

DALMÁCIO ESPINDULA NETO

RESPOSTA DO MAMOEIRO A DIFERENTES LÂMINAS DE
IRRIGAÇÃO, SISTEMAS DE MICROIRRIGAÇÃO E MANEJO DO SOLO
UTILIZADOS NA REGIÃO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Agrícola,
para obtenção do título de *Doctor
Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL

2007

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

E77r
2007

Espindula Neto, Dalmácio, 1977-

Resposta do mamoeiro a diferentes lâminas de irrigação, sistemas de microirrigação e manejo do solo utilizados na região norte do Espírito Santo / Dalmácio Espindula Neto. – Viçosa, MG, 2007.

xiv, 133f. : il. (algumas col.); 29cm.

Inclui anexo.

Orientador: Everardo Chartuni Mantovani.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Irrigação agrícola. 2. Mamão - Irrigação - Aspectos Econômicos. 3. Solo - Manejo. 4. Mamão - Cultivo. 5. Mamão - Espírito Santo. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 631.587

DALMÁCIO ESPINDULA NETO

RESPOSTA DO MAMOEIRO A DIFERENTES LÂMINAS DE
IRRIGAÇÃO, SISTEMAS DE MICROIRRIGAÇÃO E MANEJO DO SOLO
UTILIZADOS NA REGIÃO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Agrícola,
para obtenção do título de Doctor
Scientiae.

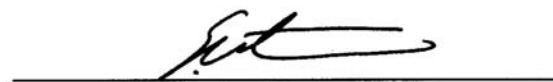
APROVADA: 9 de fevereiro de 2007.


Prof. Márcio Mota Ramos


Dr. José Geraldo Ferreira da Silva
(Co-Orientador)


Prof. Salassier Bernardo


Profª. Suely de Fátima R. Silveira


Prof. Everardo Chartuni Mantovani
(Orientador)

À minha esposa Patrícia e à nossa amada filha Kamilli, que nos proporciona uma alegria a cada momento.

À minha querida mãe Guerlinda, uma pessoa maravilhosa na minha vida, e ao meu pai Waldir, fonte de apoio.

Aos meus irmãos Willian e Emerson, exemplos companheirismo e amizade.

Aos meus sobrinhos Kelly e Phillipe, que me proporcionam momentos de alegria e felicidade.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por iluminar o meu caminho na busca de um ideal.

À Universidade Federal de Viçosa, por intermédio do Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realizar o Curso.

À CAPES e ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB), pelo suporte financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Professor e orientador Dr. Everardo Chartuni Mantovani, pela orientação, pelo incentivo, pela amizade e, principalmente, por ter sempre acreditado na minha pessoa e no meu trabalho.

Ao Professor e conselheiro Laércio Zambolim, pela amizade, pela colaboração, pelas sugestões e pela valiosa oportunidade que me ofereceu para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao pesquisador do INCAPER e conselheiro Dr. José Geraldo Ferreira da Silva, pela amizade, pelo apoio, pela disponibilidade e pela orientação em todos os momentos.

Aos Professores Márcio Mota Ramos, Salassier Bernardo e Suely de F. R. Silveira, pelas valiosas sugestões.

Aos Senhores Pedro de Faria Burnier, Marcelo Carvalho Burnier, Pedro Carvalho Burnier e Carlos Henrique Rodrigues, proprietários da empresa

GAIA Importação e Exportação Ltda., pelo apoio incondicional e pelas valiosas informações compartilhadas.

Aos funcionários da empresa GAIA Ilvécio, Julian, Rodrigo, Devanilse e Luciano, pelo apoio e pela constante ajuda durante a condução dos experimentos.

A todos os funcionários da Empresa Gaia que contribuíram imensamente para a realização deste trabalho.

Aos meus companheiros de trabalho e amigos de Viçosa José Luiz “Zezão”, Cristiano, Geovani, Fabrício, José Alberto, Danilo, Silvia, Victor, Wellian, Adilson, Ferreira, Marcelo, Delfran, Maurício e Fabiano “Mala Véia”, pelo incentivo durante todo o Curso.

Aos meus colegas de Engenharia Agrícola e Meteorologia Agrícola, por terem estado sempre comigo nas horas de trabalho, divertimento e descontração.

A todos os alunos e bolsistas envolvidos no GESAI, pela amizade, pelo incentivo e pelo apoio em todos os momentos.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola, pela colaboração, pelo respeito e pela simpatia.

Aos meus amigos da república POMMERHAUS, pelo apoio, pelos momentos de alegrias e pelo companheirismo.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

DALMÁCIO ESPINDULA NETO, filho de Guerlinda Berger Espindula e Waldir Espindula, nasceu na cidade de Domingos Martins, Espírito Santo, no dia 19 de março de 1977.

Em dezembro de 1993, concluiu o Curso de Técnico Agrícola pela Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa, em Santa Teresa, ES.

Em outubro de 2000, graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre, ES.

Em outubro de 2000, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, em nível de Mestrado, na área de Irrigação e Drenagem, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, concluindo em dezembro de 2002.

Em março de 2003, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, em nível de Doutorado, na área de Irrigação e Drenagem, da UFV, submetendo-se à defesa da tese em fevereiro de 2007.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS.....	5
CAPÍTULO 1.....	7
EFEITO DOS NÍVEIS DE REPOSIÇÃO DE ÁGUA SOBRE O DESENVOLVIMENTO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DOS FRUTOS DO CULTIVAR DE MAMÃO “GOLDEN”.....	7
RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	9
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
2.1. Aspectos Gerais.....	14
2.2. Preparo do solo, instalação do experimento, plantio e tratos culturais.....	15
2.3. Monitoramento do clima e da irrigação.....	17
2.4. Adubação.....	22

	Página
2.5. Variáveis relacionadas à cultura	22
2.5.1. Avaliação do crescimento das plantas	22
2.5.2. Rendimento e componentes de produção	23
2.5.3. Avaliação da qualidade de produção	24
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
3.1. Caracterização climática	25
3.2. Análise do consumo de água e aspectos de manejo	28
3.3. Crescimento da planta.....	30
3.3.1. Altura de planta.....	30
3.3.2. Diâmetro do caule.....	32
3.3.3. Análise de produção	34
3.3.3.1. Produção total	35
3.3.3.2. Perdas na produção	36
3.3.3.3. Peso médio dos frutos.....	37
3.3.3.4. Número de frutos colhidos por planta	39
3.3.3.5. Frutos descartados	40
3.3.3.6. Teor de sólidos solúveis totais (SST)	42
4. RESUMO E CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS.....	47
CAPÍTULO 2.....	51
DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DO MAMOEIRO IRRIGADO POR DIFERENTES SISTEMAS DE MICROIRRIGAÇÃO E MANEJO DE SOLO NA REGIÃO NORTE DO ESPÍRITO SANTO.....	51
RESUMO.....	51
ABSTRACT.....	53
1. INTRODUÇÃO	55
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	58
2.1. Localização do experimento.....	58

	Página
2.2. Preparo do solo, instalação do experimento, plantio e tratos culturais	58
2.3. Monitoramento do clima e da irrigação.....	61
2.4. Adubação	62
2.5. Variáveis relacionadas à cultura	63
2.5.1. Avaliação do crescimento das plantas	63
2.5.2. Rendimento e componentes de produção	64
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
3.1. Caracterização climática	65
3.2. Análise do consumo de água e aspectos de manejo	66
3.3. Crescimento da planta.....	69
3.3.1. Altura de planta.....	69
3.3.2. Diâmetro do caule.....	71
3.3.3. Análise de produção	73
4. RESUMO E CONCLUSÕES	82
REFERÊNCIAS.....	84
CAPÍTULO 3.....	87
COMPARAÇÃO DE CUSTOS E ANÁLISE ECONÔMICA DE DIFERENTES SISTEMAS DE MICROIRRIGAÇÃO E MANEJO DE SOLO UTILIZADOS NA CULTURA DO MAMOEIRO	87
RESUMO.....	87
ABSTRACT.....	89
1. INTRODUÇÃO	90
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	95
2.1. Determinação dos custos da irrigação para os sistemas estudados	96
2.2. Custos fixos.....	98
2.3. Custos variáveis	99
2.4. Avaliação da viabilidade econômica	103
2.4.1. Valor presente líquido.....	105

	Página
2.4.2. Taxa interna de retorno	105
2.4.3. Relação benefício-custo	106
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	107
3.1. Custos da irrigação na cultura do mamoeiro irrigado por diferentes sistemas de microirrigação e manejo do solo	108
3.2. Determinação da viabilidade (mérito ou rentabilidade) econômica da cultura do mamoeiro irrigada por diferentes sistemas de microirrigação	110
3.3. Análise de sensibilidade (perfis de VPL)	113
3.3.1. Determinação da viabilidade (mérito ou rentabilidade) econômica da cultura do mamoeiro irrigada por diferentes sistemas de microirrigação variando a taxa de juros de mercado	113
3.3.2. Determinação da viabilidade (mérito ou rentabilidade) econômica da cultura do mamoeiro irrigada por diferentes sistemas de microirrigação variando o preço de venda por quilograma do fruto	114
4. RESUMO E CONCLUSÕES	116
REFERÊNCIAS.....	118
RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES.....	120
ANEXO	121

RESUMO

ESPINDULA NETO, Dalmácio, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2007. **Resposta do mamoeiro a diferentes lâminas de irrigação, sistemas de microirrigação e manejo do solo utilizados na região norte do Espírito Santo.** Orientador: Everardo Chartuni Mantovani. Co-Orientadores: Laércio Zambolim e José Geraldo Ferreira da Silva.

Com o objetivo de estudar as respostas do mamoeiro (*Carica papaya* L.) à aplicação de diferentes lâminas de irrigação e de diferentes sistemas de microirrigação e manejo de solo, foram conduzidos dois experimentos independentes, a campo, na propriedade da empresa GAIA Importação e Exportação Ltda, no Município de Linhares, região Norte do Estado do Espírito Santo. O primeiro experimento, em que se estudou a resposta do mamoeiro “Golden” a diferentes lâminas de irrigação, o experimento foi realizado de setembro de 2003 a julho de 2005, no espaçamento de 3,5 x 1,5 m. O experimento foi instalado seguindo-se o delineamento inteiramente casualizado, aplicando-se cinco diferentes lâminas de irrigação (25, 50, 75, 100 e 125% da ET_c) e um tratamento-padrão do produtor (T_c), com seis repetições, num total de 36 parcelas (10 plantas úteis por parcela). Utilizou-se o sistema de gotejamento, com irrigações diárias, sendo o manejo baseado nos

resultados do software IRRIGA DEA/UFV. Foram medidos, periodicamente, a altura de plantas, o diâmetro do caule e a produção da cultura. Após o início da maturação dos frutos, determinou-se o peso de cada fruto colhido. As características de produção avaliadas foram: produtividade, peso médio do fruto e número de frutos por planta, separadamente, para a produção total e produção comercial para os mercados interno e de exportação. Obtiveram-se também as estimativas porcentuais das perdas na produção. O maior crescimento vegetativo e os maiores valores de produtividade foram obtidos com uma reposição de 100% da água evapotranspirada pela cultura. A reposição de 100% da água evapotranspirada resultou em maior produtividade, maior quantidade de frutos colhidos por planta e maior peso médio do fruto, tanto para a produtividade total quanto para a comercial para o mercado interno e para a comercial para exportação. As maiores reduções na produção foram para a reposição de 25% da água evapotranspirada pela cultura, que foi de 17,27%; o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) reduziu à medida que aumentou o volume de água aplicada. No segundo experimento, em que se estudou a resposta do mamoeiro “Golden” a diferentes sistemas de microirrigação (microaspersão, gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas e duas linhas de gotejadores por fileira de plantas) e manejo de solo (camalhão na sexagem e camalhão no plantio e na sexagem), o experimento foi realizado de setembro de 2004 a outubro de 2005, no espaçamento de 3,5 x 1,5 m para o gotejamento e de 3,5 x 2,0 x 1,5 para a microaspersão. O experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado, aplicando-se três sistemas de microirrigação e dois manejos de solo, com quatro repetições, num total de 24 parcelas (10 plantas úteis por parcela). O manejo da irrigação foi baseado no software IRRIGA DEA/UFV, sendo a irrigação feita com frequência diária. Foram medidos, periodicamente, a altura de plantas, o diâmetro do caule e a produção da cultura. Posteriormente, foi feita uma avaliação comparativa dos custos, bem como uma análise econômica dos diferentes sistemas de microirrigação e manejo de solo avaliados. O sistema de gotejamento adotando-se duas linhas de

gotejadores por fileira de plantas proporcionou melhores condições para o desenvolvimento e produção da cultura. A utilização desse equipamento, mesmo proporcionando maiores custos totais com a irrigação, foi o que apresentou os maiores valores de Valor Presente Líquido (VPL), Taxa interna de Retorno (TIR) e da relação Benefício/Custo (B/C), resultando em maior rentabilidade ao produtor rural.

ABSTRACT

ESPINDULA NETO, DALMÁCIO; D.S., Universidade Federal de Viçosa, February 2007; **Papaya response to different irrigation depths, microirrigation systems and soil management used in Northern Espírito Santo**. Adviser: Everardo Chartuni Mantovani. Co-advisers: Laércio Zambolim and José Geraldo Ferreira da Silva.

With the objective of studying the papaya crop response to different irrigation depths, microirrigation systems and soil management, two independent experiments were conducted, in the field, in the farm belonging to the company GAIA “Importação e Exportação Ltda”, municipality of Linhares, Northern Espírito Santo. The first experiment studied the Golden papaya response to different irrigation depths and was carried out from September 2003 to July 2005, in the 3.5 x 1.5 m spacing. The experiment was arranged in a complete randomized design, with five different irrigation depths (25, 50, 75, 100 and 125% of Etc) and a farmer standard treatment (Tc), with six repetitions, in a total of 36 plots (10 plants per plot). The dripping system was used, with daily irrigation management based on the results of the IRRIGA DEA/UFV software. Plant height, stem diameter and crop yield were measured at regular intervals. After the beginning of fruit maturation, each

harvested fruit was weighed. The yield traits yield, mean fruit weight and fruit number per plant were evaluated separately for total yield and commercial yield for both the domestic and the export markets. Estimated percent yield losses were also obtained. The supply of 100% of the water evapotranspired by the crop gave the largest vegetative growth and the largest yield. The supply of 100% of evapotranspired water resulted in larger yield, larger amount of fruits harvested per plant and larger mean fruit weight for total yield and both commercial yield for the domestic and the export markets. The largest reductions in yield took place with the supply of 25% of water evapotranspired by the crop, which was 17.27%; the total soluble solids content (°Brix) reduced with the increasing volume of applied water. The second experiment, on Golden papaya response to different microirrigation systems (microsprinkling, dripping with one drip line per plant row and two drip lines per plant row) and soil management (ridge at sexing and ridge at planting and at sexing), was carried out from September 2004 to October 2005, in the 3.5 x 1.5 m spacing for the dripping and 3.5 x 2 x 1.5 for the microsprinkling irrigation. The experiment was arranged in a complete randomised design, with three microirrigation systems and two soil management methods, with four repetitions, in a total of 24 plots (10 plants per plot). The irrigation management was based on the IRRIGA DEA/UFV software and the irrigation was applied on daily basis. Plant height, stem diameter and crop yield were measured at regular intervals, and later a comparative cost evaluation and economic analysis of the different microirrigation systems and soil management were carried out. The dripping system with two drip lines per plant row provided the best conditions for crop development and yield. Although the use of this equipment resulted in higher total costs for irrigation, it showed the highest values of net present value (NPV), internal rate of return (IRR) and benefit/cost ratio (B/C), resulting in higher profitability for farmers.

INTRODUÇÃO GERAL

Segundo dados da Food and Agriculture Organization – FAO (2006), em 2005 o Brasil foi o maior produtor mundial de mamão, com 1,65 milhão de toneladas, correspondendo a aproximadamente 45,7% do total mundial, provenientes de 36.500 ha de área cultivada.

Dentre os estados produtores, a Bahia e o Espírito Santo participam com 86% da produção nacional. No Espírito Santo, maior exportador do país, a área cultivada, em 2005, foi de 13.000 ha, sendo a região Norte do Estado responsável por 95% dessa área (AGRIANUAL, 2005).

A região Norte do Espírito Santo tem precipitação anual média em torno de 1.249 mm anuais, sendo que 80% da precipitação ocorre nos meses de outubro a março, o que indica a necessidade de irrigação suplementar.

Paralelamente à escolha do método de irrigação mais adequado à cultura do mamoeiro, tem-se o manejo racional da água de irrigação, visando minimizar o consumo de energia, maximizar a eficiência do uso da água e manter o teor de umidade no solo favorável à fitossanidade das plantas (MAROUELLI; SILVA, 1998).

A quantidade de água no solo afeta a produtividade das culturas, inclusive na cultura do mamoeiro, sendo prejudicial tanto seu excesso quanto sua falta. Sua deficiência pode afetar o crescimento e o desenvolvimento das

plantas e, conseqüentemente, o rendimento e a qualidade final do fruto. Isso ocorre porque a manutenção da disponibilidade de água no solo permite não só plena atividade evapotranspirométrica como maior estabelecimento de flores pelas plantas e, assim, maior número de frutos, como também adequado suprimento de nutrientes, e, conseqüentemente, aumento do peso do fruto (AWADA, 1961). O excesso da água no solo prejudica a aeração da zona radicular, levando ao decréscimo de produtividade, pois diminui o número de frutos estabelecidos e seu peso médio, além de induzir a mal formação dos frutos e provocar perda de nutrientes por lixiviação (ALMEIDA, 2000).

A compreensão das respostas da planta de mamoeiro à ação dos fatores ambientais, como radiação, vento, temperatura, água no solo, nutrientes minerais e características físicas do solo, é de fundamental importância para minimizar os efeitos deletérios das condições não adequadas desses fatores sobre a cultura. Ao compreender essas respostas, podem-se traçar estratégias de manejo que possam propiciar melhores condições de crescimento e desenvolvimento, com grandes possibilidades de aumento na produtividade e qualidade dos frutos (SCHARFFER; ANDERSEN, 1992).

Os tabuleiros costeiros do Norte do Espírito Santo e do Sul da Bahia concentram a maior área de produção da cultura do mamão do país. Esses solos são de textura arenosa e possuem baixa capacidade de retenção de água e têm como principal característica a presença de camadas coesas a uma profundidade de 0,30 a 0,50 m e espessura de 0,20 a 0,90 m (SILVA, 1999). Nessas circunstâncias, e pelo fato de o mamoeiro ser uma espécie com sistema radicular superficial e de baixo volume (COELHO et al., 2005; COSTA et al., 2003; REZENDE, 2000), as plantas necessitam de um suprimento hídrico adequado e um manejo correto do solo, de forma a atender satisfatoriamente às necessidades evapotranspirométricas.

Os métodos de irrigação localizada (gotejamento e microaspersão) possibilitam a aplicação de água diretamente sobre a região radicular, com pequena intensidade e alta frequência (turno de rega de 1 a 5 dias), o que reduz perdas por evaporação, e mantém o teor de água no solo da zona radicular

próximo ao da capacidade de campo. Na região Norte do Espírito Santo, atualmente os produtores vêm utilizando os sistemas localizados, mas desconhecendo o real benefício do sistema de gotejamento em relação à microaspersão e vice-versa.

Em face do aumento da competitividade no setor de fruticultura, principalmente na cultura do mamoeiro, bem como da instabilidade de preços obtidos pelo produto final, tornam-se necessários minimizar os custos de produção e, também, aumentar a sua produtividade.

A agricultura irrigada exige investimentos elevados em obras e aquisição de equipamentos para captação, condução, controle e distribuição da água, além de gastos com energia elétrica e mão-de-obra para operação e manejo dos sistemas, que representam importantes custos adicionais para a produção. Nesse contexto, torna-se necessário identificar os custos relacionados ao sistema de irrigação adotado, assim como os reais benefícios que poderão ser alcançados. A opção por determinado sistema vai depender, então, da análise de cada um desses fatores para as condições específicas da cultura a ser irrigada; na literatura nacional sobre irrigação, são poucas as informações disponíveis acerca de seus aspectos econômicos.

Em razão da importância de estudos de critérios para o manejo da irrigação, seleção do sistema de irrigação localizada mais propício e manejo do solo mais adequado para a cultura do mamoeiro em nível de campo, sob condições irrigadas na região Norte do Espírito Santo, este trabalho teve como objetivo avaliar:

- 1) A influência de diferentes lâminas de irrigação sobre o desenvolvimento e produção do cultivar de mamão “Golden” nas condições do Norte do Espírito Santo.
- 2) O efeito de diferentes sistemas de microirrigação e manejo do solo sobre o desenvolvimento e produção do cultivar de mamão “Golden” nas condições do Norte do Espírito Santo.

- 3) Técnica e economicamente a rentabilidade da cultura do mamoeiro “Golden” irrigada por microaspersão e gotejamento, sendo o gotejamento distribuído com uma linha de gotejadores por fileira de plantas e com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas e dois tipos de manejo de solo empregados nessa cultura na região Norte do Espírito Santo.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL – **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio/ed. Agros, 2005. 536 p.

ALMEIDA, F. T. de. **Respostas do mamoeiro (*Carica papaya* L.) “do grupo solo” a diferentes lâminas de irrigação no Norte fluminense**. Campos dos Goytacazes, RJ: UENF, 2000. 112 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goitacazes.

AWADA, M. Soil moisture tension in relation to fruit types of papaya plants. **Hawaii Farm Science**, v. 10, n. 2, p. 7-8, 1961.

COELHO, E.F.; SANTOS, M.R.; COELHO FILHO, M.A. Distribuição de raízes de mamoeiro sob diferentes sistemas de irrigação localizada em tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 175-178, 2005.

COSTA, A.F.S. da; COSTA, A.N. da; SANTOS, F.A.M. dos; BARRETO, F.C.; ZUFFO, V.J. Plantio, formação e manejo da cultura. In: MARTINS, D. dos S., COSTA, A. de F.S. da. (Eds.). **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória, ES: INCAPER, 2003. 497 p.

FAO – Food and Agriculture Organization. **Agricultural production**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/faostat/collections?subset=agriculture>. Acesso em: 07 fev. 2006.

MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. Manejo de irrigação em hortaliças no campo e em ambientes protegidos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA/MANEJO DE IRRIGAÇÃO, 27. 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, MG: UFLA/SBEA, 1998. 378 p.

REZENDE, J.A. **Solos coesos dos tabuleiros costeiros**: limitações agrícolas e manejo. Salvador: SEAGRI-SPA, 2000. 117 p. (Série Estudos Agrícolas, 1).

SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P.C.; PLOETZ, R.C. Responses of fruit crops to flooding. **Horticultural Review**, v. 13, p. 157, 1992.

SILVA, J.G.F. da. **Efeitos de diferentes lâminas e frequências de irrigação sobre o desenvolvimento e a produtividade do mamoeiro (*Carica papaya* L.)**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 90 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CAPÍTULO 1

EFEITO DOS NÍVEIS DE REPOSIÇÃO DE ÁGUA SOBRE O DESENVOLVIMENTO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DOS FRUTOS DO CULTIVAR DE MAMÃO “GOLDEN”

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e produção da cultura do mamão “Golden” na região de Linhares, ES, irrigado com seis lâminas totais de água aplicada, 25, 50, 75, 100 e 125% da ETc (T1 a T5, respectivamente) e uma definida, de forma empírica, pelo produtor rural (Tc). O modelo que melhor ajustou os valores de altura de plantas e diâmetro do caule nos diferentes tratamentos aplicados foi o polinomial de segunda e terceira ordens, respectivamente, aumentando com a reposição de água de irrigação, sendo o maior valor de diâmetro de caule (150,86 mm) na reposição de 100% da ETc e o maior valor de altura de plantas (435,54 cm) encontrado na reposição de 125% da ETc. O modelo que melhor ajustou a função lâminas x componentes de produção foi o linear. Encontrou-se em um período de 13 meses de colheita o máximo valor de produtividade total, para o mercado interno e para o exportação (113,5; 106,0; e 99,6 t ha⁻¹, respectivamente),

obtida com uma lâmina total de água de 1.130 mm (T4); os menores valores de produtividade total, produtividade comercial para o mercado interno e produtividade comercial para exportação (98,0; 87,8; e 84,0, respectivamente) foram obtidos para uma lâmina de 712 mm (T1 e Tc), e assim também ocorreu nas variáveis de peso médio e número de frutos, tanto para o mercado interno quanto para a exportação. A menor perda na produção (6,98%) foi obtida em uma lâmina total de água aplicada de 1.130 mm (T4), e a maior perda (11,08%) foi conseguida em uma lâmina total de água aplicada de 712 mm (T1 e Tc). Os valores médios encontrados no teor de sólidos solúveis totais (SST) medidos no tratamento T5 foram de 12,2% e no tratamento T1, de 12,6%. As lâminas de irrigação afetaram, de modo significativo, o teor de SST. Em todos os parâmetros avaliados, o tratamento em que se empregou a lâmina de irrigação recomendada pelo pessoal da fazenda (Tc) assemelhou-se ao tratamento em que se empregou apenas 25% da ETc. Os resultados, além de indicarem a necessidade de irrigação para a região Norte do Espírito Santo, permitem a tomada de decisão para um adequado manejo da irrigação do mamoeiro, de acordo com os componentes de crescimento e de produção que se quer obter.

ABSTRACT

EFFECT OF LEVELS OF WATER SUPPLY ON THE DEVELOPMENT, YIELD AND QUALITY OF FRUITS OF GOLDEN PAPAYA

The objective of this work was to evaluate the growth and yield of Golden papaya in the region of Linhares - ES with six total irrigation water applied, 25, 50, 75, 100 and 125% of Etc (T1 to T5, respectively) and another empirically defined by the farmer (Tc). The best-fit model for plant height and stem diameter in the different treatments was the second- and third-order polynomial, respectively, increasing with the supply of irrigation water, with the largest stem diameter (150.86 mm) being obtained by supplying 100% of the Etc and the largest plant height (435.54 cm) found with the supply of 125% of the Etc. The linear model gave the best fit for the equation irrigation depths x yield components. During a 13-month harvest period, the highest values obtained for total yield, domestic and export markets were 113.5, 106, and 99.6 t ha⁻¹ respectively, with a total irrigation water applied of 1.130 mm (T4); the lowest values for total yield, commercial yield for domestic market and commercial yield for export were 98, 87.8, and 84 t ha⁻¹ respectively, with a total irrigation water applied of 712 mm (T1 and Tc), similarly to the

variables mean weight and fruit number, both for the domestic and the export markets. The smallest yield loss (6.98%) was obtained with a total irrigation water applied of 1.130 mm (T4), and the largest loss (11.08%) with a total irrigation water applied of 712 mm (T1 and Tc). The mean values found for total soluble solids (TSS) content of treatments T5 and T1 were 12.2% and 12.6% respectively. The irrigation depths significantly affected SST content. All the evaluated parameters of the treatment with the irrigation depth recommended by farmers (Tc) were similar to the treatment that used only 25% of the Etc. The results, besides indicating the need for irrigation in Northern Espírito Santo, allow a decision making appropriate for management of papaya irrigation, according to the required growth and yield components.

1. INTRODUÇÃO

O mamoeiro é uma cultura de clima tropical que se encontra disseminada por todo o mundo e, no Brasil, em todos os seus estados. Dentre os principais fatores climáticos, a temperatura tem grande influência no desenvolvimento dessa cultura, sobretudo na formação das flores e dos frutos (SOUZA et al., 2000). Tal fato explica que o melhor crescimento e desenvolvimento dessa espécie acontecem em temperaturas do ar entre 21 e 33 °C (KNIGHT, 1980) e 22 e 26 °C (LASSOUDIÈRE, 1968). Plantado em locais onde ocorrem temperaturas abaixo de 15 °C, o mamoeiro paralisa seu desenvolvimento vegetativo, reduz o florescimento, atrasa a maturação e produz frutos de qualidade inferior (MARIN et al., 1995; MARLER et al., 1994).

A temperatura do ar influencia a definição sexual das plantas do mamoeiro (MARLER et al., 1994), e existe a tendência de produção de flores masculinas em temperaturas elevadas (MALO; CAMPBELL, 1986). Entretanto, pouco tem-se estudado sobre a ação da temperatura supraótima na expressão sexual dessa espécie. Em outras espécies, como pimentão, as altas temperaturas do ar (32 a 40 °C) causaram abscisão dos órgãos reprodutivos – flores e frutos (HUBERMAN et al., 1997). Em mamoeiro, existem relatos da abscisão de flores em condições de elevadas temperaturas .

Sabe-se que, em regiões mais quentes, o crescimento do mamoeiro é mais rápido, e os frutos são de melhor qualidade do que nas mais frias, embora essa planta resista temperaturas mais frias. Em regiões com temperaturas baixas, normalmente do fim do outono ao início da primavera, ocorre a paralisação do crescimento do mamoeiro; nessas condições, ele não floresce, ocorrendo o retardamento da maturação do fruto, sem contar que este perde a maioria de suas folhas, deixando seus frutos expostos a queimaduras do sol (SIQUEIRA; BOTREL, 1986).

A duração de cada estágio vegetativo do mamoeiro varia com a espécie e as condições climáticas. Vários elementos climáticos condicionam o desenvolvimento das espécies agrícolas, sendo as condições térmicas e as hídricas os dois parâmetros ambientais que mais afetam o estabelecimento e o desenvolvimento das culturas. Para culturas irrigadas, as condições térmicas assumem maior importância, já que as necessidades hídricas serão supridas pela irrigação (MOTA, 1986).

Segundo Lima e Meireles (1986), a planta e o fruto do mamoeiro são constituídos, aproximadamente, de 85% de água, o que leva a planta a exigir, tanto no período de crescimento quanto no período de produção, um bom suprimento de água. Em regiões com menores precipitações ou mal distribuídas, há necessidade de irrigação suplementar, de forma a tornar o cultivo viável economicamente.

O ideal para se obterem informações, as mais próximas da realidade é correlacionar todos os elementos inerentes ao processo produtivo com a resposta da produção da cultura em questão. Entretanto, segundo Doorenbos e Kassan (1979), as relações entre cultura, clima, água e solo são complexas, envolvendo muitos processos biológicos, fisiológicos, físicos e químicos, o que, na prática, tornaria inviável todos esses estudos num único experimento não só devido à enorme quantidade de dados para serem medidos, como também a inviabilidade da análise dos dados.

Logo, em aplicações práticas o número de fatores deve ser reduzido aos componentes principais para permitir uma análise significativa da resposta da

cultura em condições de campo e, com relação ao insumo água, grandes quantidades de informações sobre os processos podem ser obtidas.

Dessa forma, os objetivos deste trabalho foram estudar a influência de diferentes lâminas de irrigação sobre o desenvolvimento e produção do cultivar de mamão “Golden”, nas condições do Norte do Espírito Santo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Aspectos Gerais

O experimento foi conduzido na Fazenda Novo Horizonte, Município de Linhares, ES, km 23 da estrada que liga os Municípios de Linhares e Rio Bananal, região Norte capixaba, e que foi arrendada pela empresa Gaia Importação e Exportação LTDA para o cultivo do mamão. A fazenda está situada na latitude de 19° 07', longitude de 40° 05'W e altitude média de 70,0 m. Em Linhares, a temperatura média anual é de 25,8 °C e precipitação média anual de 1.249 mm (EMCAPA, 1986/1997, citada por SILVA, 1999).

O solo foi caracterizado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, coeso com horizonte A moderado, com relevo predominantemente plano. A composição textural e as características de armazenamento de água são apresentadas nos Quadros 1 e 2.

Quadro 1 – Valores médios da composição textural do solo da área experimental

Profundidade (cm)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Classificação Textural
00 - 20	73	1	26	Arenosa arenoso
20 - 40	56	4	40	Argilo arenosa
40 - 60	43	5	52	Argila

Quadro 2 – Valores de massa específica do solo (ϕ_s) e umidade do solo, em diferentes níveis de tensão da água

Profundidade (cm)	ϕ_s (g cm ⁻³)	Tensão (atm)						
		0,1	0,3	0,5	1	2	5	15
00 – 20	1,28	16,5	13,8	11,7	10,1	9,78	9,25	9,04
20 – 40	1,39	16,8	15,9	14,1	13,6	13,4	13,1	13,0
40 – 60	1,50	21,1	20,8	18,3	17,3	17,2	16,8	16,3

2.2. Preparo do solo, instalação do experimento, plantio e tratos culturais

O solo foi inicialmente preparado com um escarificador, com hastes espaçadas em 0,50 m e regulado para a profundidade de 0,50 m. Logo após, fez-se a calagem, aplicando 2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico e passando uma grade niveladora. Os sulcos foram abertos com um sulcador de cana, no espaçamento de 3,5 m. Em seguida, montou-se o sistema de irrigação. A matéria orgânica foi, então, distribuída na dose de 2,5 kg por metro linear e, 0,34 kg por metro linear de fosfato natural reativo (Flex trevo). Utilizou-se novamente o escarificador nas linhas de plantio, para promover melhor condicionamento do solo; e posteriormente utilizou-se uma enxada rotativa, para promover a mistura de maneira homogênea do solo com os fertilizantes.

O delineamento experimental foi do tipo inteiramente casualizado, num esquema fatorial com seis lâminas de irrigação, denominadas Tc, T1, T2, T3,

T4 e T5, correspondendo às reposições: manejo de campo, 25, 50, 75, 100 e 125% da evapotranspiração potencial da cultura (ETc), com seis repetições, num total 36 parcelas experimentais. Na parcela denominada campo, adotou-se o mesmo manejo da irrigação do produtor. O tratamento T4 correspondeu à lâmina de 100% das necessidades da cultura, calculada pelo IRRIGADEA/UFV.

Cada parcela experimental possuía as dimensões de 14 m de largura x 16,6 m de comprimento, com quatro fileiras simples de plantas, espaçadas 3,5 m, cada uma com 11 plantas (Figura 1). No início da floração, procedeu-se à sexagem, eliminando as plantas com flores femininas e deixando as hermafroditas, conforme recomendações de Marin e Gomes (1987). Na ausência de plantas hermafroditas, foi deixada uma planta feminina apenas, com o objetivo de manter uma distribuição uniforme em toda a área. As plantas femininas que se encontravam nas fileiras úteis não foram consideradas nas avaliações. Após a sexagem, realizou-se a amontoa em toda a área experimental. Utilizaram-se 2,8 kg por metro linear de matéria orgânica e 0,280 kg por metro linear de fosfato natural reativo, sendo, posteriormente, feita a elevação do camalhão a uma altura de 0,30 m, com uma grade do tipo picin, formando o camalhão.

Para compensar a variação do número de plantas nas parcelas, todas as avaliações foram feitas, considerando-se plantas individuais, as quais foram numeradas de 01 a 10. Esse procedimento teve por finalidade atenuar os problemas decorrentes da perda de plantas, no decorrer do experimento.

O cultivar utilizado foi o Golden, que possui excelentes características para comercialização tanto no mercado interno quanto no externo. A semeadura foi feita no dia 1^o de agosto de 2003 em tubetes com substrato, onde se depositaram três recipientes. A germinação ocorreu após 10 a 12 dias, e no dia 15 fez-se o desbaste, deixando apenas uma muda por tubete. No dia 5 setembro de 2003, fez-se o transplante mecanizado das mudas para o campo, com espaçamento de 0,75 m entre plantas na linha.

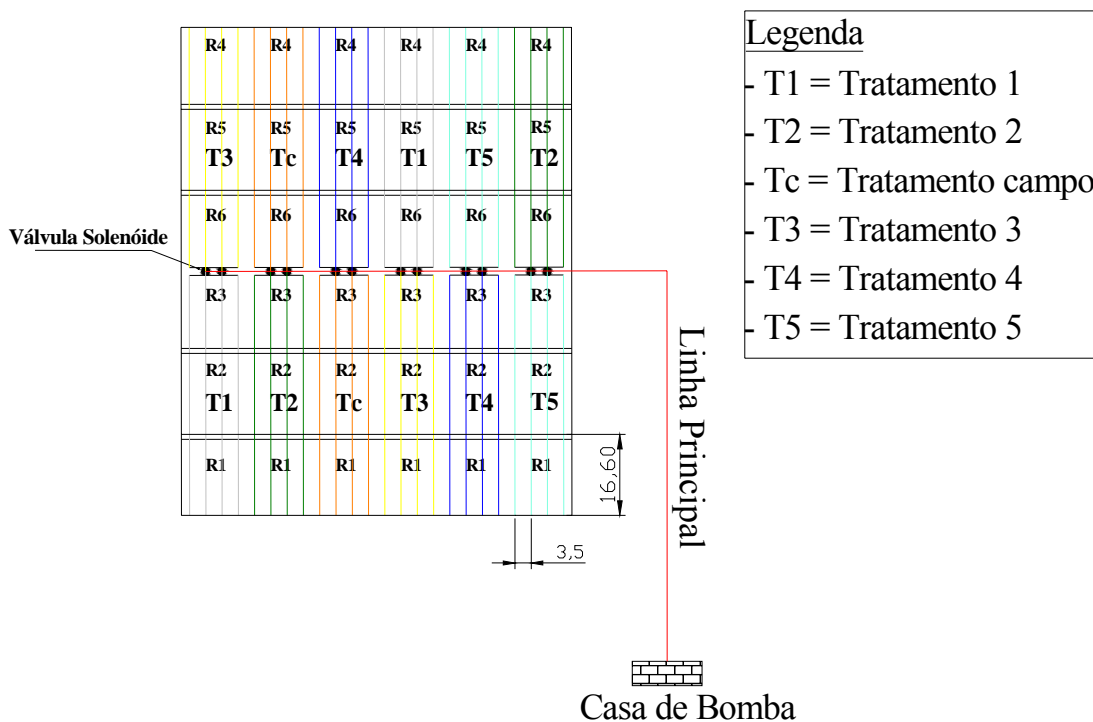


Figura 1 – Croquis da área experimental, em que T são os tratamentos e R, as repetições.

Antes do transplante, fez-se a aplicação de um fungicida biológico, específico para o combate de Phytophthora na cultura. Após o transplante, o manejo das plantas daninhas foi feito, inicialmente, com capinas manuais, até que as plantas atingissem porte suficiente para a aplicação de herbicidas, o que ocorreu a partir de janeiro de 2004. O manejo sistemático de formigas-cortadeiras foi feito com formicidas, sempre que necessário. As aplicações de fungicidas e inseticidas foram feitas via pulverizador tratorizado, de acordo com as recomendações e avaliações de campo para a cultura.

2.3. Monitoramento do clima e da irrigação

O manejo da irrigação foi feito por meio do balanço de água no solo, seguindo-se o programa IRRIGA-DEA/UFV.

Para determinação da evapotranspiração de referência (ET_o), o programa utilizou o método-padrão equação de Penman-Monteith (FAO) (ALLEN, 1998), equação 1.

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)} \quad (1)$$

em que:

ET_o = evapotranspiração de referência, mm dia⁻¹;

R_n = radiação líquida à superfície de cultura, MJ m⁻² dia⁻¹;

G = fluxo de calor, MJ m⁻² dia⁻¹;

T = temperatura média diária a 2 m de altura, °C;

u₂ = velocidade do vento a 2 m de altura, m s⁻¹;

e_s = pressão de vapor de saturação, kPa;

e_a = pressão de vapor atual, kPa;

e_s - e_a = déficit de pressão de vapor, kPa;

Δ = declividade da curva vapor-pressão, kPa °C⁻¹; e

γ = constante psicométrica, kPa °C⁻¹.

Observou-se que, para o cálculo da ET_o pelo método-padrão, foram necessários valores medidos de temperatura média do ar, velocidade do vento, umidade relativa média do ar e radiação solar, coletados em uma estação meteorológica automática instalada na área experimental (Figura 2).

A estimativa da evapotranspiração da cultura (ET_c) foi feita com o uso de dados meteorológicos e condições de cultivo. A precisão das estimativas de ET_c depende das equações utilizadas, que devem representar as leis físicas que governam os processos e a precisão dos dados meteorológicos e dos dados de cultivos.



Figura 2 – Estação meteorológica automática instalada na área experimental.

O cálculo da ET_c para irrigação localizada foi feito pela equação 2.

$$ET_c = ETo K_c K_s K_l \quad (2)$$

em que:

ET_c = evapotranspiração da cultura, em mm dia^{-1} ;

ETo = evapotranspiração de referência, em mm dia^{-1} ;

K_c = coeficiente da cultura, de acordo com o estágio de desenvolvimento, adimensional;

K_s = coeficiente de estresse hídrico, em função da variação de umidade do solo (0-1), adimensional; e

K_l = coeficiente de localização, que depende da porcentagem de área molhada e, ou, sombreada, adimensional.

O coeficiente de cultura, K_c (Quadro 3) varia com o estágio de desenvolvimento desta. Os valores dos coeficientes de cultura durante o ciclo de crescimento são obtidos experimentalmente. Eles representam o efeito

integrado da mudança na área foliar, da altura da planta, do grau de cobertura e resistência do dossel da planta e do albedo sobre a ETc em relação à cultura de referência.

Os valores citados são utilizados inicialmente, e medidas de campo relacionadas ao desempenho da cultura podem indicar a necessidades de ajuste desses valores.

Quadro 3 – Valores de Kc, duração das fases e porcentagem de área sombreada (%), utilizados pelo IRRIGA-DEA/UFV para a cultura do mamoeiro variedade “Golden”

Fase	Kc ⁽¹⁾	Duração (dias)	Porcentagem de Área Sombreada ⁽²⁾
Vegetativa	0,54	90	20
Floração/Frutificação	0,87	170	50
Floração/Frutificação/Maturação	0,90	652	70

Fonte: (1) – Montenegro et al. (2003)/(2) – Medidas realizadas em campo.

No coeficiente de estresse, utilizou-se o valor de 1, devido ao fato de a frequência de irrigação adotada ter sido diária.

No coeficiente de localização, adotou-se o modelo proposto por Keller (1978):

$$Kl = 0,85 \cdot P + 0,15$$

em que P é a porcentagem de área molhada ou sombreada.

Com relação ao equipamento de irrigação, utilizaram-se gotejadores do tipo labirinto, espaçados a cada 0,6 m e 3,5 m entre linhas laterais, vazão nominal de 2,46 L h⁻¹, a uma pressão de serviço de 15 kPa e porcentagem de área molhada de 33%. O sistema de irrigação possuía um coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) igual a 94% e se manteve nesse valor em

função da qualidade adequada da água de irrigação e do processo de condução e manutenção do sistema.

O manejo da irrigação do tratamento 4 foi realizado de forma complementar à demanda hídrica da cultura. O tempo de irrigação em cada tratamento foi programado no painel de controle que acionava a válvula solenóide, instalada em cada tratamento, e controlador computadorizado (Figura 3AB, respectivamente), possibilitando, com isso, a aplicação das lâminas de irrigação diferenciadas de água em cada tratamento.



Figura 3 – Válvulas solenóides com os reguladores de pressão (A) dispostas no campo e o controlador computadorizado (B).

Os dados climáticos foram obtidos na estação meteorológica. Quanto ao cultivo, os dados requeridos foram: variedade (Golden), fator de disponibilidade hídrica (0,2, adimensional), área adequadamente irrigada (90%), temperatura basal da cultura (15 °C, segundo recomendação de Marin et al. (1995)), temperatura ótima para o desenvolvimento da cultura (25 °C, segundo recomendação de Oliveira et al. (1994)), e salinidade máxima para a cultura (1,3 dS m⁻¹, segundo Antunes (2003)), profundidade efetiva do sistema radicular nos diferentes estádios de cultivo (0-90 dias 0,15 m, 90 a 260 dias 0,25 m e de 260 em diante 0,30 m), segundo dados sugeridos por Coelho et al.

(2002). Com relação à caracterização do plantio, inseriram-se os dados referentes à data de plantio e ao espaçamento da cultura (1,5 x 3,5 m).

2.4. Adubação

As adubações foram aplicadas de acordo com recomendações baseadas na análise do solo e da planta, distribuídas de forma diária, de segunda a sexta-feira, via fertirrigação, obedecendo-se ao tempo de avanço em cada setor, e sempre no período final da irrigação.

As características químicas médias do solo antes do plantio da área experimental até a profundidade de 0,20 m foram: pH em água 7,2, 6 mg dm⁻³ de P; 58 mg dm⁻³ de K; 5,0 cmol_c dm⁻³ de Ca; 0,5 cmol_c dm⁻³ de Mg; 0,0 cmol_c dm⁻³ de Al; 5,1 dag kg⁻¹ de matéria orgânica, soma de bases (SB) de 5,6 cmol_c dm⁻³; e 85% a saturação por bases (V).

Os fertilizantes aplicados separadamente em cada tratamento foram previamente dissolvidos e depois adicionados à água de irrigação, por meio de um injetor do tipo Venturi.

Utilizaram-se como fertilizantes os seguintes produtos: uréia pecuária, nitrato de cálcio, MAP purificado, cloreto de potássio branco, sulfato de magnésio e nutrija (micronutrientes).

2.5. Variáveis relacionadas à cultura

2.5.1. Avaliação do crescimento das plantas

Para a avaliação do crescimento das plantas de mamoeiro foram avaliados, em intervalos mensais, diâmetros do tronco, medidos a uma altura de 0,20 m da superfície do solo; e altura da planta, medida da superfície do solo até o ponto de inserção das folhas em início de formação.

De forma a quantificar a relação entre temperatura e crescimento das plantas de mamoeiro, determinou-se o acúmulo de temperatura nos diferentes

estádios da cultura em relação à data de transplântio, para cada parâmetro avaliado.

As temperaturas médias diárias foram utilizadas no cálculo dos graus-dia, empregando-se o método residual proposto por Scaife et al. (1987):

$$GD = \sum_{i=1}^n (\bar{T} - T_b) \quad (1)$$

em que:

GD = graus-dia, °C;

\bar{T} = Temperatura do ar média do dia, °C; e

T_b = Temperatura base da cultura, 15 °C.

2.5.2. Rendimento e componentes de produção

A colheita dos frutos seguiu a recomendação de Viegas (1991), que definiu o ponto de colheita quando o fruto exibe a cor verde-clara (estádio 1), apresentando, assim, melhores características de qualidade para o manejo de pós-colheita; e também, segundo Brown (1987), quando os frutos passam de verde-escuros para verde-claros, pode-se considerar que estão fisiologicamente maduros.

A duração do experimento no campo, desde o plantio até o término das avaliações, foi de 22 meses. O transplântio foi realizado em setembro de 2003, a sexagem ocorreu no mês de dezembro de 2003, e a colheita teve início no mês de abril de 2004, seguindo até maio de 2005. Ao iniciar a maturação, semanalmente os frutos colhidos eram identificados e pesados.

O fruto era considerado comercial quando atingia peso igual ou superior a 280 g. Assim, foram obtidos o peso médio do fruto e o número de frutos colhidos por planta. Posteriormente, multiplicando o peso médio de fruto pelo número de frutos por planta e pelo número de plantas por unidade de área, obteve-se a produtividade comercial da cultura. O mesmo

procedimento foi adotado, considerando-se toda a produção colhida, independentemente do peso do fruto. Assim, realizou-se uma divisão dos frutos com relação ao mercado consumidor. Para atender às exigências do mercado internacional, é necessário considerar a aparência, o sabor e a consistência da polpa, além do peso do fruto, que pode variar entre 290 e 650 g. No mercado interno, menos exigente quanto à qualidade, o peso médio dos frutos pode oscilar entre 280 e 890 g (MARIN; SILVA, 1996).

2.5.3. Avaliação da qualidade de produção

Para determinação do teor de sólidos solúveis totais (°Brix), foram colhidos seis frutos de cada tratamento, no estágio de maturação de uma estria amarela. Os frutos foram acondicionados em prateleiras devidamente identificadas, no Laboratório de Controle de Qualidade Pós-Colheita da empresa GAIA, em Linhares, ES, até atingirem o ponto de consumo, quando, então, foram retiradas as amostras, na porção mediana do fruto, em quatro posições ortogonais, para leitura direta de alíquotas do suco de cada fruto. As leituras foram efetuadas em refratômetro de Abbé.

O teor de sólidos solúveis totais foram avaliados semanalmente, permitindo, com isso, detectar possíveis influências dos fatores climáticos sobre essa variável.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização climática

Os valores mensais de temperatura média, de umidade relativa média, de precipitação e de evapotranspiração de referência estimada (ET_o), bem como seu valor médio diário (ET_{o,m}), as lâminas de irrigações aplicadas e a precipitação efetiva no período de setembro de 2003 a julho de 2005, encontram-se no Quadro 4.

O regime térmico possui oscilação anual bastante suave, com valores médios anuais variando entre 20,6 e 26 °C, que, segundo Marler et al. (1994) e Medina (1995), são adequados e estão dentro dos limites aceitáveis para o bom desenvolvimento da cultura do mamoeiro.

Em relação à umidade relativa, durante o período avaliado os valores variaram de 78,2 a 96,5%. Tais valores encontram-se dentro da faixa considerada ideal para a cultura, conforme Oliveira et al. (1994); durante alguns meses, essa umidade relativa superou o valor tido como limite superior (85%). Valores elevados de umidade relativa do ar são favoráveis ao aparecimento de doenças fúngicas, como a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*), que tem sua incidência aumentada em locais onde a umidade relativa do ar fica acima de 90% (OLIVEIRA et al., 1994), podendo levar a

Quadro 4 – Valores mensais de temperatura média (Tm, em °C), umidade relativa média (URm, em %), precipitação (Prec., em mm), evapotranspiração de referência (ETo, em mm) e média diária mensal (ETom, mm dia⁻¹) e lâmina bruta (em mm) em cada tratamento, no período de setembro/2003 a julho/2005 em Linhares, ES

Mês	dias	Tm (°C)	URm (%)	Prec.	ETo	ETom (mm dia ⁻¹)	Lamina Bruta					
							T1	T2	Tc	T3	T4	T5
Set./03	23	22,0	78,2	23,1	71,6	3,1	8,1	12,5	16,4	20,8	24,8	30,0
Out./03	31	24,4	83,8	216,4	104,8	3,4	8,4	10,7	11,7	12,8	18,3	20,4
Nov./03	30	25,0	82,6	122,0	114,6	3,8	11,1	14,7	22,9	18,9	22,3	26,4
Dez./03	31	25,8	85,6	361,8	120,3	3,9	18,1	23,2	16,0	30,8	36,0	40,3
Jan./04	31	25,1	90,9	275,0	98,9	3,2	13,9	15,3	11,4	17,1	18,2	19,7
Fev./04	29	25,4	89,3	114,0	100,3	3,5	15,3	17,9	15,4	20,6	22,6	25,4
Mar./04	31	24,8	92,1	243,4	95,4	3,1	12,2	15,6	11,8	17,9	19,1	21,0
Abr./04	30	24,1	93,6	325,0	78,1	2,6	12,6	16,9	10,9	19,0	20,7	24,4
Mai/04	31	23,2	91,0	5,2	66,1	2,1	15,8	23,0	17,0	31,3	37,6	45,9
Jun./04	30	21,5	92,4	47,0	53,7	1,8	15,3	21,3	24,9	26,3	30,6	36,1
Jul./04	31	20,6	92,6	64,2	55,5	1,8	13,5	15,7	11,8	19,8	22,6	26,4
Ago./04	31	21,4	89,1	20,8	82,2	2,7	19,4	27,7	22,2	36,3	44,2	53,8
Set./04	30	22,6	85,5	13,8	96,3	3,2	23,7	36,1	39,9	45,6	54,9	59,3
Out./04	31	23,8	86,5	115,8	103,0	3,3	25,4	36,5	33,0	50,6	60,4	69,1
Nov./04	30	24,6	88,7	120,6	97,8	3,3	25,7	42,0	32,6	67,6	82,0	86,3
Dez./04	31	25,3	90,8	151,6	111,7	3,6	16,3	24,9	17,5	41,9	54,5	64,7
Jan./05	31	26,0	90,7	233,6	111,8	3,6	21,2	34,4	16,0	45,2	55,5	65,1
Fev./05	28	25,6	92,1	238,8	97,4	3,5	14,0	15,3	15,0	22,8	26,4	28,5
Mar./05	31	25,9	93,9	185,9	98,7	3,2	17,5	19,9	17,9	37,7	39,0	40,7
Abr./05	30	24,7	92,7	59,2	85,6	2,9	10,3	15,7	13,0	26,0	32,7	38,8
Mai/05	31	23,3	93,8	115,6	63,0	2,0	12,3	14,5	13,3	19,3	22,4	25,3
Jun./05	30	21,9	96,5	166,9	50,1	1,7	13,3	19,3	22,9	24,3	28,6	34,1
Jul./05	31	21,0	94,0	36,0	57,9	1,9	14,5	16,7	12,8	20,8	23,6	27,4
Total	693			3.255,7	2.014,6		360	490	411	670	780	910
Média		23,8	89,8			2,9						
Precipitação Efetiva							574	529	617	371	310	300

danos (redução na produção); porém, mesmo com boa disponibilidade de água no solo, a baixa umidade relativa contribui significativamente para a redução da condutância estomática e, conseqüentemente, da fotossíntese, ocasionando, com isso, queda na produção (CAMPOSTRINI, 2005).

Com relação à precipitação, verificou-se que, nos 22 meses, durante todo o período experimental a quantidade de chuva foi bem superior à média anual da região, cujos valores foram maiores que os da evapotranspiração de referência, estimada pela equação de Penman Montheith. Considerando o ano de 2004, verificou-se que, durante quatro meses do ano, as chuvas foram

menores do que a evapotranspiração de referência. Porém, mesmo nos meses em que a precipitação foi superior à demanda evaporativa, houve necessidade de reposição da água para a cultura, devido, principalmente, à sua má distribuição durante o mês. Em todo o experimento (22 meses), a precipitação foi de 3.255,7 mm, de maneira bem desuniforme, como se pode observar na Figura 4, que apresenta o número de dias chuvosos ao longo do experimento, que no seu final foi de 402 dias.

Os valores de evapotranspiração de referência média mensal (ET_{om}) acompanham a distribuição de precipitação e a variação da temperatura ao longo do ano, alcançando oscilações de 1,8 a 3,9 $mm\ dia^{-1}$, sendo que os valores de máxima e de mínima ocorreram nos meses de dezembro/2003 e de julho/2004, respectivamente.

Na Figura 4, observam-se os valores de precipitação mensal, evapotranspiração do mamoeiro corrigida para irrigação localizada e número de dias com chuva, evidenciando que o período de déficit hídrico concentrou-se de maio a setembro de 2004.

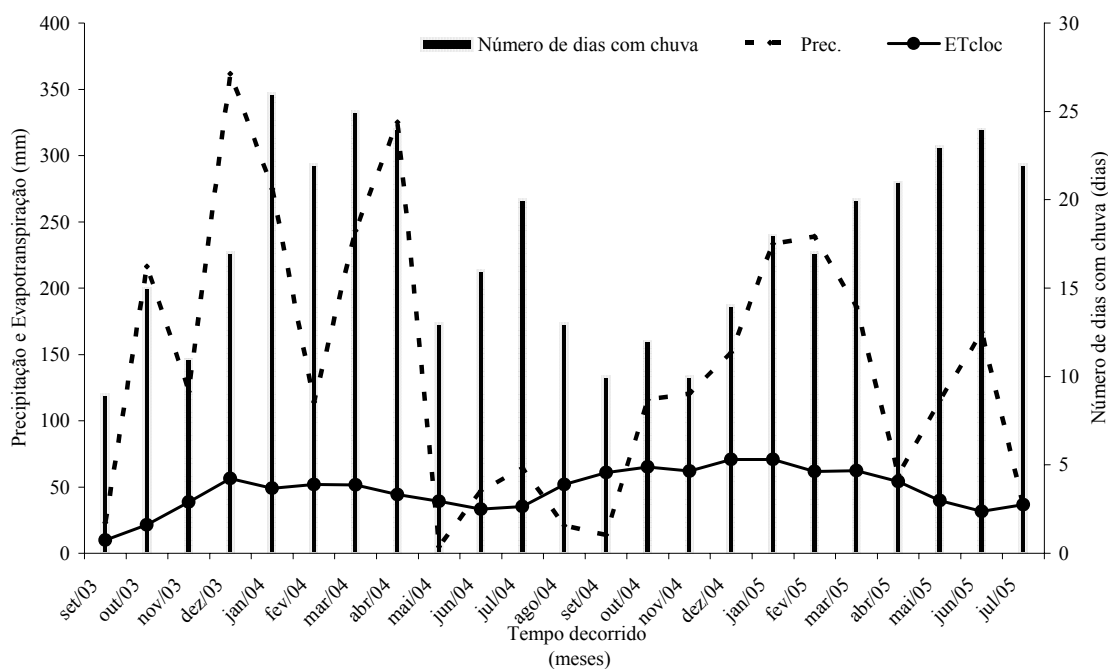


Figura 4 – Precipitação mensal, evapotranspiração do mamoeiro corrigida para irrigação localizada e número de dias com chuva.

De acordo com os dados da Figura 4, o período mais chuvoso foi dezembro de 2003 a abril de 2004 e o mais seco, de maio de 2004 a setembro de 2004.

Verificou-se que a demanda hídrica da cultura após 22 meses de cultivo foi de 797 mm (Quadro 3), sendo os meses de setembro a abril os com maior demanda hídrica e de maio a agosto, o período de menor demanda.

3.2. Análise do consumo de água e aspectos de manejo

Na Figura 5A-F, observa-se o comportamento da umidade do solo ao longo do experimento em cada tratamento.

Uma análise da Figura 5A-F indica que os valores de umidade no tratamento em que se empregou o manejo da irrigação adotado pelo produtor (T_C – Figura 5C) aproximou-se do adotado no tratamento T1 (Figura 5A – 25% da ET_c), ou seja, a suplementação de água através da irrigação não atendeu plenamente à demanda hídrica da cultura. Quando foi feita a análise comparativa do T1 e T_C com o T4 (Figura 5E) (100% da ET_c), verificou-se que, quando o manejo da irrigação é adequado, os valores de umidade do solo se aproximam do de capacidade de campo (CC), proporcionando, com isso, melhores condições para o desenvolvimento satisfatório das plantas e, conseqüentemente, maior produtividade e melhor qualidade do produto.

Quando comparados os valores apresentados pelo T4 em relação aos do T5 (Figura 5F) (125% da ET_c), observou-se que, ao longo do cultivo, a quantidade de água aplicada no T5 foi superior à demanda da cultura; esse excesso de umidade no solo (encharcamento), segundo Campostrini (2005), é prejudicial à cultura, visto que o mamoeiro é uma planta sensível à baixa disponibilidade de oxigênio no solo (hipoxia), podendo levar à perda de produtividade e até a morte das plantas por agentes patogênicos.

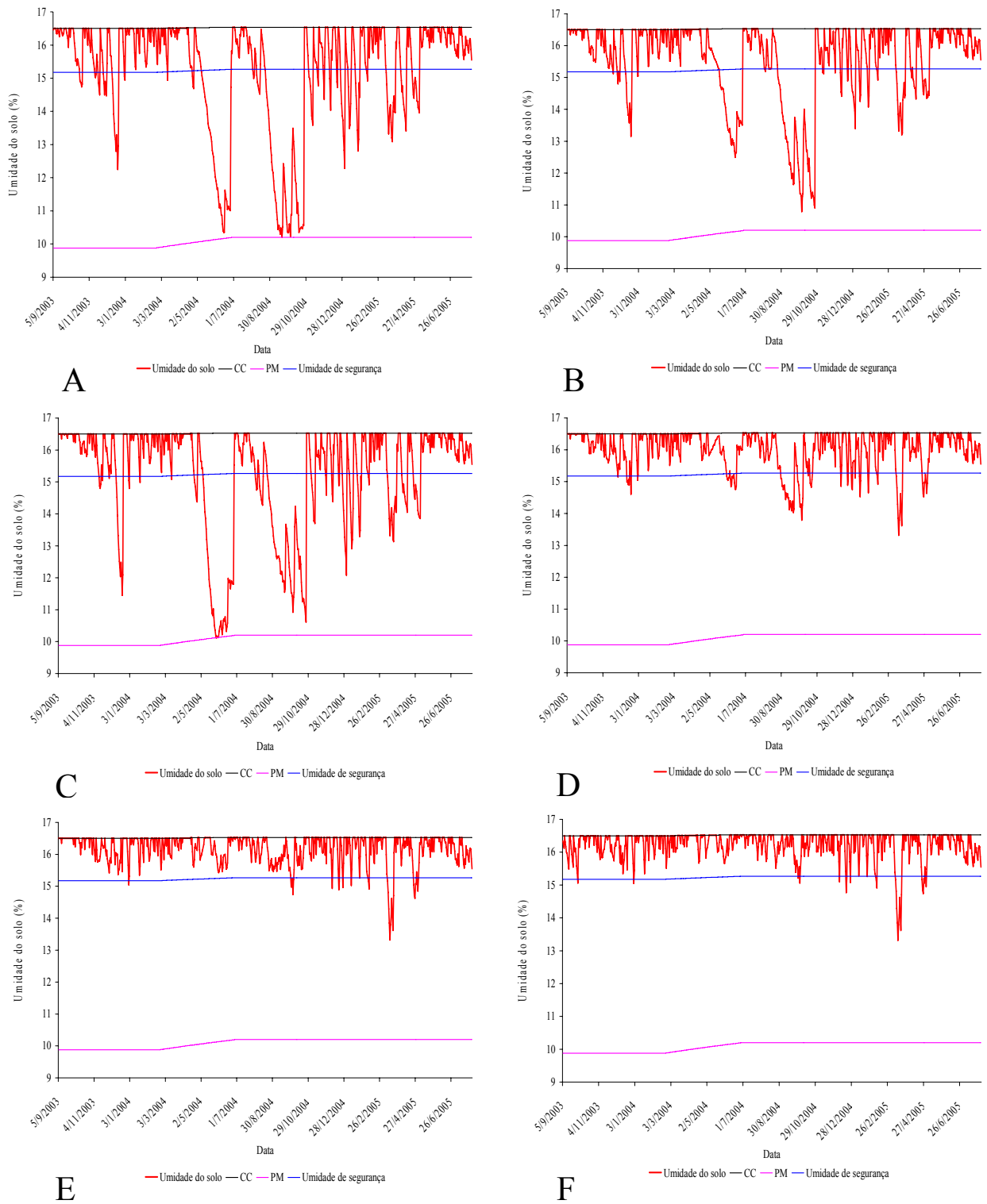


Figura 5 – Umidade do solo ao longo do cultivo em cada tratamento aplicado T1 (A), T2 (B), T_C (C), T3 (D), T4 (E) e T5 (F).

3.3. Crescimento da planta

3.3.1. Altura de planta

Verificou-se que houve variação significativa da altura de planta em relação às lâminas de irrigação, em relação ao tempo térmico (graus-dia) e, ainda, à interação entre os dois, estimando-se, assim, equações de regressão da altura do mamoeiro em relação a graus-dia nos tratamentos aplicados (Figura 6).

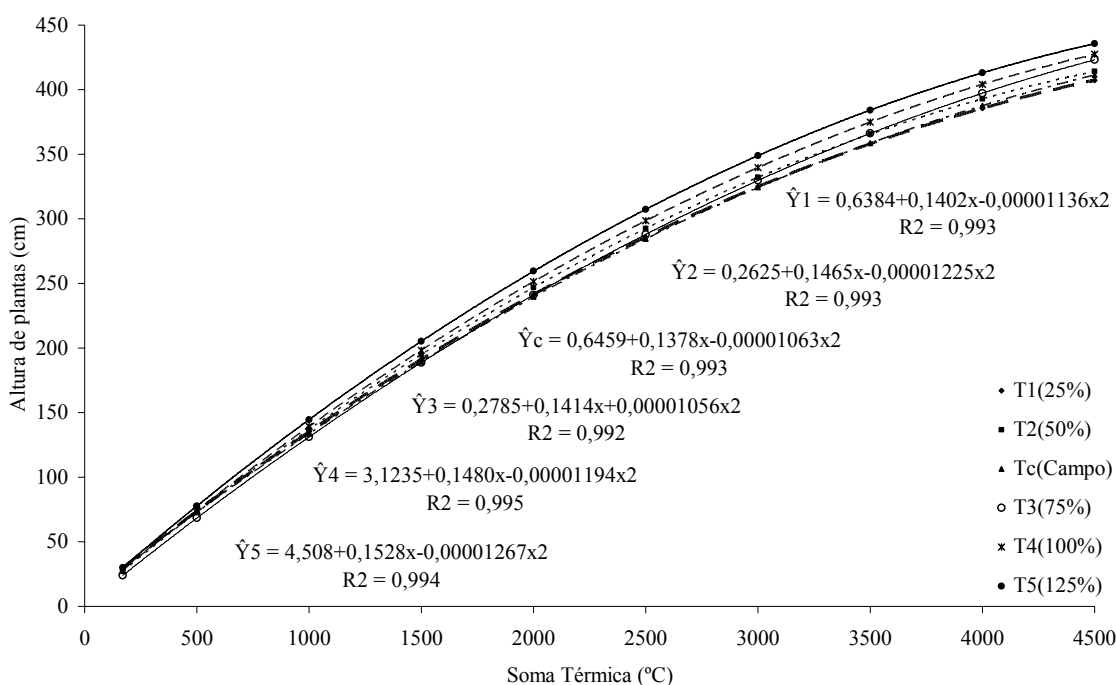


Figura 6 – Estimativa do crescimento da altura de plantas em relação a graus-dia, em cada tratamento de irrigação aplicado.

Podem-se visualizar comportamentos distintos na taxa de crescimento da altura de plantas entre os vários tratamentos aplicados, haja vista a interação entre graus-dia e tratamentos, sendo mais bem identificada pela curva estimada para o T1, que recebeu apenas 25% do total de água recebido via irrigação pelo T4 (100% da E_{Tc} – recomendado). Esse fato vem

demonstrar a importância da reposição de água à cultura, de forma a permitir o seu adequado crescimento e, conseqüentemente, sua boa produção.

Outra situação a destacar é o crescimento apresentado pelo T5 (125% da ETc), que possui a maior altura de plantas em todo o tempo analisado, sendo bem próximo ao encontrado por Awada et al. (1979) e Silva (1999), que foram de 129 e 120% da ETo, respectivamente.

Verificou-se que as curvas para as reposições de 25% da ETc (T1) e para o tratamento de campo (T_C) se aproximavam durante todo o período de avaliação; isso demonstra que o tratamento do produtor está atuando de maneira negativa com relação à altura de planta, podendo chegar ao final de 18 meses com uma altura de 420 cm, 15,6 cm menor quando comparada com o tratamento T4 (100% da ETc).

Em todas as curvas, observou-se redução gradativa na taxa de alongamento das plantas com o tempo térmico. Conforme Awada (1961), o mamoeiro reduz a taxa de alongamento com a idade, fato encontrado também por Silva (1999) e Almeida (2000).

De modo geral, pode-se estabelecer que, próximo ao valor de 2.287 °C, ocorre diminuição na taxa de crescimento na maioria dos tratamentos avaliados. Situação também encontrada por Silva (1999) e Almeida (2000), em Linhares, ES, e Campos dos Goytacazes, RJ, respectivamente, com valores próximos de 2.300 °C d⁻¹.

A diferença nos valores de altura de planta em função das diferentes lâminas de irrigação aplicadas, obtidos no presente experimento, coincidiu com a dos valores determinados por Silva (1999) e Almeida (2000), que constataram interação significativa entre tempo térmico (graus-dia) e lâminas de irrigação com relação à variável altura de plantas.

3.3.2. Diâmetro do caule

Na Figura 7, encontram-se as curvas ajustadas para o diâmetro do caule, em função do tempo térmico, nos diferentes tratamentos aplicados.

Com relação ao diâmetro do caule das plantas avaliadas, observou-se comportamento semelhante ao de altura de plantas (Figura 6).

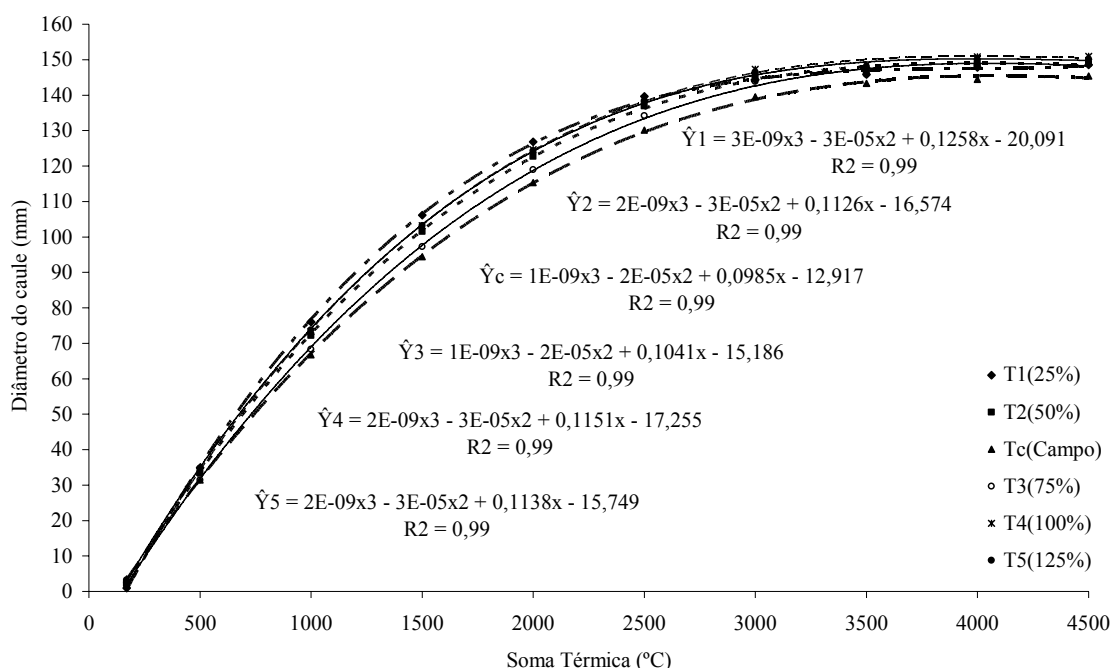


Figura 7 – Estimativas do diâmetro do caule do mamoeiro em função do tempo térmico, em cada tratamento de irrigação aplicado.

Neste parâmetro, notou-se maior diferença entre o seu comportamento em relação a graus-dia nos tratamentos aplicados, em que se empregou quantidade de água de irrigação menor do que a recomendada (T1, T2, T_C e T3), com menores crescimentos, e em T4 e T5, com maiores taxas de crescimento.

O diâmetro final do caule do mamoeiro apresentou valores relativamente maiores para o T4 (100% da E_{Tc} = 151,46 mm), em

comparação com o do T_C (manejo de campo = 146,01 mm) e T1 (25% da ET_C = 148,01 mm).

Verificou-se que, nos tratamentos em que se aplicou água em quantidade inferior à demanda da cultura, principalmente nos primeiros meses após a implantação da cultura no campo, o crescimento do diâmetro do caule foi afetado (SILVA, 1999; ALMEIDA, 2000).

Considerando os resultados, é possível observar que o diâmetro do caule aumentou com a reposição de água de irrigação, à exceção da reposição de 125% da ET_C (T_5 = 148,82 mm), em que se obteve valor de diâmetro de caule final inferior ao de T4 (100% da ET_C).

Observou-se que, em todas as lâminas de irrigações aplicadas, o diâmetro do caule do mamoeiro teve crescimento considerável até o valor do tempo térmico de aproximadamente $2.300\text{ }^\circ\text{C d}^{-1}$. Situação encontrada também por Silva (1999) e Almeida (2000), em Linhares, ES, e Campos dos Goytacazes, RJ, respectivamente. A partir desse momento, o incremento na taxa de crescimento do caule foi menor. Esse valor de tempo térmico ocorreu no mês de maio de 2004, coincidindo com o início da colheita. Segundo Awada (1961), essa redução da taxa de crescimento do diâmetro do caule se deveu ao fato de que, ao entrar em período de produção contínua de frutos, essas plantas possuem baixa quantidade de carboidratos disponíveis, priorizando a produção de frutos.

A diferença nos valores de diâmetro do caule em função das diferentes lâminas de irrigação aplicadas, obtidos no presente experimento, coincidiu com a dos valores determinados por Silva (1999) e Almeida (2000), que verificaram interação significativa entre tempo térmico (graus-dia) e lâminas de irrigação para a variável diâmetro do caule de plantas de mamoeiro.

Aiyelaagbe et al. (1986) encontram menores alturas de plantas e reduzidos diâmetros de caule com o estresse hídrico, sendo mais severo no início do estágio de desenvolvimento, ampliando os estudos de Awada (1961), que estabeleceu que a umidade do solo e a idade da planta são os dois fatores mais importantes no crescimento do mamoeiro.

3.3.3. Análise de produção

A cultura do mamoeiro requer condições edafoclimáticas próximas da ideal para manter a sua carga produtiva, uma vez que a planta frutifica continuamente, sendo encontrados frutos nos diferentes estádios de desenvolvimento.

Os parâmetros de crescimento avaliados nos tratamentos aplicados são indicativos dos potenciais de produção, ou seja, cada lâmina de irrigação aplicada corresponde a determinada taxa de crescimento em relação a graus-dia e, de modo geral, o aumento dessa taxa compreende aumento na produção.

A indisponibilidade de água afeta a cultura do mamão, assim como o excesso também, conforme se verificou nos resultados da produção obtidos em relação às lâminas totais de água aplicada (Quadro 5).

Quadro 5 – Resumo da lâmina total de água aplicada (LT) e os componentes da produção (produtividade média obtida – prod., peso médio do fruto – PMF e o número médio de frutos colhidos por planta – NTF) para produção total, para a produção comercial – mercado interno e produção comercial – mercado externo

Trat.	LT (mm)	Produção Total			Produção Comercial Mercado Interno			Produção Comercial Mercado Externo		
		Prod. (t. ha ⁻¹)	PMF (g)	NTF (un.pl ⁻¹)	Prod. (t. ha ⁻¹)	PMF (g)	NTF (un.pl ⁻¹)	Prod. (t. ha ⁻¹)	PMF (g)	NTF (un.pl ⁻¹)
Tc	756	95,7	387,1	129,3	86,8	411,7	109,7	83,1	412,1	105,0
T1	711	97,3	377,0	134,1	86,3	406,5	109,8	82,4	408,1	104,5
T2	835	102,4	389,9	136,6	93,5	412,8	117,0	89,1	413,7	111,6
T3	1.010	104,8	394,6	136,8	96,5	419,6	119,3	92,0	418,7	114,0
T4	1.126	116,0	410,0	146,5	108,8	429,5	130,9	101,7	427,4	123,7
T5	1.228	110,3	396,2	145,0	101,6	415,1	126,1	95,9	417,0	119,5

Pode-se verificar que a menor lâmina aplicada (T1) apresentou os menores valores, em comparação com os outros, em todos os componentes de produção, como produtividade média, peso médio do fruto e número médio total de frutos por planta. Por sua vez, a maior lâmina aplicada (T5) não apresentou maiores valores de produção em relação ao outro tratamento com

menor lâmina de água (T4), mas sim pequeno decréscimo, o que, além de não ser desejável do ponto de vista econômico, tende a aumentar a suscetibilidade da planta a doenças, podendo causar até a sua morte.

Apesar do excesso de chuvas (Quadro 3), que ocorreram durante o período experimental, pequenos períodos de déficit hídrico ao longo do ciclo foram suficientes para afetar a produtividade. Isso evidencia, assim, a importância do manejo adequado da irrigação na cultura do mamoeiro.

3.3.3.1. Produção total

Os dados de produção nos 13 meses de colheita, determinados em função das diferentes lâminas totais de água aplicada e considerando a produção total e os dois mercados-alvo estabelecidos, são apresentados na Figura 8. Verifica-se, nessa figura, que houve influência da lâmina total de água aplicada no nível de 5% de significância.

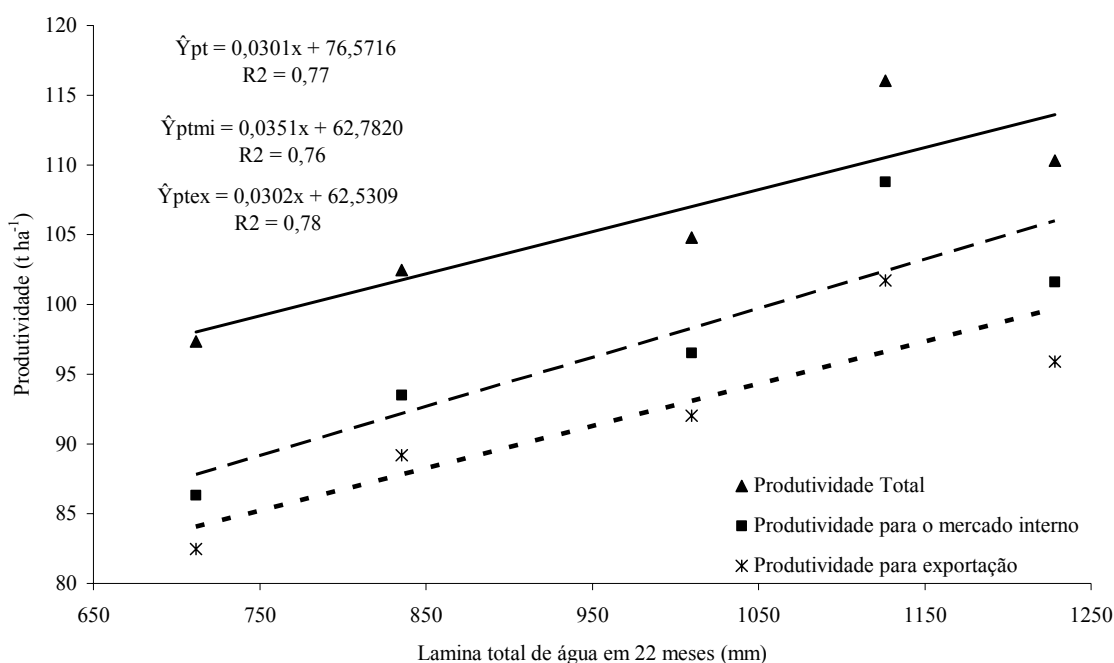


Figura 8 – Valores médios e estimativa da produtividade total, da comercial para o mercado interno e da comercial para a exportação, em função das lâminas totais de água aplicadas.

Ajustaram-se modelos lineares, com significância de 5%, para o modelo e seus coeficientes, para produtividade total (PT), para a produtividade comercial para o mercado interno (PCMI) e para a produtividade comercial para a exportação (PCEX) da cultura do mamão, encontrados em resposta à lâmina total de água aplicada, conforme Figura 8. Resultados semelhantes também foram relatados por Awada (1961) e Silva (1999).

Considerando o incremento na produtividade comercial por milímetro de água aplicada, obteve-se uma razão de 54,2 kg ha⁻¹ de frutos de padrão comercial para cada milímetro de água aplicada. O incremento na produtividade alcançada com o aumento na lâmina total de água aplicada pode ser explicado pelo fato de que, segundo Gheyi et al. (1994), as plantas normalmente não transpiram em seu potencial máximo, em razão de algum fator limitante. Na capacidade de campo, a evapotranspiração (ET) é máxima, sendo que, à medida que a disponibilidade de água no solo se reduz, a ET passa a ser menor que a ET máxima, portanto interferindo, de maneira negativa, no rendimento final da cultura.

3.3.3.2. Perdas na produção

Na Figura 9, apresentam-se as estimativas de perdas percentuais na produção comercial, em relação à lâmina total de água aplicada.

Analisando os resultados do percentual de descarte da produtividade comercial da cultura do mamoeiro, verificou-se que houve influência da lâmina total de água aplicada no nível de significância de 5%. Ajustou-se um modelo linear, com significância de 5% para o modelo e seu coeficiente.

Verificou-se que o incremento na produtividade total foi menor que o da produtividade comercial para o mercado interno. Dessa forma, à medida que aumenta a lâmina de água aplicada, a relação entre a produtividade comercial e a produtividade total também aumenta. Dessa forma, obtém-se incremento na eficiência do sistema agrícola, pois as reduções em produção são cada vez menores.

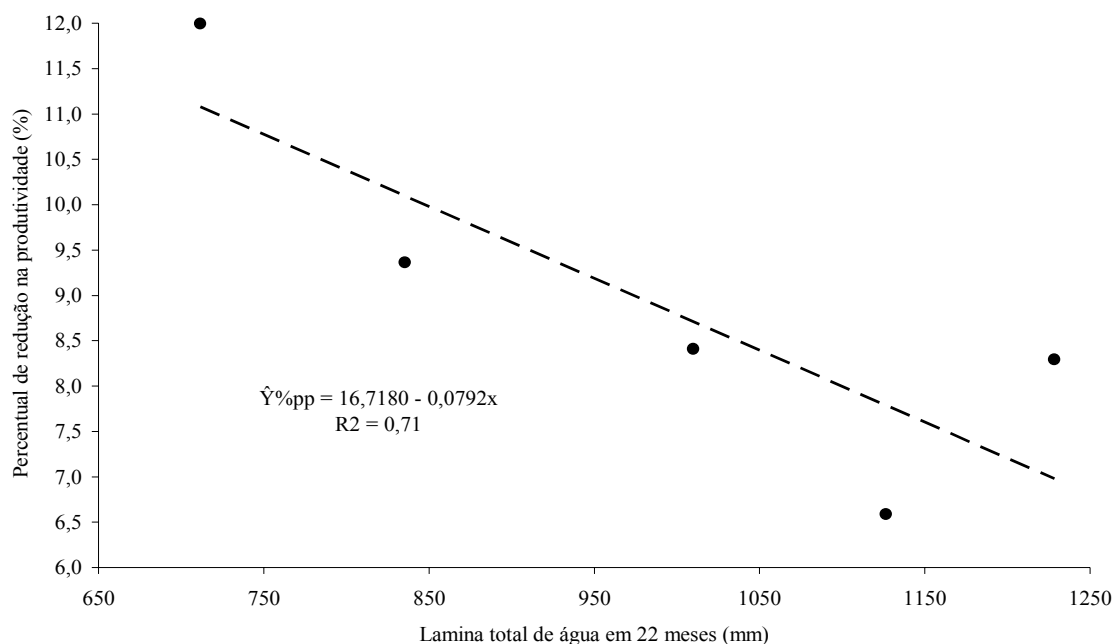


Figura 9 – Valores médios e estimativa de redução porcentual da produção do mamoeiro, considerando-se como fator de classificação apenas o peso comercial, em função da lâmina de água aplicada.

Portanto, o manejo adequado da irrigação na cultura do mamoeiro é de fundamental importância não só para o aumento da produtividade, mas também para que não haja redução no descarte, majorando a rentabilidade com a atividade.

3.3.3.3. Peso médio dos frutos

Efetua-se análise de variância dos pesos médios obtidos de cada tratamento, não encontrando significância pelo teste F, para o parâmetro de peso médio do fruto na produtividade total, na comercial para o mercado interno e para a exportação.

A Figura 10 contém os dados de peso médio do fruto da produção total (PMF), da produção comercial apropriada para o mercado interno (PMFMI) e para a exportação (PMFEX), em função dos diferentes tratamentos aplicados.

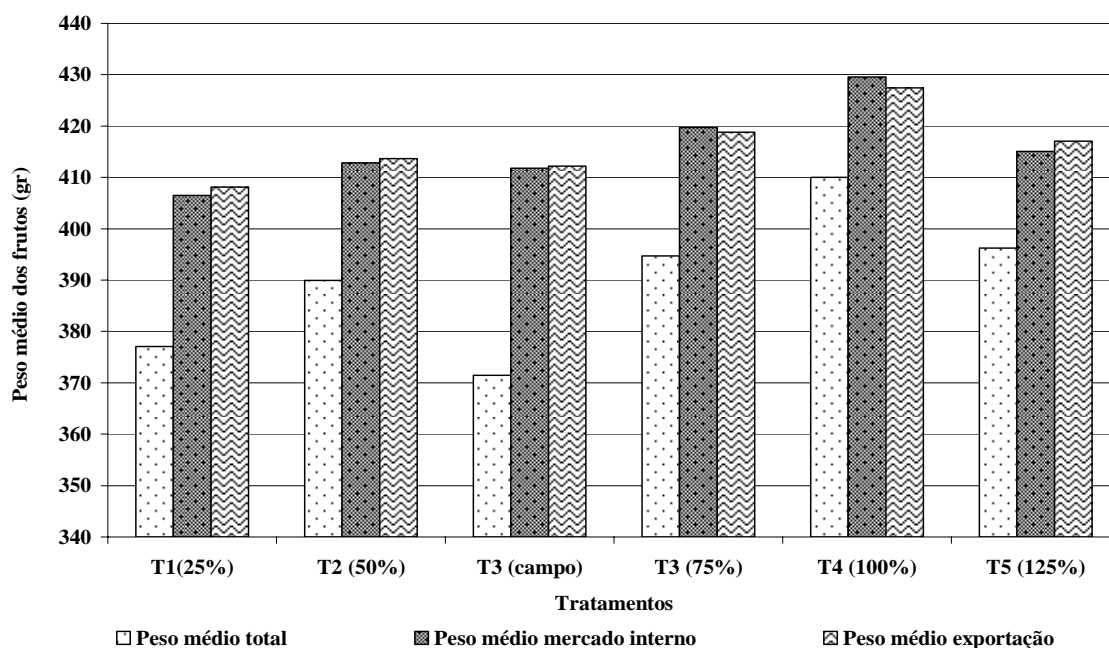


Figura 10 – Valores de peso médio do fruto da produção total, da comercial para o mercado interno e da comercial para a exportação, em função dos diferentes tratamentos aplicados.

O peso médio dos frutos cresceu com a lâmina de água aplicada e, portanto, da mesma forma que a produtividade.

O peso médio máximo obtido foi de aproximadamente 409,9; 429,5; e 427,4 para PMF, PMFMI e PMFEX, respectivamente, sendo a lâmina total de água aplicada de 1.130 mm (T4). O peso médio mínimo obtido foi de 377,0; 406,5; e 408,1 para PMF, PMFMI e PMFEX, respectivamente, sendo a lâmina total de água aplicada de 712 mm (T1). Observou-se que a lâmina de água limitou o desenvolvimento dos frutos.

A taxa com a qual os frutos ganharam peso foi de $0,055 \text{ g mm}^{-1}$ de água aplicada, ou seja, um aumento de 13,9% na lâmina de água aplicada proporcionou um ganho médio de peso correspondente de 6,7%.

Estudando o efeito de quatro níveis de reposição de água (100, 85, 70 e 55% da ECA (evaporação do tanque classe A)) para irrigação por microaspersão Bezerra e Mesquita (2002) concluíram, com base nos resultados, que a produtividade e o peso médio dos frutos por planta foram

influenciados pelos níveis de irrigação aplicados, coincidindo com os resultados do presente trabalho.

3.3.3.4. Número de frutos colhidos por planta

O número total de frutos de todas as produções foi influenciado pelas lâminas totais de água, no nível de 5% de probabilidade, pelo teste F. Observou-se efeito linear, significativo a 5%, nos modelos e seus coeficientes pela análise de regressão, no número de frutos total, comercial para o mercado interno e comercial para a exportação (Figura 11). Verificou-se que, à medida que aumentou a lâmina de água de irrigação aplicada, aumentou também o número de frutos colhidos por planta. O percentual de ganho no número de frutos entre a menor lâmina aplicada e a que forneceu a máxima produção foi de 9,2; 19,1; e 18,3% para número de frutos total, número de frutos para o mercado interno e número de frutos para a exportação, respectivamente. Awada (1961) e Awada et al. (1979), aumentando a reposição da água evaporada do tanque classe A, também conseguiram aumento significativo no número de frutos comerciais por planta. Resultado semelhante foi encontrado por Aiyelaagbe et al. (1986), quando a tensão de água do solo passou de 0,06 para 0,02 MPa.

Devido à ocorrência de déficit hídrico, principalmente nos meses de agosto, setembro e outubro/2004 (Figura 5) nos tratamentos T1, T2, T_C e T3, em que a quantidade de água aplicada via irrigação foi menor que nos tratamentos T4 e T5, o número de frutos formados, durante esse período, foi prejudicado por esse déficit hídrico. Dessa forma, o número de frutos colhidos, nos meses de janeiro, fevereiro e março/2005, sofreu forte influência da baixa disponibilidade hídrica do solo dos meses anteriores (Figura 4). Apesar de ao longo de todo o período do experimento ter havido uma quantidade de chuva bem acima da média, um pequeno período de déficit hídrico, proporcionado pela redução na precipitação e pela menor lâmina de irrigação aplicada nos tratamentos T1, T2, T_C e T3, foi suficiente para proporcionar redução no número de frutos comerciais colhidos, em comparação com os tratamentos T4 e T5.

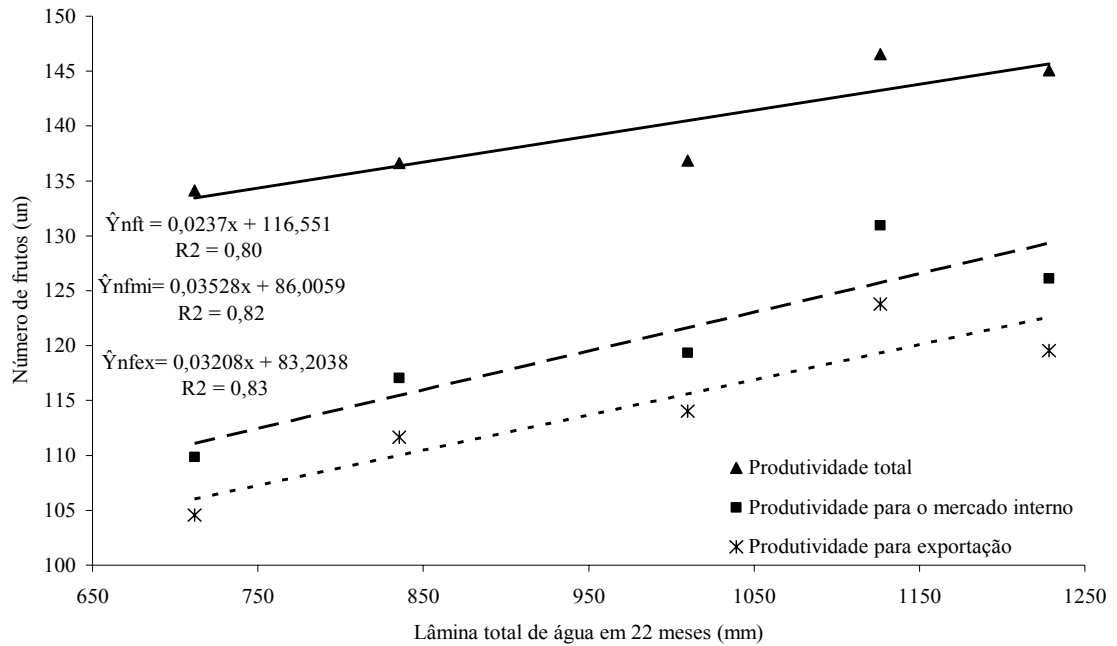


Figura 11 – Valores médios e estimativa do número de frutos por planta da produção total, da comercial para o mercado interno e da comercial para a exportação, em função das lâminas totais de água aplicadas.

As variações no número de frutos comerciais por planta estão relacionadas à limitação do crescimento dos frutos e à indução de produção de flores estéreis pelo déficit hídrico. Como comentado anteriormente, o mamoeiro é muito sensível ao déficit hídrico (AWADA, 1961; AWADA et al., 1979; AIYELAAGBE et al., 1986; SILVA, 1999; ALMEIDA, 2000).

3.3.3.5. Frutos descartados

Na Figura 12, encontram-se as estimativas do percentual de frutos descartados, em relação ao número total de frutos colhidos, considerando-se apenas o peso comercial em função da lâmina total de água aplicada.

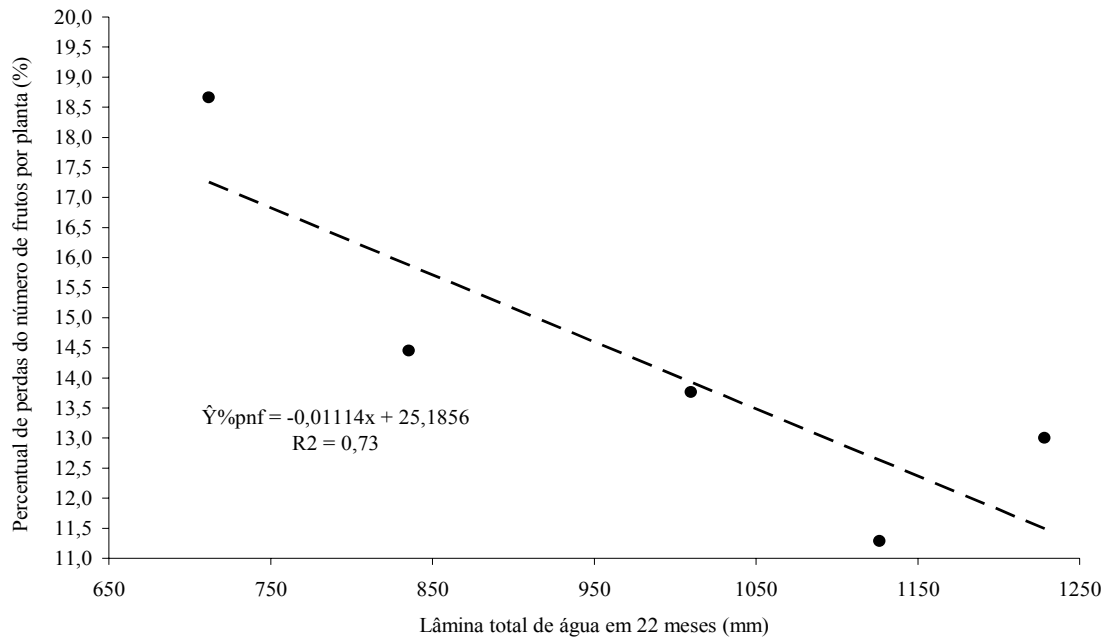


Figura 12 – Valores médios e estimativa dos percentuais de frutos descartados, em relação ao número total de frutos colhidos, considerando-se como fator de classificação apenas o peso comercial, em função das lâminas totais de água aplicadas.

Observou-se que o incremento na quantidade de frutos totais colhidos foi menor que na quantidade de frutos comerciais colhidos (Figura 11). Isso implica o fato de que, à medida que aumenta a lâmina de água total aplicada, a relação entre o número de frutos comerciais colhidos e o número total de frutos colhidos também aumenta, levando a uma redução na quantidade de frutos descartados (Figura 12).

O porcentual de descarte de frutos foi influenciado pelas lâminas totais de água, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F; além disso, constatou-se efeito linear pela análise de regressão, com significância de 5% para o modelo e seus coeficientes (Figura 12).

A quantidade de frutos que apresentaram peso abaixo do mínimo e acima do máximo comercial estipulado decresceu linearmente com o aumento na lâmina total de água aplicada. Esses dados estão de acordo com os encontrados por SILVA (1999), para a cultura do mamoeiro irrigada por

microaspersão na região de Linhares, ES. Awada et al. (1979) também encontraram redução nas perdas, à medida que a lâmina de água aplicada aumentou. A maior quantidade de frutos comerciais que obtiveram foi de 35%.

As curvas referentes às reduções na produção e à quantidade de frutos descartados refletem o montante da mão-de-obra absorvida na colheita e o transporte desses frutos para fora da área de produção, assim como a classificação dos frutos.

3.3.3.6. Teor de sólidos solúveis totais (SST)

O teor de sólidos solúveis totais dos frutos no ponto de consumo foi influenciado pelas lâminas totais de água, no nível de 5% de probabilidade, pelo teste F. Além disso, observou-se um efeito linear pela análise de regressão (Figura 13), com significância de 5%, no modelo e seu coeficiente.

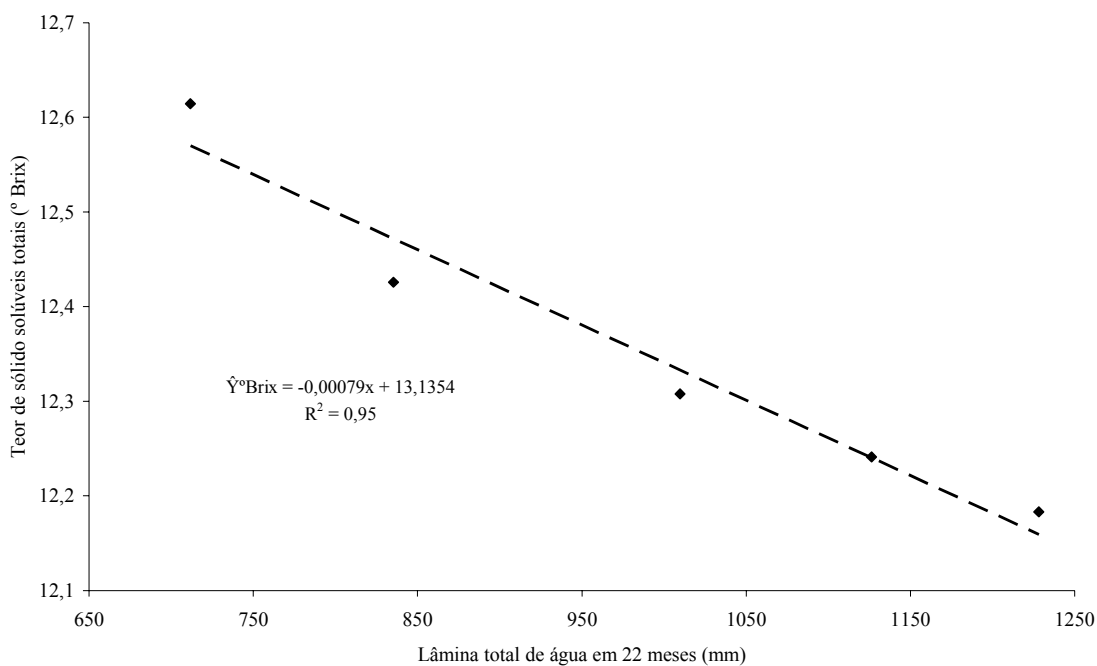


Figura 13 – Valores médios e estimativa do teor de sólidos solúveis totais (°BRIX) em função das lâminas totais de água aplicadas.

Os valores médios encontrados no teor de SST medidos no tratamento T5 foram de 12,2% e no tratamento T1, de 12,6%. As lâminas de irrigação afetaram, de modo significativo, o teor de SST. Este foi maior nos frutos das plantas submetidas às menores lâminas de irrigação, devido ao aumento da concentração de açúcares nos tecidos dos frutos (ANDRADE JÚNIOR et al., 2001; FABEIRO et al., 2002).

Apesar de ter havido diferença entre os tratamentos, em que a maior lâmina total de água aplicada tende a reduzir os valores de SST, estes estão dentro dos padrões mínimos praticados na comercialização dos frutos, ou seja: 11,5% (CALEGARIO, 1997).

Uma observação importante a ser feita é que a partir do mês de outubro/2004 (Figura 14) os valores de SST, em todos os tratamentos estudados, foram superiores a 11,5%, dito como padrão mínimo praticado para comercialização dos frutos; portanto, com o aumento da lâmina de irrigação aplicada, os valores de SST tenderam a ser reduzidos, entretanto permaneceram dentro dos padrões mínimos para comercialização dos frutos.

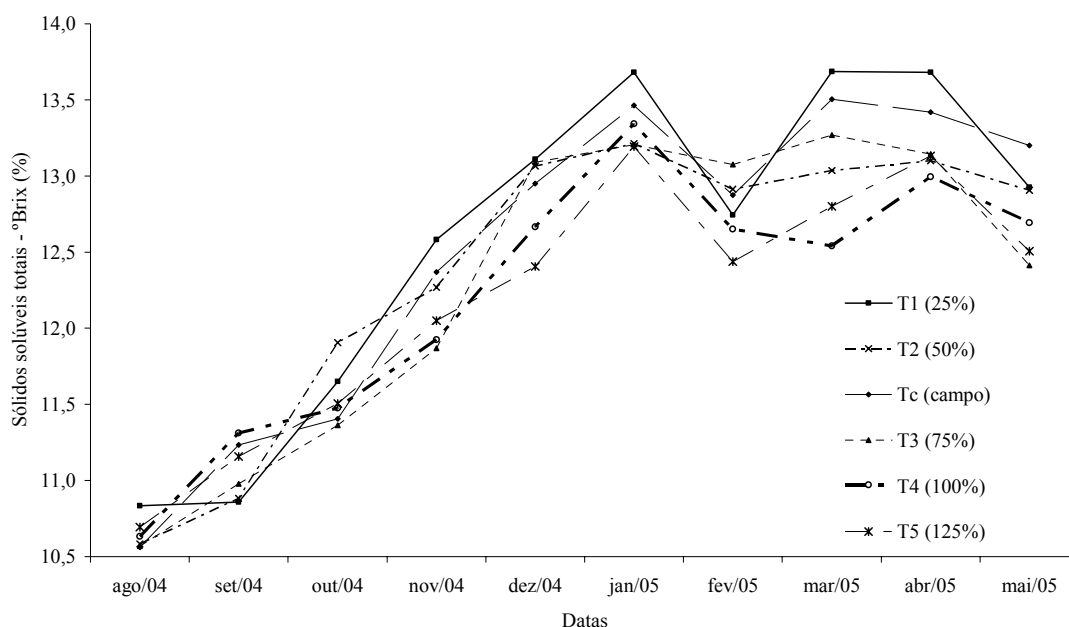


Figura 14 – Evolução dos valores médios mensais de sólidos solúveis totais (SST) em frutos de mamoeiros nos diferentes tratamentos de lâminas de irrigação adotados.

Observou-se também que, nos meses de fevereiro e maio de 2005, houve redução nos valores de SST em todos os tratamentos. Isso foi em decorrência das elevadas precipitações que ocorreram nos meses de outubro/novembro de 2004 e janeiro/fevereiro de 2005, influenciando a redução do teor de açúcar nos frutos.

O estresse hídrico sofrido pelas plantas pode alterar o seu crescimento, modificando a fisiologia e morfologia e, principalmente, afetando suas reações bioquímicas (KRAMER, 1969). Hernandez (1995), trabalhando com diferentes lâminas de irrigação em variadas fases da cultura do meloeiro, obteve aumento no teor de sólidos solúveis totais (SST) em frutos de melão no maior nível de estresse hídrico utilizado durante a fase de frutificação; porém, Macgillivrai (1951) não encontrou diferença no SST de frutos de melão nos diferentes níveis de restabelecimento da capacidade de campo.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foi conduzido um experimento com a cultura do mamoeiro ‘Golden’ na Fazenda GAIA, em Linhares, ES, sob diferentes lâminas aplicadas (irrigação + precipitação efetiva), com o intuito de verificar os efeitos dos níveis de reposição de irrigação sobre o desenvolvimento dessa cultivar em relação à temperatura acumulada (graus-dia) e seu efeito na produção e qualidade dos frutos, em cada lâmina de água aplicada. Utilizou-se um sistema de irrigação por gotejamento, aplicando cinco lâminas de irrigação diferentes (25, 50, 75, 100 e 125% da evapotranspiração da cultura ETc) e um tratamento com a recomendação do pessoal técnico de campo, com seis repetições, arranjadas no delineamento inteiramente casualizado. A cultura foi semeada em tubetes em 01/08/2003. Foram medidos mensalmente a altura de plantas e o diâmetro do caule, determinando-se após o início de maturação dos frutos o peso de cada fruto.

As características de produção avaliadas foram produtividade, peso médio de fruto e número de frutos por planta, separadamente para produção total, comercial para o mercado interno e comercial para a exportação. Considerou-se o padrão comercial de pesos mínimo e máximo dos frutos para classificar a produção quanto ao mercado de interesse. Da comparação entre produções comercial e total, obtiveram-se as estimativas das perdas de

produção. Com relação à qualidade dos frutos, ainda foram medidos, semanalmente, os valores de sólidos solúveis totais (SST).

Os resultados permitiram a conclusão de que:

- Verificaram-se interações positiva e significativa entre tempo térmico (graus-dia) e lâminas aplicadas, para uma probabilidade de 5%, quanto aos parâmetros altura de planta e diâmetro do caule.
- A produtividade ($t. ha^{-1}$) do mamoeiro em função da lâmina total de água aplicada, em cada classe de produção analisada, teve ajuste significativo a 5% e elevou-se com o aumento da lâmina total de água aplicada.
- O peso médio do fruto do mamoeiro não diferenciou significativamente dos demais.
- O número de frutos por planta do mamoeiro, em cada classe de produção analisada e em função das lâminas totais de água aplicada, ajustou-se ao nível de 5% de probabilidade e elevou-se com o aumento da lâmina total de água aplicada.
- Os percentuais de descarte na produtividade e número total de frutos do mamoeiro reduziram-se à medida que aumentou a lâmina total de água aplicada.
- O teor de sólido solúvel total (SST) teve ajuste significativo a 5% de probabilidade e reduziu-se à medida que aumentou a lâmina total de água aplicada.
- Mesmo o fato de a precipitação ter sido elevada durante todo o período experimental, os resultados permitiram a conclusão de que o ajuste da lâmina de irrigação promoveu aumento na produtividade e na qualidade da produção.

REFERÊNCIAS

AIYELAAGBE, I.O.O.; FAWSI, M.O.A.; BABALOLA, O. Growth, development and yield of pawpaw (*Carica Papaya* L.) ‘Homestead selection’ in response to soil moisture stress. **Plant and Soil**, v. 93, p. 427-435, 1986.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements. In: **FAO Irrigation and drainage papaer 56**. FAO – Food and Agriculture Organization of United Nations. Rome, 1998. 308 p.

ALMEIDA, F. T.de **Respostas do mamaoeiro (*Carica papaya* L.) “do grupo solo” a diferentes lâminas de irrigação no Norte fluminense**. Campos do Goytacazes, RJ: UENF, 2000. 112 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ.

ANDRADE JÚNIOR, A.S.; FRIZZONE, J.A.; BASTOS, E.A; CARDOSO, M.J.; RODRIGUES, B.H.N. Estratégias ótimas de irrigação para a cultura da melancia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 301-305, 2001.

ANTUNES, R.C.B.; BUENO, A.C. Novo conceito em fertirrigação de fruteiras tropicais. In: ZAMBOLIM, L. **Manejo integrado, produção integrada fruteiras tropicais: doenças e pragas**, Viçosa, MG, 2003. 587 p.

AWADA, M. Soil moisture tension in relation to fruit types of papaya plants. **Hawaii Farm Science**, v. 10, n. 2, p. 7-8, 1961.

AWADA, M., WU, I. P.; SUEHISA, R.H.; PADGETT, M. M. **Effects of drip irrigation and fertilization on vegetive growth, fruit yield, and mineral composition of the petioles and fruits of papaya.** Honolulu, Hawaii Agricultural Experiment Station, University of Hawaii, 1979. 20 p. (Boletim Técnico, 103).

BEZERRA, F.M.L.; MESQUITA, T.B. de. Efeitos de níveis de irrigação na cultura do mamão irrigado por microaspersão. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 12, 2002, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, MG: ABID, 2002. (CD-ROM).

BROWN, B.I. Effects of maturity at harvest and reopening on the quality of papaw fruit. Queensl. **J. Agric. And Anim. Sci.**, v. 44, n. 1, p. 31-6, 1987.

CALEGARIO, F.F. **Característica físicas e químicas do fruto do mamão (*Carica papaya* L.) em desenvolvimento.** Viçosa, MG: UFV, 1997. 54 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CAMPOSTRINI, C.L.H.; OLIVEIRA, J.G.; MONNERAT, P.H.; MARINHO, C.S. Teores de Ca e variáveis do clima: relações com a incidência da mancha fisiológica do mamão (*Carica papaya* L.) no Norte Fluminense. **Revista Bragantia**, 2005.

COELHO, E.F.; SANTOS, M.R. dos; COELHO FILHO, M.A. Distribuição de raízes do mamoeiro sob três frequências de irrigação por gotejamento. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 12., 2002, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, MG: ABID, 2002. (CD-ROM).

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Traduzido por Damasceno, J. F de Medeiros. Campina Grande: UFPB, 1994. (Estudos da FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

FABEIRO, C.; SANTA OLALLA, F.M.; JUAN, J.A. Production of muskmelon (*Cucumis melo* L.) under controlled deficit irrigation in a semi-arid climate. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 54, p. 93-105, 2002.

GHEYI, H.R.; SOUZA, A.A.; DAMASCENO, F.A.V.; MEDEIROS, J.F. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p.

HERNANDES, F.B.T. **Efeitos da supressão hídrica nos aspectos produtivo e qualitativo da cultura do melão.** Piracicaba, SP: ESALQ, 1995. 74 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

HUBERMAN, M.; RIOV, J.; ALONI, B.; GOREN, R. Role of ethylene biosynthesis and auxin content and transport in high temperature-induced abscission of pepper reproductive organs. **Plant Growth Regulation**, v. 16, p. 129-135, 1997.

KELLER, J. **Trickle Irrigation**. Colorado: En Soil Conservation Service Engineering Handbook, 1978. 129 p.

KNIGHT, R.J. Origin and world importance of tropical and subtropical fruit crop. In: NAGY, S.; SHAW, P.E. (Eds.). **Tropical and subtropical fruits: Composition, properties, and uses**. Inc. Westport, CT: 1980. AVI Publishing, Chap 1.

KRAMER, P.J. **Plant and soil water relationship: a modern synthesis**. New York: Mc-Graw Hill, 1969. 482 p.

LASSOUDIÈRE, A. **Le papayer: fruits** [S.l.: s.n.], 1968. v. 23, 523 p.

LIMA, C.A. de; MEIRELLES, M.L. Exigências hídricas e irrigação do mamoeiro. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 134, p. 37-39, 1986.

MACGILLIVRAI, J.H. Effects of irrigation on the production of cantaloupes. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v. 57, p. 266-277, 1951.

MALO, S.E.; CAMPBELL, C.W. **The papaya**. Gainesville, Fla: Univ. Of Florida Cooperative Extension Service Fruits Crops Fact Sheet FC-11, 1986.

MARIN, S.D.L.; GOMES, J.A.; SALGADO, J.S.; MARTINS, D.S.; FULLIN, E.A. **Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos solo e formosa no Estado do Espírito Santo**. 4. ed. Vitória, ES: EMCAPA, 1995. 57 p. (EMCAPA. Circular Técnica, 3).

MARIN, S.L.D.; GOMES, L.A. **Sexagem do mamoeiro e sua aplicação no desbaste de plantas**. 2. ed. Vitória: EMCAPA, 1987. 20 p. (Circular Técnica, 11).

MARIN, S.L.D.; SILVA, J.G.F. da. Aspectos econômicos e mercados para a cultura do mamoeiro do grupo Solo na região Norte do Espírito Santo. In: MENDES, L.G.; DANTAS, J.L.L.; MORALES, C.F.G. (Eds.). **Mamão no Brasil**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, 1996, p. 7-20.

MARLER, T.E.; GEORGE, A.P.; NISSEN, R.J.; ANDERSEN, P.C. Miscellaneous tropical fruits. In: **Handbook of environmental physiology of fruits crops** – Subtropical and tropical crops. Boca Raton: 1994. v. 2, p. 199-224.

MEDINA, J.C. Cultura. In: MEDINA, J.C.; BLEINROTH, E.W.; SIGRIST, J.M.M.; MARTIN, Z.J.; NISIDA, A.L.A.C.; BALDINI, V.L.S.; LEITE, R.S.S.F.; GARCIA, A.E.B. **Mamão**. 2. ed. Campinas: ITAL, 1995. p. 1-78. (Séries Frutas Tropicais, 7).

MONTENEGRO, A.A.T.; BEZERRA, F.M.L.; LIMA, R.N. Coeficientes de cultivo nas diferentes fases fenológicas do mamoeiro (*Carica papaya* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32., 2003, Goiânia, GO. **Anais...** SBEA, 2003. 1 CD-ROM.

MOTA, F.S. **Meteorologia agrícola**. 7. ed. São Paulo: Nobel, 1986. 376 p.

OLIVEIRA, A.M.G.; FARIAS, A.R.N.; SANTOS FILHO, H.P.S.; OLIVEIRA, J.R.P.; DANTAS, J.L.L.; SANTOS, L.B.; OLIVEIRA, M.A.; SOUZA JÚNIOR, M.T.; SILVA, M.J.; ALMEIDA, O.A.; NICKEL, O.; MEDINA, V.M.; CORDEIRO, Z.J.M. **Mamão para exportação**: aspectos técnicos de produção. Brasília: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, Secretaria de Desenvolvimento Rural, Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais/EMBRAPA – SPI, 1994. 52 p. (Série Publicações Técnica FRUPEX, 9).

SCAIFE, A.; COX, E.F.; MORRIS, G.E.L. The relationship between shoot weight, plant density and time during the propagation of four vegetable species. **Annals of Botany**, v. 59, p. 325-334, 1987.

SILVA, J. G. F. da. **Efeitos de diferentes lâminas e frequências de irrigação sobre o desenvolvimento e a produtividade do mamoeiro (*Carica papaya* L.)**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 90 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SIQUEIRA, D.L. de; BOTREL, N. Clima e solo para a cultura do mamoeiro. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, EPAMIG, v. 12, n. 134, p. 8-9, 1986.

SOUZA, L. da S.; COELHO, E.F.; OLIVEIRA, A.M.G. Exigências edafoclimáticas. **Mamão produção aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Mandioca Fruticultura, 2000. p. 16-17.

VIEGAS, P.R.A. **Características químicas e físicas do mamão (*Carica papaya* L.) cultivares Sunrise Solo e Formosa relacionadas ao ponto de colheita**. Viçosa, MG: UFV, 1991. 82 f. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CAPÍTULO 2

DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DO MAMOEIRO IRRIGADO POR DIFERENTES SISTEMAS DE MICROIRRIGAÇÃO E MANEJO DE SOLO NA REGIÃO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta do mamoeiro “Golden” a diferentes sistemas de microirrigação e manejo do solo, na região de Linhares, ES. Para análise dos parâmetros de crescimento e de produção, montou-se um experimento no delineamento inteiramente casualizados com três diferentes sistemas de microirrigação (microaspersão, gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas e gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas) e dois tipos de manejo de solo (camalhão apenas na sexagem e camalhão no plantio e na sexagem). O sistema de microaspersão associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem foi o que resultou em maior valor dos parâmetros altura de plantas (387 cm) e produção total, em cinco meses de colheita (44,8 t ha⁻¹). Com relação aos demais parâmetros avaliados: diâmetro de caule, produtividade comercial para o mercado interno e para a exportação, peso médio dos frutos, peso médio dos

frutos para o mercado interno e para a exportação e número total de frutos e número total de frutos para o mercado interno e para a exportação, os melhores resultados foram obtidos empregando-se o sistema de gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas, associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem, e os menores percentuais de descarte na produção e do número de frutos. O sistema de microirrigação por gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas deve ser associado ao uso do camalhão apenas na sexagem. Os resultados indicaram que, dentre os sistemas de microirrigação, o que obteve melhores resultados em grande parte das variáveis avaliadas foi aquele em que se adotou o gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas associado ao uso do camalhão apenas na sexagem e também ao uso do camalhão no plantio e na sexagem. A escolha do manejo do solo a ser adotado dependerá do sistema de microirrigação a ser empregado.

ABSTRACT

PAPAYA GROWTH AND YIELD UNDER DIFFERENT SYSTEMS OF MICROIRRIGATION AND SOIL MANAGEMENT IN NORTHERN ESPÍRITO SANTO

The objective of this work was to evaluate the Golden papaya response to different systems of microirrigation and soil management, in the region of Linhares-ES. Growth and yield parameters were analyzed through an experiment arranged in a complete randomised design with three different microirrigation systems (microsprinkling, dripping with one drip line per plant row and dripping with two drip lines per plant row) and two types of soil management (ridge at sexing and ridge at planting and at sexing) The microsprinkling system associated with the use of ridge at planting and at sexing resulted in higher plant heights (387 cm) and total yield, for a harvest period of five months (44.8 ton ha⁻¹). The other evaluated parameters: stem diameter, commercial yield for the domestic and export markets, mean fruit weight, mean fruit weight for domestic and export markets, total fruit number and total fruit number for the domestic and export markets had the best results by using the dripping system with two drip lines per plant row in association with ridge at planting and at sexing, and the lowest discard percentage in the

yield and fruit number. The dripping system with one drip line per plant row should be associated with the use of ridge only at sexing. The results indicated that, among the microirrigation systems, the one that obtained the best results in most evaluated variables was the dripping system with two drip lines per plant row associated with the use of ridge only at sexing, as well as the use of ridge at planting and at sexing. The choice of the soil management depends on the microirrigation system to be used.

1. INTRODUÇÃO

O mamoeiro é cultivado em quase todos os estados brasileiros, sendo que a grande concentração da área cultivada está na Bahia, no Espírito Santo e no Pará, que respondem por cerca de 89,51% da produção nacional (AGRIANUAL, 2005).

Para obtenção de alta produtividade, o mamoeiro normalmente necessita de aporte artificial de água, mesmo em regiões onde a precipitação é superior a 1.200 mm anuais, porém distribuída irregularmente (BERNARDO et al., 1996).

O mamoeiro apresenta desenvolvimento rápido. Sua floração inicia-se nos primeiros meses após o plantio e ocorre de maneira contínua, simultaneamente ao desenvolvimento dos frutos, necessitando, portanto, de um suprimento adequado de água e nutrientes durante todo o seu ciclo (VITTI et al., 1988).

Todos os métodos de irrigação podem ser utilizados na cultura do mamoeiro, devendo ser escolhidos de acordo com as condições de viabilidade técnica e econômica e considerando os seguintes fatores: uniformidade da superfície do solo, tipo de solo, quantidade e qualidade da água disponível, clima local e custo de implantação e operação do sistema (BERNARDO, 1996).

Os métodos de irrigação pressurizados são os mais usados na cultura, sendo a microaspersão o sistema mais utilizado, o qual vem substituindo a aspersão convencional em diversas propriedades. O gotejamento também vem sendo empregado na cultura do mamoeiro e tem propiciado melhores condições de desenvolvimento e produção que os sistemas de irrigação por sulco e aspersão (RUNGSIMANOP et al., 1988), mas há indícios de diferença significativa entre esse sistema e a microaspersão (PAPA, 1984).

Paralelamente à escolha do sistema de microirrigação mais eficiente para a cultura do mamoeiro, tem-se o manejo do solo a ser adotado, para que se possam dar melhores condições de desenvolvimento e reduzir a mortalidade de plantas por problemas fitossanitários, culminando em elevadas produtividades.

Embora o mamoeiro cresça nos mais diversos tipos de solos, estes devem apresentar como principal característica uma boa permeabilidade. Dessa maneira, os solos mais adequados para o plantio do mamoeiro são os de textura média ou areno-argilosa, com pH variando de 5,5 a 6,7 (SOUZA et al., 2000).

A cultura do mamoeiro no Brasil situa-se em segmentos dos Tabuleiros Costeiros, onde predominam Argissolos Amarelos (REZENDE, 2000). A característica mais marcante desses solos é a forma tabular de seu relevo, plano a suave-ondulado (ZANGRANDE, 1985). Outra característica é a de que são de baixa fertilidade e têm como principal peculiaridade a presença de horizontes coesos subsuperficiais, fortemente adensados, que restringem o movimento de água no perfil do solo e o aprofundamento do sistema radicular. Existem evidências, identificadas em muitos trabalhos sobre o tema, de que esse nível de adensamento pode reduzir, significativamente, o desenvolvimento do sistema radicular e o movimento da água no solo (SALGADO; COSTA, 2003).

Outro aspecto essencial se refere à adequada disponibilidade de água e oxigênio, principalmente quando se pratica a irrigação, além da distribuição e da regularidade das chuvas e da sua infiltração e armazenamento no solo. O

mamão é muito exigente quanto à aeração, não produzindo satisfatoriamente em solos mal drenados. Para atender a essa exigência, produtores de mamão dos Estados da Bahia e do Espírito Santo optaram pela construção de camalhão, principalmente por ocasião da realização da sexagem, criando, assim, condição mais adequada para o cultivo.

Por se situar próximo à superfície, o adensamento limita a profundidade das raízes, afetando o desenvolvimento da planta como um todo. Devido à baixa condutividade hidráulica dos horizontes coesos, é comum a saturação da camada de solo acima do coeso, durante períodos de intensa precipitação pluvial ou se as lâminas de irrigação forem superestimadas.

Uma forma de atenuar os efeitos do adensamento é o emprego de camalhões (OLIVEIRA, 1967). Em condições de solos com horizonte subsuperficial coeso, como na região de estudo, as mudas do mamoeiro são plantadas sobre camalhões ou colocadas no nível do solo, sendo posteriormente realizada a amontoa, o que aumenta o volume de solo a ser explorado pelas raízes das plantas (SÃO JOSÉ, 1996). No Estado do Espírito Santo, atualmente se observa a prática da amontoa em mamoeiro do grupo solo em Argissolo Amarelo, efetuada entre três e quatro meses de idade do mamoeiro, por ocasião da realização da sexagem.

A escolha do sistema de microirrigação e também do manejo mais adequado do solo para cada sistema adotado, na região Norte do Estado do Espírito Santo, tem sido um dos grandes problemas para os produtores. Com isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento e a produção do mamoeiro “Golden” sob diferentes sistemas de microirrigação e manejo do solo, nas condições do Norte do Espírito Santo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização do experimento

O experimento foi conduzido na Fazenda Novo Horizonte, Município de Linhares, ES, km 23 da estrada que liga os Municípios de Linhares e Rio Bananal, região Norte do ES. A presente fazenda foi arrendada pela empresa Gaia Importação e Exportação LTDA. para o cultivo do mamão. A fazenda está situada à latitude 19° 07', longitude 40° 05' W e altitude média de 70,0 m. Em Linhares, a temperatura média anual é de 25,8 °C, precipitação média anual de 1.249 mm (EMCAPA, 1986/1997, citada por SILVA, 1999).

As características do solo são as mesmas apresentadas no Capítulo 1 deste documento.

2.2. Preparo do solo, instalação do experimento, plantio e tratamentos culturais

O solo foi inicialmente preparado com um escarificador, com hastes espaçadas em 0,50 m e regulado para a profundidade de 0,50 m. Em seguida, fez-se a calagem aplicando 2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, passado uma grade niveladora. Os sulcos foram abertos com um sulcador de cana, no espaçamento de 3,5 m para o gotejamento e para a microaspersão, de 2 m,

formando fileiras duplas, espaçadas 3,5 m. Em seguida, montou-se o sistema de irrigação. A matéria orgânica foi então distribuída, mecanicamente, na dose de 3 kg por metro linear e 0,3 kg por metro linear de fosfato natural reativo e misturado com o solo. Os tratamentos em que se empregou o uso de camalhão no plantio foram feitos com o auxílio de uma grade do tipo picin, sendo metade do adubo orgânico depositada no fundo do sulco e a outra metade junto com o adubo mineral, sobre o camalhão já formado.

O delineamento experimental foi do tipo inteiramente casualizado, num esquema fatorial com três sistemas de irrigação localizada: microaspersão, gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas e gotejamento com duas linhas de gotejadores, espaçadas uma da outra 1,0 m, por fileira de plantas, respectivamente, e com dois sistemas de manejo do solo: camalhão na sexagem e camalhão no plantio e na sexagem e quatro repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. O croqui da área experimental está apresentado na Figura 1. Os tratamentos foram: T1 – Microaspersão associada ao uso do camalhão apenas na sexagem; T2 – Microaspersão associada ao uso do camalhão no plantio e na sexagem; T3 – gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas associado ao uso do camalhão apenas na sexagem; T4 – gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem; T5 – gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas associado ao uso do camalhão apenas na sexagem; e T6 – gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem.

A parcela experimental em que se adotou o equipamento do tipo microaspersão constituiu-se de três fileiras duplas de 15 plantas, de 16,5 m de largura e 22,5 m de comprimento. As 10 plantas centrais da fileira dupla do meio foram consideradas plantas úteis. A parcela experimental do gotejamento constituiu-se de quatro fileiras de oito plantas, de 14 m de largura por 11,25 m de comprimento; também, consideraram-se as 10 plantas das fileiras centrais como plantas úteis. No início da floração, procedeu-se à sexagem, eliminando

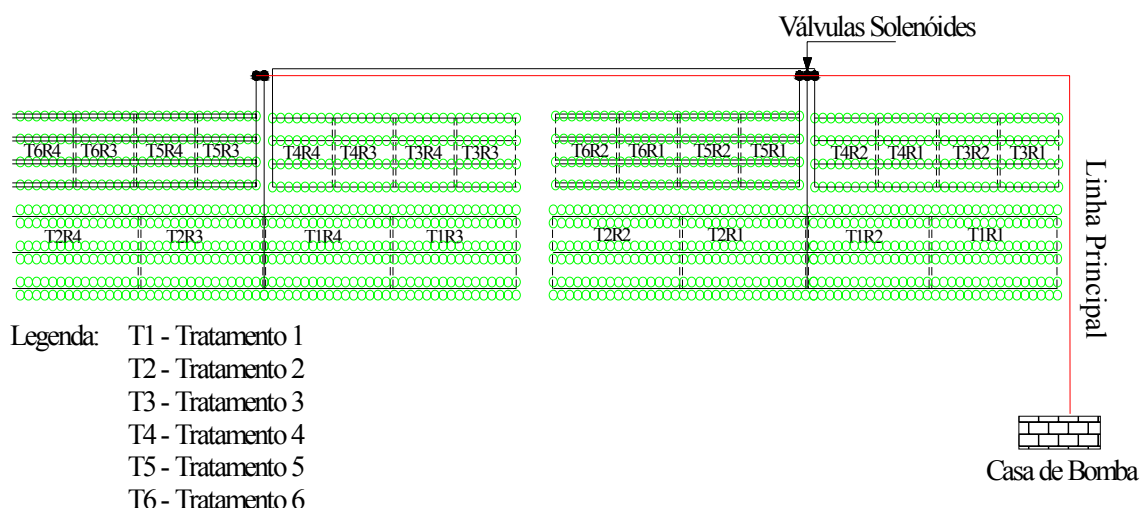


Figura 1 – Croquis da área experimental demonstrando a distribuição dos equipamentos no campo, sendo T tratamentos e R repetições.

as plantas com flores femininas e deixando as hermafroditas, conforme recomendações de Marin e Gomes (1987). Na ausência de plantas hermafroditas, foi deixada uma planta feminina apenas, com o objetivo de manter uma distribuição uniforme em toda a área. As plantas femininas que se encontravam nas fileiras úteis não foram consideradas nas avaliações.

Para compensar a variação do número de plantas nas parcelas, todas as avaliações foram feitas, considerando-se plantas individuais, as quais foram numeradas de 1 a 10. Esse procedimento teve por finalidade atenuar os problemas decorrentes da perda de plantas, no decorrer do experimento.

A cultivar utilizada foi a Golden, que possui excelentes características para comercialização tanto no mercado interno quanto externo. A semeadura foi feita no dia 15 de setembro de 2004 em tubete com substrato, onde se depositaram três sementes. A germinação ocorreu após 10 a 12 dias, e no dia 29 fez-se o desbaste, deixando apenas uma muda por tubete; no dia 19 de outubro de 2004, transplantaram-se as mudas para o campo.

Antes do transplante, fez-se a aplicação de um fungicida específico para o combate de Phytophthora. Após o transplante, o controle das plantas

daninhas foi feito, com capinas manuais, até que as plantas atingissem porte suficiente para a aplicação de herbicidas, o que ocorreu a partir de fevereiro de 2005. Foi realizado um controle de formigas-cortadeiras, aplicando-se formicidas sempre que necessário. As aplicações de fungicidas e inseticidas foram feitas com pulverizador tratorizado, de acordo com as recomendações e avaliações de campo para a cultura.

Após a sexagem que ocorreu em janeiro de 2005, fez-se a amontoa em todos os tratamentos e aplicou-se matéria orgânica na dose de 5 kg por metro linear, micronutrientes (FTE BR 8) na dose de 0,04 kg por planta e 0,350 kg do formulado 04-23-08 por planta, sendo o camalhão formado após a aplicação dos fertilizantes, nos tratamentos em que o plantio foi feito de maneira convencional, ou seja, sem o uso do camalhão no plantio. A altura do camalhão atingiu aproximadamente 30 cm, e nos tratamentos em que se adotou o camalhão já no plantio e na sexagem ela foi elevada até atingir 60 cm.

2.3. Monitoramento do clima e da irrigação

O manejo da irrigação foi feito por meio de balanço de água no solo, seguindo-se o programa IRRIGA-DEA/UFV.

Os cálculos utilizados para determinação da ETo e ETc foram os mesmos apresentados no Capítulo 1.

Os dados referentes ao equipamento de microaspersão foram: vazão média dos microaspersores de 59 L h⁻¹, a uma pressão de operação de 20 kPa; e diâmetro de alcance de 7,5 m. Os microaspersores foram espaçados uniformemente a cada 4 m e 5,5 m entre as linhas laterais e instalados no centro das fileiras duplas, irrigando-se nessas condições 100% da área e com coeficiente de uniformidade de Christiansen de 90%.

No equipamento de gotejamento, utilizaram-se gotejadores do tipo labirinto espaçados a cada 0,6 m e 3,5 m entre linhas laterais, vazão de 2,46 L h⁻¹, a uma pressão de operação de 15 kPa e porcentagem de área molhada de 33%, e no gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira

de plantas a porcentagem de área molhada foi de 68%, sendo encontrado em ambos um coeficiente de uniformidade de Christiansen de 95%.

A irrigação foi complementar para atender à demanda hídrica da cultura. Em cada tratamento foram instalados tensiômetros nas profundidades de 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm, tendo por finalidade comparar com os valores de umidade fornecidos pelo software IRRIGA-DEA/UFV.

Com relação à caracterização do plantio, inseriram-se os dados da data de plantio e o espaçamento da cultura: 3,5 x 1,5 m no gotejamento e 3,5 x 2,0 x 1,5 m na microaspersão.

2.4. Adubação

As adubações foram aplicadas de acordo com recomendações baseadas na análise de solo e da planta. Para a microaspersão foram feitas adubações manuais sendo espaçadas a cada 30 dias e para o gotejamento, realizadas fertirrigações diárias de segunda a sexta-feira. As características químicas do solo antes do plantio tomadas em diversas posições da área experimental até a profundidade de 0,40 m foram: pH em água 7,2; 6 mg dm⁻³ de P; 58 mg dm⁻³ de K; 5,0 cmol_c dm⁻³ de Ca; 0,5 cmol_c dm⁻³ de Mg; 0,0 cmol_c dm⁻³ de Al; 5,1 dag kg⁻¹ de matéria orgânica; soma de bases (SB) de 5,6 cmol_c dm⁻³; e 85% a saturação por bases (V).

No gotejamento, os fertilizantes foram dissolvidos em água e, posteriormente, adicionados à água de irrigação por meio de um injetor do tipo Venturi. Utilizaram-se como fertilizantes para a fertirrigação os seguintes produtos: uréia pecuária, nitrato de cálcio, MAP purificado, cloreto de potássio branco, sulfato de magnésio e nutrija (micronutrientes).

No sistema de microaspersão, optou-se pelas adubações manuais e mensais, procurando representar o que vem sendo feito na região pelos produtores de mamão que utilizam esse tipo de equipamento. Utilizaram-se adubações mensais dos fertilizantes sulfato de amônio e cloreto de potássio,

sendo a dosagem adotada de acordo com as necessidades das plantas para alcançarem elevadas produções

2.5. Variáveis relacionadas à cultura

2.5.1. Avaliação do crescimento das plantas

Para a avaliação dos parâmetros fitotécnicos das plantas de mamoeiro, foram realizadas medições em intervalos mensais, em que foram avaliados diâmetros do tronco, medidos a uma altura de 0,20 m da superfície do solo com o auxílio de um paquímetro e altura da planta, utilizando-se uma régua graduada em centímetros, disposta ao lado do caule da planta, feitas a partir da base da planta no solo até a inserção das folhas em início de formação.

De forma a quantificar a relação entre temperatura e crescimento das plantas de mamoeiro em relação aos diferentes sistemas de microirrigação e manejo do solo avaliados, determinou-se o acúmulo de temperatura nos diferentes estádios da cultura em relação à data de transplântio, em cada parâmetro avaliado.

As temperaturas médias diárias foram utilizadas no cálculo dos graus-dia, empregando-se o método residual proposto por Scaife et al. (1987):

$$GD = \sum_{i=1}^n (\bar{T} - T_b) \quad (1)$$

em que:

GD = graus-dia, °C;

\bar{T} = temperatura do ar média do dia, °C; e

T_b = temperatura-base da cultura.

2.5.2. Rendimento e componentes de produção

A colheita dos frutos seguiu a recomendação de Viegas (1991), que definiu o ponto de colheita quando o fruto exibe a cor verde-clara (estádio 1), apresentando, assim, melhores características de qualidade para o manejo de pós-colheita; e também, segundo Brown (1987), quando os frutos passam de verde-escuros para verde-claros, pode-se considerar que estão fisiologicamente maduros.

Ao iniciar a maturação, semanalmente os frutos foram colhidos, identificados e pesados em uma balança eletrônica. A identificação adotada permitiu o controle do número de plantas por parcela, durante todo o experimento, bem como o número de plantas colhidas em relação ao total de plantas marcadas por parcela.

O fruto era considerado de peso comercial quando atingia peso igual ou superior a 280 g. Assim, foram obtidos o peso médio do fruto e o número de frutos colhidos por planta. Posteriormente, multiplicando o peso médio de fruto pelo número de frutos por planta e pelo número de plantas por unidade de área, obteve-se a produtividade da cultura. O mesmo procedimento foi adotado, considerando-se toda a produção colhida, independentemente do peso do fruto. Para atender às exigências do mercado internacional, é necessário considerar a aparência, o sabor e a consistência da polpa, além do peso do fruto, que pode variar entre 290 e 650 g. No mercado interno, menos exigente quanto à qualidade, o peso médio dos frutos pode oscilar entre 280 e 890 g (MARIN; SILVA, 1996).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização climática

Os dados climáticos obtidos durante o experimento (Figura 2) indicaram a adequação climática da região, no que se refere às temperaturas e, ainda, indicam os déficits hídricos ocorridos, visualizando a necessidade de irrigação suplementar, em determinados períodos do ano.

Observa-se, na Figura 2, que a precipitação de 1.493 mm distribuiu-se de maneira bem peculiar durante quase todo o período experimental. Apenas nos meses de abril/2005 e julho a setembro/2005, a evapotranspiração superou os dados de precipitação. A precipitação ocorrida durante o período experimental superou a média anual da região que, segundo Silva (1999), girava em torno de 1.270 mm.

Verificou-se que em oito meses, durante todo o período experimental, a quantidade de chuva foi maior que a evapotranspiração de referência, estimada pela equação de Penman Monteith. Considerando o ano de 2005, observou-se que, durante cinco meses do ano, a chuva foi superior à evapotranspiração de referência (ET_o). Mesmo nos meses em que a precipitação foi superior à demanda evaporativa, houve a necessidade de reposição da água para a cultura em razão, principalmente, da má distribuição da chuva durante o mês, demonstrado principalmente pelo número de dias com chuva em cada mês (Figura 2).

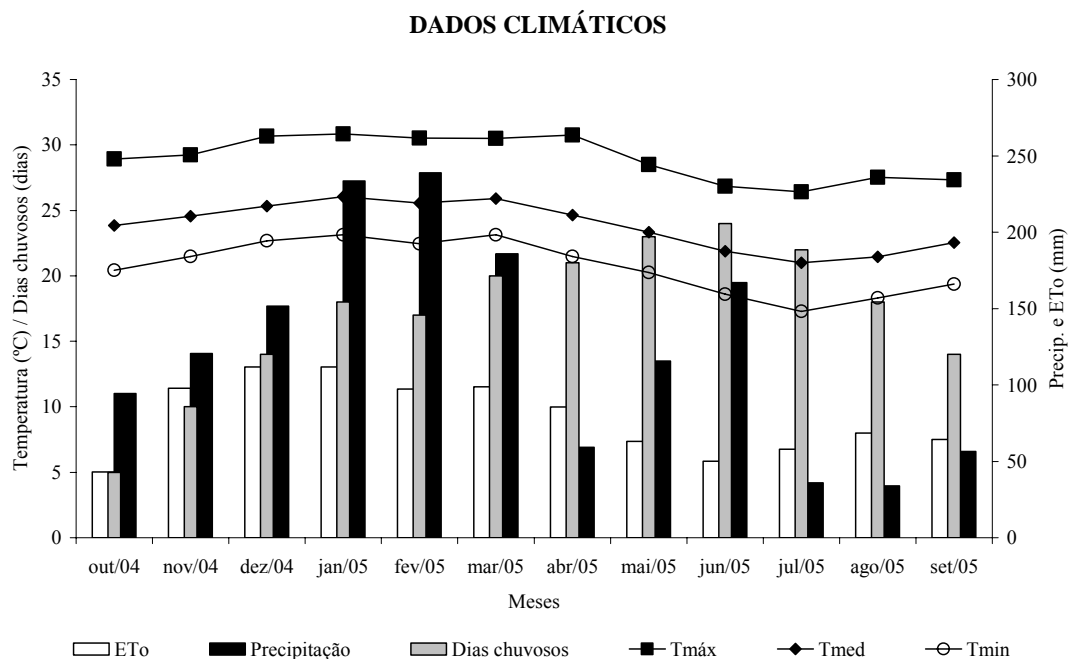


Figura 2 – Dados climáticos obtidos durante todo o período do experimento.

Com relação aos valores de evapotranspiração de referência mensal (ET₀), a marcha acompanha a distribuição de precipitação e a variação da temperatura ao longo do ano, alcançando oscilações de 1,7 a 3,6 mm dia⁻¹, sendo que os valores de máxima e de mínima ocorreram nos meses de dezembro/2004 e de junho/2005, respectivamente.

3.2. Análise do consumo de água e aspectos de manejo

No Quadro 1 são apresentados os valores mensais de evapotranspiração de referência (ET₀), evapotranspiração de referência média diária (ET_{0m}), evapotranspiração da cultura (ET_c) e as lâminas bruta de irrigação (LB) para cada sistema de microirrigação e manejo do solo avaliados.

A maior demanda hídrica da cultura encontra-se nos meses de outubro a março, período em que são observadas, também, as maiores temperaturas na região (Figura 2). Com relação a ET_c e LB, os maiores valores podem ser encontrados no sistema de microaspersão, seguido pelo gotejamento, com

Quadro 1 – Valores mensais (em mm) de evapotranspiração de referência (ET_o), evapotranspiração de referência média diária (ET_{o,m}), evapotranspiração da cultura (ET_c) e lâmina bruta aplicada (LB) em cada sistema de irrigação localizada estudado

Meses	Dias	ET _o		ET _c			LB		
		ET _o	ET _{o,m}	M	G1L	G2L	M	G1L	G2L
.....mm.....									
Out./04	11	43,0	3,3	7,4	3,2	4,9	8,0	3,6	6,0
Nov./04	30	97,8	3,3	25,0	10,8	16,5	36,7	13,2	22,0
Dez./04	31	111,7	3,6	55,7	24,8	36,8	51,7	27,8	43,7
Jan./05	31	111,8	3,6	75,6	42,1	49,9	68,4	39,6	51,0
Fev./05	28	97,4	3,5	71,0	42,1	46,8	47,3	31,1	37,4
Mar./05	31	98,7	3,2	74,7	45,6	49,3	56,0	27,6	34,6
Abr./05	30	85,6	2,9	67,1	42,2	44,3	74,6	44,5	48,1
Mai./05	31	63,0	2,0	51,2	33,2	33,8	56,9	37,2	38,0
Jun./05	30	50,1	1,7	42,2	28,2	28,2	46,9	30,1	30,1
Jul./05	31	57,9	1,9	50,5	34,6	34,6	56,1	41,2	41,2
Ago./05	30	68,6	2,2	61,6	43,2	43,2	68,4	50,4	50,4
Set./05	30	64,3	2,1	57,9	40,7	40,7	64,4	47,8	47,8
Total	344	906,9		632,5	387,5	424,1	635,4	393,9	450,0
Média			2,7						

M= microaspersão; G1L= gotejamento uma linha; e G2L= gotejamento duas linhas.

duas linhas de gotejadores por fileira de plantas (G2L), e por último o gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas (G1L). Essa maior demanda calculada para o equipamento de microaspersão se deve ao fato de que a porcentagem de área molhada (Pw) para esse equipamento foi de 100% e para o equipamento de G2L e G1L, de 68 e 33%, respectivamente.

Observou-se que, a partir do mês de junho/2005, a demanda hídrica calculada para o G2L e G1L se equivaleu. Isso se deve ao fato de que, nesse período, a porcentagem de área sombreada (Ps) foi superior ao valor de Pw. Portanto, os valores de coeficiente de localização (Kl) se igualaram.

Na Figura 3A-C, pode-se observar o comportamento da umidade do solo ao longo do experimento em cada sistema de microirrigação avaliado.

Fazendo uma análise do manejo realizado, observou-se que em todos os sistemas de irrigação avaliados o teor de umidade do solo manteve-se próximo ao valor de capacidade de campo (CC). Apenas no mês de março/2005 se observou redução no teor de água do solo, a qual foi devida a falhas no equipamento de bombeamento.

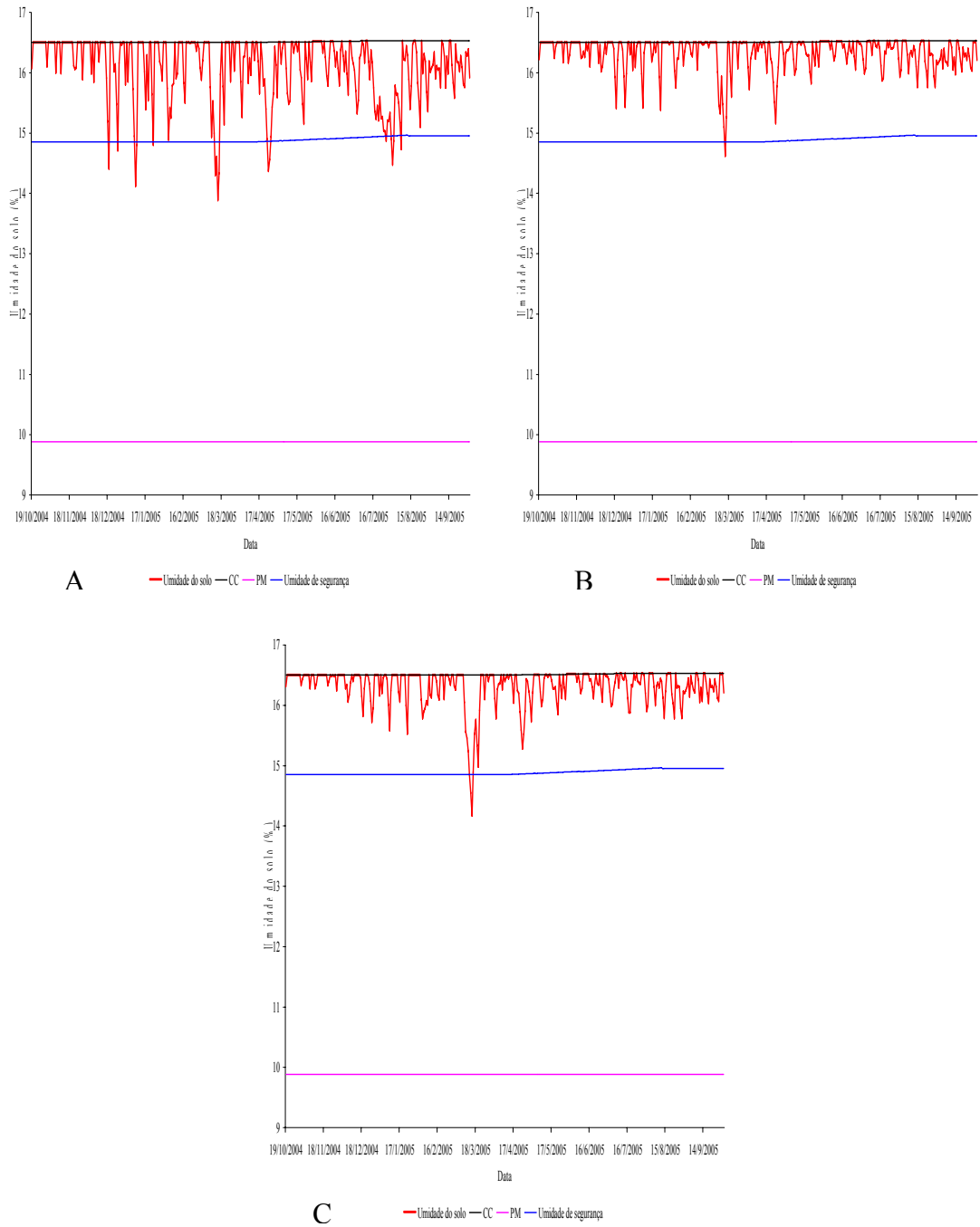


Figura 3 – Umidade do solo ao longo do cultivo em cada sistema de irrigação estudado: **A** – Microaspersão, **B** – Gotejamento com uma linha por fileira de plantas e **C** – Gotejamento com duas linhas por fileira de plantas.

3.3. Crescimento da planta

3.3.1. Altura de planta

Verificou-se que houve variação significativa, a 1% de probabilidade, da altura de planta em relação aos diferentes sistemas de microirrigação e manejo do solo empregados, em relação ao tempo térmico (graus-dia) e, ainda, à interação entre os dois, estimando-se, assim, equações de regressão da altura do mamoeiro em relação a graus-dia, nos tratamentos aplicados (Figura 4).

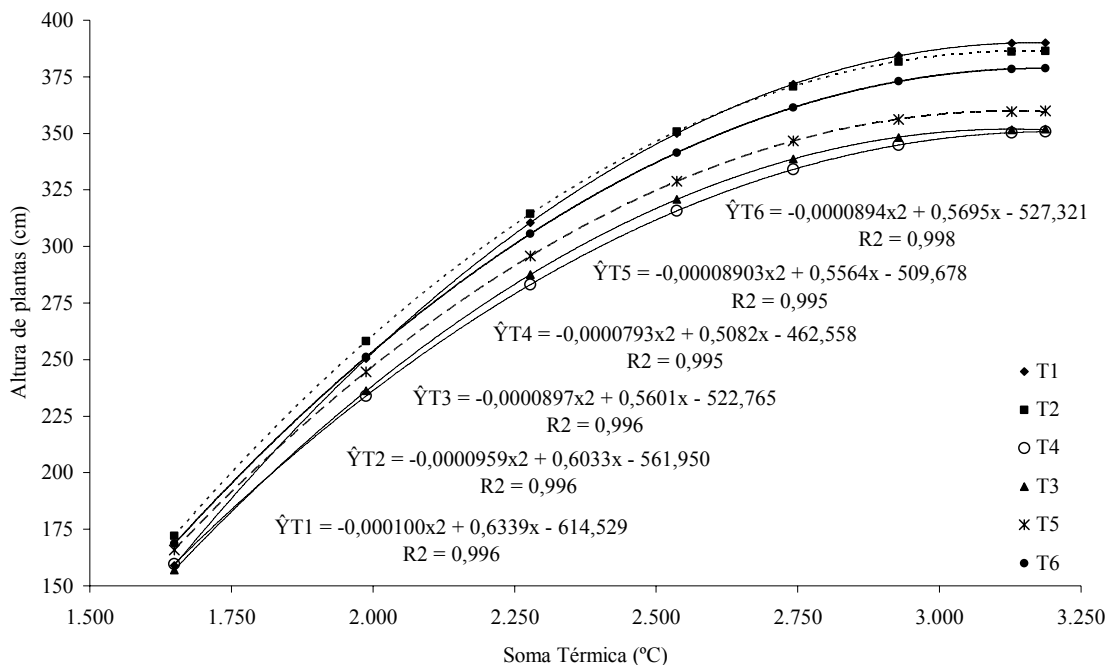


Figura 4 – Estimativa do crescimento da altura de plantas em relação a graus-dia, em cada sistema de microirrigação e manejo do solo empregado.

Podem-se visualizar comportamentos distintos na taxa de crescimento da altura de plantas entre os vários tratamentos aplicados, haja vista a interação entre graus-dia e tratamentos, sendo estimadas as maiores alturas em T1 e T2 (100% da área irrigada), sendo adotado o sistema de microaspersão

associado ao uso do camalhão na sexagem e no plantio e na sexagem, respectivamente, T5 e T6 (68% da área irrigada), sendo adotado o sistema de gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas (G2L), associado ao uso do camalhão na sexagem e no plantio e na sexagem, respectivamente, e T3 e T4 (33% da área irrigada), onde se adotou o sistema de gotejamento com uma linha de gotejador por fileira de plantas (G1L), associado ao uso do camalhão na sexagem e no plantio e na sexagem, respectivamente. O crescimento em altura das plantas acompanhou o porcentual de área molhada do solo (P_w) (100% – microaspersão; 68% – gotejamento duas linhas e 33% – gotejamento uma linha). Esse maior valor de P_w é consequência do maior volume molhado de solo promovido por cada sistema de microirrigação avaliado, e o maior P_w proporciona uma região maior para o crescimento e desenvolvimento das raízes, conforme pôde ser detectado por Coelho et al. (2002) e Silva et al. (2001).

A utilização do camalhão no plantio e na sexagem associada ao sistema de gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas foi favorável a um maior crescimento em altura de plantas, em comparação com o tratamento em que se empregou o gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas associado ao uso do camalhão apenas na sexagem e no plantio e na sexagem. Isso se deve ao fato de que, além de aumentar a P_w , há aumento no volume de solo útil para as plantas, favorecendo o maior crescimento em altura das plantas.

O maior valor encontrado na variável altura de plantas (387 cm) foi no tratamento em que se empregou o sistema de microaspersão utilizando o camalhão no plantio e na sexagem.

O menor crescimento em altura de planta foi de 352 e 353 cm, encontrado quando se empregou o sistema de gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas, empregando-se o camalhão na sexagem e no plantio e na sexagem. Uma das possíveis explicações para esse menor crescimento é o fato de que, ao promover a confecção do camalhão, há acúmulo do volume de solo superficial, que, segundo Salgado e Costa (2003),

possui, em sua constituição, de 70 até 90% de areia, favorecendo, com isso, a drenagem da água da chuva e de nutrientes provenientes da fertirrigação, restringindo o crescimento e a produtividade das plantas.

Em todas as curvas, observou-se redução gradativa na taxa de alongamento das plantas com o tempo térmico. Conforme Awada (1961), o mamoeiro reduz a taxa de alongamento com a idade, fato encontrado também por Silva (1999) e Almeida (2000).

Coelho et al. (2002), estudando o desenvolvimento e produção do mamoeiro irrigado por diferentes sistemas de microirrigação, encontraram maior desenvolvimento de plantas no sistema de microaspersão. Constataram que esse maior desenvolvimento foi devido à maior área molhada, proporcionando maior região de extração de água pelas raízes no volume molhado gerado pelo sistema.

3.3.2. Diâmetro do caule

Com relação ao diâmetro do caule das plantas avaliadas, observou-se comportamento distinto ao da altura de plantas (Figura 4).

Verificou-se que houve variação significativa, no nível de 1% de probabilidade, do diâmetro do caule da planta com relação aos diferentes sistemas de microirrigação e manejo do solo empregados, em relação ao tempo térmico (graus-dia) e, ainda, à interação entre os dois, estimando-se, assim, equações de regressão do diâmetro do caule do mamoeiro em relação a graus-dia nos tratamentos aplicados (Figura 5).

Na Figura 5, encontram-se as curvas ajustadas para o diâmetro do caule, em função do tempo térmico, nos diferentes tratamentos aplicados.

Nesse parâmetro, notou-se maior diferença entre o seu comportamento em relação a graus-dia nos tratamentos em que se empregou o sistema de microaspersão associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem (T2), com diâmetro final do caule de 143 mm. Quando se empregou o sistema de gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas associado ao

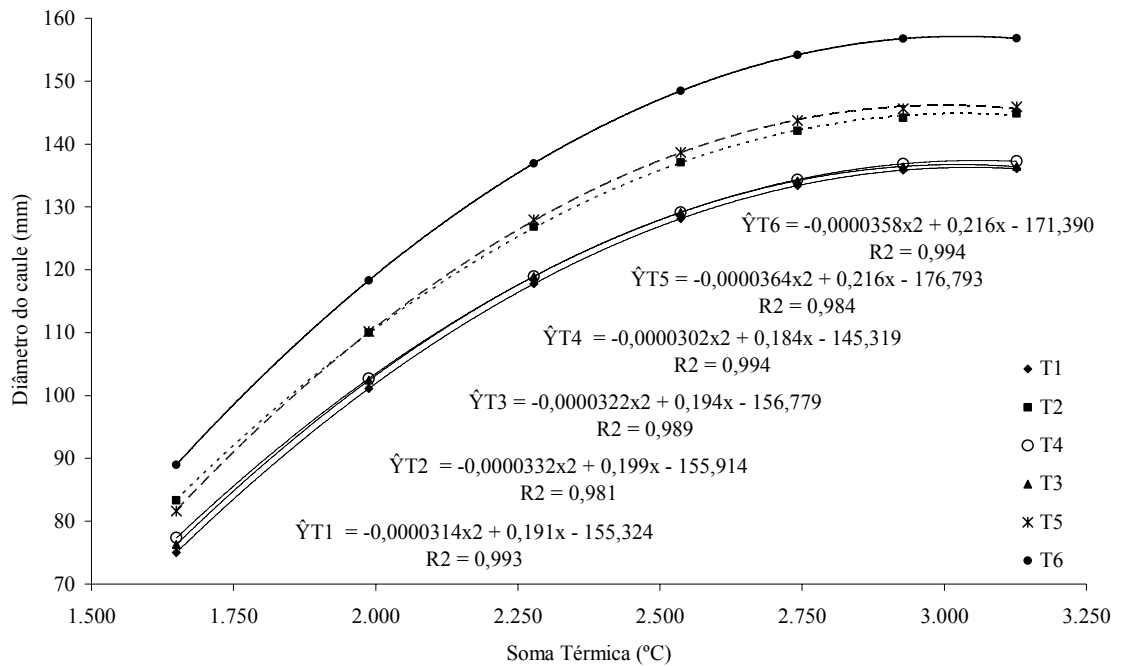


Figura 5 – Estimativas do diâmetro do caule do mamoeiro, em função do tempo térmico, em cada sistema de microirrigação e manejo do solo adotado.

uso do camalhão no plantio e na sexagem (155 mm – T6) e utilizando o camalhão apenas na sexagem (143 mm – T5), com maiores taxas de crescimento do diâmetro do caule. Essa superioridade apresentada pelos tratamentos relacionados, em relação aos demais tratamentos, deve-se ao fato das melhores condições de desenvolvimento das plantas promovido pela realização do camalhão no ato do plantio, aumentando o volume de solo útil ocupado por essas plantas e resultando em menor influência do lençol freático transiente que se forma nesse tipo de solo durante o período de precipitações elevadas, devido à presença de horizontes coesos subsuperficiais, fortemente adensados, que restringem o movimento de água no perfil do solo e o aprofundamento do sistema radicular (SALGADO; COSTA, 2003). Existem evidências, identificadas em muitos trabalhos, de que esse nível de adensamento pode reduzir, significativamente, o desenvolvimento do sistema radicular e o movimento de água no solo (MARQUES, 1987). Por se situar próximo à superfície, o adensamento limita a profundidade efetiva das raízes, afetando o desenvolvimento da planta.

No tratamento em que se empregou o sistema por gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas, associado ao uso do camalhão na sexagem e no plantio e na sexagem, de 137 e 135 mm (T3 e T4), respectivamente, e também por microaspersão associado ao uso do camalhão apenas na sexagem (135 mm – T1), foram obtidas as menores taxas de crescimento.

Verificou-se que, em todas os sistemas de microirrigação e de manejo do solo adotado, o diâmetro do caule do mamoeiro teve um crescimento considerável, até o valor do tempo térmico de aproximadamente $2.300\text{ }^{\circ}\text{C d}^{-1}$. Situação encontrada também por Silva (1999) em Linhares, ES, e Almeida (2000) em Campos dos Goytacazes, RJ. A partir desse momento, o incremento na taxa de crescimento do caule foi menor. Esse valor de tempo térmico ocorreu no mês de maio de 2005, coincidindo com o início da colheita. Segundo Awada (1961), essa redução na taxa de crescimento do diâmetro do caule se deve ao fato de que, ao entrar em período de produção contínua de frutos, essas plantas possuem uma baixa quantidade de carboidratos disponíveis, priorizando a produção de frutos.

Portanto, os melhores resultados do diâmetro do caule da cultura do mamoeiro foram conseguidos utilizando o sistema de microaspersão e por gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem, promovendo resultados satisfatórios quanto à característica diâmetro de caule avaliada.

3.3.3. Análise de produção

Os parâmetros de crescimento avaliados nos tratamentos aplicados são indicativos dos potenciais de produção, ou seja, cada sistema de microirrigação e de manejo do solo adotado corresponde a determinada taxa de crescimento em relação a graus-dia, e, de modo geral, o aumento dessa taxa corresponde a um aumento na produção.

No Quadro 2 são apresentados os dados, em cinco meses de colheita, de produção total (PT), produção comercial para o mercado interno (PMI), produção comercial para exportação (PEX), porcentual de descarte na produção (%PP), peso médio do fruto (PMF), peso médio do fruto para o mercado interno (PMFMI), peso médio do fruto para exportação (PMFEX), número total de frutos (NTF), número de frutos para o mercado interno (NFMI), número de frutos para exportação (NFEX) e porcentual de descarte do número de frutos (% PNF) em todos os tratamentos aplicados no experimento. Os diferentes valores são apresentados no Quadro 2.

O sistema por microaspersão foi o que proporcionou maior produtividade total; entretanto, foi onde ocorreram as maiores perdas na produção, menor peso médio de frutos e menor número de frutos comercializáveis por planta. Resultados semelhantes foram encontrados por Coelho et al. (2002), na região do Recôncavo Baiano, onde verificaram que a microaspersão proporcionou uma produtividade 10% superior ao sistema de gotejamento, porém nesse mesmo trabalho não foram feitas avaliações qualitativas da produção. O melhor desempenho, em todas as variáveis avaliadas, foi encontrado no sistema de gotejamento com duas linhas por fileiras de plantas.

Devido à maior taxa de crescimento em altura das plantas irrigadas por microaspersão e por gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas, maior a emissão de axilas florais, e, portanto, maior a quantidade de frutos formados, refletindo em aumento na produção total, como observado no Quadro 4.

Analisando os resultados de produção total (PT), produção comercial para o mercado interno (PCMI), produção para o mercado externo (PCEX), porcentual de perdas na produção (% PP), peso médio do fruto (PM), peso médio do fruto para o mercado interno (PMFMI), peso médio do fruto para exportação (PMFEX), número total de frutos (NTF), número de frutos para o mercado interno (NFMI), número de frutos para a exportação (NFEX) e porcentual de perdas do número de frutos (% PNF) por planta em cada tratamento (Quadro 3), verificou-se que, em alguns parâmetros, houve diferença significativa a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 2 – Resultados obtidos em cinco meses de colheita, de produção total (PT), produção comercial para o mercado interno (PCMI), produção comercial para exportação (PCEX), porcentual de descarte na produção (% PP), peso médio do fruto para a produção total (PMFPT), peso médio do fruto para o mercado interno (PMFMI), peso médio do fruto para exportação (PMFEX), número total de frutos (NTF), número de frutos para o mercado interno (NFMI), número de frutos para exportação (NFEX) e porcentual de perdas do número de frutos (% PNF), em cada sistema de microirrigação e manejo do solo (MS) empregados

Tratamentos		Produção Total				Peso Médio do Fruto			Número de Frutos			
Sistemas	MS	PT	PCMI	PCEX	%PP	PMFPT	PMFMI	PMFEX	NTF	NFMI	NFEX	%PNF
	t.ha ⁻¹			(%)gr fruto ⁻¹frutos planta ⁻¹			(%)
Microaspersão	C _S	36,2	23,3	22,4	19,3	313,7	377,9	382,5	44,1	30,4	28,9	31,8
	C _{PS}	44,8	29,5	27,8	17,5	342,8	393,0	397,1	53,1	37,9	35,5	29,2
G 1 linha	C _S	32,4	27,2	26,0	16,6	333,7	398,7	401,9	47,9	34,8	33,0	28,2
	C _{PS}	28,3	22,9	22,1	21,1	314,3	384,5	389,8	44,0	30,0	28,6	33,7
G 2 linhas	C _S	35,2	29,9	28,5	14,7	346,1	404,7	407,2	49,7	37,2	35,3	25,7
	C _{PS}	35,2	30,9	29,1	15,6	345,5	404,8	404,5	52,1	38,4	36,3	26,9
CV (%)		11,45	14,96	15,68	22,80	3,97	2,78	2,47	8,61	13,39	14,33	17,32
Média (s)		35,36	27,29	26,01	17,47	332,68	393,93	397,16	48,50	34,79	32,93	29,25

CV – coeficiente de variação, C_S = camalhão na sexagem e C_{PS} = camalhão no plantio e na sexagem.

Quadro 3 – Análise de variância dos parâmetros de produção total (PT), produção para o mercado interno (PMI), produção para exportação (PEX), porcentual de perdas na produção (% PP), peso médio do fruto para a produção total (PMFPT), peso médio do fruto para o mercado interno (PMFMI), peso médio do fruto para exportação (PMFEX), número total de frutos (NTF), número de frutos para o mercado interno (NFMI), número de frutos para exportação (NFEX) e porcentual de perdas do número de frutos (% PNF)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios										
		PT	PCMI	PCEX	%PP	PMFPT	PMFMI	PMFEX	NTF	NFMI	NFEX	%PNF
Sistemas (S)	2	203,36*	62,36*	49,52 ^{ns}	33,03 ^{ns}	1.067,86*	780,97*	523,31*	48,85 ^{ns}	61,02 ^{ns}	53,14 ^{ns}	52,97 ^{ns}
Camalhão (MS)	1	13,86 ^{ns}	5,39 ^{ns}	2,85 ^{ns}	8,23 ^{ns}	55,99 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,04 ^{ns}	37,16 ^{ns}	10,96 ^{ns}	7,26 ^{ns}	10,87 ^{ns}
S x MS	2	84,32*	55,40 ^{ns}	43,48 ^{ns}	19,47 ^{ns}	1.196,02*	427,17*	366,37*	83,34*	75,03 ^{ns}	61,25 ^{ns}	32,39 ^{ns}
Resíduo	18	16,39	16,67	16,64	15,87	174,65	120,18	96,61	17,46	21,70	22,28	25,67
CV (%)	-	11,45	14,96	15,68	22,80	3,97	2,78	2,47	8,61	13,39	14,33	17,32
Média(s)	-	35,36	27,29	26,01	17,47	332,68	393,93	397,16	48,50	34,79	32,93	29,25

^{ns} Valores não-significativos a 5% de probabilidade e * significativa a 5%, pelo teste F.

Os valores de produção total e produção para o mercado interno, no final do experimento, diferiram significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste F, nos diferentes sistemas de microirrigação estudados. O sistema por microaspersão foi o que proporcionou maiores valores de PT, resultado encontrado também por Coelho et al. (2002); entretanto, quando avaliados os valores encontrados de produção para o mercado interno, o sistema por gotejamento, adotando-se duas linhas de gotejadores por fileira de plantas, promoveu maiores valores desse parâmetro. Quando observados os valores apresentados no Quadro 2, verificou-se que, apesar de ter havido maior produtividade adotando-se o sistema de microaspersão, o percentual de perdas na produção, em média 18,4%, foi superior ao tratamento em que se empregou o gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas, em média 15,1%, implicando menor quantidade de frutos aproveitáveis tanto para o mercado interno quanto para exportação.

Quando avaliado o peso médio dos frutos, PMFPT, PMFMI e PMFEX, verificou-se que, no final do experimento, houve diferença significativa, no nível de 5% de probabilidade, pelo teste F, nos diferentes sistemas de microirrigação estudados.

O sistema por gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas foi o que apresentou maiores valores de PMFPT, PMFMI e PMFEX. Isso se deveu ao fato de que, nesse sistema, há melhor distribuição da água no solo, proporcionando melhores condições para o desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, melhor eficiência na absorção de água e nutrientes, o que se refletiu em aumento na produtividade, aumento no peso médio dos frutos, menores perdas na produção devido ao menor descarte de frutos, maior número de frutos colhidos por planta e, conseqüentemente, menor percentual de perdas no número de frutos, como observado no Quadro 2.

Observando os valores apresentados no Quadro 2, verifica-se que a utilização do camalhão no plantio e na sexagem, em comparação com o uso do camalhão apenas na sexagem, proporcionou aumento na produção, no peso

médio dos frutos e no número de frutos colhidos por planta e redução nas perdas onde-se empregaram os sistemas de microaspersão e gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas. A utilização do camalhão no plantio e na sexagem promoveu maior disponibilidade na camada de solo superficial, que tem como característica principal, segundo Salgado e Costa (2003), o elevado teor de areia, promovendo, com isso, melhor aeração e, conseqüentemente, melhores condições de desenvolvimento radicular e da parte aérea, o que reflete num aumento de produtividade e dos parâmetros de qualidade da produção.

Analisando os resultados de PCEX, % PP, NTF, NFMI, NFEX e de % PNF (Quadro 3), verificou-se que não houve diferença significativa, a 5% de probabilidade, pelo teste F, nos diferentes sistemas de microirrigação avaliados.

No Quadro 4 estão os valores médios de produção comercial para o mercado interno (PCMI), nos três sistemas de microirrigação avaliados. Observa-se, nesse quadro, que o sistema de microirrigação por gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas foi o que apresentou maior valor, comparativamente, obtendo uma produtividade de 5,35 t.ha⁻¹ superior ao tratamento em que se empregou o gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas e 4,06 t.ha⁻¹ superior ao tratamento em que se adotou o sistema de microirrigação por microaspersão, demonstrando o potencial de aumento na produtividade e, conseqüentemente, na rentabilidade obtida quando o produtor lançar mão do uso do sistema de microirrigação por gotejamento, em que se utilizam duas linhas de gotejadores por fileira de plantas na cultura do mamoeiro.

Analisando os valores médios de produção para exportação (PCEX), porcentual de redução na produção (%PP), número de frutos para o mercado interno (NFMI), número de frutos para exportação (NFEX) e porcentual de redução no número de frutos (% PNF), nos três sistemas de microirrigação avaliados (Quadro 5), verificou-se que não houve diferença significativa, portanto as médias não foram comparadas pelo teste de Tukey.

Quadro 4 – Produção comercial para o mercado interno ($t.ha^{-1}$), em cinco meses de colheita, nos três sistemas de microirrigação avaliados

Sistemas	Médias	Comparações
G 2 Linhas	30,42	A
Microaspersão	26,36	A B
G 1 Linha	25,07	B

Médias acompanhadas de mesma letra nas colunas não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Quadro 5 – Produção comercial para exportação (PCEX), percentual de perdas na produção (%PP), número de frutos para o mercado interno (NFMI), número de frutos para exportação (NFEX) e percentual de perdas no número de frutos (% PNF), nos três sistemas de microirrigação avaliados

Sistemas	Valores Médios				
	PCEX	% RP	NFMI	NFEX	% RNF
	($t.ha^{-1}$)	(%)	(ud)	(ud)	(%)
Microaspersão	25,1	18,4	34,1	32,2	30,5
G 1 linha	24,0	18,8	32,4	30,8	30,9
G 2 linhas	28,8	15,1	37,8	35,8	26,9

Verificou-se que o percentual de redução na produção total (% PP) e no número de frutos (% PNF) foi menor no tratamento em que se empregou o sistema de microirrigação por gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas (Quadro 2). Esse menor percentual de redução foi influenciado pelo maior valor de produção para exportação, pelo número de frutos para o mercado interno e para exportação, encontrados quando se empregou esse sistema de microirrigação.

Com relação aos dois diferentes tipos de manejo do solo empregados, não houve diferença significativa, a 5% de probabilidade, pelo teste F, em nenhuma das variáveis estudadas.

No Quadro 6 estão apresentados os dados médios de produtividade total (PT), peso médio dos frutos (PM), peso médio dos frutos para o mercado interno (PMFMI), peso médio dos frutos comerciais para exportação (PMFEX), número de frutos totais colhidos por planta (NTF) de mamoeiro, em que a interação foi significativa a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 6 – Valores médios de produtividade total (PT), peso médio dos frutos (PM), peso médio dos frutos para o mercado interno (PMFMI), peso médio dos frutos comerciais para exportação (PMFEX) e número de frutos totais colhidos por planta (NTF) de mamoeiro sob três sistemas de microirrigação e dois tipos de manejo do solo

Manejo do solo	Sistemas de Microirrigação		
	Produtividade Total (t.ha ⁻¹)		
	Microaspersão	Gotejamento 1 Linha	Gotejamento 2 Linhas
Camalhão na sexagem	36,15 a B	32,43 a A	35,20 a A
Camalhão no plantio e sexagem	44,77 a A	28,33 b A	35,24 b A
	Peso Médio dos Frutos (gr. fruto ⁻¹)		
	Microaspersão	Gotejamento 1 Linha	Gotejamento 2 Linhas
Camalhão na sexagem	313,69 b B	333,65 a b A	346,10 a A
Camalhão no plantio e sexagem	342,84 a A	314,30 b A	345,47 a A
	Peso Médio dos Frutos Mercado Interno (gr. fruto ⁻¹)		
	Microaspersão	Gotejamento 1 Linha	Gotejamento 2 Linhas
Camalhão na sexagem	377,89 b A	398,67 a A	404,71 a A
Camalhão no plantio e sexagem	392,96 a b A	384,51 b A	404,81 a A
	Peso Médio dos Frutos Exportação (gr. fruto ⁻¹)		
	Microaspersão	Gotejamento 1 Linha	Gotejamento 2 Linhas
Camalhão na sexagem	382,52 b A	401,89 a A	407,18 a A
Camalhão no plantio e sexagem	397,10 a A	389,78 a A	404,47 a A
	Número de Frutos Totais por Planta (frutos planta ⁻¹)		
	Microaspersão	Gotejamento 1 Linha	Gotejamento 2 Linhas
Camalhão na sexagem	44,12 a B	47,92 a A	49,72 a A
Camalhão no plantio e sexagem	53,12 a A	44,01 b A	52,10 a A

1/ Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Verificou-se que, quando avaliada a variável produtividade total (PT), o sistema de microirrigação que apresentou melhores resultados foi quando se utilizou a microaspersão, resultado também encontrado por Coelho et al.

(2003). Ainda, avaliando o sistema de microaspersão, observou-se que os manejos de solo diferiram estatisticamente quanto à produtividade total (PT), peso médio dos frutos (PM) e número de frutos totais por planta (NFP) e não diferiram com relação às variáveis peso médio dos frutos para o mercado interno (PMFMI) e peso médio dos frutos para exportação (PMFEX).

Embora o sistema por microaspersão seja um dos mais empregados na cultura do mamoeiro na região Norte do Estado do Espírito Santo, verificou-se, neste trabalho, que a utilização desse sistema na irrigação do mamoeiro apresentou resultados dos parâmetros de qualidade da produção (PCMI, PCEX, PMFPT, PMFMI, PMFEX, NTF, NFMI e NFEX) inferiores, em comparação a utilização do gotejamento com uma linha de gotejadores e com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas.

No tratamento em que se empregou o equipamento de gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas, pôde-se observar que, em todos os parâmetros relacionados à qualidade da produção, os valores foram superiores quando comparados com os dos demais sistemas. Apenas o valor de produtividade total (PT) foi inferior ao tratamento em que se empregou o sistema de microaspersão. Entretanto, devido ao fato de o parâmetro qualidade do produto ser amplamente exigido tanto para o mercado interno quanto para o externo, a avaliação dos parâmetros relacionados à qualidade da produção torna-se essencial e de extrema importância no setor produtivo.

Ao avaliar o manejo de solo associado aos diferentes sistemas de microirrigação na cultura do mamoeiro, observou-se que, no sistema de microaspersão, a adoção do camalhão no plantio e na sexagem promoveu aumento na produção total (PT), no peso médio dos frutos (PMF) e no número total de frutos por planta (NTF) de 23,7; 9,3; e 20,4%, respectivamente, demonstrando, com isso, que a adoção dessa prática, associada ao sistema de microaspersão, é uma alternativa que pode trazer benefícios para a cultura e aumento na rentabilidade para o produtor rural.

Avaliando, comparativamente, a utilização do camalhão na sexagem e no plantio e na sexagem dos sistemas de gotejamento com uma linha de

gotejadores por fileira de plantas e com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas, pôde-se observar que, apesar da interação sistemas de irrigação x manejo de solo, nas variáveis produtividade total (PT), peso médio dos frutos (PM), peso médio dos frutos para o mercado interno (PMFMI), peso médio dos frutos comerciais para exportação (PMFEX) e número de frutos totais colhidos por planta (NTF) (Quadro 3), não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos (Quadro 6).

Os valores médios de produtividade total (PT), peso médio dos frutos (PM), peso médio dos frutos para o mercado interno (PMFMI), peso médio dos frutos comerciais para exportação (PMFEX) e número de frutos totais colhidos por planta (NTF) quando se utilizou o camalhão apenas na sexagem associado ao uso de uma mangueira de gotejador por fileira de plantas, foram superiores à ordem de 14,1; 6,1; 3,7; 3,1; e 8,9%, respectivamente, em valores absolutos ao do tratamento em que se empregou uma linha de gotejadores por fileira de plantas associada à prática do camalhão no plantio e na sexagem. Isso se deveu ao fato de que o uso do camalhão no plantio e na sexagem aumentou o teor de solo superficial nas plantas. Esse solo tem como característica principal elevado teor de areia, favorecendo, com isso, a drenagem da água e a lixiviação de nutrientes pela chuva. Isso indica o fato de o produtor optar pelo sistema de gotejamento utilizando apenas uma linha de gotejadores por fileira de plantas associado ao uso do camalhão apenas na sexagem como sendo a prática de manejo de solo mais recomendada.

Ao avaliar os dados apresentados no tratamento em que se empregaram duas linhas de gotejadores por fileira de plantas, observou-se que os valores das variáveis avaliadas independem do manejo do solo empregado, ou seja, tanto no tratamento em que se empregou o camalhão na sexagem quanto naquele em que se utilizou o camalhão no plantio e na sexagem, os valores se aproximaram. Portanto, o produtor, ao optar pelo sistema de microirrigação utilizando duas linhas de gotejadores por fileira de plantas, o manejo do solo a ser recomendado é, preferencialmente, naquele em que utiliza apenas na sexagem, reduzindo, com isso, seus custos com máquinas.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foi conduzido um experimento com a cultura do mamoeiro ‘Golden’ na Fazenda GAIA, em Linhares, ES, sob diferentes sistemas de microirrigação e manejo de solo, para verificar os efeitos desses diferentes sistemas e manejo sobre o desenvolvimento dessa cultivar em relação à temperatura acumulada (graus-dia) e seu efeito na produção e qualidade final dos frutos. Utilizaram-se os sistemas por microaspersão, gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas e gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas, associados ao uso do camalhão na sexagem e no plantio e na sexagem, com quatro repetições, arranjados no delineamento inteiramente casualizado. A cultura foi semeada em tubetes em 15/09/2004, sendo medidos mensalmente altura de plantas e diâmetro do caule e determinado o peso de cada fruto após o início de maturação.

As características de produção avaliadas foram produtividade, peso médio de fruto e número de frutos por planta, separadamente para produção total, comercial para o mercado interno e comercial para exportação. Considerou-se o padrão comercial de pesos mínimo e máximo dos frutos para classificar a produção quanto ao mercado de interesse. Da comparação entre produção comercial e total, obtiveram-se as estimativas de descarte da produção.

Os resultados permitiram as seguintes conclusões:

- Houve interações positiva e significativa a 5% entre tempo térmico (graus-dia) e sistemas de microirrigação e manejo de solo, com relação aos parâmetros de altura de planta e diâmetro do caule.
- Os maiores valores de altura de plantas foram encontrados quando se empregaram o sistema de microaspersão, e os menores valores foram obtidos quando se empregou o sistema de gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas.
- Os maiores valores de diâmetro de caule foram encontrados nos tratamentos em que se empregou o sistema de gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas e os menores, quando foi empregado o sistema de gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas.
- Os maiores valores de produção total foram determinados com o sistema de microaspersão, utilizando-se o camalhão no plantio e na sexagem.
- Os maiores valores das variáveis produção comercial para o mercado interno, produção comercial para exportação, peso médio do fruto para a produção total, peso médio do fruto para o mercado interno, peso médio do fruto para exportação, número total de frutos, número de frutos para o mercado interno e número de frutos para exportação foram encontrados quando se empregou o sistema de gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas.
- Os menores valores de descarte na produção e do número de frutos foram obtidos com o emprego do sistema de gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas.
- O emprego do camalhão no plantio e na sexagem é uma alternativa para aumento da produção quando o produtor optar pelo sistema de microaspersão.
- Quando a opção for pelo sistema de gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas e por gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas, a utilização do camalhão apenas na sexagem é a opção mais viável.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL – **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio/ed. Agros, 2005. 536 p.

ALMEIDA, F. T. de. **Respostas do mamoeiro (*Carica papaya* L.) “do grupo solo” a diferentes lâminas de irrigação no Norte fluminense**. Campos do Goytacazes, RJ: UENF, 2000. 112 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

AWADA, M. Soil moisture tension in relation to fruit types of papaya plants. **Hawaii Farm Science**, v. 10, n. 2, p. 7-8, 1961.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 1996. 657 p.

BERNARDO, S.; CARVALHO, J.A.; SOUZA, E.F. **Irrigação do mamoeiro**. Campos dos Goytacazes, RJ: 1996. 20 p. (Boletim Técnico, v. 1, n. 5).

BROWN, B.I. Effects of maturity at harvest and reaping on the quality of papaw fruit. Queensl. **J. Agric. And Anim. Sci.**, v. 44, n. 1, p. 31-6, 1987.

COELHO, E.F.; SANTOS, M.R. dos; COELHO FILHO, M.A. Distribuição de raízes de mamoeiro sob diferentes sistemas de microirrigação em solos de tabuleiros costeiros. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 12., 2002, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia. MG: ABID, 2002. (CD-ROM).

COELHO, E.F.; LIMA, D.M.; QUEIRÓZ, J.S. Desenvolvimento e produção do mamoeiro irrigado por diferentes sistemas de irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 12., 2002, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, MG, 2002. v.1, CD-ROM.

MARIN, S.L.D.; GOMES, L.A. **Sexagem do mamoeiro e sua aplicação no desbaste de plantas**. 2. ed. Vitória. EMCAPA, 1987. 20 p. (Circular Técnica, 11).

MARIN, S.L.D.; SILVA, J.G.F. da. Aspectos econômicos e mercados para a cultura do mamoeiro do grupo Solo na região Norte do Espírito Santo. In: MENDES, L.G.; DANTAS, J.L.L.; MORALES, C.F.G. (Eds.). **Mamão no Brasil**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMF, 1996. p. 7-20.

MARQUES, P.C. Influencia de características físicas e químicas de latossolos no crescimento da seringueira (*Havea brasiliense* Muell ARG.), no estado do Espírito Santo. Viçosa, MG: UFV, 1987. 73 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

OLIVEIRA, L.B. de. O estudo físico do solo e a aplicação racional de técnicas conservacionistas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 2, p. 281-285, 1967.

PAPA, E.G. **Produção e qualidade de frutos de mamoeiro** (*Carica papaya* L.) **cultivado em casa de vegetação e em campo com irrigação por gotejamento e jato pulsante**. Piracicaba, SP: UNESP, 1984. 39 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

REZENDE, J. de O. **Solos coesos dos tabuleiros costeiros**: limitações agrícolas e manejo. Salvador, BA: SEAGRI-SPA, 2000. 117 p.

RUNGSIMANOP, C.; SUKSRI, A.; SRINUKUL, S. Some irrigation methods which influence the growth of custard apple and papaya when intercropped in northeast Thailand. **Horticultural Abstract**, Farnham Royal, v. 58. p. 472-478, 1988.

SALGADO, J.S.; COSTA, A.N. da Solos cultivados com mamoeiro. In: MARTINS, D.S.; COSTA, A. de F. da. **A cultura do mamoeiro**: técnicas de produção. Vitória, ES: Incaper, 2003. p. 117-124.

SÃO JOSÉ, A.B. Tratos culturais no mamoeiro. In: MENDES, L.G.; DANTAS, J.L.L.; MORALES, C.F.G. (Eds.). **Mamão no Brasil**. Cruz das Almas-BA: UFBA/Embrapa CNPMF, 1996. p. 21-26.

SCAIFE, A.; COX, E.F.; MORRIS, G.E.L. The relationship between shoot weight, plant density and time during the propagation of four vegetable species. **Annals of Botany**, v. 59, p. 325-334, 1987.

SILVA, J. G. F. da **Efeitos de diferentes lâminas e frequências de irrigação sobre o desenvolvimento e a produtividade do mamoeiro (*Carica papaya* L.)**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 90 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SOUZA, L. da S.; COELHO, E.F.; OLIVEIRA, A.M.G. Exigências edafoclimáticas. **Mamão produção aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Mandioca Fruticultura, 2000. p. 16-17.

VIEGAS, P.R.A. **Características químicas e físicas do mamão (*Carica papaya* L.) cultivares Sunrise Solo e Formosa relacionadas ao ponto de colheita**. Viçosa, MG: UFV, 1991. 82 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

VITTI, G.C.; MALAVOLTA, E.; SOBR, M.C. do B.; MARIN, S.L.D. Nutrição e adubação do mamoeiro. In: _____. **Mamão**. Jaboticabal, SP: UNESP, 1988. p. 121-159.

ZANGRANDE, M.B. **Caracterização e interpretação para o uso de um Podzólico Vermelho-Amarelo abruptico dos platôs litorâneos do Estado do Espírito Santo**. Viçosa, MG: UFV, 1985. 81 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CAPÍTULO 3

COMPARAÇÃO DE CUSTOS E ANÁLISE ECONÔMICA DE DIFERENTES SISTEMAS DE MICROIRRIGAÇÃO E MANEJO DE SOLO UTILIZADOS NA CULTURA DO MAMOEIRO

RESUMO

Com o objetivo de estudar comparativamente os custos e a análise econômica dos diferentes sistemas de microirrigação e manejo de solo utilizados na cultura do mamoeiro, montou-se um experimento com diferentes sistemas de microirrigação (microaspersão, gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas e com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas) e manejo de solo (camalhão na sexagem e no plantio e na sexagem) na cultura do mamoeiro Golden, na região de Linhares, ES, visando obter informações precisas do comportamento da cultura sob cada tratamento e avaliar, economicamente, o sistema de microirrigação e manejo de solo empregados nessa cultura. Os resultados encontrados permitiram afirmar que os custos totais médios anuais com a irrigação ($\text{R}\$ha^{-1} \text{ano}^{-1}$) variam de um mínimo de R\$1.593,50, para a cultura do mamoeiro irrigado por gotejamento utilizando uma linha de gotejadores por fileira de plantas, até um máximo de

R\$2.099,40 para essa mesma cultura irrigada por gotejamento utilizando duas linhas de mangueiras gotejadoras por fileira de plantas. O menor valor de taxa interna de retorno (TIR) (7,5%) foi encontrado no sistema de microaspersão associado ao uso do camalhão apenas na sexagem. O maior valor alcançado pelo indicador valor presente líquido (VPL) (R\$36.171,00) ocorreu quando foi utilizado o sistema de gotejamento adotando-se duas linhas de gotejadores por fileira de plantas combinado com a utilização do camalhão no plantio e na sexagem> Já o menor valor (R\$309,40) foi obtido quando se empregou o sistema de gotejamento adotando uma linha de gotejadores por fileira de plantas combinado com o uso do camalhão no plantio e na sexagem. A taxa de juros e o valor de venda do produto influenciam, de maneira significativa, a rentabilidade do produtor com a cultura do mamoeiro.

ABSTRACT

COST COMPARISON AND ECONOMIC ANALYSIS OF DIFFERENT SYSTEMS OF MICROIRRIGATION AND SOIL MANAGEMENT IN PAPAYA

The objective of this study was the economic analysis and cost comparison of different microirrigation systems and soil management used in papaya crop. An experiment with Golden papaya was arranged with different microirrigation systems (microsprinkling, dripping with one drip line per plant row and dripping with two drip lines per plant row) and two soil management methods (ridge at sexing and ridge at planting and at sexing), in the region of Linhares-ES, seeking to obtain accurate information on the response to each treatment, as well as to evaluate economically the microirrigation system and the soil management used in the crop. The results led to the conclusion that the mean total annual costs with irrigation (R\$ ha⁻¹ year⁻¹) ranged from a minimum of R\$1,593.50 for papaya irrigated by dripping using one drip line per plant row to a maximum of R\$2,099.40 with dripping using two drip lines per plant row. The lowest rate internal rate of return (IRR) (7.5%) was found for the microsprinkling system associated with the use of ridge at sexing. The highest value reached by the indicator net present value (NPV) (R\$36,171.00)

was found for the dripping system with two drip lines per plant row combined with the use of ridge at planting and at sexing, whereas the lowest value (R\$309.40) was for the dripping system with one drip line per plant row combined with ridge at planting and at sexing. The interest rate and the product sale price influence significantly the profitability of papaya growers.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com dados publicados pelo Agriannual (2005), o Brasil é o país que apresenta a maior produção de mamão, próxima a 1.440.000 t, mas não é o seu maior exportador, ocupando a terceira posição no cenário mundial.

Há uma forte tendência de que o Brasil possa ampliar suas exportações com a implantação do sistema de produção integrada. Esse sistema é constituído por um conjunto de tecnologias que são utilizadas nas lavouras necessárias para a certificação da produção de mamão que se destina à exportação (ALVES, 2003).

Entre os grandes importadores de mamão, os Estados Unidos são o país que mais importa. Quase a metade do mamão comercializado no mundo, cerca de 70 mil toneladas, é importada pelos EUA anualmente. Holanda e Portugal também se destacam no cenário internacional em relação à importação dessa fruta (ALVES, 2003).

A produção brasileira concentra-se principalmente nos Estados da Bahia e do Espírito Santo, responsáveis por 86% da produção nacional (AGRIANUAL, 2005). A comercialização do mamão Papaya no mercado interno é feito através de cooperativas, intermediários ou pelo próprio produtor, mediante a entrega direta nas Centrais de Abastecimento dos grandes centros consumidores, como São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro.

O consumo de mamão pelos brasileiros tem aumentando, chegando a ser a terceira fruta mais consumida, porém o consumo *per capita* ainda é muito baixo, ou seja, menos de 2 kg ano. O mamão Havaí é mais consumido pela população de maior poder aquisitivo, e o mamão do grupo Formosa o é pela outra parcela.

Segundo o Agriannual (2005), nos três últimos anos o preço pago ao produtor por quilo de mamão destinado ao mercado interno variou de R\$0,30 a R\$0,50. No caso do mamão tipo exportação, o preço pago por quilo da fruta ficou em torno de R\$0,60.

Estudos que levem à melhoria da produtividade do mamão são importantes, porque se trata de uma cultura cujo custo de produção é elevado. O lucro da produção depende basicamente da produtividade e do nível alcançado pelo preço de comercialização do produto, devido à sua elevada variabilidade. Dentre as técnicas adotadas para o aumento da produtividade e qualidade final dos frutos, destacam-se a irrigação e o uso racional da água de irrigação.

A irrigação é uma tecnologia que requer investimentos consideráveis e está associada à utilização intensiva de insumos, tornando-se imprescindível a análise dos componentes de custos dos sistemas empregados, visando determinar a viabilidade de um empreendimento.

Com o aumento da competitividade na cultura do mamoeiro, torna-se necessária a minimização dos custos de produção, e o empresário rural necessita aumentar a sua produtividade, demandando tecnologias como máquinas, insumos e irrigação. Há atualmente, no mercado brasileiro, uma boa disponibilidade de equipamentos de irrigação que podem atender adequadamente à cultura do mamão nos aspectos técnicos. No entanto, não se pode esquecer dos fatores relacionados ao valor de investimentos em equipamento de irrigação, período de pagamento desses investimentos, benefícios alcançados com o emprego de cada um, bem como a comparação econômica entre os diferentes equipamentos.

A agricultura irrigada exige investimento em obras e aquisição de equipamentos para captação, condução, controle e distribuição da água, além de gastos com energia e mão-de-obra para operação e manejo do sistema, que

representam importantes custos adicionais à produção. Diante disso, existe a necessidade de identificar os custos relacionados ao sistema de irrigação adotado e os reais benefícios que poderão ser alcançados. Na literatura nacional sobre irrigação, são poucas as informações disponíveis acerca de aspectos econômicos.

No Quadro 1, apresentam-se a distribuição, por município, dos sistemas de irrigação utilizados na cultura do mamoeiro e a área equivalente para a região Norte do Estado do Espírito Santo.

Quadro 1 – Distribuição dos sistemas de irrigação utilizados na cultura do mamoeiro na região Norte do Estado do Espírito Santo

Município		Aspersão	Goteja- mento	Micro- aspersão	Pivô Central	Auto- propelido	Tape	Total	
Juaré	Sistema	5	7	26	6	5	1	50	
	Área	75	157	260	273	102	16	883	
Linhares	Sistema	5	17	50	7	3	11	93	
	Área	91	1.045	1.021	226	32	101	2.516	
Sooretama	Sistema	6	3	14	0	0	3	26	
	Área	179	38	440	0	0	52	709	
Pinheiros	Sistema	1	3	6	24	5	0	39	
	Área	7	148	147	1.701	94	0	2.097	
Aracruz	Sistema	1	3	31	1	3	6	45	
	Área	2,2	165	330	35	15	27	574,2	
Montanha	Sistema	13	1	0	3	0	0	17	
	Área	512,5	6	0	140	0	0	658,5	
São Mateus	Sistema	3	1	6	5	0	0	15	
	Área	30,5	13	78	195	0	0	316,5	
Boa Esperança	Sistema	2	1	5	3	2	0	13	
	Área	65	8,7	48	133	32	0	286,7	
Mucurici	Sistema	0	0	0	3	0	3	6	
	Área	0	0	0	170	0	61	231	
Pedro Canário	Sistema	5	1	1	0	2	0	9	
	Área	147	12	42	0	58	0	259	
Conceição da Barra	Sistema	3	0	0	0	0	0	3	
	Área	67	0	0	0	0	0	67	
Rio Bananal	Sistema	1	1	0	0	0	1	3	
	Área	5,5	11	0	0	0	5,5	22	
João Neiva	Sistema	0	1	1	0	0	0	2	
	Área	0	15	16	0	0	0	31	
Total (sistemas)		45	39	140	52	20	25	321	
Total (área)		(ha)	1.181,7	1.618,7	2.382	2.873	333	262,5	8.650,9
Sistemas		%	14	12	44	16	6	8	
área		%	14	19	28	33	4	3	

Fonte: INCAPER (2004) – Informação pessoal.

Os métodos de irrigação pressurizados são os usados na cultura, sendo que a microaspersão tem sido um dos sistemas mais utilizados, substituindo a aspersão convencional em diversas propriedades agrícolas. O gotejamento também vem sendo usado para a cultura do mamoeiro e propicia a ela melhores condições de desenvolvimento e produção que os sistemas de irrigação por sulco e aspersão (RUNGSIMANOP et al., 1988), mas há indícios de diferença significativa entre este sistema e a microaspersão (PAPA, 1984). Portanto, torna-se necessário identificar os custos relacionados ao sistema de irrigação adotado, assim como os reais benefícios que poderão ser alcançados com o ele.

De acordo com Thompson et al. (1983), os custos anuais de irrigação devem incluir todos os custos associados à compra do equipamento, à operação e à manutenção do sistema de irrigação. Adicionalmente ao custo do sistema de irrigação, devem ser acrescentados outros custos associados à produção da cultura irrigada.

A análise econômica da irrigação é fundamental para subsidiar o agricultor no processo de tomada de decisão sobre a produção e o sistema de irrigação a ser adotado, conforme constatado em vários estudos empíricos.

É através da análise dos índices que o empresário conhece os resultados econômicos de cada exploração da empresa rural e pode tomar, conscientemente, suas decisões, inserindo-se no contexto do agronegócio.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivos comparar os custos e verificar a viabilidade econômica de diferentes sistemas de microirrigação e manejo de solo empregados na cultura do mamoeiro, na região norte do Espírito Santo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, determinaram-se os custos dos diferentes sistemas de microirrigação utilizados na cultura do mamoeiro, em lavouras irrigadas por microaspersão, por gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas e por gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas, todos os sistemas acionados por energia elétrica; e dois tipos de manejo de solo, camalhão apenas na sexagem e camalhão no plantio e na sexagem.

Para determinação da demanda de irrigação do mamoeiro, foram estimadas as necessidades líquidas de irrigação suplementar em cada sistema de microirrigação estudado, para o ciclo da cultura (aproximadamente 30 meses), por meio de simulações realizadas com o auxílio do software IRRIGA – DEA/UFV, na localidade de Linhares, Norte do Estado do Espírito Santo.

Nas simulações realizadas para este estudo, foi considerado um sistema de manejo de irrigação que possibilita a manutenção de um conteúdo de umidade no solo adequado para o crescimento e desenvolvimento do mamoeiro durante todo o ano. Considerou-se ainda que a demanda hídrica do mamoeiro cultivado sob os dois manejos de solo adotados (camlhão na sexagem e camalhão no plantio e sexagem) foi a mesma.

Para os cálculos de necessidades hídricas e de produção em cada sistema avaliado, utilizaram-se os valores apresentados no Capítulo 2..

2.1. Determinação dos custos da irrigação para os sistemas estudados

Para caracterizar as áreas irrigadas com os diferentes sistemas, foram consideradas as áreas quadradas de 1 ha.

Determinaram-se os custos totais para a irrigação e os diversos fatores envolvidos, para os equipamentos do tipo microaspersão, gotejamento com uma linha de gotejadores e gotejamento com duas linhas de gotejadores, em todos os sistemas estudados. Avaliaram-se, também, os custos com o uso do camalhão apenas na sexagem e utilizando o camalhão no plantio e na sexagem.

Para o sistema por G1L, adotou-se um valor de produtividade comercial apresentado no Agriannual (2005), de 126 t.ha^{-1} , durante o ciclo da cultura. Nos demais sistemas, adotou-se uma produtividade comercial de 107,9 e $138,4 \text{ t.ha}^{-1}$, para os equipamentos de microaspersão e G2L, respectivamente, quando se empregou o camalhão apenas na sexagem. Esses valores se baseiam nos resultados do Capítulo 2, ou seja, para a microaspersão houve uma redução na produtividade comercial de 14,3% em relação ao G1L, enquanto para o G2L ocorreu um acréscimo de produção comercial da ordem de 9,9% em relação ao G1L. Quando se empregou o camalhão no plantio e na sexagem, os valores de produção foram de 106,1;143; e $135,2 \text{ t.ha}^{-1}$ para os sistemas por G1L, G2L e microaspersão, respectivamente. Esses valores estão baseados nos apresentados no Capítulo 2, tendo sido determinado que, quando empregado o uso do camalhão no plantio e na sexagem associado ao sistema por G1L, reduz-se a produtividade comercial em 15,8% em relação ao G1L implantado apenas com o uso do camalhão na sexagem, enquanto para o G2L e a microaspersão há aumentos na produtividade comercial de 3,3 e 26,6%, respectivamente, em relação ao mesmo cultivo feito apenas com camalhão no plantio. Os resultados são apresentados no Quadro 5 (Capítulo 2).

Nos equipamentos avaliados, utilizou-se o preço médio praticado na região, vigente em janeiro de 2006, obtido dos fabricantes e revendedores de equipamentos de irrigação. Os fatores fixos utilizados estão apresentados no Quadro 2.

O custo total da irrigação divide-se em custos fixos e variáveis (MAROUELLI; SILVA, 1998; FRIZZONE, 1999). Os custos fixos são aqueles que ocorrem independentemente do número de horas anuais de operação do sistema de irrigação ($\text{R\$ano}^{-1} \text{ha}^{-1}$); para obtê-los, utilizaram-se os dados do Quadro 2.

Quadro 2 – Indicadores utilizados no estudo econômico dos diferentes sistemas de microirrigação e manejo de solo empregado na cultura do mamoeiro na região Norte do Espírito Santo

Fatores	Valores
Produtividade (t ha^{-1})	
• Microaspersão associado ao uso do camalhão na sexagem	107,9
• Microaspersão associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem	135,2
• Gotejamento 1 linha associado ao uso do camalhão na sexagem	126,0 (AGRIANUAL, 2005)
• Gotejamento 1 linha associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem	106,1
• Gotejamento 2 linha associado ao uso do camalhão na sexagem	138,4
• Gotejamento 2 linha associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem	143,0
Lâmina média de irrigação por ano (mm)	
• Microaspersão	781,3
• Gotejamento 1 linha	484,9
• Gotejamento 2 linhas	585,6
Mão-de-obra ($\text{funcionário ha}^{-1}$)	0,02 (BONOMO, 1999; SANTINATO et al. 1997)
Salário mensal (R\$)	350,00
Preço do mamão ($\text{R\$ kg}^{-1}$)	0,40 (AGRIANUAL, 2005)
Horas de operação dia^{-1}	20
Horas com desconto	8
Dias de operação por mês	30
Tarifa de consumo tarifa verde ($\text{R\$ Kw}^{-1} \text{h}^{-1}$)	0,096030
Tarifa de demanda da tarifa verde ($\text{R\$ Kw}^{-1}$)	9,367098
Desconto para uso no horário das 21h30 às 6 h (%)	60
Fator de potência	0,92
Custo da rede elétrica instalada ($\text{R\$ km}^{-1}$)	15.000,00
Distância a ser instalada a rede elétrica (km)	1
Vida útil da rede elétrica (anos)	50
Juros de mercado (% a.a.)	8,75 (Banco do Brasil, S.A, 2006)
Custo de manutenção (%)	3
Custo de aquisição dos equipamentos de irrigação ($\text{R\$ ha}^{-1}$)	
• Microaspersão	7.800,00
• Gotejamento 1 linha	6.000,00
• Gotejamento 2 linhas	9.600,00
Vida útil do equipamento de irrigação (anos)	
• Microaspersão	10
• Gotejamento 1 linha	10
• Gotejamento 2 linhas	10
Potência do motor (cv ha^{-1})	
• Microaspersão	1,4
• Gotejamento 1 linha	1,0
• Gotejamento 2 linhas	1,4
Módulo da área de estudo (ha)	1

2.2. Custos fixos

a) O Fator de Recuperação de Capital (FRC) – Utiliza os juros anuais e fornece um coeficiente que permite, a partir do valor do investimento, calcular o custo fixo anual referente a esse investimento (FRANCISCO, 1981; BERNARDO, 1996; CAMARGO, 1998). Esse cálculo leva em conta a vida útil do equipamento (anos) e a taxa de juros ao ano (%) (equação 1).

$$FRC = \frac{J \cdot (J + 1)^V}{(J + 1)^V - 1} \quad (1)$$

em que:

FRC = fator de recuperação de capital;

J = taxa anual de juros (%); e

V = vida útil (anos).

b) Custo anual da Rede Elétrica (CE) – Leva em consideração a distância da rede elétrica a ser instalada, o preço da rede elétrica, a área do módulo e a vida útil do equipamento (equação 2).

$$CE = \frac{D \cdot PR}{A \cdot V} \quad (2)$$

em que:

CE = custo anual da rede elétrica (R\$ano⁻¹ ha⁻¹);

D = distância da rede elétrica a ser instalada (km);

PR = preço da rede elétrica, (R\$km⁻¹); e

A = módulo de área (ha).

c) O cálculo do custo fixo anual leva em conta o FRC, o CE e o preço de aquisição do equipamento (R\$ha⁻¹) (equação 3).

$$CF = FRC_1 \cdot PS + FRC_{rede} \cdot CE \quad (3)$$

em que:

CF = custo fixo anual (R\$ ano⁻¹ ha⁻¹);

PS = preço de aquisição do equipamento de irrigação (R\$ha⁻¹);

FRC₁ = FRC aplicado à vida útil do equipamento de irrigação; e

FRC_{rede} = FRC aplicado à vida útil da rede elétrica.

2.3. Custos variáveis

No cálculo dos custos variáveis anuais da irrigação estão envolvidos os custos de energia elétrica, manutenção e mão-de-obra (BERNARDO, 1996; MAROUELLI; SILVA, 1998). Segundo Frizzone (1999), para motores elétricos, é importante considerar a modalidade de tarifação elétrica, bem como os custos com a linha de tensão se o ramal elétrico da concessionária estiver distante da estação de bombeamento. Segundo Bernardo (1996), o custo de energia depende, também, da potência absorvida do motor e do número de horas de trabalho, considerando-se os motores elétricos, de acordo com os seguintes cálculos:

a) O custo de energia do motor elétrico leva em conta a demanda e o consumo anual corrigidos pelo ICMS cobrado no Estado (%) (equações 4 e 5). No mês em que o produtor não necessita utilizar o equipamento de irrigação para o suprimento de água para as plantas, o gasto com a demanda de energia é apenas 10% do valor contratado.

$$Da = (((12 - M) \cdot 10\% + M) Td \cdot P \cdot 0,73259) \cdot (1 + ICMS) \quad (4)$$

$$Ca = M \cdot (Hd \cdot (1 - De) + Hs) \cdot Tc \cdot Do \cdot P \cdot 0,73259 \cdot (1 + ICMS) \quad (5)$$

em que:

Da = demanda anual (R\$ano⁻¹ ha⁻¹);

M = meses de operação do sistema de irrigação;

T_d = tarifa de demanda (R $\$kW^{-1}$);
 P = potência do motor (cv ha $^{-1}$);
 ICMS = ICMS cobrado na região, decimal;
 C_a = consumo anual (R $\$ano^{-1} ha^{-1}$);
 H_d = horas com desconto (das 22 às 6 h) (ESCELSA, 2006);
 D_e = desconto da Portaria 105/DNAEE (%);
 H_s = horas sem desconto;
 T_c = tarifa de consumo (R $\$KWh^{-1}$);
 D_o = dias de operação por mês;
 0,736 = fator de transformação; e
 10% = percentual pago pela demanda contratada em meses sem consumo de energia elétrica.

O custo anual de energia (equação 6) pode ser expresso pela soma do faturamento da demanda e pelo faturamento de consumo ajustado pelo fator de potência (FRIZZONE, 1999).

$$C_{en} = (D_a + C_a) \times \left(\frac{0,92}{\cos \varphi} \right) \quad (6)$$

em que:

C_{en} = custo de energia (R $\$ano^{-1} ha^{-1}$); e
 $\cos \varphi$ = fator de potência.

b) Os custos com manutenção e reparos dos sistemas de irrigação foram estimados como um percentual do investimento inicial em equipamentos de irrigação, conforme sugerido na literatura (THOMPSON et al., 1983; KELLER; BLIESNER, 1990), ou seja, 3% para sistemas de gotejamento e microaspersão (equação 7).

$$C_m = \frac{\% \cdot C_{in}}{100} \quad (7)$$

em que:

C_m = custo de manutenção (R\$ano⁻¹ ha⁻¹); e

C_{in} = custo inicial do equipamento (R\$).

c) Custo da Mão-de-Obra (equação 8) – Leva em consideração o salário médio pago, o número de funcionários e os encargos pagos sobre o salário (MAROUELLI; SILVA, 1998; FRIZZONE, 1999).

$$M_o = S \cdot \left(1 + \left(\frac{F + T + I + IT}{100} \right) \right) \cdot N_f \quad (8)$$

em que:

M_o = custo da mão-de-obra (R\$ano⁻¹ ha⁻¹);

S = salário mensal (R\$mês⁻¹);

F = encargo pago relativo a férias em porcentagem do salário (%);

T = encargo pago relativo ao 13º salário em porcentagem do salário, (%);

I = encargo pago relativo ao INSS em porcentagem do salário (%);

IT = encargo pago relativo ao INSS do 13º salário em porcentagem do salário (%); e

N_f = número de funcionários para o manejo da irrigação (homens ha⁻¹).

O preço de mão-de-obra, adotado nos cálculos de custo, foi um salário-base, ou seja, R\$350,00 para operações realizadas no horário diurno, sendo acrescentados a esses valores os encargos totais (Quadro 3).

Quadro 3 – Encargos acrescidos ao salário-base dos funcionários responsáveis pela operação dos sistemas de irrigação

Itens	Valores a Serem Acrescidos ao Salário-Base	
	(%)	
Férias	8,33	
1/3 férias	2,77	
INSS S/Salário	2,70	
FGTS S/Salário	8,00	
13° Salário	8,33	
FGTS S/Férias + 1/3	0,89	
INSS S/Férias + 1/3	3,00	
FGTS S/13° salário	0,67	
INSS S/13° salário	0,23	
Total	34,9	

Fonte: GAIA (2006) – Informação pessoal.

d) Custo total variável anual (CV) com a irrigação (equação 9)

$$CV = Cen + Cm + MO \quad (9)$$

em que:

$$CV = \text{custo variável anual (R\$ano}^{-1} \text{ ha}^{-1}\text{)}.$$

e) O custo total com a irrigação é a soma dos custos fixos anuais e dos custos variáveis anuais (FRIZZONE, 1999), como visto na equação 10.

$$CT = CF + CV \quad (10)$$

em que:

$$CT = \text{custo total anual (R\$ano}^{-1} \text{ ha}^{-1}\text{)}.$$

f) A receita bruta utilizada em uma análise financeira é obtida pela multiplicação da produtividade agrícola pelo preço pago pelo produto (FRIZZONE, 1999). Assim, a renda anual foi calculada considerando-se a

produtividade estimada para cada sistema de microirrigação estudado ($\text{kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$) e o preço médio do mamão no mercado interno ($\text{R}\$\text{kg}^{-1}$) (equação 11).

$$R = Pms \cdot Pmam \quad (11)$$

em que:

R = receita bruta anual ($\text{R}\$\text{ano}^{-1} \text{ha}^{-1}$);

Pms = produtividade do mamão em cada sistema de irrigação ($\text{kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$); e

Pmam = preço médio do mamão recebido pelo produtor ($\text{R}\$\text{kg}^{-1}$).

2.4. Avaliação da viabilidade econômica

A avaliação da viabilidade econômica de um sistema de irrigação requer a estimativa de todos os custos e benefícios (retornos) esperados do desenvolvimento daquele empreendimento. Este estudo econômico poderá incluir comparação de custos e benefícios para as alternativas viáveis de sistemas de irrigação e de cultivo e ser parte de um relatório de viabilidade de uma fazenda ou de um projeto em desenvolvimento. Os resultados do estudo de viabilidade econômica vão trazer ao produtor as informações necessárias referentes aos procedimentos no desenvolvimento da irrigação, como a seleção do sistema de irrigação e de cultivo (THOMPSON et al., 1983).

A determinação da viabilidade ou do mérito de um projeto é o ponto culminante de todas as tarefas anteriores à sua execução. A sua finalidade é determinar se um projeto, cuja consistência já foi comprovada, deve ser executado. A viabilidade de um projeto é função de uma análise em que se determinam relações entre os benefícios gerados e os custos imputados e as oportunidades alternativas de obter melhores resultados com esses mesmos custos em outros projetos (BUARQUE, 1991).

A avaliação de um projeto de irrigação, do ponto de vista privado, tem a conotação em termos de produção ou produtividade, em que o desempenho é

medido pela eficiência com que os insumos utilizados são transformados em produto e este é convertido em receita, a qual irá gerar uma margem desejável de lucro. No entanto, um projeto público tem forte componente social, em que o bem-estar do público-meta tem caráter essencial e constitui meta prioritária (BRITO, 1986).

A análise econômica realizada neste trabalho considerou a cultura do mamoeiro irrigado por gotejamento, sendo empregada uma linha de gotejadores por fileira de plantas; gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas e microaspersão; e dois manejos de solo (camalhão na sexagem e camalhão no plantio e na sexagem), durante o ciclo da cultura (30 meses), sendo considerados 22 meses de colheita.

As despesas e as receitas obtidas em cada sistema de microirrigação e manejo de solo são apresentadas nos Quadros 1 a 6 do Anexo 1.

Os níveis de produtividade adotados em cada sistema de irrigação, utilizando o camalhão apenas na sexagem, basearam-se em valores apresentados no Agriannual (2005), para a cultura irrigada por gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas (126 t.ha^{-1}), sendo os valores adotados para o gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas e para a microaspersão de $138,4$ e $107,9 \text{ t.ha}^{-1}$, respectivamente, valores esses baseados nas diferenças percentuais obtidas com o estudo do Capítulo 2. Quando utilizado o camalhão no plantio e na sexagem, os valores de produtividades adotados para o sistema de gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas, gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas e microaspersão foram de $106,1$; $143,0$; e $136,6 \text{ t.ha}^{-1}$, respectivamente.

A análise econômica é incremental (CAMARGO, 1998). Este tipo de análise é realizado para evitar incoerências entre os resultados dos índices econômicos (valor presente líquido e taxa interna de retorno). A análise econômica de vida útil, segundo esse autor, geralmente considera os seguintes indicadores para a análise de viabilidade do investimento:

- Valor Presente Líquido (VPL).
- Taxa Interna de Retorno (TIR).
- Relação Benefício-Custo (B/C).

2.4.1. Valor presente líquido

O valor presente líquido (VPL) corresponde à soma algébrica dos valores presentes envolvidos no fluxo de caixa. O VPL será calculado baseando-se no fluxo de caixa líquido. Isso significa que, se na análise econômica de um projeto adotando um sistema de irrigação e manejo de solo o VPL for maior que zero, o projeto será viável. No caso de duas ou mais opções de projetos avaliados, aquele que apresentar o maior VPL é considerado melhor. O VPL será calculado segundo, Frizzzone e Silveira (1996), por:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{L_t}{(1+d)^t} \quad (12)$$

em que:

- L_t = valor do fluxo de caixa líquido do projeto;
- L_0 = investimento;
- n = horizonte do projeto, anos;
- t = tempo, anos; e
- d = taxa anual de desconto.

2.4.2. Taxa interna de retorno

A taxa interna de retorno (TIR) é a taxa de juros que torna nulo o VPL, ou seja, a taxa para a qual a soma dos benefícios torna-se igual à soma dos custos. Na análise incremental, a TIR é exatamente o valor de juros em que um projeto passa a ser inviável. Por essa razão, para que um projeto seja viável a TIR deverá ser maior que a taxa de juros considerada na análise. No caso de

duas ou mais opções viáveis, deve ser considerada melhor aquela que apresentar maior TIR.

Existem casos em que a TIR não converge. Isso acontece quando o VPL é sempre positivo ou sempre negativo, mesmo modificando-se o valor da taxa de desconto. Nesses casos, a TIR não pode ser considerada como parâmetro para determinar a viabilidade do investimento. A TIR, segundo Francisco (1981), será calculada por:

$$\sum_{t=0}^n L_t (1 + d^*)^{-t} = 0 \quad (13)$$

2.4.3. Relação benefício-custo

A relação benefício-custo (B/C) é definida como o quociente entre a soma dos benefícios e dos custos, descontados pela taxa de juros adotada. A idéia é, como em qualquer análise, verificar se os benefícios são maiores que os custos. O método do benefício-custo pode ser empregado em quaisquer análises econômicas, sejam elas pequenas ou grandes, sejam particulares ou governamentais. Quanto maior a relação benefício-custo, maior a viabilidade do projeto. A relação benefício-custo é calculada por:

$$B / C = \frac{\sum_{t=1}^n L_t (1 + d)^{-t}}{L_0} \quad (14)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 4 estão apresentados os resumos dos resultados referentes à evapotranspiração da cultura de referência e da cultura do mamoeiro, precipitação efetiva, necessidades líquidas e totais de lâminas anuais de irrigação e número total anual de irrigação para o ciclo da cultura do mamoeiro irrigado pelos diferentes sistemas de microirrigação adotados.

Quadro 4 – Resumo da estimativa de irrigação suplementar do mamoeiro durante o ciclo de plantio, irrigado por gotejamento com uma linha por fileira de plantas, gotejamento com duas linhas por fileira de plantas e microaspersão em Linhares, ES: evapotranspiração de referência (ET_o), evapotranspiração da cultura (ET_c), irrigação real necessária (IRN), eficiência de irrigação (E_{ad}), irrigação total necessária (ITN) e número total de irrigações (n)

Sistema	ET _o mm d ⁻¹	ET _c mm d ⁻¹	IRN mm	E _{ad}	ITN mm	n
G 1 L	2,86	1,70	1.115,38	0,92	1.212,36	657
G 2 L	2,86	1,94	1.347,03	0,92	1.464,16	657
Microaspersão	2,86	2,42	1.641,89	0,84	1.953,79	657

Observa-se que a ITN necessária para ser aplicada pelo equipamento de microaspersão é superior 61,1 e 56,7% aos valores apresentados para os equipamentos de G1L e G2L, respectivamente. Isso se deve ao fato de que nesse sistema a água é aplicada em toda a área, ou seja, a porcentagem de área molhada adotada foi de 100% ($P_w = 100\%$), levando a um aumento no valor da ETc e, conseqüentemente, elevando o valor de ITN.

3.1. Custos da irrigação na cultura do mamoeiro irrigado por diferentes sistemas de microirrigação e manejo do solo

Para os sistemas por G1L, G2L e microaspersão avaliados, os custos totais médios anuais com o emprego desses equipamentos na cultura do mamoeiro foram de R\$1.593,50, R\$2.099,40 e R\$1.901,40, respectivamente. Observou-se que, nas condições e características adotadas neste estudo, o sistema por G1L apresentou o menor custo total anual. Os custos totais anuais do sistema por G2L são superiores quando comparados com os dos outros dois sistemas, em razão do custo de aquisição deste equipamento ser maior, comparativamente.

Com relação ao manejo de solo adotado, empregando o camalhão apenas na sexagem e utilizando o mesmo no plantio e na sexagem quando se avaliou o custo total com a irrigação para cada tonelada de mamão produzida por hectare por ano ($R\$.^{-1} \text{ ano}^{-1}$), pode-se observar que o uso do camalhão no plantio e na sexagem foi favorável ao sistema de microaspersão, proporcionando maior produtividade e, com isso, reduzindo os custos por a tonelada de mamão produzida. No sistema por G2L, o uso do camalhão no plantio e na sexagem não promoveu ganho significativo na produtividade de forma que justifique a sua utilização. Apenas o emprego do camalhão na sexagem foi suficiente para se obter produtividade satisfatória e com custos reduzidos.

Quadro 5 – Custo total médio de irrigação (R\$ha⁻¹ ano⁻¹ e R\$t.⁻¹ ano⁻¹) e participação dos diversos itens (R\$ ha⁻¹) nos diferentes sistemas de microirrigação e manejo do solo empregados na cultura do mamoeiro

Item	Sistemas de Microirrigação					
	Gotejamento 1 Linha		Gotejamento 2 Linha		Microaspersão	
	C _S	C _{PS}	C _S	C _{PS}	C _S	C _{PS}
Produtividade (t ha ⁻¹)	126,0	106,1	138,4	143,0	107,9	135,2
Irrigação total aplicada (mm)	1.212,3	1.212,3	1.464,1	1.464,1	1.953,7	1.953,7
Irrigação total aplicada (horas)	1.036,0	1.036,0	607,5	607,5	727,5	727,5
Custos (R\$ha⁻¹ ano⁻¹):						
Fixos						
Custo anual da rede elétrica e depreciação do equipamento	760,0	760,0	1.200,0	1.200,0	980,0	980,0
Variáveis						
Mão-de-obra	106,8	106,8	106,8	106,8	106,8	106,8
Energia elétrica:						
Consumo	450,4	450,4	369,7	369,7	446,0	446,0
Demanda	96,3	96,3	134,8	134,8	134,8	134,8
Custo anual de energia elétrica (R\$ha ⁻¹ ano ⁻¹)	546,7	546,7	504,6	504,6	580,9	580,9
Manutenção e reparo	180,0	180,0	288,0	288,0	234,0	234,0
Total (R\$ha ⁻¹ ano ⁻¹)	1.593,5	1.593,5	2.099,4	2.099,4	1.901,7	1.901,7
Total (R\$t. ⁻¹ ano ⁻¹)	31,6	37,6	37,9	36,7	44,1	35,2
Total (R\$mm ⁻¹)	3,3	3,3	4,2	4,2	2,4	2,4

C_S – camalhão apenas na sexagem; e C_{PS} – camalhão no plantio e na sexagem.

A utilização do camalhão no plantio e na sexagem promoveu aumento no custo total com a irrigação para cada tonelada de mamão produzida por hectare por ano (R\$t.⁻¹ ano⁻¹) com o sistema G1L. Pôde-se verificar que a utilização do camalhão no plantio e na sexagem resultou em um volume de produção 15,8% menor comparativamente ao volume obtido quando se utilizou o manejo de solo apenas com o camalhão na sexagem.

No Quadro 5 também estão apresentados os custos totais anuais para se aplicar um milímetro de água em cada sistema de microirrigação avaliado e manejo de solo empregado na cultura do mamoeiro. Observa-se, nesse quadro, que o custo por milímetro de água aplicada é maior no G2L e menor na

microaspersão, mesmo o sistema de microaspersão apresentando gasto maior com energia elétrica e custo de aquisição superior ao do G1L. Esse resultado indica que, ao aumentar a quantidade de água aplicada em uma área, reduzem-se os custos de aplicação, por unidade aplicada de água. Tal resultado foi observado também por Bonomo (1999), que comparou os custos e a viabilidade econômica de diferentes sistemas de irrigação empregados na cafeicultura em áreas de Cerrado de Minas Gerais.

A análise dos custos indicou resultados vantajosos com o sistema de gotejamento quando se utiliza apenas uma linha de gotejadores por fileira de plantas, apresentando os menores custos totais por hectare. Quando se utiliza o sistema de gotejamento adotando duas linhas de gotejadores por fileira de plantas, apesar de os custos totais por hectare serem maiores, os custos por tonelada de mamão produzida tornam-se menores, visto que, com o uso desse sistema, há aumento na produtividade da cultura do mamoeiro, em relação aos demais sistemas.

O uso do camalhão no plantio e na sexagem proporcionou melhores condições de desenvolvimento e produção da cultura apenas com o sistema de microaspersão, possibilitando, com isso, redução nos custos por tonelada de mamão produzida, devido ao ganho em produtividade com o uso dessa técnica, em comparação com aqueles obtidos apenas onde se utilizou o camalhão na sexagem. Já no sistema de gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas não houve diferença entre os custos deste e os incorridos no sistema anterior.

3.2. Determinação da viabilidade (mérito ou rentabilidade) econômica da cultura do mamoeiro irrigada por diferentes sistemas de microirrigação

Os valores da taxa interna de retorno (TIR), valor presente líquido (VPL) e relação benefício-custo (B/C), a uma taxa de juros de 8,75% ao ano e preço de venda do produto de R\$0,40 kg⁻¹, nas diferentes situações estudadas, são apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 – Resultado dos indicadores econômicos taxa interna de retorno (TIR), valor presente líquido (VPL) e relação benefício-custo (B/C), obtidos na atividade da cultura do mamoeiro irrigada por diferentes sistemas de microirrigação e manejo do solo empregados na cultura na região Norte do Estado do Espírito Santo

Sistemas de Microirrigação	Manejo de Solo	TIR (%)	VPL (R\$ha ⁻¹)	B/C
G 1 linha	C _S	63	21.630,00	1,19
	C _{PS}	8,1	-309,40	1,00
G 2 linhas	C _S	67	31.190,00	1,26
	C _{PS}	78	36.171,00	1,30
Microaspersão	C _S	7,5	-680,00	0,99
	C _{PS}	72	29.243,90	1,25

O maior valor de TIR encontrado (78%) foi obtido quando se adotou o sistema de G2L associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem, sendo esse sistema e o manejo de solo capazes de proporcionar maior rentabilidade ao produtor rural.

Analisando os valores de TIR, pôde-se observar que, com a utilização do sistema G1L associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem e da microaspersão associada ao uso do camalhão apenas na sexagem, os valores eram inferiores à taxa de juros adotada, que foi de 8,75%, inviabilizando o uso desses sistemas com os respectivos manejos de solo na cultura do mamoeiro.

Apesar de o sistema de microaspersão associado ao uso do camalhão na sexagem ser amplamente utilizado na cultura do mamoeiro na região Norte do Espírito Santo, o menor valor da TIR (7,5%) ocorreu quando se utilizou essa combinação. Isso se deve à menor produção obtida com o uso desse sistema e manejo do solo, tornando inviável a cultura do mamoeiro. Assim, é aconselhável ao produtor que, ao adotar o sistema de microaspersão, ele deve associá-lo ao uso do camalhão no plantio e na sexagem.

Ressaltando-se que o indicador de valor presente líquido (VPL) consiste no transporte para a data zero de todos os recebimentos e

desembolsos esperados, descontado à taxa de juros considerada, verificou-se que, a uma taxa de juros de 8,75% ao ano, os VPLs para os sistemas de G2L associados ao uso do camalhão na sexagem e no plantio e na sexagem, microaspersão associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem e G1L associado ao uso do camalhão na sexagem, apresentaram resultados favoráveis associados à atratividade do investimento observado pela análise da TIR, nas condições estudadas.

O VPL, obtido à taxa de juros de 8,75% ao ano, varia de um mínimo R\$-309,40 no sistema por G1L associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem a um máximo de R\$36.171,00 no sistema G2L associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem. Esses valores podem ser interpretados como o valor médio que deveria receber o produtor de mamão pela exploração da lavoura pelo um período de 10 anos.

O sistema G2L associado ao uso do camalhão na sexagem e no plantio e na sexagem possibilitou os maiores valores de VPL, dentre os sistemas de microirrigação estudados neste trabalho. No entanto, o sistema por G1L utilizando o camalhão no plantio e na sexagem foi o que proporcionou menores valores de VPL.

O menor valor do indicador VPL (negativo) foi determinado quando se utilizou o sistema de G1L associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem, inviabilizando o uso desse sistema de microirrigação e manejo de solo na cultura do mamoeiro.

Ao se considerar a razão benefício-custo (B/C) na análise comparativa entre diferentes sistemas de microirrigação e manejo do solo, que preconiza que, quanto maior a relação benefício-custo, maior a viabilidade de um projeto em relação ao outro. Conforme os valores apresentados no Quadro 6, pode-se observar que, no sistema de G2L associado ao uso do camalhão na sexagem e no plantio e na sexagem, o sistema de microaspersão associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem e o de G1L associado ao uso do camalhão na sexagem apresentaram resultados favoráveis com relação ao indicador B/C, nas condições estudadas.

Pela análise, pôde-se observar que a melhor relação benefício-custo foi obtida com a implantação da cultura do mamoeiro utilizando o G2L associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem ($B/C = 1,30$). A opção menos atrativa foi obtida com a implantação da cultura do mamoeiro utilizando o sistema de G1L associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem ($B/C = 1,0$) e, também, quando se empregou a microaspersão associada ao uso do camalhão apenas na sexagem ($B/C = 0,99$).

A análise conjunta dos indicadores TIR, VPL e B/C permite verificar que, em termos gerais, a opção mais atrativa, do ponto de vista econômico foi encontrada quando se utilizou o sistema de G2L associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem.

3.3. Análise de Sensibilidade (Perfis de VPL)

3.3.1. Determinação da viabilidade (mérito ou rentabilidade) econômica da cultura do mamoeiro irrigada por diferentes sistemas de microirrigação variando a taxa de juros de mercado

Os resultados do valor presente líquido (VPL) a taxas de juros de 6,5; 8,75; 10; e 12% ao ano, nas diferentes situações estudadas, encontram-se no Quadro 7.

Observa-se, nesse quadro, que, à medida que aumenta a taxa de juros na análise, há redução nos valores do indicador VPL. A taxa de juros de 6,5% ao ano proporcionou os maiores valores de VPL, e a uma taxa de 12% foram encontrados os menores valores de VPL.

O maior valor do indicador VPL (R\$41.090,8) foi encontrado quando se utilizou o sistema de gotejamento com duas linhas associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem, a uma taxa de juros de 6,5% ao ano, enquanto o menor valor (R\$-2.222,9) foi obtido quando se empregou o sistema de microaspersão associado ao uso do camalhão na sexagem, a uma taxa de juros de 12% ao ano.

Quadro 7 – Resultado do indicador econômico valor presente líquido (VPL), a taxas de juros de 6,5; 8,75; 10; e 12% ao ano, obtidos na atividade da cultura do mamoeiro irrigada por diferentes sistemas de microirrigação e manejo do solo empregados na cultura na região Norte do Estado do Espírito Santo

Sistemas de Microirrigação	Manejo de Solo	Taxa de Juros (%)			
		6,5	8,75	10	12
G 1 linha	C _S	24.867,2	21.630,0	20.051,1	17.797,5
	C _{PS}	902,5	-309,4	-885,8	-1.688,0
G 2 linhas	C _S	35.647,0	31.190,0	29.006,1	25.880,9
	C _{PS}	41.090,8	36.171,0	33.758,5	30.302,4
Microaspersão	C _S	666,2	-680,0	-1323,50	-2.222,9
	C _{PS}	33.357,8	29.243,9	27.229,8	24.350,10

3.3.2. Determinação da viabilidade (mérito ou rentabilidade) econômica da cultura do mamoeiro irrigada por diferentes sistemas de microirrigação variando o preço de venda por quilograma do fruto

Os resultados do valor presente líquido (VPL) a uma taxa de juros de 8,75% ao ano, adotando-se o preço do mamão de R\$0,30; 0,40; e 0,50 por kg, nas diferentes situações estudadas, encontram-se no Quadro 8.

Pôde-se observar que o preço de venda do produto tem influência muito grande sobre a rentabilidade da atividade agrícola. Quando se considerou o preço médio de venda do mamão a R\$0,30 kg⁻¹ em todos os sistemas de irrigação localizada e manejo do solo estudados, a atividade com essa cultura torna-se inviável do ponto de vista econômico, pois apresenta VPLs negativos. Porém, quando o preço de venda do produto se eleva para R\$0,50 kg⁻¹, a atividade torna-se atrativa do ponto de vista econômico em todas as situações avaliadas, obtendo-se o maior valor do indicador VPL quando se utiliza o sistema de G2L associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem (R\$76.339,7). Já o menor valor é obtido quando se emprega o sistema de G1L associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem (R\$29.239,5), tornando essa associação menos atrativa do ponto de vista econômico.

Quadro 8 – Resultado do indicador econômico valor presente líquido (VPL), a uma taxa de juros de 8,75% ao ano, variando o preço de venda do quiliograma do fruto em R\$0,30; 0,40; e 0,50/kg, obtidos na atividade da cultura do mamoeiro irrigada por diferentes sistemas de microirrigação e manejo do solo empregados na cultura na região Norte do Estado do Espírito Santo

Sistemas de Microirrigação	Manejo de Solo	Preço de Venda do Produto (R\$kg ⁻¹)		
		0,30	0,40	0,50
G 1 linha	C _S	-12.977,7	21.630,00	56.908,5
	C _{PS}	-28.697,4	-309,40	29.239,5
G 2 linhas	C _S	-7272,1	31.190,00	70.034,5
	C _{PS}	-3.725,5	36.171,00	76.339,7
Microaspersão	C _S	-29.606,9	-680,00	29.381,7
	C _{PS}	-8.209,5	29.243,90	67.165,1

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Este trabalho foi realizado com os objetivos gerais de determinar e analisar os custos da irrigação da cultura do mamoeiro por três diferentes sistemas de microirrigação (gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas, gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas e microaspersão) e dois manejos de solo (camalhão somente na sexagem e camalhão no plantio e na sexagem) empregados em lavouras de mamão na região Norte do Estado do Espírito Santo.

No estudo da demanda de irrigação do mamoeiro, foi estimada que a necessidade líquida de irrigação suplementar, no ciclo de cultivo, do mamoeiro compreende 30 meses.

Na determinação dos custos de irrigação, foram considerados valores médios de preços e tarifas vigentes em julho de 2005. A determinação da viabilidade econômica da cultura do mamão irrigada foi estimada pelos indicadores valor atual líquido (VPL) a uma taxa anual de juros de 8,75%, taxa interna de retorno (TIR) e relação benefício-custo (B/C), todos com horizonte de 10 anos em todos os projetos.

A partir dos resultados, e nas condições em que foi desenvolvido este trabalho, pode-se concluir que:

- Os custos totais médios anuais com a irrigação ($\text{R}\$ha^{-1} \text{ano}^{-1}$) variam de um mínimo de $\text{R}\$1.593,50$ para a cultura do mamoeiro irrigado por gotejamento utilizando uma linha de gotejadores por fileira de plantas até um máximo de $\text{R}\$2.099,40$ para essa mesma cultura irrigada por gotejamento utilizando duas linhas de mangueiras gotejadoras por fileira de plantas.

- Quanto aos custos variáveis, o sistema de microaspersão supera os outros sistemas nos gastos com energia, e o gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas supera os demais sistemas nos gastos com manutenção e reparo.

- O maior valor do indicador taxa interna de retorno ($TIR = 78\%$) foi determinado quando se empregou o sistema de G2L associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem, o que dá suporte à perspectiva de uma alta atratividade para a cultura do mamoeiro irrigada na região.

- O menor valor de TIR ($7,5\%$) foi encontrado no sistema de microaspersão utilizando o camalhão apenas na sexagem.

- O indicador valor presente líquido (VPL), a uma taxa de $8,75\%$ ao ano, revelou os mesmos resultados favoráveis associados à atratividade do investimento, semelhantes aos apresentados pela TIR.

- O maior valor alcançado do indicador VPL ($\text{R}\$36.171,00$) foi quando se utilizou o sistema de G2L associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem. Já o menor valor ($\text{R}\$680,00$) foi encontrado quando se utilizou o sistema de microaspersão associado ao uso do camalhão no plantio e na sexagem.

- Com relação ao indicador relação benefício-custo (B/C), os valores encontrados acompanharam os resultados favoráveis determinados para TIR e VPL.

- A taxa de juros de financiamento influencia, de maneira significativa, o indicador VPL, sendo as menores taxas preferenciais.

- O preço de venda do produto tem grande influência sobre o valor do indicador VPL, ou seja, à medida que se eleva o preço de venda do produto, maiores serão os valores de VPL e, conseqüentemente, maior a rentabilidade com a atividade.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL – **Anuário Estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio/Ed. Agros, 2005. 536 p.

ALVES, F.L. A cultura do mamão *Carica papaya* no mundo, no Brasil e no Estado do Espírito Santo. In: MARTINS, D.S.; COSTA, A. de F. da. **A cultura do mamoeiro: técnicas de produção**. Vitória, ES: Incaper, 2003. p.13-32.

BANCO DO BRASIL S.A. **Taxa de juros para financiamentos agrícolas**. Disponível em: <www.bb.com.br>. Acesso em: 2 fev. 2006.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 1996. 596 p.

BONOMO, R. **Análise da irrigação na cafeicultura em áreas de cerrado de Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 206 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BRITO, R. A. L. Avaliação do desempenho de um perímetro irrigado: proposta para um modelo conceitual. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 7., 1986, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: ABID, 1986. v. 3, p. 749-776.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 266 p.

CAMARGO, I.M.T. **Noções básicas de engenharia econômica: aplicações ao setor elétrico**. Brasília: FINATEC, 1998. 160 p.

ESCELSA. **Tarifas de fornecimento de energia.** Disponível em: <www.escelsa.com.br>. Acesso em: 4 abr. 2006.

FRANCISCO, W. **Matemática financeira.** São Paulo: Atlas, 1981. 351 p.

FRIZZONE, J.A. **Planejamento da irrigação uma abordagem às decisões de investimento.** Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 1999. 110 p.

FRIZZONE, J.A.; SILVEIRA, S.F.R. **Análise de viabilidade econômica de projetos hidroagrícolas.** Brasília, DF: ABEAS, 1996. 89 p. (Curso por tutoria à distância. Curso de Gestão de Recursos Hídricos para o Desenvolvimento Sustentado de Projetos Hidroagrícolas. Módulo, 10).

KELLER, J.; BLIESNEM, R.D. **Sprinkler and trickle irrigation.** New York: van Nostrand Reinold, 1990. 652 p.

MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. Manejo de irrigação em hortaliças no campo e em ambientes protegidos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA/MANEJO DE IRRIGAÇÃO, 27., Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, MG: UFLA/SBEA, 1998. 378 p.

PAPA, E.G. **Produção e qualidade de frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) cultivado em casa de vegetação e em campo com irrigação por gotejamento ou jato pulsante.** Piracicaba, SP: UNESP, 1984. 39 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

RUNGSIMANOP, C.; SUKSRI, A.; SRINUKUL, S. Some irrigation methods which influence the growth of custard apple and papaya when intercropped in northeast Thailand. **Horticultural Abstract**, Farnham Royal, v. 58. p. 472-478, 1988.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R. **Irrigação na cultura do café.** São Paulo: ARBORE, 1997. 146 p.

THOMPSON, G. T.; SPIESS, L. B.; KRIDER, J. N. Farm resources and system selection. In: JENSEN, M. E. (Ed.). **Design and operation of farm irrigation systems.** St. Joseph: ASAE, 1983. p. 45-76. (Monograph, 3).

RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES

- a) A cultura do mamoeiro é extremamente sensível tanto ao *deficit* quanto ao excesso de água no solo, sendo o gerenciamento da água de fundamental importância para que se obtenham elevadas produções e qualidade final dos frutos.
- b) O conhecimento do comportamento da cultura do mamoeiro sob os diferentes tipos de sistemas de irrigação e manejo de solo, nos diversos tipos de solo em que a cultura se desenvolve, são de grande importância.
- c) Deve ser estudado o efeito do tipo de solo na formação do bulbo molhado sob os diferentes sistemas de microirrigação, visando a uma adequação de cada sistema aos diferentes tipos de solo.

ANEXO

ANEXO

Quadro 1 – Custo de produção do mamão Havaí irrigado por gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas e utilizando o camalhão apenas na sexagem (R\$ ha⁻¹) na região de Pinheiros, ES – Densidade de plantio de 1.920 plantas ha⁻¹

Descrição	Especificação	V.U.	Improdutiva		Produção Crescente		Produção Estável	
			Ano 1		Ano 2		Ano 3	
			Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor
A – Operações mecanizadas								
A.1. Preparo do Solo								
Gradagem pesada	HM Tp 65 cv. 4x2 + gr. ar. 14x26”	29,45	1,20	35,34				
Gradagem niveladora	HM Tp 65 cv. 4x2 + gr. niv. 28x22”	29,91	0,80	23,93				
Calagem	HM Tp 65 cv. 4x2 dist. calc. 2,3 m ³	32,15	1,00	32,15				
Subsolagem	HM Tp 65 cv. 4x2 + subsol. 3 hastes	27,42	2,30	63,07				
A.2. Formação de Mudas								
Transporte de material/terra	HM Tp 65 cv. 4x2 + carreta	28,32	0,50	14,16				
A.3. Implantação								
Sulc. da linha de plantio	HM Tp 65 cv. 4x2 + sulcador	27,84	0,50	13,92				
A.4. Tratos Culturais								
Pulverização	HM Tp 65 cv. 4x2 + pulv. pistola 2.000 L	38,4	4,00	153,6				
Pulverização	HM Tp 65 cv. 4x2 + atomizador 2.000 L	50,11	18,00	901,98	52,00	2.605,72	30,00	1.503,30
Roçagem	HM Tp 65 cv. 4x2 + roçadeira hidráulica	28,89	2,00	57,78	4,00	115,56	4,00	115,56
Camalhão	HM Tp 65 cv. 4x2 + gr. picin. 28x22”	29,91	0,80	23,92				
Aplicação de herbicida	HM Tp 65 cv. 4x2 + pulv. barras 2.000 L	38,4	1,00	38,40	2,00	76,80	2,00	76,80
Capinas	HM Tp 65 cv. 4x2 + grade Tandem	41,21	1,00	41,21				
Transp. insumos	HM Tp 65 cv. 4x2 + carreta	28,32	6,00	169,92	6,00	169,92	6,00	169,92
A.5. Irrigação								
A.6. Colheita								
Colheita/transporte	HM Tp 65 cv. 4x2 + carreta 4 t	28,32	7,00	198,24	42,00	1.189,40	50,00	1.416,00
Subtotal A				2.040,93		4.704,15		3.828,33
B – Operações manuais								
B.1. Formação de mudas								
Formação viveiro/mudas	Homem-dia	13,00	10,00	130,00				
B.2. Implantação								
Demarc./Abert. cova	Homem-dia	13,00	4,00	52,00				
Distribuição de mudas	Homem-dia	13,00	3,00	39,00				
Adubação orgânica	Homem-dia	13,00	1,30	16,90				
Adubação química	Homem-dia	13,00	0,70	9,10				
Plantio/replantio	Homem-dia	13,00	6,00	78,00				
B.3. Tratos Culturais								
Pulverizações	Homem-dia	13,00	3,00	39,00				
Capina manual	Homem-dia	13,00	36,00	468,00				
Adubação	Homem-dia	13,00	12,00	156,00	12,00	156,00	8,00	104,00
Sexagem	Homem-dia	13,00	3,00	39,00				
Desbaste de frutos	Homem-dia	13,00	10,00	130,00	15,00	195,00	10,00	130,00
Desbrota	Homem-dia	13,00	1,00	13,00				
Erradicação mosaico	Homem-dia	13,00	7,00	91,00	9,00	117,00	9,00	117,00
Controle ácaro branco	Homem-dia	13,00	9,00	117,00	9,00	117,00	12,00	156,00
Combate à formiga	Homem-dia	13,00	2,00	26,00				
B.4. Irrigação								
Irrigação	Homem-dia	13,00	4,10	53,40	8,21	106,81	8,21	106,81
B.5. Colheita								
Colheita/transporte	Homem-dia	13,00	7,00	91,00	31,00	403,00	45,00	585,00
Subtotal B				1.548,40		1.094,81		1.198,81

Continua...

Quadro 1 – Cont.

Descrição	Especificação	V.U.	Improdutiva		Produção Crescente		Produção Estável	
			Ano 1		Ano 2		Ano 3	
			Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor
C – Insumos								
C.1. Fertilizantes								
Calcário	RS t ⁻¹	66,00	1,50	99,00	0,60	39,60	0,60	39,60
Adubo orgânico	RS t ⁻¹	145,00	4,00	580,00	2,00	290,00	2,00	290,00
Superfosfato simples	RS t ⁻¹	494,00	0,46	227,24				
Fertiliz. 04-30-10	RS t ⁻¹	786,00	0,60	467,67				
Fertiliz. 10-28-20	RS t ⁻¹	910,00	0,66	600,60				
Fertiliz. 14-07-28	RS t ⁻¹	762,00	2,12	1.611,63	2,86	2.175,51	2,86	2.175,51
Fosfíto	RS litro ⁻¹	16,70	8,00	133,60				
Micronutrientes	RS kg ⁻¹	0,96	40,00	38,56	40,00	38,56	40,00	38,56
Adubo foliar 1	RS kg ⁻¹	6,25	7,20	45,00	6,00	37,50		
Adubo foliar 2	RS litro ⁻¹	6,20	16,00	99,20	16,00	99,20		
C.2. Fitossanitários								
Espalh. Adesivo	RS litro ⁻¹	6,50	3,00	19,50	4,00	26,00	2,00	13,00
Acaricida	RS litro ⁻¹	130,31	5,50	717,18	5,50	717,18	4,50	586,38
Inseticida	RS litro ⁻¹	23,80	5,00	119,00	6,00	142,80	2,00	47,60
Fungicida	RS kg ⁻¹	46,51	20,28	943,18	19,02	884,72	13,00	604,60
Formicida	RS kg ⁻¹	8,00	2,00	16,00				
C.3. Herbicidas								
Pós-emergente	RS litro ⁻¹	14,50	4,00	58,00	6,00	87,00	4,00	58,00
C.4. Mudanças e Materiais								
Sementes	RS litro ⁻¹	380,00	0,15	57,00				
Sacolas	RS mil unidades ⁻¹	4,50	6,00	27,00				
Subtotal C				5.859,36		4.538,07		3.853,25
D - Administração								
Administrador/auxiliares	RS ha ⁻¹	450,00	1,00	450,00	1,00	450,00	1,00	450,00
Agrônomo próprio/visita	RS ha ⁻¹	100,00	1,00	100,00	1,00	100,00	1,00	100,00
Contabilidade/escritório	RS ha ⁻¹	104,00	1,00	104,00	1,00	104,00	1,00	104,00
Luz/telefone	RS ha ⁻¹	220,00	1,00	220,00	1,00	220,00	1,00	220,00
Viagens	RS ha ⁻¹	127,40	1,00	127,40	1,00	127,40	1,00	127,40
Deprec. rede elétrica e equipam. de gotej. 1 linha	RS ha ⁻¹	760,00	1,00	760,00	1,00	760,00	1,00	760,00
Impostos/Taxas	% receita	2,50%	1,00	315,00		630,00		630,00
Subtotal D				2.076,40		2.391,40		2.391,40
Custo Total (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)				11.525,09		12.728,43		11.271,79
Receita (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)				12.600,00		25.200,00		25.200,00
Resultado acumulado (R\$ ha⁻¹ ano⁻¹)				1.074,91		12.471,57		13.928,21
Custo por tonelada produzida na vida útil								R\$ 282,00/Tonelada
Preço médio em 2005								R\$ 400,00/Tonelada

HM = hora-máquina

V.U. = Valor Unitário

Tp = Trator de pneus

Ano 1 = 6 meses

Cotação do dólar = 3,1262

Fonte: Adaptado do Agriflex (2005)

Quadro 2 – Custo de produção do mamão Havaí irrigado por gotejamento com uma linha de gotejadores por fileira de plantas e utilizando o camalhão no plantio e na sexagem (R\$ ha⁻¹) na região de Pinheiros, ES – Densidade de plantio de 1.920 plantas ha⁻¹

Descrição	Especificação	V.U.	Improdutiva		Produção Crescente		Produção Estável	
			Ano 1		Ano 2		Ano 3	
			Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor
A – Operações mecanizadas								
A.1. Preparo do solo								
Gradagem pesada	HM Tp 65 cv. 4x2 + gr. ar. 14x26”	29,45	1,20	35,34				
Gradagem niveladora	HM Tp 65 cv. 4x2 + gr. niv. 28x22”	29,91	0,80	23,93				
Calagem	HM Tp 65 cv. 4x2 dist. calc. 2,3 m ³	32,15	1,00	32,15				
Subsolagem	HM Tp 65 cv. 4x2 + subsol. 3 hastes	27,42	2,30	63,07				
A.2. Formação de mudas								
Transporte de material/terra	HM Tp 65 cv. 4x2 + carreta	28,32	0,50	14,16				
A.3. Implantação								
Sulc. da linha de plantio	HM Tp 65 cv. 4x2 + sulcador	27,84	0,50	13,92				
A.4. Tratos Culturais								
Pulverização	HM Tp 65 cv. 4x2 + pulv. pistola 2.000 L	38,40	4,00	153,60				
Pulverização	HM Tp 65 cv. 4x2 + atomizador 2.000 L	50,11	18,00	901,98	52,00	2.605,72	30,00	1.503,30
Roçagem	HM Tp 65 cv. 4x2 + roçadeira hidráulica	28,89	2,00	57,78	4,00	115,56	4,00	115,56
Camalhão	HM Tp 65 cv. 4x2 + gr. picin. 28x22”	29,91	1,60	47,86				
Aplicação de herbicida	HM Tp 65 cv. 4x2 + pulv. barras 2.000 L	38,40	1,00	38,40	2,00	76,80	2,00	76,80
Capinas	HM Tp 65 cv. 4x2 + grade Tandem	41,21	1,00	41,21				
Transp. insumos	HM Tp 65 cv. 4x2 + carreta	28,32	6,00	169,92	6,00	169,92	6,00	169,92
A.5. Irrigação								
Consumo	kwh	0,10	2345,10	225,20	4.690,20	450,40	4.690,20	450,40
Demanda	kw	9,37	5,14	48,10	10,28	96,35	10,28	96,35
A.6. Colheita								
Colheita/transporte	HM Tp 65 cv. 4x2 + carreta 4 t	28,32	7,00	198,24	42,00	1.189,40	50,00	1.416,00
Subtotal A				2.064,86		4.704,15		3.828,33
B – Operações manuais								
B.1. Formação de Mudas								
Formação viveiro/mudas	Homem-dia	13,00	10,00	130,00				
B.2. Implantação								
Demarc./Abert. cova	Homem-dia	13,00	4,00	52,00				
Distribuição de mudas	Homem-dia	13,00	3,00	39,00				
Adubação orgânica	Homem-dia	13,00	1,30	16,90				
Adubação química	Homem-dia	13,00	0,70	9,10				
Plantio/replantio	Homem-dia	13,00	6,00	78,00				
B.3. Tratos culturais								
Pulverizações	Homem-dia	13,00	3,00	39,00				
Capina manual	Homem-dia	13,00	36,00	468,00				
Adubação	Homem-dia	13,00	12,00	156,00	12,00	156,00	8,00	104,00
Sexagem	Homem-dia	13,00	3,00	39,00				
Desbaste de frutos	Homem-dia	13,00	10,00	130,00	15,00	195,00	10,00	130,00
Desbrota	Homem-dia	13,00	1,00	13,00				
Erradicação mosaico	Homem-dia	13,00	7,00	91,00	9,00	117,00	9,00	117,00
Controle ácaro branco	Homem-dia	13,00	9,00	117,00	9,00	117,00	12,00	156,00
Combate à formiga	Homem-dia	13,00	2,00	26,00				
B.4. Irrigação								
Irrigação	Homem-dia	13,00	4,10	53,40	8,21	106,81	8,21	106,81
B.5. Colheita								
Colheita/transporte	Homem-dia	13,00	7,00	91,00	31,00	403,00	45,00	585,00
Subtotal B				1.548,40		1.094,81		1.198,81

Continua...

Quadro 2 – Cont.

Descrição	Especificação	V.U.	Improdutiva		Produção Crescente		Produção Estável	
			Ano 1		Ano 2		Ano 3	
			Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor
C – Insumos								
C.1. Fertilizantes								
Calcário	RS t ⁻¹	66,00	1,50	99,00	0,60	39,60	0,60	39,60
Adubo orgânico	RS t ⁻¹	145,00	4,00	580,00	2,00	290,00	2,00	290,00
Superfosfato simples	RS t ⁻¹	494,00	0,46	227,24				
Fertiliz. 04-30-10	RS t ⁻¹	786,00	0,60	467,67				
Fertiliz. 10-28-20	RS t ⁻¹	910,00	0,66	600,60				
Fertiliz. 14-07-28	RS t ⁻¹	762,00	2,12	1.611,63	2,86	2.175,51	2,86	2.175,51
Fosfíto	RS litro ⁻¹	16,70	8,00	133,60				
Micronutrientes	RS kg ⁻¹	0,96	40,00	38,56	40,00	38,56	40,00	38,56
Adubo foliar 1	RS kg ⁻¹	6,25	7,20	45,00	6,00	37,50		
Adubo foliar 2	RS litro ⁻¹	6,20	16,00	99,20	16,00	99,20		
C.2. Fitossanitários								
Espalh. adesivo	RS litro ⁻¹	6,50	3,00	19,50	4,00	26,00	2,00	13,00
Acaricida	RS litro ⁻¹	130,31	5,50	717,18	5,50	717,18	4,50	586,38
Inseticida	RS litro ⁻¹	23,80	5,00	119,00	6,00	142,80	2,00	47,60
Fungicida	RS kg ⁻¹	46,51	20,28	943,18	19,02	884,72	13,00	604,60
Formicida	RS kg ⁻¹	8,00	2,00	16,00				
C.3. Herbicidas								
Pós-emergente	RS litro ⁻¹	14,50	4,00	58,00	6,00	87,00	4,00	58,00
C.4. Mudanças e Materiais								
Sementes	RS litro ⁻¹	380,00	0,15	57,00				
Sacolas	RS mil unidades ⁻¹	4,50	6,00	27,00				
Subtotal C				5.859,36		4.538,07		3.853,25
D - Administração								
Administrador/auxiliares	RS ha ⁻¹	450,00	1,00	450,00	1,00	450,00	1,00	450,00
Agrônomo próprio/visita	RS ha ⁻¹	100,00	1,00	100,00	1,00	100,00	1,00	100,00
Contabilidade/escritório	RS ha ⁻¹	104,00	1,00	104,00	1,00	104,00	1,00	104,00
Luz/telefone	RS ha ⁻¹	220,00	1,00	220,00	1,00	220,00	1,00	220,00
Viagens	RS ha ⁻¹	127,40	1,00	127,40	1,00	127,40	1,00	127,40
Deprec. rede elétrica e equipam. de gotej. 1 linha	RS ha ⁻¹	760,00	1,00	760,00	1,00	760,00	1,00	760,00
Impostos/Taxas	% receita	0,03	1,00	265,00		530,00		530,00
Subtotal D				2.026,40		2.291,40		2.291,40
Custo Total (RS ha ⁻¹ ano ⁻¹)				11.499,02		12.628,43		11.171,79
Receita (RS ha ⁻¹ ano ⁻¹)				10.600,00		21.200,00		21.200,00
Resultado acumulado (RS ha⁻¹ ano⁻¹)				-899,02		8.571,57		10.028,21
Custo por tonelada produzida na vida útil								RS 333,00/Tonelada
Preço médio em 2005								RS 400,00/Tonelada

HM = hora-máquina

V.U. = Valor Unitário

Tp = Trator de pneus

Ano 1 = 6 meses

Cotação do dólar = 3,1262

Fonte: Adaptado do Agriannual (2005)

Quadro 3 – Custo de produção do mamão Havaí irrigado por gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas e utilizando o camalhão apenas na sexagem (R\$ ha⁻¹) na região de Pinheiros, ES – Densidade de plantio de 1.920 plantas ha⁻¹

Descrição	Especificação	V.U.	Improdutiva		Produção Crescente		Produção Estável	
			Ano 1		Ano 2		Ano 3	
			Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor
A – Operações mecanizadas								
A.1. Preparo do Solo								
Gradagem pesada	HM Tp 65 cv. 4x2 + gr. ar. 14x26”	29,45	1,20	35,34				
Gradagem niveladora	HM Tp 65 cv. 4x2 + gr. niv. 28x22”	29,91	0,80	23,93				
Calagem	HM Tp 65 cv. 4x2 dist. calc. 2,3 m ³	32,15	1,00	32,15				
Subsolagem	HM Tp 65 cv. 4x2 + subsol. 3 hastes	27,42	2,30	63,07				
A.2. Formação de Mudas								
Transporte de material/terra	HM Tp 65 cv. 4x2 + carreta	28,32	0,50	14,16				
A.3. Implantação								
Sulc. da linha de plantio	HM Tp 65 cv. 4x2 + sulcador	27,84	0,50	13,92				
A.4. Tratos Culturais								
Pulverização	HM Tp 65 cv. 4x2 + pulv. pistola 2.000 L	38,40	4,00	153,60				
Pulverização	HM Tp 65 cv. 4x2 + atomizador 2.000 L	50,11	18,00	901,98	52,00	2.605,72	30,00	1.503,30
Roçagem	HM Tp 65 cv. 4x2 + roçadeira hidráulica	28,89	2,00	57,78	4,00	115,56	4,00	115,56
Camalhão	HM Tp 65 cv. 4x2 + gr. picin. 28x22”	29,91	0,80	23,93				
Aplicação de herbicida	HM Tp 65 cv. 4x2 + pulv. barras 2.000 L	38,40	1,00	38,40	2,00	76,80	2,00	76,80
Capinas	HM Tp 65 cv. 4x2 + grade Tanden	41,21	1,00	41,21				
Transp. insumos	HM Tp 65 cv. 4x2 + carreta	28,32	6,00	169,92	6,00	169,92	6,00	169,92
A.5. Irrigação								
Consumo	kwh	0,10	1925,23	184,88	3850,46	369,76	3850,46	369,76
Demanda	kw	9,37	7,20	67,49	14,40	134,88	14,40	134,88
A.6. Colheita								
Colheita/transporte	HM Tp 65 cv. 4x2 + carreta 4 t	28,32	7,00	198,24	42,00	1.189,40	50,00	1.416,00
Subtotal A				2.020,00		4.662,04		3.786,22
B – Operações manuais								
B.1. Formação de Mudas								
Formação viveiro/mudas	Homem-dia	13,00	10,00	130,00				
B.2. Implantação								
Demarc./Abert. cova	Homem-dia	13,00	4,00	52,00				
Distribuição de mudas	Homem-dia	13,00	3,00	39,00				
Adubação orgânica	Homem-dia	13,00	1,30	16,90				
Adubação química	Homem-dia	13,00	0,70	9,10				
Plantio/replante	Homem-dia	13,00	6,00	78,00				
B.3. Tratos Culturais								
Pulverizações	Homem-dia	13,00	3,00	39,00				
Capina manual	Homem-dia	13,00	36,00	468,00				
Adubação	Homem-dia	13,00	12,00	156,00	12,00	156,00	8,00	104,00
Sexagem	Homem-dia	13,00	3,00	39,00				
Desbaste de frutos	Homem-dia	13,00	10,00	130,00	15,00	195,00	10,00	130,00
Desbrota	Homem-dia	13,00	1,00	13,00				
Erradicação mosaico	Homem-dia	13,00	7,00	91,00	9,00	117,00	9,00	117,00
Controle ácaro branco	Homem-dia	13,00	9,00	117,00	9,00	117,00	12,00	156,00
Combate à formiga	Homem-dia	13,00	2,00	26,00				
B.4. Irrigação								
Irrigação	Homem-dia	13,00	4,10	53,40	8,21	106,81	8,21	106,81
B.5. Colheita								
Colheita/transporte	Homem-dia	13,00	7,00	91,00	31,00	403,00	45,00	585,00
Subtotal B				1.548,40		1.094,81		1.198,81

Continua...

Quadro 3 – Cont.

Descrição	Especificação	V.U.	Improdutiva		Produção Crescente		Produção Estável	
			Ano 1		Ano 2		Ano 3	
			Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor
C – Insumos								
C.1. Fertilizantes								
Calcário	RS t ⁻¹	66,00	1,50	99,00	0,60	39,60	0,60	39,60
Adubo orgânico	RS t ⁻¹	145,00	4,00	580,00	2,00	290,00	2,00	290,00
Superfosfato simples	RS t ⁻¹	494,00	0,46	227,24				
Fertiliz. 04-30-10	RS t ⁻¹	786,00	0,60	467,67				
Fertiliz. 10-28-20	RS t ⁻¹	910,00	0,66	600,60				
Fertiliz. 14-07-28	RS t ⁻¹	762,00	2,12	1.611,63	2,86	2.175,51	2,86	2.175,51
Fosfíto	RS litro ⁻¹	16,70	8,00	133,60				
Micronutrientes	RS kg ⁻¹	0,96	40,00	38,56	40,00	38,56	40,00	38,56
Adubo foliar 1	RS kg ⁻¹	6,25	7,20	45,00	6,00	37,50		
Adubo foliar 2	RS litro ⁻¹	6,20	16,00	99,20	16,00	99,20		
C.2. Fitossanitários								
Espalh. adesivo	RS litro ⁻¹	6,50	3,00	19,50	4,00	26,00	2,00	13,00
Acaricida	RS litro ⁻¹	130,31	5,50	717,18	5,50	717,18	4,50	586,38
Inseticida	RS litro ⁻¹	23,80	5,00	119,00	6,00	142,80	2,00	47,60
Fungicida	RS kg ⁻¹	46,51	20,28	943,18	19,02	884,72	13,00	604,60
Formicida	RS kg ⁻¹	8,00	2,00	16,00				
C.3. Herbicidas								
Pós-emergente	RS litro ⁻¹	14,50	4,00	58,00	6,00	87,00	4,00	58,00
C.4. Mudas e Materiais								
Sementes	RS litro ⁻¹	380,00	0,15	57,00				
Sacolas	RS mil unidades ⁻¹	4,50	6,00	27,00				
Subtotal C				5.859,36		4.538,07		3.853,25
D - Administração								
Administrador/auxiliares	RS ha ⁻¹	450,00	1,00	450,00	1,00	450,00	1,00	450,00
Agrônomo próprio/visita	RS ha ⁻¹	100,00	1,00	100,00	1,00	100,00	1,00	100,00
Contabilidade/escritório	RS ha ⁻¹	104,00	1,00	104,00	1,00	104,00	1,00	104,00
Luz/telefone	RS ha ⁻¹	220,00	1,00	220,00	1,00	220,00	1,00	220,00
Viagens	RS ha ⁻¹	127,40	1,00	127,40	1,00	127,40	1,00	127,40
Deprec. rede elétrica e equipam. de gotej. 1 linha	RS ha ⁻¹	1.200,00	1,00	1.200,00	1,00	1.200,00	1,00	1.200,00
Impostos/Taxas	% receita	0,03	1,00	346,00		692,00		692,00
Subtotal D				2.547,40		2.893,40		2.893,40
Custo Total (RS ha ⁻¹ ano ⁻¹)				11.975,16		13.188,32		11.731,68
Receita (RS ha ⁻¹ ano ⁻¹)				13.840,00		27.680,00		27.680,00
Resultado acumulado (RS ha⁻¹ ano⁻¹)				1.864,84		14.491,68		15.948,32
Custo por tonelada produzida na vida útil								RS 266,60/Tonelada
Preço médio em 2005								RS 400,00/Tonelada

HM = hora-máquina

V.U. = Valor Unitário

Tp = Trator de pneus

Ano 1 = 6 meses

Cotação do dólar = 3,1262

Fonte: Adaptado do AGRIANUAL (2005)

Quadro 4 – Custo de produção do mamão Havaí irrigado por gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas e utilizando o camalhão no plantio e na sexagem (R\$ ha⁻¹) na região de Pinheiros, ES – Densidade de plantio de 1.920 plantas ha⁻¹

Descrição	Especificação	V.U.	Improdutiva		Produção Crescente		Produção Estável	
			Ano 1		Ano 2		Ano 3	
			Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor
A – Operações mecanizadas								
A.1. Preparo do Solo								
Gradagem pesada	HM Tp 65 cv. 4x2 + gr. ar. 14x26”	29,45	1,20	35,34				
Gradagem niveladora	HM Tp 65 cv. 4x2 + gr. niv. 28x22”	29,91	0,80	23,93				
Calagem	HM Tp 65 cv. 4x2 dist. calc. 2,3 m ³	32,15	1,00	32,15				
Subsolagem	HM Tp 65 cv. 4x2 + subsol. 3 hastes	27,42	2,30	63,07				
A.2. Formação de Mudas								
Transporte de material/terra	HM Tp 65 cv. 4x2 + carreta	28,32	0,50	14,16				
A.3. Implantação								
Sulc. da linha de plantio	HM Tp 65 cv. 4x2 + sulcador	27,84	0,50	13,92				
A.4. Tratos Culturais								
Pulverização	HM Tp 65 cv. 4x2 + pulv. pistola 2.000 L	38,40	4,00	153,60				
Pulverização	HM Tp 65 cv. 4x2 + atomizador 2.000 L	50,11	18,00	901,98	52,00	2.605,72	30,00	1.503,30
Roçagem	HM Tp 65 cv. 4x2 + roçadeira hidráulica	28,89	2,00	57,78	4,00	115,56	4,00	115,56
Camlhão	HM Tp 65 cv. 4x2 + gr. picin. 28x22”	29,91	1,60	47,86				
Aplicação de herbicida	HM Tp 65 cv. 4x2 + pulv. barras 2.000 L	38,40	1,00	38,40	2,00	76,80	2,00	76,80
Capinas	HM Tp 65 cv. 4x2 + grade Tanden	41,21	1,00	41,21				
Transp. insumos	HM Tp 65 cv. 4x2 + carreta	28,32	6,00	169,92	6,00	169,92	6,00	169,92
A.5. Irrigação								
Consumo	kwh	0,10	1.925,23	184,88	3.850,46	369,76	3.850,46	369,76
Demanda	kw	9,37	7,20	67,49	14,40	134,88	14,40	134,88
A.6. Colheita								
Colheita/transporte	HM Tp 65 cv. 4x2 + carreta 4 t	28,32	7,00	198,24	42,00	1.189,40	50,00	1.416,00
Subtotal A				2.043,93		4.662,04		3.786,22
B – Operações manuais								
B.1. Formação de mudas								
Formação viveiro/mudas	Homem-dia	13,00	10,00	130,00				
B.2. Implantação								
Demarc./Abert. cova	Homem-dia	13,00	4,00	52,00				
Distribuição de mudas	Homem-dia	13,00	3,00	39,00				
Adubação orgânica	Homem-dia	13,00	1,30	16,90				
Adubação química	Homem-dia	13,00	0,70	9,10				
Plantio/replanteio	Homem-dia	13,00	6,00	78,00				
B.3. Tratos culturais								
Pulverizações	Homem-dia	13,00	3,00	39,00				
Capina manual	Homem-dia	13,00	36,00	468,00				
Adubação	Homem-dia	13,00	12,00	156,00	12,00	156,00	8,00	104,00
Sexagem	Homem-dia	13,00	3,00	39,00				
Desbaste de frutos	Homem-dia	13,00	10,00	130,00	15,00	195,00	10,00	130,00
Desbrota	Homem-dia	13,00	1,00	13,00				
Erradicação mosaico	Homem-dia	13,00	7,00	91,00	9,00	117,00	9,00	117,00
Controle ácaro branco	Homem-dia	13,00	9,00	117,00	9,00	117,00	12,00	156,00
Combate à formiga	Homem-dia	13,00	2,00	26,00				
B.4. Irrigação								
Irrigação	Homem-dia	13,00	4,10	53,40	8,21	106,81	8,21	106,81
B.5. Colheita								
Colheita/transporte	Homem-dia	13,00	7,00	91,00	31,00	403,00	45,00	585,00
Subtotal B				1.548,40		1.094,81		1.198,81

Continua...

Quadro 4 – Cont.

Descrição	Especificação	V.U.	Improdutiva		Produção Crescente		Produção Estável	
			Ano 1		Ano 2		Ano 3	
			Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor
C – Insumos								
C.1. Fertilizantes								
Calcário	R\$ t ⁻¹	66,00	1,50	99,00	0,60	39,60	0,60	39,60
Adubo orgânico	R\$ t ⁻¹	145,00	4,00	580,00	2,00	290,00	2,00	290,00
Superfosfato simples	R\$ t ⁻¹	494,00	0,46	227,24				
Fertiliz. 04-30-10	R\$ t ⁻¹	786,00	0,60	467,67				
Fertiliz. 10-28-20	R\$ t ⁻¹	910,00	0,66	600,60				
Fertiliz. 14-07-28	R\$ t ⁻¹	762,00	2,12	1.611,63	2,86	2.175,51	2,86	2.175,51
Fósforo	R\$ litro ⁻¹	16,70	8,00	133,60				
Micronutrientes	R\$ kg ⁻¹	0,96	40,00	38,56	40,00	38,56	40,00	38,56
Adubo foliar 1	R\$ kg ⁻¹	6,25	7,20	45,00	6,00	37,50		
Adubo foliar 2	R\$ litro ⁻¹	6,20	16,00	99,20	16,00	99,20		
C.2. Fitossanitários								
Espalh. adesivo	R\$ litro ⁻¹	6,50	3,00	19,50	4,00	26,00	2,00	13,00
Acaricida	R\$ litro ⁻¹	130,31	5,50	717,18	5,50	717,18	4,50	586,38
Inseticida	R\$ litro ⁻¹	23,80	5,00	119,00	6,00	142,80	2,00	47,60
Fungicida	R\$ kg ⁻¹	46,51	20,28	943,18	19,02	884,72	13,00	604,60
Formicida	R\$ kg ⁻¹	8,00	2,00	16,00				
C.3. Herbicidas								
Pós-emergente	R\$ litro ⁻¹	14,50	4,00	58,00	6,00	87,00	4,00	58,00
C.4. Mudanças e Materiais								
Sementes	R\$ litro ⁻¹	380,00	0,15	57,00				
Sacolas	R\$ mil unidades ⁻¹	4,50	6,00	27,00				
Subtotal C				5.859,36		4.538,07		3.853,25
D - Administração								
Administrador/auxiliares	R\$ ha ⁻¹	450,00	1,00	450,00	1,00	450,00	1,00	450,00
Agrônomo próprio/visita	R\$ ha ⁻¹	100,00	1,00	100,00	1,00	100,00	1,00	100,00
Contabilidade/escritório	R\$ ha ⁻¹	104,00	1,00	104,00	1,00	104,00	1,00	104,00
Luz/telefone	R\$ ha ⁻¹	220,00	1,00	220,00	1,00	220,00	1,00	220,00
Viagens	R\$ ha ⁻¹	127,40	1,00	127,40	1,00	127,40	1,00	127,40
Deprec. rede elétrica e equipam. de gotej. 1 linha	R\$ ha ⁻¹	1.200,00	1,00	1.200,00	1,00	1.200,00	1,00	1.200,00
Impostos/Taxas	% receita	0,03	1,00	357,50		715,00		715,00
Subtotal D				2.558,90		2.916,40		2.916,40
Custo Total (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)				12.010,59		13.211,32		11.754,68
Receita (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)				14.300,00		28.600,00		28.600,00
Resultado acumulado (R\$ ha⁻¹ ano⁻¹)				2.289,41		15.388,68		16.845,32
Custo por tonelada produzida na vida útil								R\$ 258,60/Tonelada
Preço médio em 2005								R\$ 400,00/Tonelada

HM = hora-máquina

V.U. = Valor Unitário

Tp = Trator de pneus

Ano 1 = 6 meses

Cotação do dólar = 3,1262

Fonte: Adaptado do Agriannual (2005)

Quadro 5 – Custo de produção do mamão Havaí irrigado por microaspersão e utilizando o camalhão apenas na sexagem (R\$ ha⁻¹) na região de Pinheiros, ES – Densidade de plantio de 2.424 plantas ha⁻¹

Descrição	Especificação	V.U.	Improdutiva		Produção Crescente		Produção Estável	
			Ano 1		Ano 2		Ano 3	
			Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor
A – Operações mecanizadas								
A.1. Preparo do Solo								
Gradagem pesada	HM Tp 65 cv. 4x2 + gr. ar. 14x26"	29,45	1,20	35,34				
Gradagem niveladora	HM Tp 65 cv. 4x2 + gr. niv. 28x22"	29,91	0,80	23,93				
Calagem	HM Tp 65 cv. 4x2 dist. calc. 2,3 m ³	32,15	1,00	32,15				
Subsolagem	HM Tp 65 cv. 4x2 + subsol. 3 hastes	27,42	2,30	63,07				
A.2. Formação de Mudas								
Transporte de material/terra	HM Tp 65 cv. 4x2 + carreta	28,32	0,50	14,16				
A.3. Implantação								
Sulc. da linha de plantio	HM Tp 65 cv. 4x2 + sulcador	27,84	0,50	13,92				
A.4. Tratos Culturais								
Pulverização	HM Tp 65 cv. 4x2 + pulv. pistola 2.000 L	38,40	4,00	153,60				
Pulverização	HM Tp 65 cv. 4x2 + atomizador 2.000 L	50,11	18,00	901,98	52,00	2605,72	30,00	1503,30
Roçagem	HM Tp 65 cv. 4x2 + roçadeira hidráulica	28,89	2,00	57,78	4,00	115,56	4,00	115,56
Camalhão	HM Tp 65 cv. 4x2 + gr. picin. 28x22"	29,91	0,80	23,93				
Aplicação de herbicida	HM Tp 65 cv. 4x2 + pulv. barras 2.000 L	38,40	1,00	38,40	2,00	76,80	2,00	76,80
Capinas	HM Tp 65 cv. 4x2 + grade Tanden	41,21	1,00	41,21				
Transp. Insumos	HM Tp 65 cv. 4x2 + carreta	28,32	6,00	169,92	6,00	169,92	6,00	169,92
A.5. Irrigação								
Consumo	kwh	0,10	2.322,19	223,00	4.644,40	446,00	4644,38	446,00
Demanda	kw	9,37	7,20	67,44	14,40	134,88	14,40	134,88
A.6. Colheita								
Colheita/transporte	HM Tp 65 cv. 4x2 + carreta 4 t	28,32	7,00	198,24	42,00	1.189,40	50,00	1.416,00
Subtotal A				2.058,07		4.738,28		3.862,46
B – Operações manuais								
B.1. Formação de Mudas								
Formação viveiro/mudas	Homem-dia	13,00	10,00	130,00				
B.2. Implantação								
Demarc./Abert. cova	Homem-dia	13,00	4,00	52,00				
Distribuição de mudas	Homem-dia	13,00	3,00	39,00				
Adubação orgânica	Homem-dia	13,00	1,30	16,90				
Adubação química	Homem-dia	13,00	0,70	9,10				
Plantio/replante	Homem-dia	13,00	6,00	78,00				
B.3. Tratos culturais								
Pulverizações	Homem-dia	13,00	3,00	39,00				
Capina manual	Homem-dia	13,00	36,00	468,00				
Adubação	Homem-dia	13,00	12,00	156,00	12,00	156,00	8,00	104,00
Sexagem	Homem-dia	13,00	3,00	39,00				
Desbaste de frutos	Homem-dia	13,00	10,00	130,00	15,00	195,00	10,00	130,00
Desbota	Homem-dia	13,00	1,00	13,00				
Erradicação mosaico	Homem-dia	13,00	7,00	91,00	9,00	117,00	9,00	117,00
Controle ácaro branco	Homem-dia	13,00	9,00	117,00	9,00	117,00	12,00	156,00
Combate à formiga	Homem-dia	13,00	2,00	26,00				
B.4. Irrigação								
Irrigação	Homem-dia	13,00	4,10	53,40	8,21	106,81	8,21	106,81
B.5. Colheita								
Colheita/transporte	Homem-dia	13,00	7,00	91,00	31,00	403,00	45,00	585,00
Subtotal B				1.548,40		1.094,81		1.198,81

Continua...

Quadro 5 – Cont.

Descrição	Especificação	V.U.	Improdutiva		Produção Crescente		Produção Estável	
			Ano 1		Ano 2		Ano 3	
			Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor
C – Insumos								
C.1. Fertilizantes								
Calcário	RS t ⁻¹	66,00	1,50	99,00	0,60	39,60	0,60	39,60
Adubo orgânico	RS t ⁻¹	145,00	4,00	580,00	2,00	290,00	2,00	290,00
Superfosfato simples	RS t ⁻¹	494,00	0,46	227,24				
Fertiliz. 04-30-10	RS t ⁻¹	786,00	0,60	467,67				
Fertiliz. 10-28-20	RS t ⁻¹	910,00	0,66	600,60				
Fertiliz. 14-07-28	RS t ⁻¹	762,00	2,12	1.611,63	2,86	2.175,51	2,86	2.175,51
Fosfito	RS litro ⁻¹	16,70	8,00	133,60				
Micronutrientes	RS kg ⁻¹	0,96	40,00	38,56	40,00	38,56	40,00	38,56
Adubo foliar 1	RS kg ⁻¹	6,25	7,20	45,00	6,00	37,50		
Adubo foliar 2	RS litro ⁻¹	6,20	16,00	99,20	16,00	99,20		
C.2. Fitossanitários								
Espalh. adesivo	RS litro ⁻¹	6,50	3,00	19,50	4,00	26,00	2,00	13,00
Acaricida	RS litro ⁻¹	130,31	5,50	717,18	5,50	717,18	4,50	586,38
Inseticida	RS litro ⁻¹	23,80	5,00	119,00	6,00	142,80	2,00	47,60
Fungicida	RS kg ⁻¹	46,51	20,28	943,18	19,02	884,72	13,00	604,60
Formicida	RS kg ⁻¹	8,00	2,00	16,00				
C.3. Herbicidas								
Pós-emergente	RS litro ⁻¹	14,50	4,00	58,00	6,00	87,00	4,00	58,00
C.4. Mudas e Materiais								
Sementes	RS litro ⁻¹	380,00	0,15	57,00				
Sacolas	RS mil unidades ⁻¹	4,50	6,00	27,00				
Subtotal C				5.859,36		4.538,07		3.853,25
D - Administração								
Administrador/auxiliares	RS ha ⁻¹	450,00	1,00	450,00	1,00	450,00	1,00	450,00
Agrônomo próprio/visita	RS ha ⁻¹	100,00	1,00	100,00	1,00	100,00	1,00	100,00
Contabilidade/escritório	RS ha ⁻¹	104,00	1,00	104,00	1,00	104,00	1,00	104,00
Luz/telefone	RS ha ⁻¹	220,00	1,00	220,00	1,00	220,00	1,00	220,00
Viagens	RS ha ⁻¹	127,40	1,00	127,40	1,00	127,40	1,00	127,40
Deprec. rede elétrica e equipam. de gotej. 1 linha	RS ha ⁻¹	980,00	1,00	980,00	1,00	980,00	1,00	980,00
Impostos/Taxas	% receita	0,03	1,00	269,75		539,50		539,50
Subtotal D				2.251,15		2.520,90		2.520,90
Custo Total (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)				11.716,98		12.892,06		11.435,42
Receita (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)				10.790,00		21.580,00		21.580,00
Resultado acumulado (R\$ ha⁻¹ ano⁻¹)				-926,98		8.687,94		10.144,58
Custo por tonelada produzida na vida útil								RS 334,00/Tonelada
Preço médio em 2005								RS 400,00/Tonelada

HM = hora-máquina

V.U. = Valor Unitário

Tp = Trator de pneus

Ano 1 = 6 meses

Cotação do dólar = 3,1262

Fonte: Adaptado do Agriannual (2005)

Quadro 6 – Custo de produção do mamão Havaí irrigado por gotejamento com duas linhas de gotejadores por fileira de plantas e utilizando o camalhão no plantio e na sexagem (R\$ ha⁻¹) na região de Pinheiros, ES – Densidade de plantio de 1.920 plantas ha⁻¹

Descrição	Especificação	V.U.	Improdutiva		Produção Crescente		Produção Estável	
			Ano 1		Ano 2		Ano 3	
			Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor
A – Operações mecanizadas								
A.1. Preparo do Solo								
Gradagem pesada	HM Tp 65 cv. 4x2 + gr. ar. 14x26”	29,45	1,20	35,34				
Gradagem niveladora	HM Tp 65 cv. 4x2 + gr. niv. 28x22”	29,91	0,80	23,93				
Calagem	HM Tp 65 cv. 4x2 dist. calc. 2,3 m ³	32,15	1,00	32,15				
Subsolagem	HM Tp 65 cv. 4x2 + subsol. 3 hastes	27,42	2,30	63,07				
A.2. Formação de Mudas								
Transporte de material/terra	HM Tp 65 cv. 4x2 + carreta	28,32	0,50	14,16				
A.3. Implantação								
Sulc. da linha de plantio	HM Tp 65 cv. 4x2 + sulcador	27,84	0,50	13,92				
A.4. Tratos Culturais								
Pulverização	HM Tp 65 cv. 4x2 + pulv. Pistola 2.000 L	38,40	4,00	153,60				
Pulverização	HM Tp 65 cv. 4x2 + atomizador 2.000 L	50,11	18,00	901,98	52,00	2605,72	30,00	1503,30
Roçagem	HM Tp 65 cv. 4x2 + roçadeira hidráulica	28,89	2,00	57,78	4,00	115,56	4,00	115,56
Camalhão	HM Tp 65 cv. 4x2 + gr. picin. 28x22”	29,91	1,60	47,86				
Aplicação de herbicida	HM Tp 65 cv. 4x2 + pulv. barras 2.000 L	38,40	1,00	38,40	2,00	76,80	2,00	76,80
Capinas	HM Tp 65 cv. 4x2 + grade Tandem	41,21	1,00	41,21				
Transp. Insumos	HM Tp 65 cv. 4x2 + carreta	28,32	6,00	169,92	6,00	169,92	6,00	169,92
A.5. Irrigação								
Consumo	kwh	0,10	2322,19	223,00	4644,40	446,00	4644,38	446,00
Demanda	kw	9,37	7,20	67,44	14,40	134,88	14,40	134,88
A.6. Colheita								
Colheita/transporte	HM Tp 65 cv. 4x2 + carreta 4 t	28,32	7,00	198,24	42,00	1.189,40	50,00	1.416,00
Subtotal A				2.082,00		4.738,28		3.862,46
B – Operações manuais								
B.1. Formação de Mudas								
Formação viveiro/mudas	Homem-dia	13,00	10,00	130,00				
B.2. Implantação								
Demarc./Abert. cova	Homem-dia	13,00	4,00	52,00				
Distribuição de mudas	Homem-dia	13,00	3,00	39,00				
Adubação orgânica	Homem-dia	13,00	1,30	16,90				
Adubação química	Homem-dia	13,00	0,70	9,10				
Plantio/replanteio	Homem-dia	13,00	6,00	78,00				
B.3. Tratos culturais								
Pulverizações	Homem-dia	13,00	3,00	39,00				
Capina manual	Homem-dia	13,00	36,00	468,00				
Adubação	Homem-dia	13,00	12,00	156,00	12,00	156,00	8,00	104,00
Sexagem	Homem-dia	13,00	3,00	39,00				
Desbaste de frutos	Homem-dia	13,00	10,00	130,00	15,00	195,00	10,00	130,00
Desbrota	Homem-dia	13,00	1,00	13,00				
Erradicação mosaico	Homem-dia	13,00	7,00	91,00	9,00	117,00	9,00	117,00
Controle ácaro branco	Homem-dia	13,00	9,00	117,00	9,00	117,00	12,00	156,00
Combate à formiga	Homem-dia	13,00	2,00	26,00				
B.4. Irrigação								
Irrigação	Homem-dia	13,00	4,10	53,40	8,21	106,81	8,21	106,81
B.5. Colheita								
Colheita/transporte	Homem-dia	13,00	7,00	91,00	31,00	403,00	45,00	585,00
Subtotal B				1.548,40		1.094,81		1.198,81

Continua...

Quadro 6 – Cont.

Descrição	Especificação	V.U.	Improdutiva		Produção Crescente		Produção Estável	
			Ano 1		Ano 2		Ano 3	
			Qtde.	Valor	Qtde.	Valor	Qtde.	Valor
C – Insumos								
C.1. Fertilizantes								
Calcário	RS t ⁻¹	66,00	1,50	99,00	0,60	39,60	0,60	39,60
Adubo orgânico	RS t ⁻¹	145,00	4,00	580,00	2,00	290,00	2,00	290,00
Superfosfato simples	RS t ⁻¹	494,00	0,46	227,24				
Fertiliz. 04-30-10	RS t ⁻¹	786,00	0,60	467,67				
Fertiliz. 10-28-20	RS t ⁻¹	910,00	0,66	600,60				
Fertiliz. 14-07-28	RS t ⁻¹	762,00	2,12	1.611,63	2,86	2.175,51	2,86	2.175,51
Fosfito	RS litro ⁻¹	16,70	8,00	133,60				
Micronutrientes	RS kg ⁻¹	0,96	40,00	38,56	40,00	38,56	40,00	38,56
Adubo foliar 1	RS kg ⁻¹	6,25	7,20	45,00	6,00	37,50		
Adubo foliar 2	RS litro ⁻¹	6,20	16,00	99,20	16,00	99,20		
C.2. Fitossanitários								
Espalh. adesivo	RS litro ⁻¹	6,50	3,00	19,50	4,00	26,00	2,00	13,00
Acaricida	RS litro ⁻¹	130,31	5,50	717,18	5,50	717,18	4,50	586,38
Inseticida	RS litro ⁻¹	23,80	5,00	119,00	6,00	142,80	2,00	47,60
Fungicida	RS kg ⁻¹	46,51	20,28	943,18	19,02	884,72	13,00	604,60
Formicida	RS kg ⁻¹	8,00	2,00	16,00				
C.3. Herbicidas								
Pós-emergente	RS litro ⁻¹	14,50	4,00	58,00	6,00	87,00	4,00	58,00
C.4. Mudas e Materiais								
Sementes	RS litro ⁻¹	380,00	0,15	57,00				
Sacolas	RS mil unidades ⁻¹	4,50	6,00	27,00				
Subtotal C				5.859,36		4.538,07		3.853,25
D - Administração								
Administrador/auxiliares	RS ha ⁻¹	450,00	1,00	450,00	1,00	450,00	1,00	450,00
Agrônomo próprio/visita	RS ha ⁻¹	100,00	1,00	100,00	1,00	100,00	1,00	100,00
Contabilidade/escritório	RS ha ⁻¹	104,00	1,00	104,00	1,00	104,00	1,00	104,00
Luz/telefone	RS ha ⁻¹	220,00	1,00	220,00	1,00	220,00	1,00	220,00
Viagens	RS ha ⁻¹	127,40	1,00	127,40	1,00	127,40	1,00	127,40
Deprec. rede elétrica e equipam. de gotej. 1 linha	RS ha ⁻¹	980,00	1,00	980,00	1,00	980,00	1,00	980,00
Impostos/Taxas	% receita	0,03	1,00	341,50		683,00		683,00
Subtotal D				2.322,90		2.664,40		2.664,40
Custo Total (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)				11.812,66		13.035,56		11.578,92
Receita (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)				13.660,00		27.320,00		27.320,00
Resultado acumulado (R\$ ha⁻¹ ano⁻¹)				1.847,34		14.284,44		15.741,08
Custo por tonelada produzida na vida útil								RS 266,67/Tonelada
Preço médio em 2005								RS 400,00/Tonelada

HM = hora-máquina

V.U. = Valor Unitário

Tp = Trator de pneus

Ano 1 = 6 meses

Cotação do dólar = 3,1262

Fonte: Adaptado do Agriannual (2005)