



RAFAEL POMBO TEIXEIRA

**EFEITO DE TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO EM
CULTIVO DE MORANGUEIRO SUBMETIDO À
PODA**

**LAVRAS – MG
2011**

RAFAEL POMBO TEIXEIRA

**EFEITO DE TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO EM CULTIVO DE
MORANGUEIRO SUBMETIDO À PODA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, para obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Geraldo Magela Pereira

**LAVRAS – MG
2011**

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

Teixeira, Rafael Pombo.

Efeito de tensões de água no solo em cultivo de morangueiro submetido a poda / Rafael Pombo Teixeira. – Lavras : UFLA, 2011.
70 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.
Orientador: Geraldo Magela Pereira.
Bibliografia.

1. Fragária. 2. Produtividade. 3. Irrigação por gotejamento. 4. Manejo. 5. Qualidade. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 631.587

RAFAEL POMBO TEIXEIRA

**EFEITO DE TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO EM CULTIVO DE
MORANGUEIRO SUBMETIDO À PODA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 28 de julho de 2011

Dr. Renato Carvalho Vilas Boas

DCS - UFLA

Dra. Joelma Rezende Durão Pereira

UNILAVRAS

Dr. Geraldo Magela Pereira

Orientador

**LAVRAS – MG
2011**

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me guiar e iluminar em mais um passo conquistado.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Ao CNPq e a FAPEMIG pelo apoio financeiro na realização deste trabalho.

Aos meus pais Clarêncio e Angela, e irmão José (Zezinho), por todo amor e carinho, apoio nas horas mais difíceis, pelo incentivo para alcançar mais essa vitória. Agradeço a eles por tudo que tenho e sou, são pessoas muito importantes para mim sem eles não sou ninguém. Muito obrigado por vocês existirem na minha vida, amo vocês!

Aos meus familiares e principalmente aos meus avós, pela influência direta na minha formação, pelos ensinamentos e conselhos.

Ao professor e orientador Dr. Geraldo Magela Pereira, pela paciência principalmente no período final do mestrado e presença durante todo o trabalho.

Aos professores do Programa, pelos ensinamentos passados.

Aos bolsistas de iniciação científica Rafael Gatto, Gustavo e Henrique e ao amigo da pós-graduação, Luciano Geisenhoff, que contribuíram e muito durante a realização do experimento de forma intensa, para que este trabalho fosse realizado.

Aos meus amigos de infância Bruno e Yuri, pela grande e longa amizade que construímos durante todo esse tempo, e aos respectivos familiares, pelo carinho e atenção.

À Édilla, pelo amor, por sempre acreditar em mim, pelo apoio incondicional desde o início da graduação e pela grande participação em todos os sentidos nesta conquista.

Aos colegas e amigos de pós-graduação, Mateus Bueno (Vô), Matheus Colares (Nasal), Michael, Pedro (Canela), José Antônio (Zinho), João e amigos de república, Emiliano, Paulo, Thiago (Thiaguinho), Juninho e Paulo Henrique (Paulinho) pela amizade, companheirismo, força para a conclusão do curso e principalmente pelas palavras de incentivo. Sempre levarei vocês no meu coração. Muito obrigado!

A todas as pessoas que contribuíram, direta ou indiretamente, para a conclusão desta etapa.

RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito de diferentes tensões de água no solo sobre a produção e qualidade de frutos do morangueiro após a poda drástica (segundo ciclo), irrigado por gotejamento nas condições edafoclimáticas do sul de Minas. O experimento foi conduzido em canteiros no interior de uma casa de vegetação, localizada na área experimental do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no período de abril a dezembro de 2010. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com três repetições. Os tratamentos constituíram-se de seis tensões de água no solo, 15, 25, 35, 45, 55 e 70 kPa. Com os resultados concluiu-se que, para a obtenção dos maiores valores de massa fresca de frutos totais e comerciais por planta, número de frutos totais e comerciais por planta e produtividade total e comercial, deve-se irrigar no momento em que a tensão de água no solo estiver em torno de 15 kPa, à profundidade de 0,15 m. A massa média de frutos comerciais e a massa fresca de frutos não comerciais por planta não foram afetadas pelas diferentes tensões de água no solo. Com relação às características de qualidade do morango; os sólidos solúveis totais e o pH, apresentaram maiores valores com a tensão de 70 kPa, e a acidez total titulável não foi afetada pelas diferentes tensões de água no solo.

Palavras-chave: Poda do morangueiro. Manejo da irrigação. Irrigação por gotejamento.

ABSTRACT

Strawberry yield and quality was evaluated after drastic pruning (second cycle), under different soil water tensions, drip irrigation in edaphoclimatic conditions at south of Minas Gerais. The experiment was conducted on beds at a greenhouse, located at Engineering Department, Federal University of Lavras (UFLA), from April to December of 2010. An experimental design was in randomized blocks with three replicates. The treatments were composed of six different soil water tension, 15, 25, 35, 45, 55 e 70 kPa. Results obtained allowed to verify that to higher values of: total and commercial fresh weight of fruits per plant, total and commercial number fruits per plant and total and commercial yield, it is necessary to irrigate when soil water tension gets approximately to 15 kPa, at 0.15 m deep. Commercial average fruit mass and noncommercial fresh weight of fruits per plant, were not reduced under different soil water tensions applied. The strawberry quality characteristics; total soluble solids and pH, presented higher values with tension of 70 kPa, however the total acidity was not affected by different soil water tensions.

Keywords: Pruning strawberry. Irrigation management. Drip irrigation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Visão de uma parcela experimental após efetuar a poda drástica do morangueiro	27
Figura 2	Temperatura diária (°C) máxima, média e mínima do ar ocorrida no interior da casa de vegetação	28
Figura 3	Curva de retenção da água no solo, gerada utilizando-se o modelo proposto por van Genuchten (1980).....	30
Figura 4	Esquema de uma parcela experimental com o sistema de irrigação e os tensiômetros instalados	32
Figura 5	Variação das tensões no tratamento de 45 kPa, em duas profundidades	43
Figura 6	Massa fresca total de frutos (MFTF) por planta de morangueiro, em função das diferentes tensões de água no solo	45
Figura 7	Massa fresca de frutos comerciais (MFFC) por planta de morangueiro, em função das diferentes tensões da água no solo	47
Figura 8	Número total de frutos (NTF) por planta de morangueiro, em função das diferentes tensões da água no solo	50
Figura 9	Número de frutos comerciais (NFC) por planta de morangueiro, em função das diferentes tensões de água no solo	52
Figura 10	Produtividade total de frutos (PTF) de morangueiro, em função das diferentes tensões de água no solo	55
Figura 11	Produtividade comercial de frutos (PCF) de morangueiro, em função das diferentes tensões de água no solo	57

Figura 12	Sólidos solúveis totais de frutos de morangueiro, em função das diferentes tensões de água no solo	59
Figura 13	pH dos frutos de morangueiro, em função das diferentes tensões de água no solo	62

LISTA DE QUADROS E TABELA

Quadro 1	Cronograma de pulverizações: épocas de aplicação, defensivos agrícolas utilizados, princípios ativos e dosagens aplicadas.....	37
Quadro 2	Resumo das análises de variância e de regressão para massa fresca total de frutos (MFTF) por planta, sob diferentes tensões da água no solo	44
Quadro 3	Resumo das análises de variância e de regressão para massa fresca de frutos comerciais (MFFC) por planta, sob diferentes tensões de água no solo	46
Quadro 4	Resumo da análise de variância para massa fresca de frutos não comerciais (MFFNC) por planta, sob diferentes tensões de água no solo.....	48
Quadro 5	Resumo das análises de variância e de regressão para número total de frutos (NTF) por planta, sob diferentes tensões de água no solo.....	49
Quadro 6	Resumo das análises de variância e de regressão para número de frutos comerciais (NFC) por planta, sob diferentes tensões da água no solo.....	51
Quadro 7	Resumo da análise de variância para massa média de frutos comerciais (MMFC), sob diferentes tensões de água no solo	53
Quadro 8	Resumo das análises de variância e de regressão para produtividade total de frutos (PTF), sob diferentes tensões de água no solo.....	54
Quadro 9	Resumo das análises de variância e de regressão para produtividade comercial de frutos (PCF), sob diferentes tensões de água no solo	56

Quadro 10	Resumo das análises de variância e de regressão para sólidos solúveis totais (SST) de frutos, sob diferentes tensões de água no solo	58
Quadro 11	Resumo da análise de variância para acidez total titulável (ATT) de frutos, sob diferentes tensões de água no solo	60
Quadro 12	Resumo das análises de variância e de regressão para pH de frutos, sob diferentes tensões da água no solo.....	61
Tabela 1	Tensões de água no solo estabelecidas, lâminas aplicadas antes da diferenciação dos tratamentos (Inicial), e após a diferenciação dos tratamentos (Irrigação), lâmina total (Total), média por irrigação (mpi), turno de rega (TR) e número de irrigações (NI)	42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Aspectos gerais da cultura do morangueiro	16
2.2	Cultivo em ambiente protegido	19
2.3	Características químicas do fruto de morango	21
2.4	Necessidade de água da cultura	22
2.5	Manejo da irrigação com base na tensão de água no solo	23
3	MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1	Localização e época do experimento	26
3.2	Caracterização das condições climáticas	27
3.3	Solo	29
3.3.1	Análises físicas	29
3.4	Delineamento experimental e tratamentos	31
3.5	Sistema e manejo da irrigação	32
3.6	Condução do experimento	36
3.7	Análise da produção	38
3.7.1	Massa fresca total de frutos por planta	38
3.7.2	Massa fresca de frutos comerciais por planta	38
3.7.3	Massa fresca de frutos não comerciais por planta	38
3.7.4	Número total de frutos por planta	39
3.7.5	Número de frutos comerciais por planta	39
3.7.6	Massa média de frutos comerciais	39
3.7.7	Produtividade total de frutos	39
3.7.8	Produtividade comercial de frutos	40
3.8	Análise da qualidade pós-colheita	40
3.8.1	Sólidos solúveis totais	40

3.8.2	Acidez total titulável	41
3.8.3	pH	41
3.9	Análises estatísticas	41
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1	Tensões e lâminas de água aplicadas.....	42
4.2	Produção	44
4.2.1	Massa fresca total de frutos por planta	44
4.2.2	Massa fresca de frutos comerciais por planta	46
4.2.3	Massa fresca de frutos não comerciais por planta	48
4.2.4	Número total de frutos por planta	48
4.2.5	Número de frutos comerciais por planta	50
4.2.6	Massa média de frutos comerciais	53
4.2.7	Produtividade total de frutos	53
4.2.8	Produtividade comercial de frutos	56
4.3	Qualidades pós-colheita	58
4.3.1	Sólidos solúveis totais	58
4.3.2	Acidez total titulável	60
4.3.3	pH	61
5	CONCLUSÕES	63
	REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

O estado de Minas Gerais, maior produtor nacional de morango, tem na região de Pouso Alegre, situada no Sul do estado e distante 160 km da cidade de Lavras, o principal polo de produção de morangos do país. Segundo dados do (DETEC-EMATER/MG), há produção de morango em 18 municípios do Sul de Minas Gerais. Entretanto, considerando apenas as cidades de Pouso Alegre, Bom Repouso, Cambuí, Estiva, Espírito Santo do Dourado e Tocos do Mogi, a área total cultivada é de 1.200 ha e possui cerca de 3.387 produtores e área média de 0,35 ha por produtor (CARVALHO, 2006).

No Brasil, o avanço crescente da pesquisa e o emprego de alta tecnologia no cultivo do morangueiro têm permitido produtividades de até 80 t.ha⁻¹ em regiões com condições edafoclimáticas propícias. A alta rentabilidade econômica da cultura (cerca de 224%) em comparação com outras culturas como milho (72%) e soja (2%), tem despertado o interesse dos agricultores. A cultura desempenha também função social importante, devido à grande absorção de mão de obra e ao fato de ser conduzida, principalmente, em pequenas propriedades de base familiar, proporcionando uma melhoria sensível na geração de empregos e renda e conseqüentemente, na qualidade de vida das famílias produtoras (DIAS et al., 2007b).

Uma técnica recente, que está sendo utilizada por alguns produtores da região sul do Brasil, para aproveitar o segundo ciclo do morangueiro é a poda drástica, possibilitando a economia de mão de obra (preparo do solo e plantio), mudas, “*mulching*” e outros gastos com a implantação de uma nova área de produção (Informação verbal)¹.

¹ Notícia fornecida por Luciano O. Geisenhoff, professor da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados - MS, Faculdade de Ciências Agrárias, em janeiro de 2010.

Particularmente, na região do Sul de Minas, estudos sobre a produção do morangueiro irrigado por gotejamento ainda são escassos, principalmente quanto ao aspecto do manejo adequado da irrigação, ou seja, o momento oportuno de irrigar e a quantidade de água a ser aplicada. Dentre as dificuldades que os produtores de morango têm encontrado, destaca-se a falta de informações específicas sobre qual o momento adequado de iniciar a irrigação e quanto de água aplicar nesta cultura. Assim sendo, na maioria das vezes, a irrigação por gotejamento é baseada somente no senso prático do irrigante, podendo resultar num aumento dos custos de produção (uso de energia e água desnecessariamente) e queda da produtividade e/ou qualidade dos frutos (excesso de água ou déficit), devido ao manejo inadequado da irrigação.

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito de diferentes tensões de água no solo sobre a produção e qualidade de frutos do morangueiro após a poda drástica (segundo ciclo), sob diferentes tensões de água no solo, irrigado por gotejamento nas condições edafoclimáticas do sul de Minas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da cultura do morangueiro

O cultivo do morangueiro ocorre em quase todo o mundo, em decorrência do valor de mercado do fruto comercializável e do desenvolvimento de cultivares com grande poder de adaptabilidade, tanto ao ambiente em que estão inseridas quanto ao método de cultivo e manejo empregados. Esta característica permite que o cultivo de morangueiros ocorra desde regiões frias, como o sul da Argentina, até em regiões quentes, como o centro-oeste brasileiro (PEREIRA, 2009).

A produção mundial de morango na safra 2005/2006 foi estimada em 2.562.449 toneladas de morangos frescos e 503.200 toneladas de morangos congelados. Os maiores produtores de morangos nessa safra foram Estados Unidos (39,8%), China (25,2%), Espanha (11,5%), Japão (7,3%) e Polônia (6,2%). No caso de morangos congelados, os maiores produtores foram Estados Unidos (47,7%), China (16,4%), Polônia (14,9%), México (10,4%) e Espanha (7,9%) (ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA - AGRIANUAL, 2008).

O cultivo comercial do morangueiro no Brasil é relativamente novo, não existindo registro exato de seu início. As poucas informações existentes na literatura relatam que se deu na década de 1950, na região da encosta da serra do sudeste do Rio Grande do Sul, de onde se expandiu para o restante do país (DUARTE FILHO, 2006).

O Brasil, apesar de não figurar entre os principais produtores mundiais, apresenta uma área representativa de pelo menos 3.500 ha plantados em todo o território (DUARTE FILHO; ANTUNES; PÁDUA, 2007). A produção nacional está em torno de 100 mil toneladas, e concentrada, principalmente, nas regiões

Sudeste e Sul. Os Estados que mais produzem morango no Brasil são Minas Gerais, produzindo cerca de 40 mil toneladas, São Paulo, com 29 mil toneladas, e Rio Grande do Sul, com 11 mil toneladas. A produtividade média nos principais estados produtores é de 34 t ha⁻¹ em São Paulo, 32,7 t ha⁻¹ no Rio Grande do Sul e 25,2 t ha⁻¹ em Minas Gerais (CARVALHO, 2006).

Com relação à cultura, o morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) produz uma pequena planta herbácea, rasteira, perene, porém cultivada como anual, em virtude da queda de produtividade e qualidade do produto. Forma pequenas touceiras, que aumentam de tamanho pela emissão de estolhos originários da planta-mãe. Tais estolhos enraizam-se e formam novas plantas ao redor, cobrindo o canteiro (FILGUEIRA, 2000).

O sistema radicular encontra-se a uma profundidade efetiva, entre 20 a 40 cm, no seu máximo desenvolvimento vegetativo (MAROUELLI; SILVA; SILVA, 1996). Assim, quando as características de solo e do sistema radicular são levadas em consideração, o manejo da irrigação pode ser ajustado às condições momentâneas da cultura.

A parte comestível da planta é o morango, pseudofruto não climatérico, de aparência, aroma e sabor muito apreciados (DOMINGUES, 2000). O receptáculo do fruto verdadeiro, que apresenta a polpa avermelhada e com excelentes sabores e aroma, é confundido com o fruto, um aquênio que se assemelha a minúsculas sementes, de cor escura (fruto propriamente dito), o qual é preso ao receptáculo (SCALON, 1996).

Segundo Silva, Dias e Maro (2007), a temperatura, o fotoperíodo e a interação entre esses elementos climáticos, podem comprometer o rendimento da cultura do morangueiro. Produtividades maiores são obtidas em regiões de clima ameno, sem ocorrência de granizo e geada que são prejudiciais, principalmente, nas fases de floração e frutificação. Quando os dias se tornam mais curtos e as temperaturas mais baixas, as plantas têm estímulo para florescer, enquanto que

em dias mais longos e com temperaturas mais altas, as plantas tendem a produzir estolhos (DIAS et al., 2007b).

Dessa forma, a escolha da cultivar possui importância relevante no sucesso do cultivo dessa espécie e chega a ser limitante, em razão, principalmente, às suas exigências em fotoperíodo, número de horas de frio e temperatura, que variam em função do material genético (DUARTE FILHO; ANTUNES; PÁDUA, 2007). Além disso, devem ser considerados aspectos como rusticidade, produtividade, precocidade, conservação, sabor, tamanho, destino do fruto (*in natura* ou industrial) e resistência a pragas e doenças (DIAS et al., 2007c). No Sul de Minas Gerais as cultivares mais utilizadas são Dover, Campinas, Oso Grande, Camarosa, Sweet Charlie, Toyonoka, Tudla, Seascape, Aromas, Diamante e Gaivota (DUARTE FILHO, 2006).

A Aromas é uma cultivar neutra obtida pela Universidade da Califórnia, em 1997, com hábito de crescimento ereto e produtividade obtida em ambiente protegido ao redor de 880 g.planta⁻¹ (CALVETE et al., 2007). Os frutos são de tamanho grandes, coloração vermelha-escura, sabor agradável e qualidade excelente para o consumo *in natura* e para industrialização. A cultivar Aromas é considerada mais resistente do que a cultivar Diamante em relação às variações nas condições ambientais (SANHUEZA, 2005).

Em função da resposta da planta ao fotoperíodo, as cultivares se classificam em cultivares de dias curtos, cultivares de dias neutros (ou indiferentes ao fotoperíodo) e cultivares de dias longos. Atualmente, as cultivares de dias longos não são utilizadas no Brasil (WREGGE et al., 2007).

O aumento do fotoperíodo e da temperatura estimulam a planta a emitir estolões, em detrimento da emissão de inflorescências. As cultivares de dias neutros ou indiferentes, como Aromas e Albion são menos influenciadas por esses dois fatores, portanto, apresentam uma menor emissão de estolões e uma continuidade na emissão de inflorescências. Se a intenção é a produção de

frutos, aconselha-se retirar os estolões das plantas, pois eles são fortes drenos, favorecendo o desenvolvimento das inflorescências e dos frutos (TIMM et al., 2009).

A adubação do morangueiro é subdividida em adubação de plantio e de cobertura, seguindo as recomendações propostas pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (RIBEIRO; GUIMARÃES; ÁLVAREZ, 1999). Entretanto, Pacheco et al. (2007) relatam que algumas adaptações são necessárias, como o intervalo entre as adubações de cobertura, que devem ser parceladas a cada 15-20 dias, ao invés de aplicações mensais.

O plantio, geralmente, é realizado entre os meses de março e maio e o período produtivo inicia-se aos 60-80 dias do plantio da muda e prolonga-se de maio a dezembro, com pico de produção em agosto e setembro. O ponto ideal de colheita para o mercado *in natura* é quando os frutos apresentam 75% de sua superfície na cor vermelha, enquanto que para a indústria os morangos devem ser colhidos completamente maduros (DIAS et al., 2007b). Segundo Filgueira (2000), a produtividade é variável, sendo que produtores tecnificados obtêm de 35 a 50 t.ha⁻¹, mas há aqueles que atingem 80 t.ha⁻¹ nas condições brasileiras.

2.2 Cultivo em ambiente protegido

A agricultura é uma atividade de alto risco, uma vez que não se tem controle sobre os elementos climáticos (ROMANINI et al., 2010). Uma agricultura moderna produz de forma sustentável com o menor grau de risco possível, por meio do uso intensivo de técnicas apropriadas, como o cultivo protegido e a irrigação (ARAÚJO et al., 2009). Segundo Mary et al. (2007), o cultivo em ambiente protegido é um técnica que tem contribuído para a modernização da agricultura.

O uso de ambiente protegido possibilita o crescimento e desenvolvimento das culturas nas épocas em que os elementos climáticos, no ambiente externo são limitantes (HELDWEN et al., 2010), maior proteção quanto aos fatores climáticos (excesso de chuvas, diminuição da temperatura noturna, etc.), proteção do solo contra a lixiviação, redução dos custos com fertilizantes e defensivos, e produção maior em comparação ao cultivo em ambiente aberto (REIS; SOUZA; AZEVEDO, 2009).

O que se espera em um cultivo em determinado ambiente é o alto rendimento e qualidade dos produtos, desde que sejam dadas as condições para a cultura utilizar da forma mais eficiente possível, os fatores determinantes da produção, quer sejam genéticos, bióticos ou abióticos (SGANZERLA, 1997).

Segundo este autor, condições de radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar podem ser modificadas com o uso de ambiente protegido.

Para Nascimento et al. (2008), o aumento da temperatura do ar afeta o potencial de florescimento, diminuindo o número de dias para o início da floração. Segundo esses autores, isso ocorre devido ao seu efeito nos processos metabólicos internos da planta.

Tem-se observado reduções em torno de 60% na evapotranspiração das culturas em casa de vegetação coberta com plástico, em comparação com cultivos a céu aberto (MARTINS; GONZALEZ, 1995). Segundo Farias et al. (1994), a cobertura de plástico reduz a demanda evaporativa atmosférica, especialmente em razão da atenuação da radiação e da diminuição da velocidade do vento, considerados como fatores mais importantes na demanda evaporativa atmosférica.

2.3 Características químicas do fruto de morango

A mudança dos hábitos alimentares da sociedade moderna levou os consumidores a buscarem cada vez mais, produtos com qualidade e conveniência, tais como, aparência, sabor, aroma e textura.

Nas cultivares de morangueiro, destinadas ao consumo *in natura*, a qualidade se refere ao bom paladar. Isto significa combinações agradáveis de sabor e textura, sabor resultante do paladar e olfato e textura percebida pelas sensações bucais. A aparência se refere aos atributos visuais do produto, incluindo cor, conformação e tamanho. O objetivo é manter o produto tão próximo quanto possível da qualidade na ocasião da colheita (SILVA, 2004).

A caracterização física e química dos frutos é de grande importância quando se estuda o comportamento de variedades em uma determinada região, pois permite obter informações sobre a qualidade do produto final (DIAS et al., 2007a). O teor de sólidos solúveis totais (SST) fornece um indicativo sobre a quantidade de açúcares que estão presentes nos frutos. Conforme avança o estágio de maturação, o teor de SST tende a aumentar, devido à biossíntese ou à degradação de polissacarídeo. De outra forma, a acidez total titulável (ATT) representa o teor de ácidos orgânicos (PEREIRA, 2009).

A qualidade do fruto para o mercado deve ser iniciada na pré-colheita e mantida durante a pós-colheita. Para isso, deve apresentar adequado acondicionamento, para que o período de comercialização seja o mais prolongado possível (BINOTTI; BENATO; SIGRIST, 2002). Em geral, os atributos de qualidade, normalmente exigidos e desejados pelo consumidor para a maioria das frutas e hortaliças são aparência, sabor, aroma, valor nutritivo e ausência de defeitos.

2.4 Necessidade de água da cultura

O morangueiro é uma planta exigente em água e os períodos críticos de necessidade hídrica ocorrem logo após o transplante das mudas, na formação dos botões, floração e frutificação (RONQUE, 1998).

Klar, Campos e Catâneo (1990) observaram que o estresse de água, no florescimento e na frutificação, teve maior efeito na redução da produção, quando comparado ao déficit durante o desenvolvimento vegetativo.

A deficiência hídrica afeta a expansão da área foliar que pode chegar à metade com redução de apenas 25% da água necessária a cultura. Isto mostra a sensibilidade dessa cultura às condições hídricas do solo (EL-FARHAN; PRITTS, 2002).

Outros autores, relatam uma diminuição na massa média de frutos, como Mannini e Gallina (1994) e Yasuba et al. (1995). Segundo Iuchi (1993), o déficit hídrico reduziu o número de folhas e de frutos, bem como o acúmulo de matéria seca e a área foliar, nas cultivares Campinas e AGF80. Já a relação raiz/parte aérea não foi modificada pelos níveis de água no solo. Ainda, segundo esse autor, na capacidade de campo ocorreu maior evapotranspiração, em função da maior área foliar, associada à disponibilidade de água no solo e à menor resistência estomática.

Por outro lado, o morangueiro também é sensível ao excesso de água e a saturação prolongada do solo. O desenvolvimento radicular e a absorção mineral dependem do suprimento de oxigênio do solo (MAAS, 1984). No caso de excesso de água, por um período de curta duração, ocorre adaptação estrutural das raízes de absorção e no processo de renovação elas são substituídas por outras mais curtas e mais espessas. Ainda segundo Maas (1984), as raízes de absorção formadas em condições de boa aeração, morrem pelo excesso de água, por causa da exclusão do ar.

Desse modo, as sanidades das mudas e do solo, bem como o manejo cultural, desempenham papel importante na resposta à irrigação, principalmente, quando a produtividade máxima é obtida com baixa tensão de água no solo.

2.5 Manejo da irrigação com base na tensão de água no solo

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

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

Há uma série de instrumentos empregados na determinação da tensão de água no solo (REICHARDT; TIMM, 2004), entretanto o controle da tensão é geralmente, realizado com o auxílio de tensiômetros, que trabalham na faixa de tensão entre 0 e 80 kPa (COSTA et al., 2002).

O tensiômetro consiste de uma cápsula porosa, de cerâmica em contato com o solo, ligada a um vacuômetro por meio de um tubo de PVC completamente cheio de água (REICHARDT; TIMM, 2004). Quando colocado no solo, a água do tensiômetro entra em contato com a água do solo e o equilíbrio tende a se estabelecer. Qualquer mudança no teor de água no solo e, conseqüentemente, em seu estado de energia será transmitida a água no interior da cápsula e indicada pelo dispositivo de leitura. A cápsula do tensiômetro

funciona como uma membrana semipermeável, permitindo a livre passagem de água e íons, não permitindo a passagem de ar e partículas de solo (GOMIDE, 2000).

Para a maioria dos solos, a tensão máxima registrada pelos tensiômetros corresponde à utilização de mais de 50% da água disponível, que é a compreendida entre a umidade do solo na capacidade de campo e o ponto de murcha permanente (CABELLO, 1996).

Utilizando-se a tensão de água no solo para o manejo, a irrigação deve ser realizada toda vez que a tensão atingir um determinado valor crítico que não afete o desempenho da cultura. Segundo Morgan, Parsons e Wheaton (2001), o teor de água do solo deve ser mantido entre certos limites específicos acima e abaixo, cuja água disponível para a planta não seja limitada, enquanto a lixiviação é prevenida.

Para o cálculo da lâmina d'água a ser aplicada por irrigação torna-se necessário o conhecimento do teor de água no solo em equilíbrio com dada tensão. Para isso, podem-se utilizar as curvas de retenção de água no solo, consideradas como uma das ferramentas básicas no estudo dos processos de movimentação e retenção de água no solo, e que representa a relação entre a porcentagem de água no solo e a tensão com que a água está retida nele, podendo ser obtida em laboratório ou no campo (COSTA et al., 2002).

Sabendo-se quando irrigar pela tensão de água no solo através do tensiômetro, é estabelecido quanto de água deve ser aplicado pela irrigação com base no armazenamento de água no solo. Para determinar o momento das irrigações no morangueiro, alguns autores utilizam ou recomendam valores de tensão de 20 a 40 kPa, em diferentes regiões, situações de cultivo, solo e clima (GOULART; FUNT, 1986; HAISE; HAGAN, 1967; STRABBIOLI, 1988).

Serrano et al. (1992) estudaram o efeito de quatro níveis de água no solo, sobre a produção de frutos, eficiência do uso da água e a função de

produção, para a cultivar Chandler, nas condições da Catalunha, Espanha. As plantas foram cultivadas no campo e em lisímetros de drenagem. As irrigações foram realizadas sempre que a tensão de água no solo atingia 10, 30, 50 e 70 kPa. A produção máxima foi obtida no tratamento mais úmido (10 kPa). A queda da produção nos demais tratamentos foi associada à redução na taxa de assimilação total, decorrente do decréscimo na área foliar.

Na condição de cultivo protegido, o uso do filme plástico transparente e a manutenção da tensão da água no solo entre 10 e 35 kPa favoreceram o desenvolvimento vegetativo do morangueiro (altura, máxima dimensão horizontal das plantas, área foliar e índice de área foliar), a produção total de frutos comerciáveis e seus componentes (número e massa média dos frutos) (PIRES, 1998). Segundo a autora, a tensão da água no solo de 70 kPa e o uso do plástico preto, como cobertura do solo, proporcionaram maior incidência de doenças.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e época do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, modelo arco, construída na área experimental do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). A UFLA situa-se no município de Lavras, região sul de Minas Gerais, tendo como referência as seguintes coordenadas geográficas: latitude 21° 14' S, longitude 45° 00' W Gr. e 918 m de altitude média.

O experimento teve início com a poda drástica das plantas realizada em 21/04/2010, e término com as colheitas no dia 09/12/2010.

No preparo inicial, foi efetuada a poda drástica da parte aérea das plantas (Figura 1), deixando apenas algumas folhas para o seu desenvolvimento, aproveitando assim, o segundo ciclo e economizando mão de obra (preparo do solo e plantio), mudas, “*mulching*” e outros gastos com a implantação de uma nova área de produção.



Figura 1 Visão de uma parcela experimental após efetuar a poda drástica do morangueiro

3.2 Caracterização das condições climáticas

De acordo com a classificação climática de Köppen (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007), a região de Lavras apresenta um clima Cwa, ou seja, clima temperado chuvoso (mesotérmico), com inverno seco e verão chuvoso, subtropical. A temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e superior a 3°C e o verão apresenta temperatura média do mês mais quente superior a 22°C (22,1°C em fevereiro). Lavras, apresenta temperatura do ar média anual de 19,4°C, umidade relativa do ar média de 76,2% e tem uma precipitação média anual de 1.529,7 mm, bem como uma evaporação média anual de 1.034,3 mm (BRASIL, 1992).

Os dados meteorológicos, foram obtidos por meio de uma estação agrometeorológica portátil e automática, marca DAVIS, modelo VANTAGE

PRO 2, instalada no centro da casa de vegetação a 2 m de altura, que registrou diariamente a temperatura e umidade relativa do ar.

Os valores relativos à temperatura diária máxima, média e mínima do ar, ocorridas durante a condução do experimento, estão representados na Figura 2.

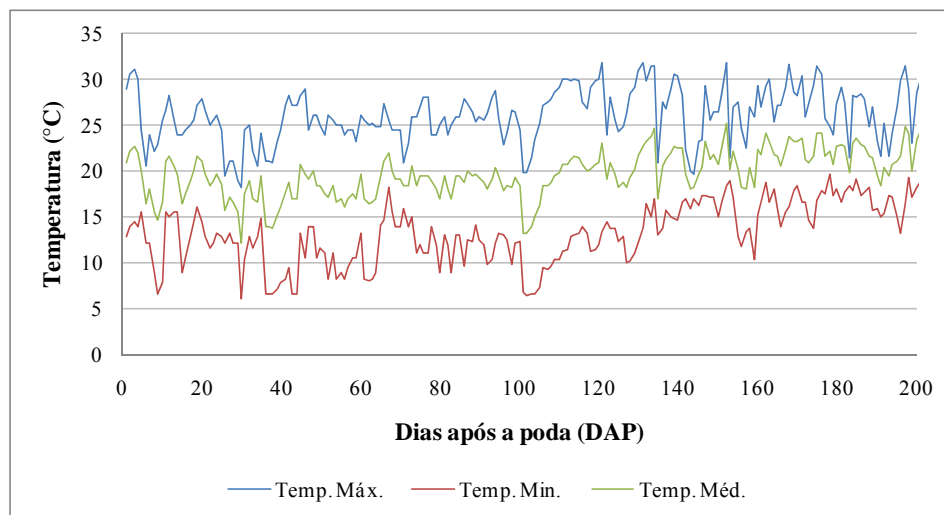


Figura 2 Temperatura diária (°C) máxima, média e mínima do ar ocorrida no interior da casa de vegetação

No período de condução do experimento, a temperatura diária média do ar foi de 20,0°C, as mínimas atingidas ficaram entre 6,1°C e 23,9°C e as máximas entre 18,3°C e 31,8°C. A umidade relativa diária máxima do ar oscilou entre 77% e 94% e a mínima entre 23% e 78%. O valor médio foi de 64,9%.

Segundo Ronque (1998), os níveis críticos de temperatura suportados pela cultura são de 11,4°C para mínima e 32°C para máxima. Quando ocorre temperatura elevada, o morango torna-se excessivamente ácido, pobre em sabor e aroma, e com menor consistência. Por outro lado, com o frio da madrugada, obtêm-se morangos com sabor e aroma pronunciados. Os frutos produzidos sob baixas temperaturas são mais firmes.

Observa-se, então, que os valores mínimos e máximos diários da temperatura do ar dentro da casa de vegetação, ficaram próximos dos níveis

críticos relatados por Ronque (1998), para a obtenção de uma boa produção e qualidade dos morangos.

3.3 Solo

O solo classificado originalmente como um Latossolo Vermelho Distroférico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 1999), foi coletado na camada de 0 a 0,30 m de profundidade. As análises físicas e químicas foram realizadas em uma amostra composta representativa, enviada aos Laboratórios de Física e de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciência do Solo da UFLA, respectivamente.

Como o presente experimento aproveitou o segundo ciclo de cultivo do morangueiro, a adubação de plantio foi realizada como está descrito em Costa (2011).

3.3.1 Análises físicas

Para a determinação da curva de retenção da água no solo, amostras de solo foram coletadas à profundidade de 0,15 m e levadas ao Laboratório de Física do Solo para análise.

Amostras de solo com estrutura deformada (terra fina seca ao ar) foram colocadas em cilindros de PVC, e depois de saturadas foram levadas para uma bancada dotada de funil de Haines para determinação dos pontos de menor tensão (2, 4, 6 e 10 kPa), bem como para Câmara de Pressão de Richards para os pontos de maior tensão (33, 100, 500 e 1500 kPa). Esse procedimento foi realizado para a caracterização físico-hídrica da camada de 0 a 0,30 m do solo.

Com a utilização do programa computacional SWRC, desenvolvido por Dourado Neto et al. (1990), foi gerada a equação, ajustada segundo modelo

proposto por van Genuchten (1980), que descreve o comportamento da umidade do solo em função da tensão de água no solo (Equação 1). Com base nessa equação e nos valores observados, foi gerada a curva de retenção de água no solo para a camada em estudo (Figura 3).

$$\theta = 0,217 + \frac{0,304}{\left[1 + (0,2325 \cdot \psi)^{1,7786}\right]^{0,4378}} \quad (1)$$

em que:

θ – umidade do solo com base em volume ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$);

Ψ – tensão de água no solo (kPa).

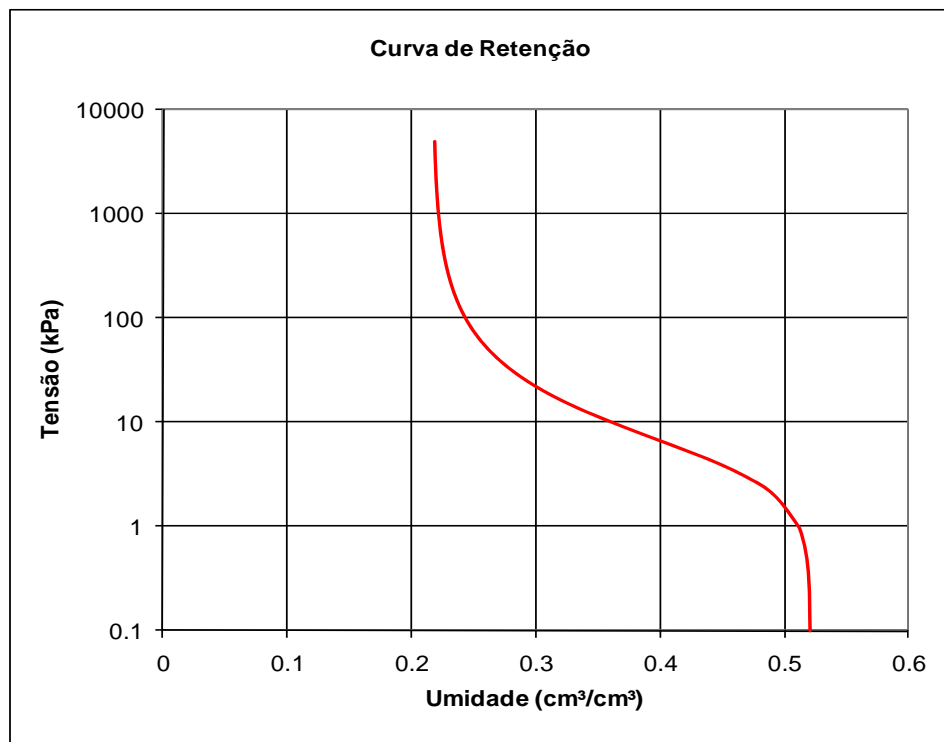


Figura 3 Curva de retenção da água no solo, gerada utilizando-se o modelo proposto por van Genuchten (1980)

De acordo com Carvalho, Sampaio e Silva (1996) para o solo deste experimento, a tensão de 10 kPa é a recomendada para determinar a umidade do solo correspondente à capacidade de campo. Portanto, utilizando-se a Equação 1, o valor da umidade na capacidade de campo foi de $0,361 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$.

3.4 Delineamento experimental e tratamentos

Foi empregado o delineamento em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e três repetições. Os tratamentos constituíram-se de seis tensões de água no solo (15, 25, 35, 45, 55 e 70 kPa) como indicativo do momento de irrigar (tensão crítica).

A diferenciação dos tratamentos com irrigação foi realizada durante as fases de florescimento e frutificação. Na fase vegetativa, logo após a poda drástica das mudas, todos os tratamentos foram irrigados igualmente, quando os tensiômetros de decisão indicavam uma tensão de água no solo de 15 kPa (procurando manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo), visando o estabelecimento da cultura e a uniformização da umidade do solo nas parcelas.

Para monitorar o estado de energia da água no solo, foi instalada uma bateria com cinco tensiômetros (três a 0,15 m de profundidade para o monitoramento da irrigação, ou seja, tensiômetros de decisão, e dois a 0,30 m de profundidade para verificar a ocorrência de percolação), sorteada entre as parcelas de cada tratamento, adotando-se o critério de reiniciar as irrigações quando pelo menos dois dos tensiômetros de decisão atingiam a tensão crítica. As leituras nos tensiômetros foram realizadas utilizando-se um tensímetro digital de punção. Os tensiômetros foram instalados nas linhas internas de plantas e ficaram distanciados de 0,30 m entre si em cada bateria (Figura 1 e 4).

Cada parcela experimental (canteiro) teve a dimensão de 1,20 m de largura por 1,50 m de comprimento (1,80 m²). Foram utilizadas quatro linhas de plantas espaçadas de 0,30 m entre si e 0,30 m entre plantas, totalizando 20 plantas por parcela. Foi considerada parcela útil, as duas linhas centrais de plantas, sendo descartadas nestas linhas, uma planta no início e uma no final (bordadura), resultando em uma parcela útil com 6 plantas (Figura 4).

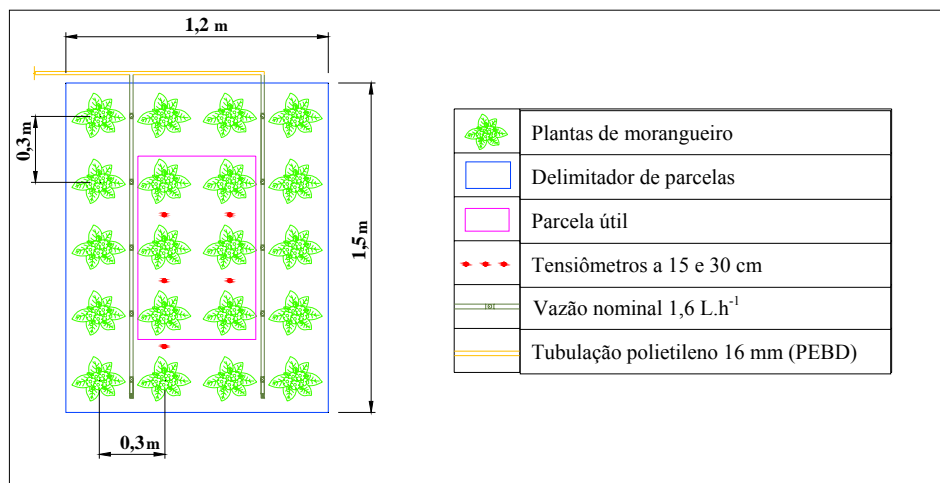


Figura 4 Esquema de uma parcela experimental com o sistema de irrigação e os tensiômetros instalados

3.5 Sistema e manejo da irrigação

Foi utilizado para a diferenciação dos tratamentos, um sistema de irrigação por gotejamento, sendo os emissores autocompensantes do tipo *in-line*, ou seja, emissores inseridos no tubo, durante o processo de extrusão, modelo NAAN PC com vazão nominal de 1,6 L.h⁻¹ e distanciados a 0,30 m entre si. O tubo gotejador (DN 16 mm) ficou posicionado na parcela, de forma a atender duas fileiras de plantas, trabalhando com pressão de serviço de 140 kPa, que era regulada por meio de uma válvula reguladora de pressão, inserida no cabeçal de controle, antes das válvulas de comando elétrico (solenoides). Foi utilizada uma

válvula solenoide para cada tratamento; tais válvulas eram acionadas por meio de um Controlador Lógico Programável (RAIN BIRD), previamente programado, em cada irrigação, para funcionar o tempo necessário visando repor a lâmina d'água acusada indiretamente pelos tensiômetros.

Buscava-se, em todas as irrigações, elevar à capacidade de campo a umidade correspondente à tensão verificada no momento de irrigar. O cálculo do tempo de funcionamento do sistema de irrigação em cada tratamento foi feito com base nos tensiômetros instalados na profundidade de 0,15 m. Estes tensiômetros funcionavam como sensores de decisão, ou seja, de posse dos valores de suas respectivas leituras eram tomadas as decisões para irrigar ou não os tratamentos. Já os tensiômetros, instalados a 0,30 m de profundidade, funcionavam como sensores de controle da lâmina aplicada em cada tratamento. De posse dessas leituras, era possível estabelecer uma relação direta entre a lâmina aplicada e os valores de tensão observados, evitando-se assim, o excesso no fornecimento de água e conseqüentemente, percolação e lixiviação de nutrientes no perfil do solo.

O momento de irrigar foi estabelecido como aquele em que, pelo menos dois dos tensiômetros de decisão, atingiam a tensão crítica estabelecida para cada tratamento. As leituras dos tensiômetros eram fornecidas em “bar” pelo tensímetro digital de punção e em seguida, foram transformadas para “kPa” e inseridos na Equação 2, para determinação da tensão de água no solo, corrigida para a profundidade desejada.

$$\Psi = L - 0,098.h \quad (2)$$

em que:

Ψ - tensão de água no solo (kPa);

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

h - comprimento do tensiômetro (da rolha ao centro da cápsula porosa) (cm). Nesse caso, foram de 25,0 e 40,0 cm para as profundidades de instalação de 0,15 e 0,30 m, respectivamente.

Com as tensões observadas, estimavam-se as umidades correspondentes, por intermédio da curva de retenção de água no solo (Equação 1). De posse dessas umidades e com aquela correspondente à capacidade de campo e, ainda, considerando a profundidade efetiva do sistema radicular (300 mm), eram calculadas as lâminas de reposição (Equação 3 e 4) e, finalmente, o tempo de funcionamento do sistema de irrigação (Equação 6), de acordo com Cabello (1996).

$$LL = (\theta_{cc} - \theta_{atual}) \cdot Z \quad (3)$$

em que:

LL – lâmina líquida de irrigação (mm);

θ_{cc} – umidade do solo na capacidade de campo ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$);

θ_{atual} – umidade do solo no momento de irrigar ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$);

Z – profundidade efetiva do sistema radicular (300 mm).

$$LB = \frac{LL}{(1 - k) \cdot CUD} \quad (4)$$

em que:

LB – lâmina bruta de irrigação (mm);

CUD – coeficiente de uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação (0,99);

k – constante que leva em conta a eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação. Foi determinada de acordo com a Equação 5, descrita a seguir:

$$k = 1 - E_a \quad (5)$$

em que:

E_a – eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação (0,95).

$$T = \frac{LB.A}{e.q_a} \quad (6)$$

em que:

T - tempo de funcionamento do sistema de irrigação em cada tratamento, visando elevar a umidade à capacidade de campo (h);

A - área ocupada por planta (0,09 m²);

e - número de emissores por planta (0,5);

q_a - vazão média dos emissores (1,86 L.h⁻¹).

Foram realizados testes para determinar a vazão média do gotejador e o coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD), do sistema de irrigação no primeiro ciclo de cultivo do morangueiro conforme descrito em Costa (2011).

Encontrou-se uma vazão média dos gotejadores de 1,86 L.h⁻¹. O coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD) encontrado foi de 99%, significando que a água foi, uniformemente, distribuída nas parcelas, em

qualquer nível de irrigação, não se constituindo em uma fonte de variação adicional ao ensaio.

Calculou-se, também, o coeficiente de variação total de vazão (CVt). O valor encontrado para o mesmo foi de 0,007, indicando uma excelente uniformidade de vazão nos tratamentos, de acordo com Cabello (1996).

3.6 Condução do experimento

Neste trabalho foi utilizada a cultivar de morango “Aromas”. As plantas foram submetidas à poda drástica da parte aérea, para ocorrer a rebrota e assim aproveitando o segundo ciclo de cultivo.

Todos os canteiros receberam cobertura plástica (operação realizada no primeiro ciclo), denominada *mulching*. Para isto foi utilizado filme plástico com dupla face, sendo a parte superior branca e a parte inferior preta, com espessura de 25 micra, aditivado com tratamento anti UV e largura de 1,50 m.

Desde a poda das plantas, ocorrida no dia 21 de abril de 2010, até o início da diferenciação dos tratamentos no dia 25 de julho de 2010, foram realizadas irrigações por gotejamento em todos os seis tratamentos, visando manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo (15 kPa), totalizando uma lâmina de 185,9 mm por tratamento. Este procedimento teve como objetivo proporcionar melhor condição para rebrota, e permitir a uniformização do desenvolvimento das plantas.

Toda a adubação de cobertura foi feita via fertirrigação seguindo as recomendações da 5ª aproximação (GOMES; SILVA; FAQUIN, 1999) e do Informe Agropecuário (PACHECO et al., 2007). Os adubos utilizados foram cloreto de potássio e ureia. As adubações de cobertura forneceram durante todo o ciclo da cultura as quantidades, em kg.ha⁻¹, de 266 de K e 230 de N.

Foi utilizada para a realização das fertirrigações uma bomba de injeção de fertilizante, ou bomba dosificadora hidráulica modelo TMB WP – 10, com capacidade máxima de injeção de 60 L.h⁻¹ de solução.

As fertirrigações foram distribuídas durante o ciclo, em sete aplicações, buscando-se adequar a quantidade de nutrientes fornecida de forma equilibrada e balanceada, de acordo com as necessidades nutricionais da cultura.

Com o objetivo de prevenir sintomas de deficiências nutricionais, que poderiam aparecer durante desenvolvimento da cultura, foram feitas aplicações do fertilizante foliar Aminon 25 a cada 15 dias, durante todo o ciclo. O fertilizante foliar Aminon 25 possui em sua fórmula as seguintes concentrações de nutrientes: 11% de N, 1% de K₂O e 6% de C orgânico.

O controle fitossanitário foi feito com base em avaliações visuais, realizando inspeções periódicas, a fim de se detectar a presença de pragas e a ocorrência de doenças durante o cultivo.

As aplicações dos defensivos foram realizadas na medida em que se detectava a presença de doenças e pragas. Foram realizadas oito pulverizações ao longo do experimento, como demonstra o Quadro 1.

Quadro 1 Cronograma de pulverizações: épocas de aplicação, defensivos agrícolas utilizados, princípios ativos e dosagens aplicadas

DAP ¹	Defensivo agrícola	Princípio ativo	Dosagem aplicada (em 100 L de água)
35	Cercobin 700 PM	Tiofanato-metílico	70 g
44	Dithane PM	Mancozeb	200 g
	Stron	Metamidofós	100 mL
51	Folicur 200 EC	Tebuconazol	75 mL
57	Cercobin 700 PM	Tiofanato-metílico	70 g
	Lannate BR	Metomil	100 mL
67	Dithane PM	Mancozeb	200 g
	Stron	Metamidofós	100 mL
100	Stron	Metamidofós	100 mL
156	Dithane PM	Mancozeb	200 g
	Lannate BR	Metomil	100 mL
162	Cuprocarb 500	Oxicloreto de cobre	300 g

¹DAP – dias após a poda drástica das plantas.

3.7 Análise da produção

As colheitas começaram a ser realizadas no dia 14 de agosto de 2010, quando os frutos começaram a apresentar pelo menos 75% de coloração vermelha. A partir daí, as colheitas foram realizadas semanalmente, as quartas-feiras, até o dia 09 de dezembro de 2010.

As avaliações foram feitas, imediatamente, após as colheitas das parcelas úteis, sendo todas as repetições colhidas e avaliadas no mesmo dia.

3.7.1 Massa fresca total de frutos por planta

Depois de colhidos, foram realizadas as pesagens dos frutos da parcela útil, em balança digital com precisão de 1 g, e a massa fresca total de frutos foi dividida pelo número de plantas da parcela útil, sendo os resultados expressos em gramas por planta.

3.7.2 Massa fresca de frutos comerciais por planta

A massa fresca de frutos comerciais por planta foi obtida, dividindo-se a massa fresca de frutos comerciais pelo número de plantas da parcela útil.

Foram considerados comerciais, os frutos perfeitos e com massa mínima de seis gramas (DUARTE FILHO; ANTUNES; PÁDUA, 2007). Os resultados foram expressos em gramas por planta.

3.7.3 Massa fresca de frutos não comerciais por planta

A massa fresca de frutos não comerciais por planta foi determinada, dividindo-se a massa fresca de frutos não comerciais pelo número de plantas da

parcela útil. Foram considerados não comerciais, os frutos com podridões, imperfeições físicas e ataques de fungos, insetos e pássaros (DUARTE FILHO; ANTUNES; PÁDUA, 2007). Os resultados foram expressos em gramas por planta.

3.7.4 Número total de frutos por planta

Logo após a colheita, os frutos derivados da parcela útil foram contados e o número total de frutos foi dividido pelo número de plantas da parcela útil, sendo os resultados expressos em frutos por planta.

3.7.5 Número de frutos comerciais por planta

Foi determinado, dividindo-se o número de frutos comerciais pelo número de plantas da parcela útil, sendo os resultados expressos em frutos por planta.

3.7.6 Massa média de frutos comerciais

Calculou-se a massa média de frutos comerciais pela divisão entre a massa fresca de frutos comerciais por planta e o número de frutos comerciais por planta. Os resultados foram expressos em gramas por fruto.

3.7.7 Produtividade total de frutos

Com base nas dimensões dos canteiros e no espaçamento entre as plantas (0,30 x 0,30 m), estimou-se uma população de 89.000 plantas por hectare, considerando que 20% da área são destinados à circulação entre os

canteiros. A partir dos valores médios de massa fresca total de frutos por planta e da população de plantas por hectare, foi calculada a produtividade total de frutos. Os resultados foram expressos em toneladas por hectare.

3.7.8 Produtividade comercial de frutos

Com os valores médios de massa fresca de frutos comerciais por planta e população de plantas por hectare, foi calculada a produtividade comercial de frutos. Os resultados foram expressos em toneladas por hectare.

3.8 Análise da qualidade pós-colheita

Utilizou-se para as análises da qualidade do morango, amostras de frutos comerciais colhidos em uma avaliação realizada no mês de setembro (pico de produção), onde foram separados cinco frutos de cada parcela útil e enviados ao Laboratório de Ciências dos Alimentos da UFLA.

3.8.1 Sólidos solúveis totais

O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado diretamente com o refratômetro digital ATAGO PR-100 com compensação automática de temperatura. Os valores de sólidos solúveis totais foram expressos em % de °Brix (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS – AOAC, 1990).

3.8.2 Acidez total titulável

A acidez total titulável (ATT) foi determinada por titulometria de neutralização, com diluição de 10 mL de suco em 90 mL de água destilada e titulação com solução de NaOH 0,1 N até o suco atingir pH 8,1. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico.

3.8.3 pH

Para a determinação dos valores de pH dos frutos, foi utilizado um pHmetro Schott Handylab, conforme metodologia descrita em AOAC (1990).

3.9 Análises estatísticas

Os dados amostrados foram submetidos à análise de variância, com a realização do teste F, e análise de regressão polinomial a 5% e 1% de probabilidade (GOMES, 2000).

As análises foram efetuadas, utilizando-se o programa computacional Sisvar para Windows, versão 4.0, para análises estatísticas (FERREIRA, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Tensões e lâminas de água aplicadas

Demonstra-se na Tabela 1, as lâminas de água aplicadas, nas diferentes tensões de água no solo analisadas, no período de condução do experimento, bem como o turno de rega e o número de irrigações.

Tabela 1 Tensões de água no solo estabelecidas, lâminas aplicadas antes da diferenciação dos tratamentos (Inicial), e após a diferenciação dos tratamentos (Irrigação), lâmina total (Total), média por irrigação (mpi), turno de rega (TR) e número de irrigações (NI)

Tensão (kPa)	Lâmina (mm)			mpi	TR (dia)	NI (ud)
	Inicial	Irrigação	Total			
15	185,9	692,2	878,1	10,3	2,0	67
25	185,9	616,7	802,6	20,5	4,5	30
35	185,9	615,6	801,5	25,6	5,7	24
45	185,9	545,9	731,8	28,7	7,2	19
55	185,9	462,2	648,1	30,8	9,1	15
70	185,9	230,5	416,4	32,9	19,5	7

Quanto menor as tensões para que fossem reiniciadas as irrigações, por exemplo, 15 e 25 kPa, mais frequentes foram as mesmas (TR iguais a 2,0 e 4,5 dias, respectivamente) e maiores foram as lâminas aplicadas (692,2 e 616,7 mm, respectivamente), sendo os valores de tensões de água no solo mantidos dentro de uma faixa mais estreita (menores “picos”) e conseqüentemente, a umidade do solo permaneceu próxima à capacidade de campo, ao longo de todo o ciclo da cultura. O tratamento que apresentou a maior lâmina total aplicada (878,1 mm) foi o de 15 kPa.

Na Figura 5 estão representadas as tensões médias registradas pelos tensiômetros, instalados nas profundidades de 0,15 e 0,30 m, no tratamento de 45 kPa para exemplificar o comportamento das tensões durante o ciclo. Nessa figura, pode-se visualizar o número de irrigações realizadas durante o período da

diferenciação dos tratamentos. Observa-se também, que na profundidade de 15 cm, a umidade do solo apresentou maior amplitude de variação.

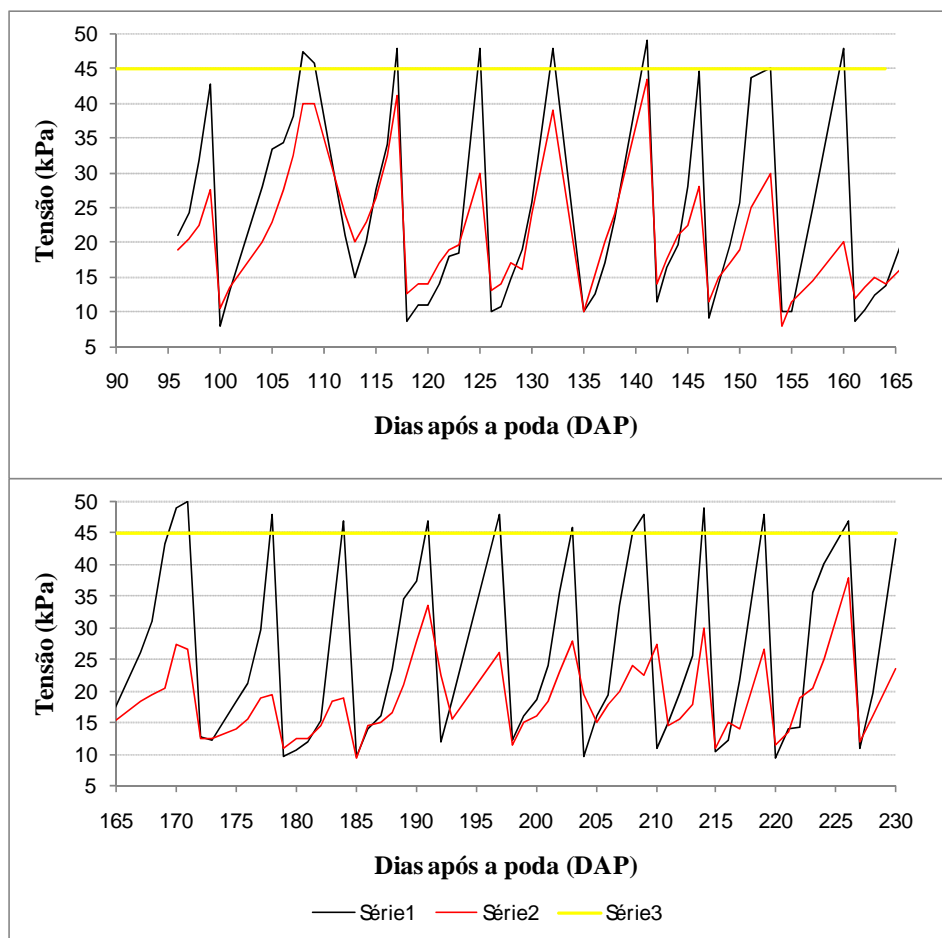


Figura 5 Variação das tensões no tratamento de 45 kPa, em duas profundidades

4.2 Produção

4.2.1 Massa fresca total de frutos por planta

De acordo com a análise de variância (Quadro 2), verifica-se efeito significativo a 1% de probabilidade, para a massa fresca total de frutos por planta, com relação ao fator tensões de água no solo.

Quadro 2 Resumo das análises de variância e de regressão para massa fresca total de frutos (MFTF) por planta, sob diferentes tensões da água no solo

Fontes de variação	G. L.	Q. M.
		MFTF (g.planta ⁻¹)
Bloco	2	19445,54 ^{**}
Tensões	5	52028,42 ^{**}
Resíduo	10	1736,03
Média Geral	-	371,61
C.V. (%)	-	11,21
Linear	1	255418,55 ^{**}
Quadrática	1	4396,71 ^{ns}
Desvios	3	108,94 ^{ns}

Em que: ^{ns} – não significativo pelo teste F e ^{**} – significativos a 1% de probabilidade.

Pereira (2009), comparando a produtividade do morangueiro de diferentes cultivares, em diferentes épocas de plantio, obteve os seguintes resultados da produtividade total de frutos para cultivar Aromas de 650,43 e 298,18 g.planta⁻¹ nos plantios dos meses de maio e junho, respectivamente. Este experimento também foi realizado na região do Sul de Minas, em condições de clima semelhantes a este estudo. Os resultados mostram a superioridade na produção da cultivar Aromas, quando plantada no mês de maio, em comparação ao plantio no mês junho, sendo esta mais adaptada às características climáticas da região nesta época.

A massa fresca total de frutos por planta foi bastante influenciada pelas tensões de água no solo. O resultado de massa fresca total de frutos por planta mostrou resposta linear inversa, com nível de significância de 1% (Quadro 2), indicando haver um decréscimo da massa fresca total de frutos por planta na medida em que se aumentaram as tensões de água no solo. Nota-se que, 98,18% das variações ocorridas na massa fresca total de frutos por planta, em função das tensões são explicadas pela regressão linear inversa (Figura 6). O valor máximo para a massa fresca total de frutos por planta ocorreu à tensão de 15 kPa, considerando o intervalo estudado (15 a 70 kPa), resultando em uma produção para esta característica de 538,29 g.planta⁻¹.

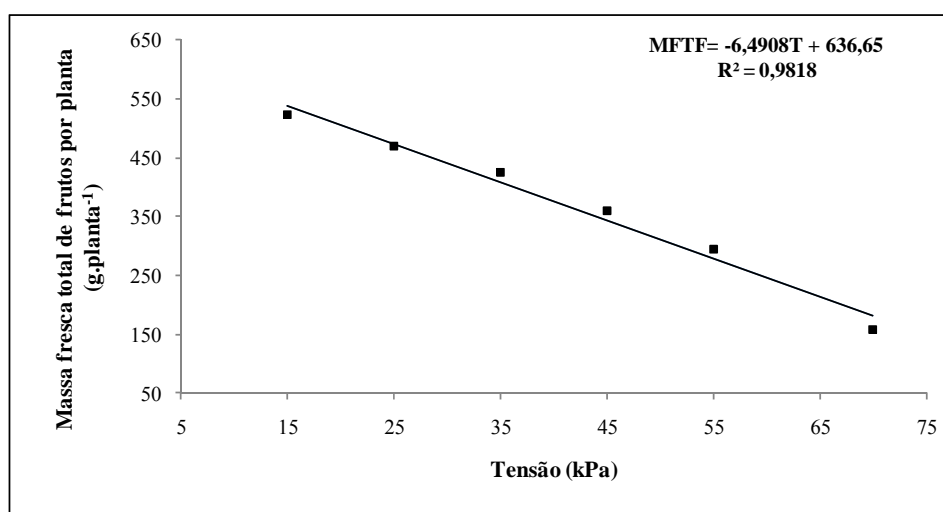


Figura 6 Massa fresca total de frutos (MFTF) por planta de morangueiro, em função das diferentes tensões de água no solo

De acordo com a equação representada na Figura 6, o aumento da tensão de água no solo, em uma unidade (kPa), implicará em uma diminuição de 6,49 g.planta⁻¹ na massa fresca total de frutos por planta, considerando o intervalo estudado. Isto quer dizer que, neste intervalo, quanto menor o turno de rega, maior é a massa fresca total de frutos por planta, pois a água é aplicada em

pequenas intensidades, porém com alta frequência, de modo a manter a umidade do solo na zona radicular próxima à capacidade de campo.

4.2.2 Massa fresca de frutos comerciais por planta

De acordo com a análise de variância (Quadro 3), para a massa fresca de frutos comerciais por planta, verifica-se efeito significativo a 1% de probabilidade com relação ao fator tensões da água no solo.

Quadro 3 Resumo das análises de variância e de regressão para massa fresca de frutos comerciais (MFFC) por planta, sob diferentes tensões de água no solo

Fontes de variação	G. L.	Q. M.
		MFFC (g.planta ⁻¹)
Bloco	2	21110,67**
Tensões	5	56521,07**
Resíduo	10	1741,40
Média Geral	-	323,40
C.V. (%)	-	12,90
Linear	1	279027,05**
Quadrática	1	2629,68 ^{ns}
Desvios	3	316,22 ^{ns}

Em que: ^{ns} – não significativo pelo teste F e ** – significativo a 1% de probabilidade.

No caso da massa fresca de frutos comerciais por planta, as variações ocorridas podem ser explicadas pela regressão linear inversa, a 1% de probabilidade (Tabela 4). O valor médio encontrado para massa fresca de frutos comerciais por planta foi de 323,40 g.planta⁻¹.

Nota-se, pela Figura 7, que houve um acréscimo na massa fresca de frutos comerciais por planta, à medida que se diminuíram as tensões de água no solo, sendo obtido o valor máximo à tensão de 15 kPa, resultando em uma produção de 498,66 g.planta⁻¹.

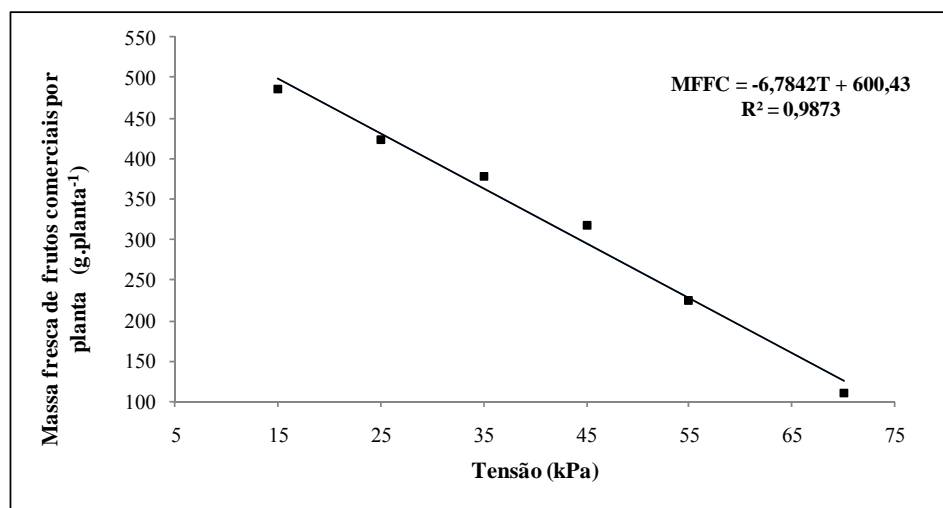


Figura 7 Massa fresca de frutos comerciais (MFFC) por planta de morangueiro, em função das diferentes tensões da água no solo

Observa-se que 98,73% das variações, ocorridas na massa fresca de frutos comerciais por planta, em função das tensões, são explicadas pela regressão linear (Figura 7).

Segundo Pires et al. (2007), na condição de cultivo protegido, o uso do filme plástico transparente e a manutenção do teor de água do solo a tensões entre 10 e 35 kPa favoreceram a produção total de frutos comerciais e seus componentes (número e massa média dos frutos).

A tensão de água no solo de 15 kPa obteve-se o maior valor para massa fresca de frutos comerciais por planta, atingindo 498,66 g.planta⁻¹, com média geral de 323,40 g.planta⁻¹. Apresentando assim, valor maior em comparação ao experimento realizado no primeiro ciclo, cuja média geral foi de 115,84 g.planta⁻¹ (COSTA, 2011). Isso se deve, provavelmente, a época de início do estudo, mês de abril, e também ao rápido desenvolvimento das plantas devido à realização da poda drástica.

Pereira (2009) avaliando a produtividade de cultivares de morangueiros em diferentes épocas de plantio na região sul do estado de Minas Gerais,

conduzido no município de Bom Repouso, utilizando-se quatro cultivares (Aromas, Camarosa, Festival e Oso Grande) e quatro épocas de plantio (maio, junho, julho e agosto), observou que, à medida que se atrasa o plantio, há uma queda gradativa na produção em todas as cultivares.

4.2.3 Massa fresca de frutos não comerciais por planta

De acordo com a análise de variância (Quadro 4), para a massa fresca de frutos não comerciais por planta, verifica-se que não houve diferença significativa com relação ao fator - tensões de água no solo.

Quadro 4 Resumo da análise de variância para massa fresca de frutos não comerciais (MFFNC) por planta, sob diferentes tensões de água no solo

Fontes de variação	G. L.	Q. M.
		MFFNC (g.planta ⁻¹)
Bloco	2	36,56 ^{ns}
Tensões	5	408,89 ^{ns}
Resíduo	10	195,14
Média Geral	-	48,63
C.V. (%)	-	28,72

Em que: ^{ns} – não significativo pelo teste F.

A proporção da massa fresca de frutos não comerciais em relação à massa fresca total de frutos foi de 13,08%.

4.2.4 Número total de frutos por planta

Na análise de variância (Quadro 5) foi verificado que houve diferença significativa a 1% de probabilidade, em relação ao fator tensões da água no solo, quanto ao número de frutos total por planta.

Quadro 5 Resumo das análises de variância e de regressão para número total de frutos (NTF) por planta, sob diferentes tensões de água no solo

Fontes de variação	G. L.	Q. M.
		NTF (frutos.planta ⁻¹)
Bloco	2	123,60 [*]
Tensões	5	314,82 ^{**}
Resíduo	10	20,20
Média Geral	-	41,76
C.V. (%)	-	10,76
Linear	1	1474,57 ^{**}
Quadrática	1	75,08 ^{ns}
Desvios	3	8,14 ^{ns}

Em que: ^{ns} – não significativo pelo teste F, ^{*} e ^{**} – significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

As variações ocorridas no número total de frutos por planta, em função das tensões avaliadas, podem ser explicadas pela regressão linear inversa, a 1% de probabilidade (Quadro 5).

Nota-se, pela Figura 8, que houve um decréscimo no número total de frutos por planta, à medida que se aumentaram as tensões da água no solo. Observa-se que 93,68% das variações, ocorridas no número de frutos total por planta, em função das tensões, são explicadas pela regressão linear.

Para a cultivar Chandler, Serrano et al. (1992) verificaram que a produção máxima foi obtida quando a tensão de água no solo atingiu 10 kPa; na faixa de 30 a 70 kPa, o decréscimo na área foliar levou a redução na taxa de assimilação total e na produção. Esta decorre da diminuição no peso médio e no número de frutos, conforme as conclusões do autor.

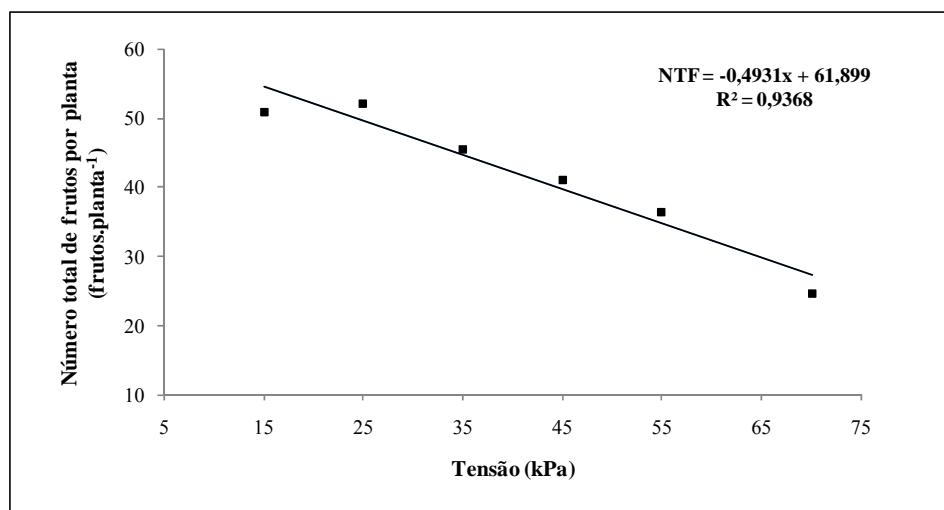


Figura 8 Número total de frutos (NTF) por planta de morangueiro, em função das diferentes tensões da água no solo

O maior valor encontrado para o número total de frutos por planta ocorreu à tensão de 15 kPa, atingindo 54,50 frutos por planta. A média geral foi de 41,76 frutos por planta, este valor encontrado é maior comparado ao valor obtido no primeiro ciclo, cuja média geral foi de 17,53 frutos totais por planta (COSTA, 2011). Isso se deve, provavelmente, a época de início do estudo, mês de abril, e também ao rápido desenvolvimento das plantas devido à realização da poda drástica.

4.2.5 Número de frutos comerciais por planta

Na análise de variância (Quadro 6), verifica-se que houve diferença significativa a 1% de probabilidade, em relação ao fator tensões de água no solo, quanto ao número de frutos comerciais por planta.

Quadro 6 Resumo das análises de variância e de regressão para número de frutos comerciais (NFC) por planta, sob diferentes tensões da água no solo

Fontes de variação	G. L.	Q. M.
		NFC (frutos.planta ⁻¹)
Bloco	2	165,48 ^{**}
Tensões	5	433,88 ^{**}
Resíduo	10	7,51
Média Geral	-	31,96
C.V. (%)	-	8,57
Linear	1	2115,13 ^{**}
Quadrática	1	34,88 ^{ns}
Desvios	3	6,46 ^{ns}

Em que: ^{ns} – não significativo pelo teste F e ^{**} – significativo a 1% de probabilidade.

As variações ocorridas no número de frutos comerciais por planta, em função das tensões avaliadas, podem ser explicadas pela regressão linear, a 1% de probabilidade (Quadro 6).

Nota-se, pela Figura 9, que houve um acréscimo no número de frutos comerciais por planta, à medida que diminuíram as tensões de água no solo, dentro do intervalo estudado.

Observa-se que 97,50% das variações, ocorridas no número de frutos comerciais por planta, em função das tensões, são explicadas pela regressão linear inversa (Figura 9).

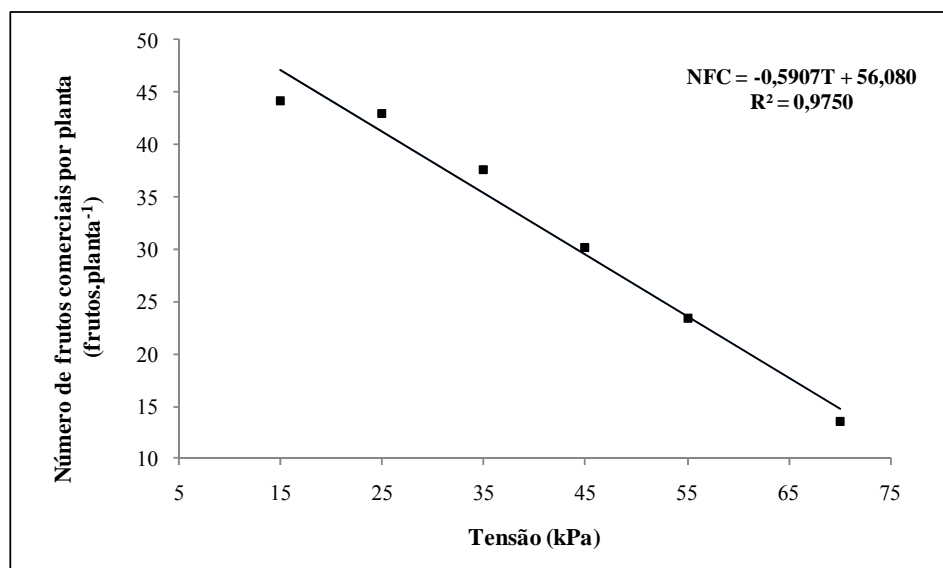


Figura 9 Número de frutos comerciais (NFC) por planta de morangueiro, em função das diferentes tensões de água no solo

Oliveira e Scivittaro (2008), ao avaliar o desempenho produtivo de cultivares de morangueiro (Cegnidarem, Aromas e Diamante) nas condições climáticas do Rio Grande do Sul, e irrigadas por gotejamento, obtiveram 32,2 frutos comerciais por planta para a cultivar Aromas. O resultado desses autores é muito próximo do valor médio encontrado no presente trabalho, que foi de 31,9 frutos comerciais por planta.

O maior valor encontrado para o número de frutos comerciais por planta no presente estudo foi de 47,22 frutos, obtidos à tensão de 15 kPa, com média geral de 31,96 frutos. Apresentando assim, valor maior em comparação ao experimento realizado no primeiro ciclo, cujo número de frutos comerciais por planta foi de 10,13 (COSTA, 2011).

4.2.6 Massa média de frutos comerciais

De acordo com a análise de variância (Quadro 7), para massa média de frutos comerciais, verifica-se que não houve diferença significativa em relação ao fator tensão de água no solo. Vale lembrar que, os frutos comerciais analisados, são aqueles que possuem massa acima de 6 g, assim as diferentes tensões estudadas não foram capazes de influenciar significativamente a característica de massa média.

Quadro 7 Resumo da análise de variância para massa média de frutos comerciais (MMFC), sob diferentes tensões de água no solo

Fontes de variação	G. L.	Q. M.
		MMFC (g.fruto ⁻¹)
Bloco	2	2,17 ^{ns}
Tensões	5	3,30 ^{ns}
Resíduo	10	1,17
Média Geral	-	10,98
C.V. (%)	-	9,83

Em que: ^{ns} – não significativo pelo teste F.

Assim sendo, os maiores valores de massa fresca comercial (produção comercial) que ocorreram à tensão de 15 kPa, é resultado do maior número de frutos produzidos, haja vista, que a massa média de frutos não foi influenciada significativamente pelas tensões avaliadas.

4.2.7 Produtividade total de frutos

De acordo com a análise de variância (Quadro 8), verifica-se efeito significativo a 1% de probabilidade, para a produtividade total de frutos, com relação ao fator tensões de água no solo.

Quadro 8 Resumo das análises de variância e de regressão para produtividade total de frutos (PTF), sob diferentes tensões de água no solo

Fontes de variação	G. L.	Q. M.
		PTF (t.ha ⁻¹)
Bloco	2	154,00 ^{**}
Tensões	5	412,17 ^{**}
Resíduo	10	13,76
Média Geral	-	33,07
C.V. (%)	-	11,22
Linear	1	2023,39 ^{**}
Quadrática	1	34,91 ^{ns}
Desvios	3	0,86 ^{ns}

Em que: ^{ns} – não significativo pelo teste F e ^{**} – significativo a 1% de probabilidade.

O resultado de produtividade total de frutos mostrou resposta linear inversa, com nível de significância de 1% (Quadro 8), indicando haver um decréscimo da produtividade total de frutos à medida que se aumentaram as tensões de água no solo. Nota-se que 98,18% das variações ocorridas, na produtividade total de frutos, em função das tensões, são explicadas pela regressão linear inversa (Figura 10). O valor máximo para produtividade total de frutos ocorreu à tensão de 15 kPa, resultando em uma produtividade para esta característica de 47,99 t.ha⁻¹.

De acordo com a equação representada na Figura 10, o aumento da tensão de água no solo, implicará em uma diminuição da produtividade total de frutos, considerando o intervalo estudado (15 a 70 kPa). Isto quer dizer que, quanto menor o intervalo entre irrigações (turno de rega), maior é a produtividade total de frutos, pois a água é aplicada em pequenas intensidades, porém, com alta frequência, de modo a manter a umidade do solo na zona radicular próxima à capacidade de campo.

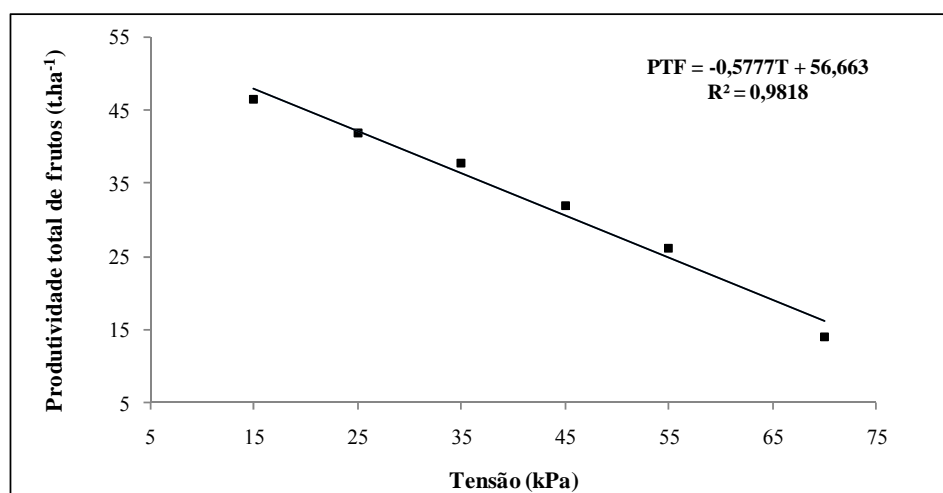


Figura 10 Produtividade total de frutos (PTF) de morangueiro, em função das diferentes tensões de água no solo

De acordo com Taiz e Zeiger (2009), as plantas cultivadas em solo com água mais facilmente disponível apresentam maior desenvolvimento, área foliar e transpiração e conseqüentemente, exigem irrigações mais frequentes e maior volume de água para repor o que foi utilizado para o metabolismo, e também, “cedido” para a atmosfera.

Costa (2011) avaliando a produtividade do morangueiro das cultivares Oso grande e Aromas, sob o efeito de diferentes tensões de água no solo, na região sul de minas, com o transplântio realizado no mês de junho, obteve uma produtividade de 17,71 t.ha⁻¹ para a cultivar Aromas. Comparado com o presente trabalho, houve um aumento de 260% o qual se deve, provavelmente, a época de início do estudo, mês de abril, e também ao rápido desenvolvimento das plantas devido à realização da poda drástica.

Pereira (2009), encontrou uma menor produtividade da cultivar Aromas quando o plantio foi realizado no mês de julho em comparação ao plantio no mês de maio.

4.2.8 Produtividade comercial de frutos

De acordo com a análise de variância (Quadro 9), verifica-se efeito significativo a 1% de probabilidade, para produtividade comercial de frutos, com relação ao fator tensões de água no solo.

Quadro 9 Resumo das análises de variância e de regressão para produtividade comercial de frutos (PCF), sob diferentes tensões de água no solo

Fontes de variação	G. L.	Q. M.
		PCF (t.ha ⁻¹)
Bloco	2	166,89 ^{**}
Tensões	5	447,61 ^{**}
Resíduo	10	13,79
Média Geral	-	28,78
C.V. (%)	-	12,91
Linear	1	2209,78 ^{**}
Quadrática	1	20,66 ^{ns}
Desvios	3	2,54 ^{ns}

Em que: ^{ns} – não significativo pelo teste F e ^{**} – significativo a 1% de probabilidade.

No caso da produtividade comercial de frutos, as variações ocorridas podem ser explicadas pela regressão linear inversa, a 1% de probabilidade (Quadro 9).

Nota-se, pela Figura 11, que houve um acréscimo na produtividade comercial de frutos, à medida que se diminuíram as tensões da água no solo. Observa-se que 98,74% das variações, ocorridas na produtividade comercial de frutos, em função das tensões, são explicadas pela regressão linear.

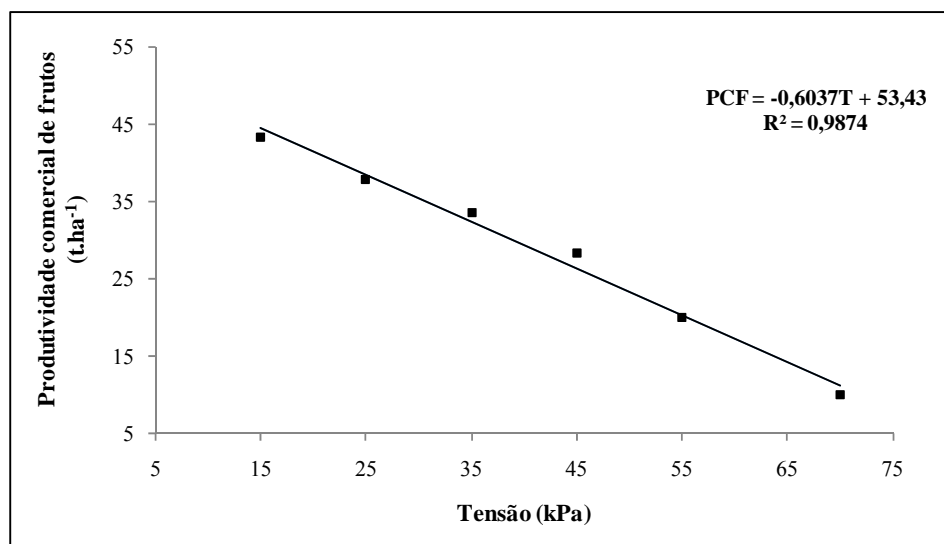


Figura 11 Produtividade comercial de frutos (PCF) de morangueiro, em função das diferentes tensões de água no solo

O valor máximo para produtividade comercial de frutos ocorreu à tensão de 15 kPa, resultando em uma produtividade para este parâmetro de 44,37 t.ha⁻¹.

Otto et al. (2009) avaliando a produção de frutos e a emissão de estolões das cultivares de dia neutro, incluindo a Aromas, durante o verão de Ponta Grossa, Paraná, em estufa do tipo arco, utilizando o sistema de gotejamento, obtiveram respostas de produtividade comercial média para a cultivar Aromas de 28.4 t.ha⁻¹. Resultado este, próximo ao valor médio encontrado no presente experimento de 28.8 t.ha⁻¹, entretanto, muito abaixo da produtividade máxima obtida na tensão de 15 kPa.

Segundo Pereira (2009), a cultivar Aromas apresenta melhor desempenho cultivada em maio, quando o fotoperíodo é curto e as temperaturas amenas.

4.3 Qualidades pós-colheita

4.3.1 Sólidos solúveis totais

Os sólidos solúveis totais de frutos foram significativamente afetados pelo fator tensões de água no solo, a 1% de probabilidade, pelo teste F (Quadro 10).

Quadro 10 Resumo das análises de variância e de regressão para sólidos solúveis totais (SST) de frutos, sob diferentes tensões de água no solo

Fontes de variação	G. L.	Q. M.
		SST (% de °Brix)
Bloco	2	1,19 ^{ns}
Tensões	5	3,83 ^{**}
Resíduo	10	0,58
Média Geral	-	6,45
C.V. (%)	-	11,82
Linear	1	18,31 ^{**}
Quadrática	1	0,16 ^{ns}
Desvios	3	0,23 ^{ns}

Em que: ^{ns} – não significativo pelo teste F e ^{**} – significativo a 1% de probabilidade.

Os sólidos solúveis totais de frutos foram influenciados pelas tensões de água no solo. O resultado de sólidos solúveis totais de frutos mostrou resposta linear, com nível de significância de 1% (Tabela 11), indicando haver um aumento no valor de sólidos solúveis totais à medida que se aumentaram as tensões de água no solo. Nota-se que, 95,57% das variações ocorridas nos sólidos solúveis totais de frutos em função das tensões, são explicadas pela regressão linear (Figura 12). O valor máximo para os sólidos solúveis totais de frutos ocorreu à tensão de 70 kPa, resultando em 8,06 °Brix.

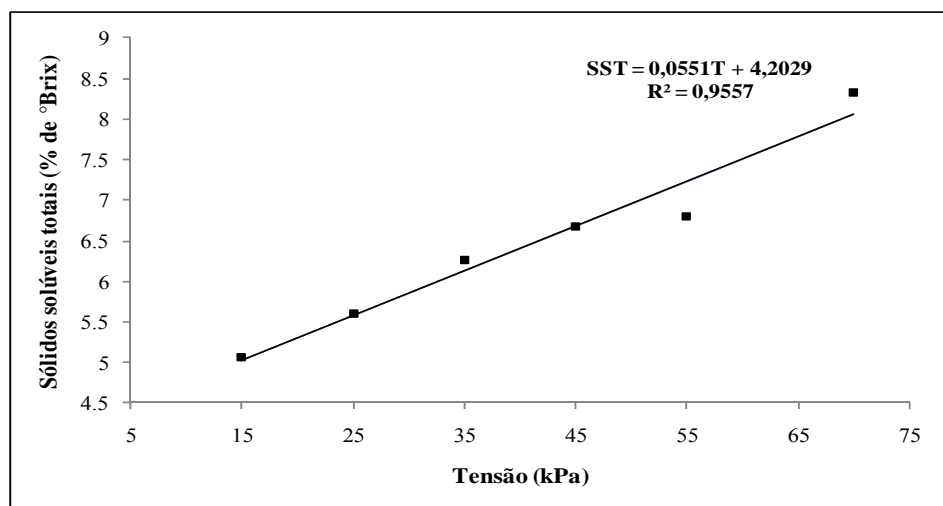


Figura 12 Sólidos solúveis totais de frutos de morangueiro, em função das diferentes tensões de água no solo

O teor de sólidos solúveis totais (expressos em °Brix) fornece um indicativo da quantidade de açúcares presente nas frutas. O teor de sólidos solúveis é uma característica de interesse para os frutos comercializados *in natura*, pois o mercado consumidor prefere frutos doces (CONTI; MINAMI; TAVARES, 2002).

Camargo (2008), estudando a produtividade e as características físico-químicas dos frutos de morango, produzidos em diferentes sistemas de cultivo, encontrou uma diferença significativa nos teores de sólidos solúveis totais entre as cultivares Oso Grande e Aromas, onde a cultivar Aromas, apresentou um valor de 7,03 °Brix no sistema de cultivo convencional.

Mangnabosco et al. (2008), avaliando as características químicas de seis cultivares de morangueiro na região sudoeste do Paraná, encontraram resultados de teor de sólidos solúveis totais para a cultivar Aromas de 5,92 °Brix, em cultivo convencional.

Pereira (2009), comparando a produtividade e qualidade do morangueiro de diferentes cultivares em diferentes épocas de plantio, obteve valor médio de

6,18 °Brix para a cultivar Aromas, valor este, próximo do encontrado no presente trabalho.

4.3.2 Acidez total titulável

A acidez total titulável de frutos não apresentou efeito significativo com relação ao fator tensões de água no solo (Quadro 11).

Quadro 11 Resumo da análise de variância para acidez total titulável (ATT) de frutos, sob diferentes tensões de água no solo

Fontes de variação	G. L.	Q. M.
		ATT (%)
Bloco	2	0,0171 ^{ns}
Tensões	5	0,0136 ^{ns}
Resíduo	10	0,0051
Média Geral	-	0,85
C.V. (%)	-	8,39

Em que: ^{ns} – não significativo pelo teste F.

Além do sistema de produção, o ponto de maturação em que a fruta foi colhida também interfere nos valores de acidez total titulável, haja vista, que os produtores tendem a colhê-las um pouco verdes, para que estas resistam até o momento de exposição nos pontos de comercialização, já que o morango é uma fruta não climatérica de curta vida pós-colheita (KROLOW; SCHWENGBER; FERRI, 2007).

Pereira (2009), comparando a produtividade do morangueiro de diferentes cultivares, em diferentes épocas de plantio encontrou valores médios de acidez total titulável para a cultivar Aromas de 0,99%, valor este acima do valor encontrado no presente trabalho.

Costa (2011) avaliando a produtividade do morangueiro das cultivares Oso Grande e Aromas sob o efeito de diferentes tensões de água no solo, na

região sul de Minas, também não encontrou diferença significativa para acidez total titulável para a cultivar Aromas.

Camargo (2008), estudando a produtividade e as características físico-químicas dos frutos de morango, produzidos em diferentes sistemas de cultivo, encontrou valores de acidez total titulável para a cultivar Aromas de 0,97%.

4.3.3 pH

O pH de frutos foi, significativamente afetado pelo fator tensões de água no solo, a 1% de probabilidade, pelo teste F (Quadro 12).

Quadro 12 Resumo das análises de variância e de regressão para pH de frutos, sob diferentes tensões da água no solo

Fontes de variação	G. L.	Q. M.
		pH
Bloco	2	0,0032 ^{ns}
Tensões	5	0,0564 ^{**}
Resíduo	10	0,0032
Média Geral	-	3,71
C.V. (%)	-	1,53
Linear	1	0,274 ^{**}
Quadrática	1	0,0032 ^{ns}
Desvios	3	0,0014 ^{ns}

Em que: ^{ns} – não significativo pelo teste F e ^{**} – significativo a 1% de probabilidade.

O resultado de pH de frutos mostrou resposta linear, com nível de significância de 1% (Quadro 12), indicando haver um aumento no valor de pH, à medida que se aumentaram as tensões de água no solo. Nota-se que 97,32% das variações ocorridas no pH de frutos, em função das tensões, são explicadas pela regressão linear (Figura 13). O valor máximo para pH de frutos ocorreu à tensão de 70 kPa, resultando em um valor de 3,90.

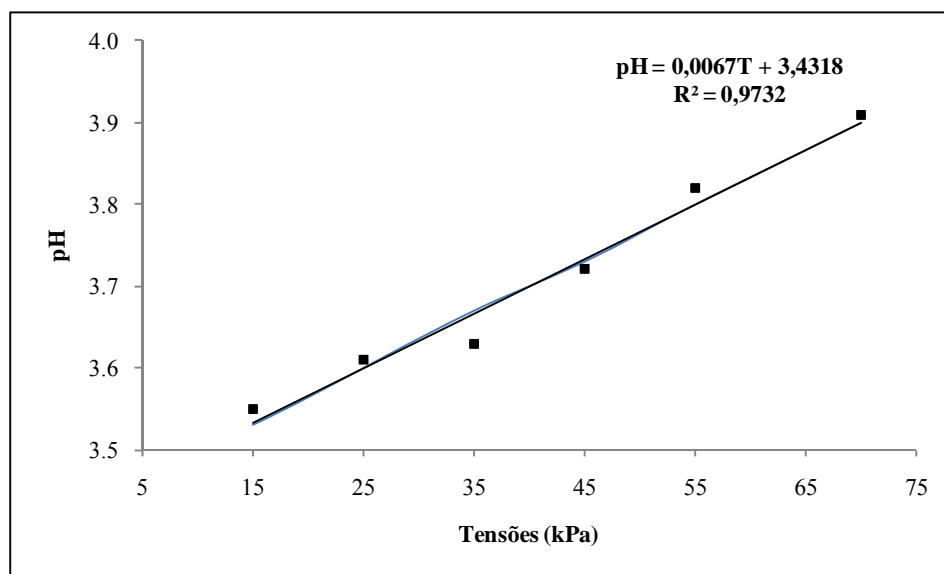


Figura 13 pH dos frutos de morangueiro, em função das diferentes tensões de água no solo

Camargo (2008), estudando a produtividade e as características físico-químicas dos frutos de morango, produzidos em diferentes sistemas de cultivo, encontrou para a cultivar Aromas, em sistema convencional, valores de pH de frutos igual a 3,67.

Resultados semelhantes aos obtidos nesse trabalho, foram encontrados por Krolow, Schwengber e Ferri (2007), comparando as características químicas de frutos da cultivar Aromas, produzidas nos sistemas orgânico e convencional, sendo encontrado no sistema convencional, um valor de pH de frutos de 3,27 e no sistema o orgânico de 3,52.

5 CONCLUSÕES

Diante das condições em que o experimento foi desenvolvido e dos resultados obtidos para a cultura do morangueiro, pode-se concluir que:

- a) Para a obtenção dos maiores valores de massa fresca total e comercial de frutos por planta, número total e comercial de frutos por planta e produtividade total e comercial, deve-se irrigar no momento em que a tensão de água no solo estiver em torno de 15 kPa, à profundidade de 0,15 m;
- b) A massa média de frutos comerciais e a massa fresca de frutos não comerciais por planta, não foram afetadas pelas diferentes tensões de água no solo avaliadas;
- c) Com relação às características de qualidade do morango, os sólidos solúveis totais e o pH, apresentaram maiores valores com a tensão de 70 kPa e a acidez total titulável não foi afetada pelas diferentes tensões de água no solo estimadas.

REFERÊNCIAS

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. São Paulo: FNP, 2008. p. 417-419.

ARAÚJO, J. S. et al. Características de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido sob doses de nitrogênio via fertirrigação. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 152-157, 2009.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC**. 15th ed. Washington, 1990. 2 v.

BINOTTI, C. S.; BENATO, E. A.; SIGRIST, J. M. M. Avaliação do uso de fungicidas e UV- C combinado com atmosfera modificada em maracujá amarelo, pós-colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: SBF, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas: 1961-1990**. Brasília: SPI/EMBRAPA, 1992. 84 p.

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

CALVETE, E. O. et al. Produção hidropônica de morangueiro em sistema de colunas verticais, sob cultivo protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 501-506, 2007.

CAMARGO, L. K. P. **Produtividade, caracterização físico-química e análise sensorial de frutos de morangueiro obtidos em diferentes sistemas de cultivo**. 2008. 69 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2008.

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

CARVALHO, S. P. Histórico, importância socioeconômica e zoneamento da produção de morango no estado de Minas Gerais. In: _____. (Coord.). **Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico**. Belo Horizonte: FAEMG, 2006. p. 9-13.

CONTI, J. H.; MINAMI, K.; TAVARES, F. C. A. Produção e qualidade de frutos de morango em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 10-17, jan./mar. 2002.

COSTA, E. L. et al. Irrigação da cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 218, p. 57-66, 2002.

COSTA, G. G. **Produção e qualidade de frutos do morangueiro, sob diferentes tensões de água no solo**. 2011. 76 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

DIAS, M. S. C. et al. Caracterização físicoquímico de morangos cultivados na região Norte de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS NO SEMI-ÁRIDO MINEIRO, 1., 2007, Janaúba. **Anais...** Janaúba: Unimontes, 2007a.

DIAS, M. S. C. et al. Morango. In: DE PAULA JÚNIOR, T. J.; VENZON, M. (Coord.). **101 culturas: manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007b. p. 569-580.

DIAS, M. S. C. et al. Produção de morangos em regiões não tradicionais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 24-33, jan./fev. 2007c.

DOMINGUES, D. M. **Efeito da radiação gama e embalagem na conservação de morangos “Toyonoka” armazenados sob refrigeração**. 2000. 60 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2000.

DOURADO NETO, D. et al. Programa para confecção da curva de retenção de água no solo utilizando o modelo de van Genuchten. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 1, p. 92-102, jul. 1990.

DUARTE FILHO, J. Cultivares de morango. In: CARVALHO, S. P. (Coord.). **Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico**. Belo Horizonte: FAEMG, 2006. p. 15-22.

DUARTE FILHO, J.; ANTUNES, L. E. C.; PÁDUA, J. G. Cultivares. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 20-23, jan./fev. 2007.

EL-FARHAN, A. H.; PRITTS, M. Water requirements and water stress in strawberry. **The New York Berry News**, Ithaca, v. 1, n. 1, p. 5-7, mar. 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. 412 p.

FARIAS, J. R. B. et al. Efeitos da cobertura plástica sobre a radiação solar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Sete Lagoas, v. 1, n. 1, p. 31-36, 1994.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows: versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Sociedade Internacional de Biometria, 2000. p. 255-258.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: [s. n.], 2000. 402 p.

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

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

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

GOULART, B. L.; FUNT, R. C. Influence of raised beds and plant spacing on growth and yield of strawberry. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 111, n. 2, p. 176-181, 1986.

HAISE, H. R.; HAGAN, R. M. Soil, plant, and evaporative measurements as criteria for scheduling irrigation. In: HAGAN, R. M.; HAISE, H. R.; EDMINSTER, T. W. (Ed.). **Irrigation of agricultural lands**. Madison: American Society of Agronomy, 1967. p. 577-604.

HELDWEN, A. B. et al. . Plastocrono e rendimento de feijão-de-vagem cultivado sob ambiente protegido e no ambiente externo em semeadura tardia no outono. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 768-773, 2010.

KLAR, A. E.; CAMPOS, S.; CATÂNEO, A. Déficits hídricos em plantas de morango (*Fragaria spp*): produção, teores de vitamina C, de proteína e umidade dos frutos. **Científica**, Jaboticabal, v. 18, n. 2, p. 45-61, 1990.

KROLOW, A. C.; SCHWENGBER, J.; FERRI, N. Avaliações físicas e químicas de morangos cv. Aromas produzidos em sistema orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 2, n. 2, p. 174-177, out. 2007.

MAAS, J. L. (Ed.). **Compendium of strawberry diseases**. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1984. 138 p.

MANGNABOSCO, M. C et al. Avaliação das características químicas de seis cultivares de morangueiro na região sudoeste do Paraná. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 5456-5461, 2008. Supl.

MANNINI, P.; GALLINA, D. Yield and quality response of strawberries to irrigation. **Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura**, Logroño, v. 56, n. 4, p. 69-73, 1994.

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

MARTINS, S. R.; GONZALEZ, J. F. Evapotranspiração e respostas fisiológicas do feijão-vagem em substrato em estufa com sistema de ventilação/calefação. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Sete Lagoas, v. 3, p. 31-37, 1995.

MARY, W. et al. Avaliação de estrutura de bambu como elemento construtivo para casa de vegetação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 100-109, 2007.

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

NASCIMENTO, M. N. et al. Alterações bioquímicas de plantas e morfológicas de gemas de cafeeiro associadas a eventos do florescimento em resposta a elementos meteorológicos. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 5, p. --, 2008.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. **Cegnidarem**: nova cultivar de morangueiro recomendada para o Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa, 2008. (Comunicado Técnico, 180). Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/comunicados/comunicado_180.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2011.

OTTO, R. F. et al. Cultivares de morango de dia neutro: produção em função de doses de nitrogênio durante o verão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 217-221, 2009.

PACHECO, D. D. et al. Nutrição mineral e adubação do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 40-49, jan./fev. 2007.

PEREIRA, W. R. **Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de morangueiro, em diferentes épocas de plantio**. 2009. 46 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

PIRES, R. C. M. **Desenvolvimento e produtividade do morangueiro sob diferentes níveis de água e coberturas do solo**. 1998. 116 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1998.

PIRES, R. C. M. et al. Produção do morangueiro em diferentes níveis de água, coberturas do solo e ambientes de cultivo. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 3, p. 338-353, jul./set. 2007.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri: Manole, 2004. 478 p.

REIS, L. S.; SOUZA, J. L.; AZEVEDO, C. A. V. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do tomate caqui cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 3, p. 289-296, 2009.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: [s. n.], 1999. 359 p.

ROMANINI, C. E. B. et al. Desenvolvimento e simulação de um sistema avançado de controle ambiental em cultivo protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 11, p. 1193-1201, 2010.

RONQUE, E. R. V. **Cultura do morangueiro: revisão e prática**. Curitiba: EMATER, 1998. 206 p.

SANHUEZA, R. M. V. et al. Importância da cultura. In: **Sistema de Produção de morango para mesa na Região da Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. (Documento, 6).

SCALON, S. P. Q. **Qualidade do morango: efeito do CaCl_2 sobre a parede celular e níveis residuais de benomil**. 1996. 105 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

SERRANO, L. et al. Effects of irrigation regimes on the yield and water use of strawberry. **Irrigation Science**, Heidelberg, v. 13, p. 45-48, 1992.

SGANZERLA, E. **Nova agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos**. 6. ed. Guaíba: Agropecuária, 1997. 342 p.

SILVA, A. F.; DIAS, M. S. C.; MARO, L. A. C. Botânica e fisiologia do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 7-13, jan./fev. 2007.

SILVA, C. S. **Qualidade e conservação do morango tratado em pós-colheita com cloreto de cálcio e do armazenamento em atmosfera modificada ativa**. 2004. 96 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Universidade Estadual de São Paulo, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2004.

SMAJSTRLA, A. G.; HARRISON, D. S. **Tensiometers for soil moisture measurement and irrigation scheduling**. Florida: University of Florida, 1998. 6 p. (Circular, 487).

SMAJSTRLA, A. G.; PITTS, D. J. **Tensiometer service, testing and calibration**. Florida: University of Florida, 1997. 5 p. (Bulletin, 319).

STRABBIOLI, G. A study on strawberry water requirements. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 228, p. 179-186, 1988.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

TIMM, L. C. et al. **Morangueiro irrigado**: aspectos técnicos e ambientais do cultivo. Pelotas : Universidade Federal de Pelotas, 2009 163 p.

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

WREGE, M. S. et al. **Zoneamento agroclimático para produção de mudas de morangueiro no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 27 p. (Documento, 187). Versão online.

YASUBA, K. et al. High quality production of fruit vegetables by controlling water in a simplified rockwool culture. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 396, p. 67-74, 1995.