



Fonte: (IAPAR, 2013)

Segundo ALVARENDA et al, (2004) as temperaturas médias do ar ideais para a cultura do tomate são entre 20 a 25°C na fase vegetativa, de 18 a 24°C na fase de florescimento, de 14 a 17°C na Fase de formação dos frutos e entre 20 a 24°C na fase de maturação.

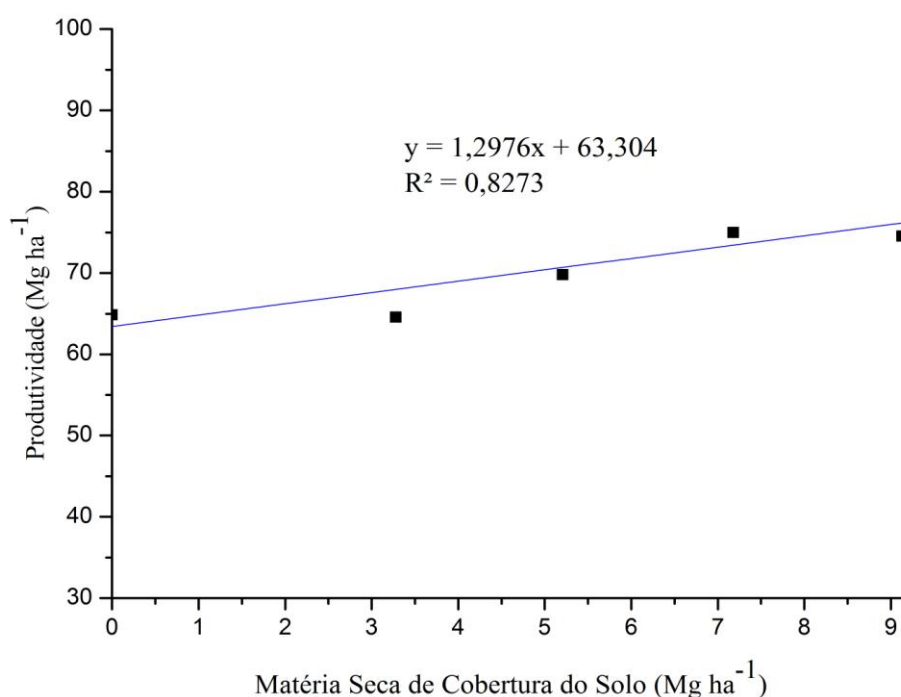
Durante a fase inicial e vegetativa (1° a 32° DAT) a média das temperaturas médias do ar foi de 13,81°C, entretanto durante mais de 20 dias as temperaturas mínimas ficaram abaixo de 10° C, fato que pode ter contribuído para a redução do crescimento vegetativo neste período. Durante o período de florescimento e frutificação (33° a 87° DAT) a temperatura média ficou na faixa de 20,3 °C, próximo ao ideal. Neste período ocorreram temperaturas médias mais elevadas e máximas não superiores a 30 °C, o que

contribuiu para uma boa formação dos frutos. Na fase de maturação a média das temperaturas médias foi de 19,6 °C e a média das máximas foi de 26,9 °C, sendo que durante 10 dias as máximas ultrapassaram os 30 °C o que contribuiu para o processo de amadurecimento dos frutos.

A comparação das médias dos tratamentos constatou que as produtividades dos frutos comercializáveis variaram significativamente ($P < 0,01$) em função do incremento de matéria seca ao solo e que não ocorreu variação significativa ($P > 0,05$) para blocos (Apêndice 16).

A média da produtividade de frutos comercializáveis do sistema convencional (sem matéria seca de cobertura) T_1 foi inferior aos tratamentos T_3 , T_4 e T_5 . O resultado indica uma tendência de incremento de rendimento com a elevação de matéria seca sobre o solo (Figura 32).

Figura 32 - Produtividades de frutos comercializáveis de tomate em função do incremento de matéria seca ao solo, Reserva-Pr, 2013



Fonte: Autor

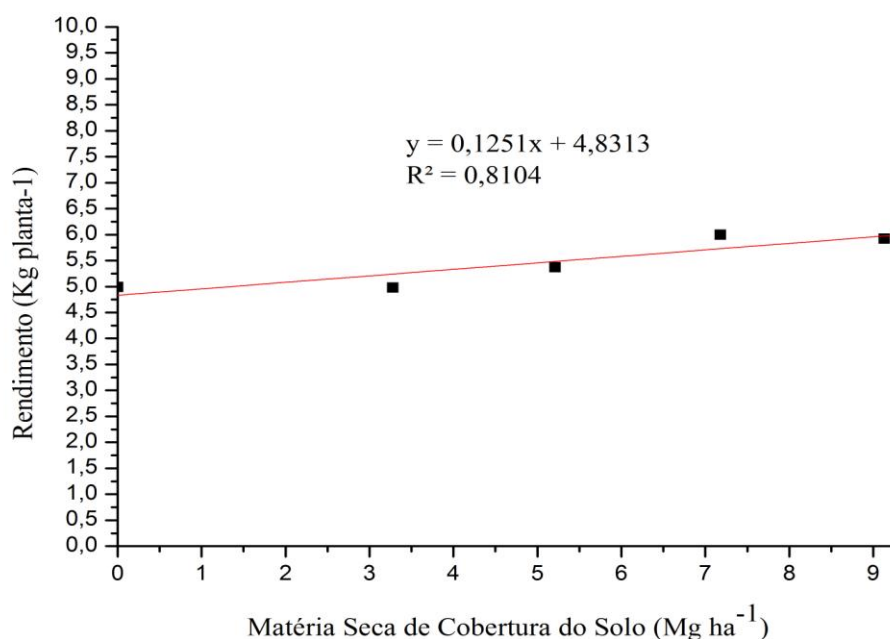
A aplicação do teste F demonstra a significância da regressão linear ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$) entre o incremento de matéria seca ao solo e a produtividade de frutos comercializáveis. Os resultados mostram uma tendência de incremento de 1,29

Mg ha⁻¹ na produtividade do tomate para Mg de matéria seca que for adicionada à superfície do solo. Esta variação de produtividade pode ser atribuída a menor variação de água no solo devido a cobertura vegetal contribuindo para a formação de frutos mais pesados e de classes superiores (Extra 3A), nos tratamentos com presença de matéria seca em cobertura o tomateiro pode ter apresentado melhor desenvolvimento vegetativo e maior volume de raízes, o que acarretou em cachos florais com maior número de frutos por planta e conseqüentemente maior produtividade por planta. Estes resultados divergem dos encontrados por Kieling et al. (2009) e por Wamser et al. (2012), que não encontraram diferenças de produtividades com diferentes níveis de palha, entretanto, estão em conformidade com o estudo de Marouelli et al, (2006) que encontrou produtividade superiores do tomate em plantio direto em comparação com o convencional (sem palha).

A comparação das médias dos tratamentos constatou que os rendimentos de frutos comercializáveis por planta variaram significativamente ($P < 0,01$) em função do incremento de matéria seca ao solo e que não ocorreu variação significativa ($P > 0,05$) para blocos (Apêndice 17).

Ocorreu um maior rendimento por planta de tomate com o incremento de matéria seca ao solo (figura 33)

Figura 33 – Rendimento por planta de frutos comercializáveis de tomate em função do incremento de matéria seca ao solo, Reserva-PR, 2013



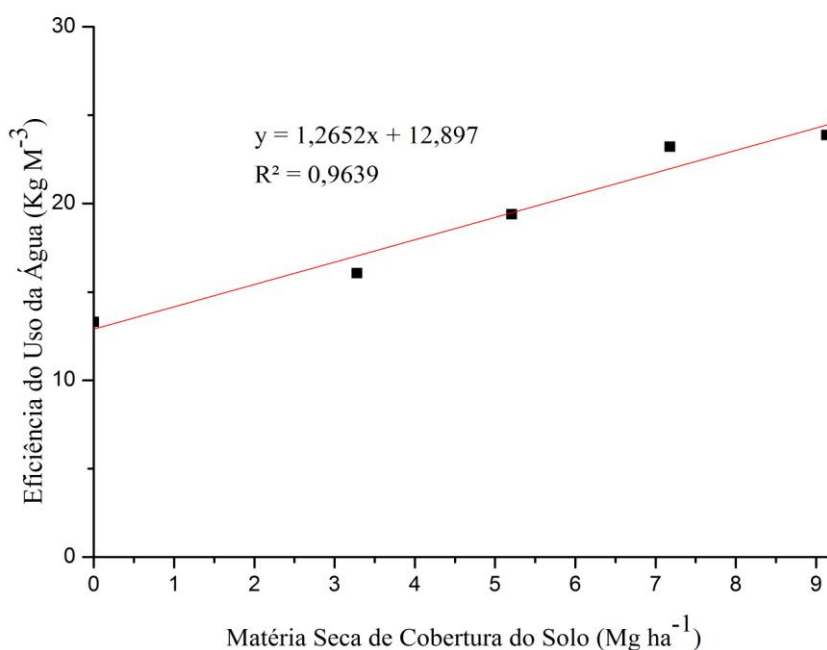
.Fonte: O autor

A aplicação do teste F demonstra a significância da regressão linear ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$) entre o incremento de matéria seca ao solo e o rendimento de frutos comercializáveis por planta de tomate. A análise sugere que para cada Mg de matéria seca adicionada a superfície do solo, ocorre um incremento de 125 g de frutos por planta na cultura do tomate. Este incremento na produção por planta contribui para a elevação da produtividade total da cultura.

A eficiência do uso da água foi calculada pela relação entre a produção do tomate em (kg) e o volume de água utilizado em (m^3). A Análise da variância nos mostra que existe diferença entre os tratamentos a 1% de significância e não existe entre blocos (Apêndice 18).

A aplicação do teste F demonstra a significância da regressão linear ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$) entre o incremento de matéria seca ao solo e a eficiência do uso da água. Ocorreu uma eficiência maior do uso da água com incremento de matéria seca ao solo. Os resultados indicam que o tratamento T₅ em média obteve uma eficiência do uso da água de $13,30 \text{ kg m}^{-3}$, (44,32%) superior ao tratamento T₁ com $23,89 \text{ kg m}^{-3}$ (Apêndice 33). A eficiência do uso da água aumenta linearmente com o incremento de matéria à superfície do solo (figura 34).

Figura 34 – Eficiência do uso da água em função do incremento de matéria seca ao solo, Reserva-PR, 2013



Fonte: O autor

Os resultados indicam que o (SPD), apesar de estar no primeiro ano foi 35 % mais eficiente que o (SPC), tendo proporcionado maior produtividade de frutos e melhor qualidade com menor volume de água aplicada. Este resultado esta em concordância com estudos de Stone & Moreira (2000) e Marouelli et al. (2006).

6. CONCLUSÕES

O incremento de matéria seca ao solo promoveu uma economia do uso da água de irrigação de 17 % a 30 % ;

O incremento de matéria seca ao solo promoveu uma redução da temperatura máxima, uma redução da amplitude térmica e diminuiu as temperaturas mínimas do solo;

O incremento de matéria seca ao solo promoveu uma maior produtividade de frutos das classes 3A e 1A, além disso, reduziu a proporção de frutos não comercializáveis com rachaduras (PFR) e com podridão apical (PA);

O incremento de matéria seca ao solo promoveu maior produtividade e rendimento de frutos comercializáveis totais de 05 a 15 %.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELHAFEEZ, A.T. et al. Effects of soil and air temperature on growth, development and water use of tomatoes. **Journal of Agricultural Sciences**, Wageningen, v. 19, n. 8, p. 67-75, jan./abr. 1971.

ANDRADE, J. G. et al. Perdas de água por evaporação em milho com semeadura convencional e direta para diferentes níveis de cobertura morta. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2007, Gramado, **Anais...** Gramado: SBCS, 2007. 1 CD-ROM.

ANDRADE, J. G. **Perdas de água por evaporação de um solo cultivado com milho nos sistemas de plantio direto e convencional**. 2008. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

ANDREUCCETTI, C. et al. Caracterização da comercialização de tomate de mesa na CEAGESP: perfil dos atacadistas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.328-333, abr./jun. 2005.

ANDRIOLO, J. L. et al. Crescimento e produtividade de plantas de tomateiro em cultivo protegido sob alta densidade e desfolhamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1251-1253, jul./ago. 2004.

ANJOS, J. T. et al. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 139-145, jan./abr. 1994.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. 1. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras - UFLA, 2004. 400 p.

ALLEN, R. G. et al. **Guidelines for computing crop water requirements: Crop evapotranspiration**. 1. ed. Roma: FAO, 1998. 328p.

ALI, N. A. et al. Phytotoxicity and bioaccumulation of copper and chromium using barley (*Hordeum vulgare* L.) in spiked artificial and natural forest soils. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, Montreal, v. 57, n. 1, p.363-374, mar. 2004.

AMAYREH, J.; AL-ABED, N. Developing crop coefficients for field-grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under drip irrigation with black plastic mulch. **Agricultural Water Management**, Netherlands, v. 73, n. 5, p. 247–254, may 2005.

ARAÚJO, E. A. et al. Uso da Terra e propriedades físicas e químicas de Argissolo Amarelo distrófico na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 307 – 315, mar./abr. 2004.

AGELE, S.O., OLUFAYO, A., IREMIREN, G.O. Effects of season of sowing on water use and yield of tomato in the humid south of Nigeria. **African Crop Science Journal**, Akure, Nigeria, v. 10, n. 3, p. 231–237, may 2002.

AYDIN, M. et al. Test of a simple model for estimating evaporation from bare soils in diferente environments. **Ecological Modeling**, Canberra, v. 182, n.1, p. 91-105, feb. 2005.

BACALLAO, M. F. et al. Relacion entre La termoestabilidad de La membrana, La viabilidad celular y lós crítérios de tolerância em La evaluacion de La tolerância em tomate. **Cultivos Tropicales**, La Habana, v. 32, n. 1, p. 54-61, mar. 2011.

BALESDENT, J.; CHENU, C. & BALABANE, M. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. **Soil Tillage Reserve**. v. 53, n. 3, p.215-230, feb. 2000.

BARCELOS, A. A.; CASSOL, E. A.; DENARDIN, J. E. Infiltração de água em um latossolo vermelho-escuro sob condições de chuva intensa em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 35-43, jan. 1999.

BARROS, L. C. G.; HANKS, R. J. Evapotranspiration and yield of beans as affected by mulch and irrigation. **Agronomy Journal**, Madison, v.85, n. 2, p.692-697, may 1993.

BASSOI, L. H. et al. Distribuição do sistema radicular do milho em terra roxa estruturada latossólica: II. Comparação entre a cultura irrigada e fertirrigada. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 51, n. 3, p. 541-548, set./dez. 1994.

BERNSTEIN, L.; FRANCOIS, L. E. Leaching requirement studies: Sensitivity of alfafa to salinity of irrigation and drainage waters. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 37, n. 1, p. 931-943, mar. 1973.

BERGAMASCHI, H. et al. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 831-839, set. 2004.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 7.ed. Viçosa: UFV, 2005. 611 p.

BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Campinas, v. 14, n.3, p. 369-374, set. 1990.

BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por resíduos de oito sequências de cultura e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, n.2 p.91-98, mar. 1990.

BIZARI, D. R.; MATSURA, E. E.; ROQUE, M. W. Consumo de água e produção de grãos do feijoeiro irrigado em sistemas plantio direto e Convencional. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.7, out. 2009.

BORTOLUZZI, E. C.; ELTZ, F. L. F. Efeito do Manejo Mecânico da Palhada de Aveia Preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p.449-457, abr./jun. 2000.

BORGUINI, R. G. **Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) orgânico: o conteúdo nutricional e a opinião do consumidor**. 2002, 110 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria no 553 de 30 de agosto de 1995. Dispõe sobre a Norma de Identidade, Qualidade, Acondicionamento e Embalagem do Tomate in natura, para fins de comercialização e Revoga as especificações de Identidade, Qualidade, Acondicionamento e Embalagem do Tomate, estabelecidas pela Portaria n. 76, de 25 de fevereiro de 1975. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria SARC n. 085 de 06 de março de 2002. Propõe o Regulamento técnico de identidade e qualidade para classificação do tomate. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, mar, 2002. (Consulta pública).

BUCHTER, B. et al. Evaluation of temperature and bypass flow sensitivity of tensiometers in a field soil. **Geoderma**, Zurich, v. 87, n. 1, p. 281–291, jan. 1999.

BUGBEE, B.; WHITE, J.W. Tomato growth as affected by root-zone temperature and the addition of gibberellic acid and kinetin to nutrient solutions. **Society Horticulturae Science**, Manchester, v.109, n. 2, p.121-125, sep. 1984.

CARRIJO O. A. et al. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p.05-09, jan./marc. 2004.

CASTRO, L. R.; CORTEZ, L. A. B.; JORGE, J. T. Influência da embalagem no desenvolvimento de injúrias mecânicas em tomates. **Ciência de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 26-33, jan./abr. 2001.

CASTRO, O. M.; VIEIRA, S. R.; MARIA, I. C. Sistemas de preparo do solo e disponibilidade de água. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 1., 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.27-51.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; PERES, L. E. P. **Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática**. 1. ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2005. 650 p.

CAVIGLIONE, J. H. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. 1 CD-ROM.

CAHN, M. et al. Optimizing fruit quality and yield grown under drip irrigation. **The California Tomato Grower**, Colusa, v. 45, n. 2, p. 7- 9, jan./mar. 2002.

CEAGESP. **Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura: Classificação de tomates**. 1. ed. São Paulo:CEAGESP, 2002. 32 p.

CHAVES S. W. P, et al. Rendimento de alface em função da cobertura do solo e frequência de irrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília. v. 17, n. 1, p.25-31, mar. 2004.

CHEN, S. Y. et al. Effects of straw mulching on soil temperature, evaporation and yield of winter wheat: field experiments on the North China Plain. **Annals of Applied Biology**, Shijiazhuang, v.150, n. 5, p.261-268, jun. 2007.

CHITARRA, M.I.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 1. ed. Lavras : ESAL/FAEPE, 1990. 320p.

COELHO E. F. et al. Comportamento da cultura do tomateiro sob quatro regimes de Irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n 12. p. 1959-1968, dez. 1994.

COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por método de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, P. 743-753, ago. 2003.

COLLA, G. et al. Responses of processing tomato to water regime and fertilization in Central Italy. In: VI INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PROCESSING TOMATO & WORKSHOP ON IRRIGATION & FERTIGATION OF PROCESSING TOMATO, 487, 1999, Pamplona. **Anais.....** Pamplona: ISHS, 1999. p. 531-536.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim de acompanhamento de safras**: grãos: safra 2011/2012: décimo levantamento. Brasília: Conab, 2012. 29p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>>. Acesso em: 6 ago. 2013.

COSTA, F. G.; CAIXETA F. J. V. Análise das perdas na comercialização de tomate: um estudo de caso. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 26, n.12, p.9-24, jan./abr. 1996.

CLINTON, S.K., EMENHISER, C., SCHWARTZ, S. J. Cis±trans lyco-pene isomers, carotenoids and retinol in the human prostate. **Cancer Epidemiol. Biomarkers Previdence**. Boston, v.5, n. 1, p.823-833, oct.1996.

DAHIYA, R. et al. The effect of mulching and tillage on the water and temperature regimes of a loess soil: Experimental findings and modeling. **Soil & Tillage Research**. Stuttgart, V. 96, n. 2, p. 52-63. Oct. 2007.

DALMAGO, G. A. et al. Evaporação da água na superfície do solo em sistemas de semeadura direta e convencional de milho. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBA./UFSM/UNIFRA, 2003. p. 295-296. 1 CD-ROM.

DALMAGO, G. A. **Dinâmica da água no solo em cultivos de milho sob plantio direto e preparo convencional.** 2004. 245 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2004.

DALMAGO, G.A. et al. Retenção e disponibilidade de água às plantas, em solo sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.13, n. 1, p.855–864, abr. 2009.

DALMAGO, G.A. et al. Evaporação da água na superfície do solo em sistemas de plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa agropecuária brasileira.** Brasília, v.45, n.8, p.780-790, ago. 2010.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R.A. Requisitos para a implantação e manutenção do sistema plantio direto. In: _____. **Plantio direto no Brasil.** 1. ed. Passo Fundo: Aldeia Norte, p.19-27. 1993.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. Desafios à caracterização de solo fértil em manejo e conservação do solo e da água. **Revista Plantio Direto**, v.16, n. 1, p.16-21, jan./mar. 2007.

DERPSCH, R. et al. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n. 1, p.761-773, jul. 1985.

DERPSCH, R. et al. **Controle da erosão no Paraná, Brasil:** Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. 1. ed. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, 1991. 272p.

DOURADO NETO, D. et al. Programa para confecção da curva de retenção no solo utilizando o modelo de genuchten. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v.1, n. 1, p.92-102, jan./mar. 1990.

DORAIS M; GOSSELIN A; PAPADOPOULOS A. P. Greenhouse tomato fruit quality. **Horticultural Reviews**, Saint-Foy, v. 26, n. 5, p. 239-306, mar. 2001.

DUMAS, Y. et al. Review effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. **Journal Science Food Agriculture**, Avignon, v. 83, n. 5, p. 369–382, mar. 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/EMBRAPA. **A cultura do tomateiro (para a mesa)**. 2. ed. Brasília: Embrapa – SPI, 1993. 92p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2009. 412p.

EMBRAPA. Embrapa. **Sistemas de Produção de tomate**. 2.ed. Brasília: Embrapa – SPI, 2010. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/fontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/>.2010. Acesso em: 06 de Julho de 2004.

ERIKA, K.; SCHMIDT, G.; BRUCKNER, U. Scheduling strawberry irrigation based upon tensionmeter measurement and climatic water balance model. **Scientia Horticulturae**, Geisenheim, v. 81, n. 1. p. 409–424, oct. 1999.

ESPINDULA NETO, D. **Uso racional de água e de energia elétrica na cafeicultura irrigada por pivô central e gotejamento**. 2002. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

COELHO, E. F. et al. Comportamento da cultura do tomateiro sob quatro regimes de Irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n. 12, p. 1959-1968, dez. 1994.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; BAILEY, B. A. Role of cover crops in improving soil and row crop productivity. **Soil Science Plant Analysis**, Maryland, v. 36, n. 19-20, p. 2733-2757, feb. 2005.

FANCELLI, A. L.; FAVARIN, J. L. Desempenho da cultura do milho em plantio direto e convencional. In: _____. **Plantio direto no Estado de São Paulo**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1989b. p. 174-175.

FAYAD, J. A. et al. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 232-237, nov. 2001.

FERERES, E.; EVANS, R. G. Irrigation of fruit trees and vines: an introduction. **Irrigation Science**. Cordoba, v. 24, n. 2, p. 55–57, jan. 2006.

FILGUEIRA, F. A. R. **Solanáceas**: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. 2. ed. Lavras: UFLA, 2003. 331p.

FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. Produtividade e Acúmulo de potássio na Soja em Função da Antecipação da Adubação Potássica no Sistema de Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, p.1549-1561, ago. 2008.

FONTES, P. C. R., et al. Produção e qualidade do tomate produzido em substrato, no campo e em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 614-619, jul./set. 2004.

GASPARIM, E. et al. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v.27, n.1, p.107-114, jan./marc. 2005.

FERREIRA, M. M. M. et al. Produção do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.3, p.468-473, jul./set. 2003.

FRAZIER, W. A. A study of some factors associated with the occurrence of cracks in the tomato fruit. **Processed American Society for Horticulture Science**, Maryland, v. 32, n. 1, p. 519, jan./march. 1934.

FURLANI, C. et al. Temperatura do solo em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 3 p.375-380, fev. 2008

FLEMING, P. M. . **Desenvolvimento de um sistema tensiométrico automático para medida de poro pressões e encostas não saturadas**. 1994, 112 f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 1994.

FREITAS, P. S. L. et al. Influencia da cobertura de resíduos de culturas nas fases da evaporação direta da água do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 104-111, out. 2006.

GAJRI, P. R.; ARORA, V. K; CHAUDHARY, M. R. Maize growth responses to deep tillage, straw mulching and farmyard manure in coarse textured soils of N.W. India. **Soil Use and Management**, v. 10, n. 1, p. 15-20, march. 1994.

GALLARDO, M. et al. Production and water use in lettuces under variable water supply. **Irrigation Science**, St. Salinas, v.16, n. 1, p.125 – 137, feb. 1996.

GASPARIM, E. et al. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 107-114, jan./mar. 2005.

GERSTER, H. The potential role of lycopene for human health. **Journal of American College of Nutrition**, Clearwater, v.16, n. 2, p.109-126, sep./out. 1997.

GORDIYENCO, V. P.; KOSTOGRYZ, P.V. Patterns of moisture evaporation at variable bulk densities of the upper soil layer. **Soviet Soil Science**, New York, v.22, n. 8, p. 111-122, feb. 1990.

HAHN, F. Fuzzy controller decreases tomato cracking in greenhouses. **Computers and Electronics in Agriculture**, Texcoco, v. 77, n. 1 , p. 21-27, jun. 2011.

HANKS, R. J.; BOWERS, S. A.; BLACK, L. D. Influence of soil surface conditions on net radiation, soil temperature, and evaporation. **Soil Science**, Philadelphia, v.91, n. 4, p. 233-238, apr. 1961.

HECK, A. F. A. Soil hygrometer for irrigated cane lands of Hawaii. **Journal of the American Society of Agronomy**, Washington, v. 26, n. 4, p.274-278, mar./apr. 1934.

HEUVELINK, E. G. development and yield of a tomato crop: periodic destructive measurements in greenhouse. **Scientia Horticulturae**, v. 61, n. 1, p. 77-99, feb. 1995.

HUBERT, F. et al. Pore morphology changes under tillage and no-tillage practices. **Geoderma**, v. 142, n. 1, p. 226-236, nov, 2007.

IKEDA, T., et al. Water relations in fruit cracking of single-truss tomato plants. **Environ. Control Biol**, v. 37, n. 2, p.153-158, feb. 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Levantamento do Sistema de Produção Agrícola**. 23. ed. Rio de Janeiro:IBGE, 2012. 80 p.

INSTITUTO PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL - EMATER. **Levantamento da Realidade Municipal**. 18. ed. Curitiba:EMATER, 2012. 16 p.

JAVANMARDI, J.; KUBOTA, C. Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 41, n. 2, p.151-155, mar. 2006.

JENSEN, C. R. et al. Deficit irrigation based on drought tolerance and root signaling in potatoes and tomatoes. **Agricultural Water Management**, v. 98, n. 3, p. 403–413, dec. 2010.

JI, S. N.; UNGER, P. W. Soil water accumulation under different precipitation, potential evaporation, and straw mulch conditions. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 65, n. 2, p. 442-448, mar. 2001.

KLEIN, V. A. **Propriedades físico-hídrico-mecânicas de um Latossolo Roxo, sob diferentes sistemas de uso e manejo**. 1998, 150 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1998.

KLEIN, V. A.; LIBARDI, P. L. Condutividade hidráulica de um Latossolo Roxo, não-saturado, sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Ciência Rural**, SantaMaria, v. 32, n. 6, p. 945-953, nov. 2002.

KUMAR, A.; SINGH, D. P. Use of physiological indices as a screening technique for drought to tolerance in oilseed. Brassica species. **Annals of Botany**, London, v. 81, n. 1, p. 413-420, jan. 1998.

KIELING, A. S. et al. Plantas de cobertura de inverno em sistema de plantio direto de hortaliças sem herbicidas: efeitos sobre plantas espontâneas e na produção de tomate. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, out. 2009.

KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, J. E. **Implantação e manejo do sistema plantio direto**. 1. ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 36 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 20).

LANDERS, J. N. **Fascículo de experiências de plantio direto no cerrado**. 2. ed. Goiânia : APDC, 1995. 261p.

LEMON, E. R. The potentialities for decreasing soil moisture evaporation loss. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 20, n. 1, p. 120-125, jan. 1956.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. 2. ed. Piracicaba: P. L. Libardi, 1995. 497 p.

LOPES, A. S. et al. Manejo da irrigação (tensiometria e balanço hídrico climatológico) para a cultura do feijoeiro em sistemas de cultivo direto e convencional. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 01, p. 89-100, apr. 2004.

LOPES A. R. et al. Análise do crescimento de tomate 'SM-16' cultivado sob diferentes coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 29, n. 4, p. 215-263, out./dez. 2011.

LUDLOW, M. M.; POWLES, S. B. Effects of photoinhibition induced by water stress on growth and yield of grain sorghum. **Journal of Plant Physiology**, Australia, v. 15, n. 1-2, p. 179-194, feb. 1988.

MADEIRA N. R. Avanços tecnológicos no cultivo de hortaliças em sistema de plantio direto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 4036-4037, mar. 2009.

MAKISHIMA, N.; MIRANDA, J. E. C. **Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**. 1. ed. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1995. 22p.

MARKOVIC, K.; HRUSKAR, M.; VAHCIC, N. Lycopene content of tomato products and their contribution to the lycopene intake of Croatians. **Nutrition Research**, v.26, n.11, p.556-560, nov. 2006.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5. ed. Brasília: Embrapa-SPI: Embrapa-CNPQ, 1996. 72p.

MARQUELLI W. A.; SILVA H. R.; MADEIRA N. R. Uso da água e produção de tomateiro para processamento em sistema de plantio direto com palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n. 9, p.1399-1404, set. 2006.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Frequência de irrigação por gotejamento durante o estágio vegetativo do tomateiro para processamento industrial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 7. p. 661-666, Jul. 2005.

MAROUELLI et al. Eficiência de uso da água e produção de repolho sobre diferentes quantidades de palhada em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 4, p. 369-375, abr. 2010.

MAROUELLI, W. A. et al. Avaliação de sistemas de irrigação e estratégias de manejo na produção orgânica de tomate de mesa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. S5725-S5732, jul. 2012. Suplemento CD-ROM.

MAROTE, C. G. B.; VIDOR, C.; MENDES, N. G. Alterações na temperatura do solo pela cobertura morta e irrigação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 4, n. 1, p. 81-84, mar. 1990.

MAROTO, J. V., et al. Influence of irrigation dosage and its form of application on cracking response in cherry tomato fruits. IN: International Symposium on Quality of Fruit and Vegetables, 2., 1995. Chania. **Anais...** Chania: Influence of Pre-and Post-Harvest Factors and Technology. 379 p. 1995.

MEDEIROS, J. F de, et al. Crescimento e produção do melão cultivado sob cobertura de solo e diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 792-797, out./dez. 2006.

MELO FILHO, J. F.; SILVA, J. R. C. Erosão, teor de água no solo e produtividade do milho em plantio direto e preparo convencional de um Podzólico Vermelho-Amarelo no Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, n. 2, p. 291-297, jul./ago. 1993.

MELO, P. C. T.; VILELA, N. J. Desempenho da cadeia agroindustrial brasileira do tomate na década de 90. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n. 1, p.154-160, jan./mar. 2004.

MICHELAKIS, N. G.;CHARTZOULAKIS, K. S. Water consumptive use greenhouse tomatões as related to various levels of soil water potential under drip irrigation. **Acta Horticulturae**, v. 228, n. 3. p.127-136, jan./mar.1988.

MICHELON, C. J. et al. Evaporação de água do solo no sistema de cultivo plantio direto com diferentes níveis de palha de azevém. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2007, Gramado, **Anais...** Gramado: SBCS, 2007. CD-ROM.

MOITRA, R.; GHOSH, D.; SARKAR, S. Water use pattern and productivity of rainfed yellow Sarson (*Brassica rapa* L. var. glauca) in relation to tillage and mulching. **Soil & Tillage Research**, v.38, n. 1, p.153-160, aug. 1996.

MONTE, J. A. et al. Influência do turno de rega no crescimento e produção do tomateiro no verão em Seropédica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, abr./jun. 2009.

MORETTI, C. L.; SARGENT, S. A. Alteração de sabor e aroma em tomates causada por Impacto. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p.385-388, jul./set. 2000.

MOTA, F. S. **Meteorologia agrícola**. 1. ed. São Paulo: Nobel, 1989. 201p.

MORAES, S.; LIBARDI, P. L. Problemas metodológicos na obtenção da curva de retenção da água pelo solo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, n. 3, p. 383-392, out./dez. 1993.

MORET, D.; ARRÚE, J. L. Dynamics of soil hydraulic properties during fallow as affected by tillage. **Soil & Tillage Research**, v. 96, n. 1, p.103-113, out. 2007.

MOURA, M. M. 1. ed. **Os Camponeses**. São Paulo: Ática, 1986. 92 p.

MUKHERJEE, S.; SARKAR, P. K.; CHAKRABORTY S. Marginal analysis of water productivity function of tomato crop grown under different irrigation regimes and mulch managements. **Agricultural Water Management**, Netherlands, v. 104, n. 1, p. 121– 127, feb. 2012.

NGOUAJIO, M.; WANG, G.; GOLDY, R. Withholding of drip irrigation between transplanting and flowering increases the yield of field-grown tomato under plastic mulch. **Agriculture Water Manage**. v. 87, n. 3, p. 285–291, feb. 2007.

NGUYEN, M. L.; SCHWARTZ, S. J. Lycopene stability during food processing. **Process Society Experimental Biological Medical**, Ohio, v. 218, n. 1, p. 101–105, jun. 1998.

OLIVEIRA, G. C. et. al. Caracterização química e físico-hídrica de um latossolo vermelho após vinte anos de manejo e cultivo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 1, p.327-336, mar./abr. 2004

OLIVEIRA, A. S. et al. **Manejo básico da irrigação na produção de fruteiras**. 1. ed. Brasília, DF: LK, 2006. 136 p.

OSTER, J. D.; WICHELNS, D. Economic and agronomic strategies to achieve sustainable irrigation. **Irrigation Science**, New York, v. 22, n. 1, p. 107-120, aug. 2003.

PARRY, M. A. J.; FLEXAS, J.; MEDRANO, H. Prospects for crop production under drought: research priorities and future directions. **Annals of Applied Biology**. v. 147, n. 3-4, p. 211–226, dec. 2005.

PARFITT, V. J. et al. A comparison of antioxidant status and free radical peroxidation of plasmalipoproteins in healthy young persons from Naples and Bristol. **Europe Heart Journal**, Bristol, v. 15, n. 1, p. 871–876, jan. 1994.

PASTERNAK, D. et al. Irrigation with brackish water under desert conditions. VI. Automated systems to produce a range of salt concentrations in irrigation water for experimental plots. **Agriculture Water Management**, Netherlands, v.12, n. 1, p.137-147, oct. 1986.

PAVANI, L. C. **Evapotranspiração e produtividade do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) sob três níveis de potencial da água no solo.** 1985. 171 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1985.

PAPADOPOULOS, A. P.; TIESSEN, H. Root and air temperature effects on the flowering and yield of tomato. **Society Horticulturae Science**, v. 108, n. 1, p.805-809, jun. 1983.

PAYERO, J. et. al. Effect of timing of a deficit-irrigation allocation on corn evapotranspiration, yield, water use efficiency and dry mass. **Agriculture Water Manage**, Netherlands, v. 96, n. 10, p. 1387–1397, oct. 2009.

PAZINATO, B. C.; GALHARDO, R. C. **Processamento artesanal do tomate.** 2. ed. Campinas : Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1997. 30p.

PEREIRA, L. S. **Necessidades de Água e Métodos de Rega.** 1. ed. Lisboa: Europa-América, 2004. 313 pp.

PEET, M. M. Peet Fruit Cracking in Tomato. **Horty Technology**, v. 2, n. 2, p. 34-45, apr./jun. 1992.

PEZZOPANE, J. E. et al. Temperatura do solo em função da cobertura morta por palha de café. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, v. 4, n. 2, p. 7-10, jan./mar. 1996.

PILATTI, R. A. Effect of mulching and shading on splitting of tomato fruits grown in the greenhouse. **Horticultura Argentina**, v. 15, n. 38, p.12-16, jan./jul. 1996

POSTEL, S.; MORRISON, J.; GLEICK, P. Allocating fresh water to aquatic ecosystems: the case of the Colorado River Delta. **Water International**, v.23, n.3, p.119–125, jan. 1998.

Penetração e densidade de um Latossolo Vermelho eutrófico em cultivo intensivo e pousio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 12, p.1795-1801, dez. 2002.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas.** 1. ed. São Paulo: Unesp, 2008. 407p.

PREVEDELLO, C. L. **Física do solo com problemas resolvidos.** 1. ed. Curitiba: SAEAFS, 1996. 446p

PRIETO, M. H; LÓPEZ, J; BALLESTEROS, R. Influence of irrigation system and strategy of the agronomic and quality parameters of the processing tomatoes in Extremadura. **Acta Horticulturae**, Pamplona, v. 487, n. 8, p. 575-579, mar. 1999.

RADSPINNER, W. A. Effects of certain physiological factors on blossom drop and yield of tomatoes. **Proceedings of American Society Horticultural Sciences**, v.19, n. 1, p.71-82, jan./mar. 1922.

RAMALAN, A. A., NWOKEOCHA, C. U. Effect of furrow irrigation methods, mulching and soil water suction on the growth, yield and water use efficiency of tomato in the Nigerian Savara. **Agriculture Water Manage**, Netherlands, v. 45, n. 1, p. 317–330, ago. 2.000.

REICHARDT, K. **A Água em Sistemas Agrícolas**. 1. ed. São Paulo: Manole, 1987. 215 p.

REICHARDT, K. Capacidade de Campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.12, n. 1, p.211-216, ago. 1988.

REICHARDT, K. **Dinâmica da matéria e da energia em ecossistemas**.1.ed. Piracicaba: USP/ESALQ, Depto. Física e Metereologia, 1996. 513p

RICHARDS, L. A. Pressure-membrane apparatus, construction and use. **Agronomy Engineering**, Madison, v. 28, n. 5, p.451-454, jan./abr. 1947.

RITCHIE, J. T.; BURNETT, E.; HENDERSON, R. C. Dryland Evaporative Flux in a Subhumid Climate: III. Soil Water Influence . *Agronomy Journal*, Madison v. 64, n. 2, p.168-173, jun. 1972.

RITCHIE, J. T., JOHNSON, B. S. Soil and plant factors affecting evaporation. **American Society of Agronomy**, Madison, v. 10, n. 30, p. 363–390, jun. 1990.

RODRIGUES, L. R.; ZAMBON, F. R. A.; MURARO, D. Classificação do tomate por atacadistas e produtores Curitiba. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p. 42-58, out./dez. 2007.

ROTH, C.; VIEIRA, M. J. Infiltração de água no solo. **Plantio Direto**, Ponta Grossa, v. 1, n. 3, p. 4, jan./mar. 1983.

SHAYKEWICH, C. F., YAMAGUCHI, M. ; CAMPBELL J. D. Nutrition and blossom-end rot of tomatoes as influenced by soil water regime. **Canadian Journal of Plant Science**. v. 51, n. 6, p. 505-511, nov. 1971.

SALTER, P. J. The effects of diferente water regimes on the growts of plants under glass – experiments with tomates (*lycopersicun esculentum, Mill*). **Journal of Horticultural Science**, v. 29, n. 4, p. 256-262, ago. 1954.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um podzólico vermelho-escuro de Eldorado do Sul (RS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 313-319. Jun. 1995.

SAMPAIO, R. A.; ARAÚJO, W. F. Importância da Cobertura Plástica do solo sobre o cultivo de Hortaliças. **Agropecuária Técnica**, v. 2, n.1, mar. 2001.

SANTANA, M. J. **Resposta do feijoeiro comum a lâminas e épocas de suspensão da irrigação**. 2007, 102f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

SAURE, M. C. Blossom-end rots of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) calcium- or a stress-related disorder? **Scientia Horticulturae**, v. 90, n. 3, p. 193-208, nov. 2001.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. **Irrigação do feijoeiro**. 1. ed. Goiânia : Embrapa-CNPAP, 1986. 31 p.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da. Efeitos do sistema de preparo do solo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, p.83-91, jan. 1999.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO - SEAB
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL – DERAL. **Produção Agrícola do Estado do Paraná**. Curitiba, 2012.

SILVA, A. P. da; KAY, B. D. Estimating the least limiting water range of soil from properties and management. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 61, n. 3, p. 77-883, nov. 1997

SILVA, A. C. da; HIRATA, E. K.; MONQUERO, P. A. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 48, p. 22-28, jan. 2009.

SILVA, G. M. et al. Caracterização físico-Hídrica de um Latossolo Vermelho Perférico submetido a dois sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 31, n. 2, p. 127-131, jul./dez. 2001.

SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Variação na temperatura do solo em três sistemas de manejo na cultura do feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 391-399, Mai./jun. 2006.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. 1. ed. Brasília : Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia – Embrapa Hortaliças, 2000. 168p.

SILVA, E. M. da; AZEVEDO, J. A. Influência do período de centrifugação na curva de retenção de água em solos de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 10, p. 1487-1494, out. 2002.

SILVA, A. M., SILVA, E. L. Retenção da água pelo solo. **Conceitos básicos para irrigação**. 1. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1984. p. 20-23.

SINGH, G.; SINGH, P. W.; BHUSHAN, E. L. S. Water use and wheat yields in northern India under different irrigation regimes. **Agriculture Water Manage**, Netherlands, v. 3, n. 2, p. 107-114, nov. 1980.

SIRISOMBOON, P.; TANAKA, M.; KOJIMA, T. Evaluation of tomato textural mechanical properties. **Journal of Food Engineering**, v. 111, n. 4, p. 618–624, aug. 2012.

SHOCK, C. C., FEIBERT, E. B. G., SAUNDERS, L. D. Irrigation criteria for drip-irrigated onions. **HortScience**. v. 35, n. 1, p. 63–66, feb. 2000.

SPERS, E. E., KASSOUF, A. L. A abertura de mercado e a preocupação com a segurança dos alimentos. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 10, n. 46, p.16-26, mar. 1996.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p.835-841, abr. 2000.

SHRIVASTAVA, P. K. et al. Effect of drip irrigation and mulching on tomato yield. **Agricultural Water Management**, Netherlands , v. 25, n. 1, p. 179-184, apr. 1994.

STRECK, N. A.; SCHNEIDER, F. M.; BURIOL, G. A. Modificações físicas causadas pelo mulching. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 2 , n. 6, p.131-142, jan./mar. 1994.

STEDUTO, P.; HSIAO, T. C.; FERERES, E. On the conservative behavior of biomass water productivity. **Irrigation Science**. v. 25, n. 3, p. 189–207, feb. 2007.

STANGHELLINI, C.; KEMPKE, F. L. K.; KNIES, P. Enhancing environmental quality in agricultural systems. **Acta Horticulturae**, v. 609, n.4, p. 277–283, oct. 2003 .

TAYLOR, M. D.; LOCASCIO, S. J.; ALLIGOOD, M .R. Blossom-end rot incidence of tomato as affected by irrigation quantity, calcium source, and reduced potassium. **Hortscience** v. 39, n. 5, p. 1110-1115, aug. 2004.

TIVELLI, S. W; PURQUERIO, L. F. V; KANO, C. Adubação verde e plantio direto em hortaliças. **Revista eletrônica Pesquisa e Tecnologia**, v.7, n. 3, P.1-7. Disponível em: [http:// www.aptaregional.sp.gov.br/artigo.php?id_artigo=714](http://www.aptaregional.sp.gov.br/artigo.php?id_artigo=714). Acessado em 28 de novembro de 2012.

TOPCU, S. et. al. Yield response and N-fertiliser recovery of tomato grown under deficit irrigation. **European Journal of Agronomy**, v. 26, n.1, p. 64–70, jan. 2007.

VAN SCHILFGAARDE, J. Irrigation-a blessing or a curse. **Agricultural Water Management**, Netherlands, v. 25, n. 3, p. 203-219, jul. 1994.

VAN GENUCHTEN, M. T. A. closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, n. 4, p. 892-898, sept. 1980.

VENTURA, F.; SNYDER, R. L.; BALI, K. M. Estimating evaporation from bare soil using soil moisture data. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering ASCE**, v. 132, n. 2, p. 153-158, apr. 2006.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. 1. ed. Viçosa: UFV, 1991. 449 p.

VILAS BOAS, E. V. B. **Alimentos e nutrientes**. 1999, 70 f. Monografia (Pós-graduação Lato Sensu em Agronomia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

VILELA, N.J. et al. O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, p.142-144, abr./jun. 2003.

VIEIRA, S. R. et al. Umidade e temperatura da camadasuperficial do solo em função da cobertura morta por resteva de soja em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, n. 2, p.219-224, feb. 1991.

VITA, P. de et al. No-tillage and convencional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. **Soil & Tillage Research**, v. 92, n. 2, p.69-78, jan. 2007.

WAMSER A. F. et al. Produtividade de tomate em função de sistemas de plantio e plantas de cobertura do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 02, S1652-S1656 (Suplemento - CD Rom), 2010.

WAMSER, A. F.; MUELLER, S. Tomate: Direto na palha. **Cultivo Hortaliças e Frutas**. v. 50, n. 2, p.6-7, mar. 2008.

WANGA, D.; KANG, Y.; WANA, S. Effect of soil matric potential on tomato yield and water use under drip irrigation condition. **Agricultural Water Management**, Netherlands, v. 87, n. 2, p. 180 – 186, jan. 2007.

WANG, F. et al. Determination of comprehensive quality index for tomato and its response to different irrigation treatments. **Agricultural Water Management**, Netherlands, v. 98, n. 8, p. 1228–1238, may 2011.

WACQUANT, C., M. et. al. Les besoins en eau de la tomate de marche et la conduite de l'irrigation. **La Tomate Journee d'irrigation**, Paris, v. 05, n. 2, p.103-117, mar. 1977.

WENT, F. W. Plant growth under controlled conditions: II Thermoperiodicity in growth and fruiting of the tomato. **American Journal of Botany**, v.31, n. 1, p.135-150, mar. 1944.

ZEGBE J. A. et al. Deficit irrigation and partial rootzone drying maintain fruit dry mass and enhance fruit quality in 'Petopride' processing tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) **Scientia Horticulturae**. v. 98, n. 4, p. 505–510, sep. 2003.

8. APÊNDICES

Apêndice 1 - ANOVA para lâmina bruta de irrigação (mm) na fase vegetativa da cultura do tomate

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc ⁽¹⁾
BLOCO	4	285.163416	71.290854	1.000	0.4362
MATÉRIA SECA	4	4562.614656	1140.653664	16.000	0.0000
erro	16	1140.653664	71.290854		
Total corrigido		24	5988.431736		
CV (%) =	5.06				
Média geral:	166.8716000	Número de Observações:		25	

Fonte: O autor

(1) Valores de Pr>Fc iguais ou menores que 0,05 indicam diferença significativa à 5%, valores menores que 0,01 indicam significância à 1%.

Apêndice 2 - ANOVA para lâmina bruta de irrigação (mm) na fase de frutificação da cultura do tomate

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc ⁽¹⁾
BLOCO	4	187.558304	46.889576	1.173	0.3596
MATÉRIA SECA	4	46003.894464	11500.973616	287.748	0.0000
erro	16	639.501536	39.968846		
Total corrigido		24	46830.954304		
CV (%) =	4.74				
Média geral:	133.3672000	Número de Observações:		25	

Fonte: O autor

(1) Valores de Pr>Fc iguais ou menores que 0,05 indicam diferença significativa à 5%, valores menores que 0,01 indicam significância à 1%.

Apêndice 3 - ANOVA para lâmina bruta de irrigação (mm) na fase de maturação da cultura do tomate

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc ⁽¹⁾
BLOCO	4	78.783376	19.695844	0.286	0.8829
MATÉRIA SECA	4	5593.619696	1398.404924	20.286	0.0000
erro	16	1102.967264	68.935454		
Total corrigido		24	6775.370336		
CV (%) =	10.28				
Média geral:	80.7716000	Número de Observações:		25	

Fonte: O autor

(1) Valores de Pr>Fc iguais ou menores que 0,05 indicam diferença significativa à 5%, valores menores que 0,01 indicam significância à 1%.

Apêndice 4 - ANOVA para lâmina bruta de irrigação (mm) durante o ciclo total da cultura do tomate

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc ⁽¹⁾
BLOCO	4	344.685256	86.171314	0.363	0.8310
MATÉRIA SECA	4	96896.243576	24224.060894	102.171	0.0000
erro	16	3793.498264	237.093642		
Total corrigido	24	1011034.427096			
CV (%) =	4.06				
Média geral:	379.6596000	Número de Observações:	25		

Fonte: O autor

(1) Valores de Pr>Fc iguais ou menores que 0,05 indicam diferença significativa à 5%, valores menores que 0,01 indicam significância à 1%.

Apêndice 5 - ANOVA para temperatura máxima do solo (°C) no ciclo total da cultura do tomate

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc ⁽¹⁾
BLOCO	4	0.340576	0.085144	0.293	0.8782
MATÉRIA SECA	4	124.227136	31.056784	106.862	0.0000
erro	16	4.649984	0.290624		
Total corrigido		24	129.217696		
CV (%) =	2.45				
Média geral:	22.0396000	Número de Observações:		25	

Fonte: O autor

(1) Valores de Pr>Fc iguais ou menores que 0,05 indicam diferença significativa à 5%, valores menores que 0,01 indicam significância à 1%.

Apêndice 6 - ANOVA para temperatura mínima do solo (°C) no ciclo total da cultura do tomate

FV	GL	SQ	QM	F	
BLOCO	4	0.05360	0.01340	1.5952	ns
MATÉRIA SECA	4	19.58960	4.89740	583.0238	**
erro	16	0.13440	0.00840		
Total corrigido		24	19.77760		
CV (%) =	1.00				
Média geral:	9.13600	Número de Observações:		25	

Fonte: O autor

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Apêndice 7 - ANOVA para amplitude térmica do Solo (°C) no ciclo total da cultura do tomate

FV	GL	SQ	QM	F	
BLOCO	4	0.02378	0.00594	0.0555	*
MATÉRIA SECA	4	38.55658	9.63914	90.0064	**
erro	16	1.71350	0.10709		
Total corrigido		24	19.77760		
CV (%) =	2.02				
Média geral:	40.29386	Número de Observações:		25	

Fonte: O autor

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Apêndice 8 - ANOVA – produtividade de frutos classificados como 3A

FV	GL	SQ	QM	F	
BLOCO	4	3.26774	0.81693	1.8201	ns
MATÉRIA SECA	4	629.61710	157.40427	350.6823	**
erro	16	7.18162	0.44885		
Total corrigido	24	640.06646			
CV (%) =	1.42				
Média geral:	47.27760	Número de Observações:	25		

Fonte: O autor

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Apêndice 9 - ANOVA – produtividade de frutos de tomate classificados como 1A

FV	GL	SQ	QM	F	
BLOCO	4	0.42114	0.10528	0.9681	ns
MATÉRIA SECA	4	11.25646	2.81411	25.8766	**
erro	16	1.74002	0.10875		
Total corrigido	24	13.41762			
CV (%) =	3.84				
Média geral:	8.58560	Número de Observações:		25	

Fonte: O autor

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Apêndice 10 - ANOVA – produtividade de frutos de tomate classificados como 2A

FV	GL	SQ	QM	F	
BLOCO	4	8.19226	2.04807	3.6572	*
MATÉRIA SECA	4	3.72234	0.93059	1.6618	ns
erro	16	8.96006	0.56000		
Total corrigido	24	20.87466			
CV (%) =	6.57				
Média geral:	11.39880	Número de Observações:		25	

Fonte: O autor

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Apêndice 11 - ANOVA – massa Relativa (%) frutos classificados como 3A

FV	GL	SQ	QM	F	
BLOCO	4	0.00030	0.0007	0.5789	ns
MATÉRIA SECA	4	0.01532	0.00383	29.9707	**
erro	16	0.00204	0.00013		
Total corrigido	24	0.01766			
CV (%) =	1.23				
Média geral:	0.67	Número de Observações:		25	

Fonte: O autor

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Apêndice 12 - ANOVA – massa Relativa (%) frutos classificados como 2A

FV	GL	SQ	QM	F	
BLOCO	4	0.00150	0.00038	1.3438	ns
MATÉRIA SECA	4	0.00195	0.00049	2.3537	ns
Erro	16	0.00180	0.00011		
Total corrigido		24	0.01766		
CV (%) =	0.14				
Média geral:	0.16	Número de Observações:		25	

Fonte: O autor

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Apêndice 13 - ANOVA – massa Relativa (%) frutos classificados como 1A

FV	GL	SQ	QM	F	
BLOCO	4	0.00016	0.00004	0.9087	ns
MATÉRIA SECA	4	0.00447	0.00112	26.1569	**
Erro	16	0.00068	0.00004		
Total corrigido		24	0.00531		
CV (%) =	0.96				
Média geral:	0.12	Número de Observações:		25	

Fonte: O autor

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Apêndice 14 - ANOVA – produtividade de frutos rachados (PFR)

FV	GL	SQ	QM	F	
BLOCO	4	0.13466	0.03366	0.5839	ns
MATÉRIA SECA	4	27.71174	5.42793	94.1426	**
Erro	16	0.92250	0.05766		
Total corrigido	24	22.76890			
CV (%) =	8.06				
Média geral:	2.98040		Número de Observações:	25	

Fonte: O autor

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Apêndice 15 - ANOVA – produtividade de frutos com podridão apical (PA)

FV	GL	SQ	QM	F	
BLOCO	4	0.00846	0.00211	1.7668	ns
MATÉRIA SECA	4	1.01294	0.25323	211.6456	**
Erro	16	0.01914	0.00120		
Total corrigido		24	1.04054		
CV (%) =	7.23				
Média geral:	0.47840	Número de Observações:		25	

Fonte: O autor

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Apêndice 16 - ANOVA – produtividade de frutos comercializáveis

FV	GL	SQ	QM	F	Pr>Fc
BLOCO	4	9.492000	2.373000	2.941	0.0534
MATÉRIA SECA	4	745.400000	186.350000	230.989	0.0000
Erro	16	12.908000	0.806750		
Total corrigido	24	767.800000			
CV (%) =	1.28				
Média geral:	70.3400000		Número de Observações:	25	
Fonte: O autor					

Fonte: O autor

(1) Valores de Pr>Fc iguais ou menores que 0,05 indicam diferença significativa à 5%, valores menores que 0,01 indicam significância à 1%.

Apêndice 17 - ANOVA – rendimento de frutos comercializáveis

FV	GL	SQ	QM	F	Pr>Fc
BLOCO	4	0.044440	0.011110	2.110	0.1269
MATÉRIA SECA	4	4.335120	1.083780	205.846	0.0000
Erro	16	0.084240	0.005265		
Total corrigido	24	4.463800			
CV (%) =	1.34				
Média geral:	5.4140000	Número de Observações:	25		
Fonte: O autor					

Fonte: O autor

(1) Valores de Pr>Fc iguais ou menores que 0,05 indicam diferença significativa à 5%, valores menores que 0,01 indicam significância à 1%.

Apêndice 18 - ANOVA – eficiência do uso da água

FV	GL	SQ	QM	F	
BLOCO	4	1.00048	0.25012	0.4341	ns
MATÉRIA SECA	4	413.52508	103.38127	179.4144	**
Erro	16	9.21944	0.57622		
Total corrigido	24	423.74500			
CV (%) =	3.96				
Média geral:	19.17600		Número de Observações:	25	

Fonte: O autor

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)