

BRUNO REBOUÇAS DE MOURA

AVALIAÇÃO DO USO DA ÁGUA EM FRUTEIRAS IRRIGADAS
NO PROJETO JAÍBA

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

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

T

M929a
2007

Moura, Bruno Rebouças de, 1981-
Avaliação do uso da água em fruteiras irrigadas no
Projeto Jaíba / Bruno Rebouças de Moura. – Viçosa,
MG, 2007
xvii, 96f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui apêndices.
Orientador: Everardo Chartuni Mantovani.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 65-67

1. Irrigação agrícola. 2. Frutas tropicais - Irrigação.
Projeto de Irrigação do Jaíba, (MG). I. Universidade
Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 631.587

BRUNO REBOUÇAS DE MOURA

AVALIAÇÃO DO USO DA ÁGUA EM FRUTEIRAS IRRIGADAS
NO PROJETO JAÍBA

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

APROVADA: 15 de agosto de 2007.

Prof. Paulo Afonso Ferreira
(Co-Orientador)

Prof. Márcio Motta Ramos

Prof. Maurício Bernardes Coelho

Prof. Elias Fernandes de Sousa

Prof. Everardo Chartuni Mantovani
(Orientador)

Aos meus pais, Plínio e Ana,
meus maiores mestres...
dedico.

AGRADECIMENTOS

À minha família, por sempre me apoiar em todas as minhas decisões, e em todos os momentos que precisei.

Ao Professor Everardo Mantovani, pelos ensinamentos, pela orientação e paciência nestes seis anos de convivência, o que me fez enriquecer como pessoa e como profissional.

Aos Professores Paulo Afonso Ferreira e Gilberto Sediyaama, meus conselheiros no mestrado, pela sua atenção e a contribuição inestimável.

Aos Professores da banca examinadora Maurício Bernardes Coelho, Márcio Motta Ramos, Elias Fernandes de Sousa e Paulo Afonso Ferreira, pelas valiosas sugestões na conclusão deste trabalho.

Aos demais professores, por terem-me enriquecido na minha formação acadêmica.

À turma da Pós-Graduação em Meteorologia Agrícola, pelo companheirismo e apoio em todas as etapas vividas durante o curso.

Aos companheiros do GESAI (Grupo de Estudos e Soluções para a Agricultura Irrigada), pela colaboração e amizade.

Aos colegas David Muñoz, Aluísio S. C. Dias e Débora Toledo, que me auxiliaram na pesquisa.

À empresa Fahma Planejamento e Engenharia Agrícola Ltda, que cedeu a fazenda para realização dos experimentos, dando todo suporte necessário, e em especial aos funcionários Claiton e Antônio Humberto.

À empresa Irriger e seus funcionários, pela valiosa colaboração.

Ao Banco do Nordeste do Brasil, onde atualmente trabalho, pela receptividade e o incentivo nesta etapa final do mestrado.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola José Mauro, José Galinari, Kelly Portugal, Marcos Magalhães, Francisco e Edna Soares, pela imensa dedicação e por estarem sempre dispostos a ajudar.

Aos meus amigos de república Virgílio Jamir, Luciano Valadares, Marcelo Brandão, Edmar Lacerda, Márcio Cabral, Sandro Batista, Fernando Junior, Agnaldo e Bruno Carneiro.

Aos demais colegas e amigos, sem os quais tudo ficaria mais difícil.

À Universidade Federal de Viçosa, por ter-me acolhido durante sete anos, na graduação e no mestrado, contribuindo imensamente para a minha formação como profissional e como pessoa.

À FAPEMIG, pelo auxílio financeiro.

BIOGRAFIA

BRUNO REBOUÇAS DE MOURA, filho de Plínio Laranjeira de Moura e Ana Lúcia Haje Rebouças de Moura, nasceu em 19 de dezembro de 1981, na cidade de Salvador, BA.

Em 2000, iniciou o Curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, graduando-se em dezembro de 2004.

Em fevereiro de 2005, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Meteorologia Agrícola da UFV, em nível de Mestrado, submetendo-se à defesa da dissertação em agosto de 2007.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Agricultura irrigada	4
2.2. Fruticultura irrigada	5
2.2.1. A cultura da goiaba.....	7
2.2.2. A cultura da atemóia.....	8
2.3. Movimento de sais no solo	10
2.4. Características dos nutrientes e sua importância para as plantas.....	11
2.4.1. O fósforo (P).....	11
2.4.2. O potássio (K).....	13
2.4.3. O cálcio (Ca).....	13
2.4.4. O magnésio (Mg).....	14
2.5. O Projeto Jaíba.....	15
2.6. Manejo da irrigação no Projeto Jaíba	18
2.7. Evapotranspiração de referência (ET _o)	19

	Página
2.8. Redução da evapotranspiração para irrigação localizada	19
2.9. A influência da umidade do solo na ET.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1. Localização da pesquisa	22
3.2. Caracterização da área experimental	23
3.3. Histórico de exploração do solo e adubações na área experimental.....	26
3.4. Delineamento experimental	27
3.5. Os tratamentos	28
3.6. Manejo da irrigação	29
3.7. Avaliação do sistema de irrigação	30
3.8. Coleta e avaliação dos frutos	32
3.9. Análise estatística dos resultados de produtividade.....	32
3.10. Análise do custo da irrigação.....	33
3.11. Amostras de solo e avaliação da concentração de nutrientes	33
3.12. Análise estatística dos resultados das análises de solo	34
3.13. Os lotes avaliados na Gleba C2	34
3.14. Avaliação do uso da água nas áreas irrigadas.....	36
3.15. Consumo de água simulado nos lotes.....	36
3.16. Consumo real de água nos lotes.....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
4.1. Produtividades dos tratamentos e custos com irrigação	38
4.2. Lixiviação de nutrientes no solo	42
4.3. Diagnóstico do uso da água na Gleba C2	58
5. CONCLUSÕES	63
6. REFERÊNCIAS	65
APÊNDICES	68
APÊNDICE A.....	69
APÊNDICE B.....	71
APÊNDICE C.....	73
APÊNDICE D.....	74
APÊNDICE E.....	95

LISTA DE QUADROS

	Página
1. Dados de área e produção das principais culturas exploradas no Projeto Jaíba no ano de 2005.....	17
2. Resultados da análise granulométrica do solo do Lote 29M	25
3. Resultados da análise físico-hídrica do solo do Lote 29M.....	25
4. Vazão e intensidade de aplicação de água (Ia) dos emissores instalados em cada tratamento e a cor dos seus respectivos bocais, nas culturas da atemóia, da goiaba e da pinha.....	28
5. Dados das culturas da atemóia, pinha e goiaba: duração das fases e os respectivos valores médios de Kc, KI e Ks.....	30
6. Valores médios de vazões (Q), coeficientes de uniformidade (CUC) e pressões de serviço (P) por tratamento e cultura	31
7. Esquema geral do experimento, com os fatores estudados e a sua descrição e quantidade.....	34
8. Caracterização dos lotes utilizados na pesquisa e suas respectivas parcelas	35
9. Evapotranspiração de referência (ETo), Evapotranspiração das culturas (ETc), Lâminas recebidas em cada tratamento (Lâmina), e Proporção, em %, entre a Lâmina recebida e a ETc (Lâmina/ETc), nos períodos de 217 e 227 dias, para atemóia e goiaba, respectivamente	39

	Página
10. Resultados das análises estatísticas com os dados de produtividade (PROD) e peso médio dos frutos (PMED) nas parcelas da Atemóia e Goiaba.....	39
11. Volume de água consumido em cada tratamento, em 217 e 227 dias, para atemóia e goiaba, respectivamente	40
12. Custo com irrigação durante o período do experimento nos tratamentos avaliados	41
13. Resumo das análises de variância das variáveis Mg, Ca, K e P, no esquema de parcelas subdivididas, em função de Tratamento x Distância x Profundidade.....	42
14. Valores médios das concentrações de fósforo (P), em mg.dm^{3-1} , para a interação tratamento x distância x profundidade	44
15. Valores médios das concentrações de potássio (K), em mg.dm^{3-1} , para a interação tratamento x distância x profundidade	45
16. Valores médios das concentrações de cálcio (Ca), em $\text{cmol}_c.\text{dm}^{3-1}$, para a interação tratamento x distância x profundidade.....	46
17. Valores médios das concentrações de magnésio (Mg), em $\text{cmol}_c.\text{dm}^{3-1}$, para a interação tratamento x distância x profundidade.....	47
18. Equações de regressão ajustadas para as variáveis P, K, Ca e Mg em função da distância (D) e da profundidade (Z), em cada tratamento (T) .	48
19. Lâminas de água totais (Irrigação + Precipitação efetiva), em mm, ocorridas no período avaliado em cada ponto amostrado, função do tratamento e distância do microaspersor	54
20. Resumo das análises de variância das variáveis P, K, Ca e Mg, no esquema de parcelas subdivididas, em função de L x P	55
21. Equações de regressão ajustadas para as variáveis P, K, Ca e MG em função da lâmina de água (L) e da profundidade (Z)	55
22. Comparação entre o volume de água (m^3) utilizado nas irrigações em cada Lote (REAL) e o volume necessário (SIMULADO) para o mesmo período	59
23. Diferenças entre as lâminas mensais de irrigação aplicadas e as simuladas, em mm, em cada lote	60

	Página
24. Excesso de água aplicado nas áreas irrigadas dos lotes avaliados, indicado pelas diferenças entre volume Real e Simulado (Excesso - Total), e as diferenças médias por área (Excesso - Média) e por mês (Excesso - Média Mensal)	61
25. Custos referentes aos excessos de água e energia consumidos nas irrigações em cada lote	62
1A. Dados utilizados no programa Irriplus para o balanço hídrico da cultura da atemóia no experimento de campo na fazenda Fahma (Lote 29M), utilizando o exemplo do T1	69
2A. Dados utilizados no programa Irriplus para o balanço hídrico da cultura da goiaba no experimento de campo na fazenda Fahma (Lote 29M), utilizando o exemplo do T1	70
1B. Resultados das análises de variância para os parâmetros produtividade (PROD) e peso médio dos frutos (PMED) do experimento com lâminas de irrigação na cultura da atemóia	71
2B. Resultados das análises de variância para os parâmetros produtividade (PROD) e peso médio dos frutos (PMED) do experimento com lâminas de irrigação na cultura da goiaba	72
1C. Resultados das análises dos dois Solos predominantes na Gleba C2 do Projeto Jaíba.....	73
2C. Resultados da análise da água utilizada nas irrigações, captada nos canais do Rio São Francisco	73
1D. Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela 29M Limão	74
2D. Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela 29M Manga	75
3D. Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela 29M Atemóia .	76
4D. Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela 29M Goiaba ...	77
5D. Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela 29M Pinha	78
6D. Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela 30M Limão Gotejo	79
7D. Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela 30M Limão Micro	80
8D. Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela 30M Manga	81

	Página
9D. Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela 414A Limão ...	82
10D. Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela 42M Manga..	83
11D. Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela 42M Limão ..	84
12D. Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela 46P Banana..	85
13D Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela 414A Atemóia	86
14D. Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela 56P Banana..	87
15D. Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela 278P Manga .	88
16D. Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela 278P Pimenta.....	89
17D. Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela 32P Pinha	90
18D. Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela 32P Limão....	91
19D. Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela 414A Manga	92
20D. Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela 42M Banana	93
21D. Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela 32P Manga...	94

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Imagem da Estação de Bombeamento (EB1) do Projeto Jaíba, localizada no Rio São Francisco, com vista do Canal Principal.....	16
2. Gleba C2 do Projeto Jaíba: Ficha Técnica, Mapa do Perímetro e Mapa da Gleba	23
3. Área plantada do Lote 29M, indicando a distribuição das glebas com as fruteiras, as linhas de irrigação e estação de bombeamento (rosa), e a localização das parcelas experimentais (retângulo preto)	24
4. Parcelas experimentais da pinha, atemóia e goiaba, com a distribuição dos tratamentos dentro das linhas (blocos).....	27
5. Intensidade de aplicação de água (Ia) em função da distância em relação ao microaspersor em cada tratamento.....	32
6. Variação na concentração de P no solo, em mg.dm^{-3} , em função da distância (DIST), em cm, e da profundidade (PROF), em cm, em cada tratamento	50
7. Variação na concentração de K no solo, em mg.dm^{-3} , em função da distância (DIST), em cm, e da profundidade (PROF), em cm, em cada tratamento	51
8. Variação na concentração de Ca no solo, em $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, em função da distância (DIST), em cm, e da profundidade (PROF), em cm, em cada tratamento	52

	Página
9. Variação na concentração de Mg no solo, em $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, em função da distância (DIST), em cm, e da profundidade (PROF), em cm, em cada tratamento	53
10. Variação na concentração de K no solo, em $\text{mg}.\text{dm}^{-3}$, em função da lâmina de água (LAM), em mm, e da profundidade (PROF), em cm	56
11. Variação na concentração de Ca no solo, em $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, em função da lâmina de água (LAM), em mm, e da profundidade (PROF), em cm	57
12. Variação na concentração de Mg no solo, em $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, em função da lâmina de água (LAM), em mm, e da profundidade (PROF), em cm ..	57
13. Lâmina de água total aplicada em cada parcela no período de 01/04 a 30/09/2006 de acordo com as simulações realizadas – à frente de cada barra estão indicados: espécie de fruteira, nº do lote e lâmina de irrigação (mm)	58
1E. Dados de Temperatura medidos na estação meteorológica automática localizada no lote 29M durante o período de 01/04 a 30/09/2006	95
2E. Dados de Umidade Relativa do ar medidos na estação meteorológica automática localizada no lote 29M durante o período de 01/04 a 30/09/2006	95
3E. Dados de Velocidade do Vento medidos na estação meteorológica automática localizada no lote 29M durante o período de 01/04 a 30/09/2006	96
4E. Dados de Radiação Solar medidos na estação meteorológica automática localizada no lote 29M durante o período de 01/04 a 30/09/2006	96

RESUMO

MOURA, Bruno Rebouças, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2007.
Avaliação do uso da água em fruteiras irrigadas no Projeto Jaíba.
Orientador: Everardo Chartuni Mantovani. Co-Orientadores: Paulo Afonso Ferreira e Gilberto Chohaku Sedyama.

A pesquisa foi realizada no Projeto Jaíba, situado nos municípios de Jaíba e Matias Cardoso, no norte de Minas Gerais. Objetivando avaliar a eficiência no uso da água pelos produtores irrigantes, e os impactos econômicos e ambientais do excesso de água na irrigação de fruteiras, foram realizados experimentos com as culturas da goiaba, pinha e atemóia, e um estudo de caso sobre o consumo de água em lotes empresariais da Gleba C2 do Projeto Jaíba. No experimento com as culturas da goiaba e da atemóia foram avaliados dados de produtividade, peso médio dos frutos, e custo de produção em função de lâminas de irrigação aplicadas em diferentes proporções em relação à ETc durante o ciclo produtivo. Observou-se que o efeito da quantidade de água aplicada não foi significativo para os parâmetros de produção, ou seja, não houve diferença de produtividade e peso dos frutos entre os tratamentos, embora tenha havido grande diferença nos custos relativos à irrigação. Avaliou-se também o efeito da lâmina de irrigação na lixiviação de nutrientes no solo, na parcela experimental da pinheira. Os elementos estudados foram P, K, Ca e Mg. Os resultados mostraram uma tendência geral de maior deslocamento de sais das camadas superficiais para as mais profundas onde houve maior aplicação de água,

variando de acordo com o elemento. No estudo sobre o uso da água nos lotes empresariais do projeto Jaíba comparou-se o volume de água consumido no período de abril a setembro de 2006 com o consumo de água estimado através de simulação do balanço hídrico com o uso do programa Irriplus. Foram selecionados 10 lotes onde foram coletados dados de solo, água, culturas, equipamentos de irrigação entre outras informações necessárias para as simulações. Os dados meteorológicos foram obtidos na estação automática localizada em um dos lotes. Todos os lotes apresentaram excesso de água nas irrigações em determinados períodos e déficit em outros. A média geral foi de $139 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mês}^{-1}$ de água em excesso utilizada nas irrigações.

ABSTRACT

MOURA, Bruno Rebouças, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, August of 2007. **Evaluation of the use of water in fruit trees irrigated in the Project Jaíba.** Adviser: Everardo Chartuni Mantovani. Co-Advisers: Paulo Afonso Ferreira and Gilberto Chohaku Sedyama.

The research was made in the Project Jaíba, located in the municipal districts of Jaíba and Matias Cardoso, in the north of Minas Gerais, Brazil. Aiming at to evaluate the efficiency in the use of the water for the farmers, and the economical and environmental impacts of the excess of water in the irrigation of fruit trees, experiments were accomplished with the cultures of the guava (*Psidium guajava* L.), sugar apple (*Annona squamosa* L.) and atemoya (*Annona atemoya* Mabb), and a diagnosis of the consumption of water in managerial lots of the Gleba C2 of the Project Jaíba. In the experiment with the cultures of the guava and of the atemoya were evaluated productivity, medium weight of the fruits, and production cost data in function of irrigation depths applied in different proportions in relation to the crop evapotranspiration during the productive cycle. It was observed that the effect of the applied water depth was not significant for the production parameters, in other words, there were not productivity and weight of the fruits difference among the treatments, although it has had great difference in the costs to the irrigation. It was also evaluated the effect of the irrigation depth in the nutrients leaching in the soil, in the experimental portion of the sugar apple trees. The studied elements were P, K, Ca

and Mg. The results showed a general tendency of larger displacement of salts of the superficial layers for the deepest where there was larger application of water, varying in agreement with the element. In the study on the use of the water in the lots of the Gleba C2 of the project Jaíba the volume of water consumed in the period of April to September of 2006 was compared with the consumption of water dear through simulation of the water balance with the use of the program Irriplus. Ten lots were selected in which soil, water, cultures and irrigation equipments data among other necessary information for the simulations were collected. The meteorological data were obtained in the located automatic station in one of the lots. All the lots presented excess of water in the irrigations in certain periods and deficit in other. The general average was $139 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{month}^{-1}$ of water in excess used in the irrigations.

1. INTRODUÇÃO

Diante da preocupação cada vez maior com a escassez de água doce no planeta, é inconcebível admitir que o seu uso na agricultura irrigada ainda seja feito de maneira empírica, principalmente sabendo que esta atividade é a principal consumidora de água.

A irrigação, em si, não é a principal causa do problema. A produção vegetal demanda uma quantidade muito grande de água, seja ela de chuva ou irrigação. Por exemplo, para produzir 1 kg de batata ou 1 kg de banana são necessários aproximadamente 5.000 litros de água.

A agricultura irrigada, em geral, apresenta ganhos consideráveis de produtividade em relação à de sequeiro, o que é um fato importante, porque na medida em que a população mundial tem aumentado, é igualmente crescente a demanda por alimento. Estimativas mundiais indicam que a agricultura irrigada ocupa 17% da área plantada e é responsável por 40% do total produzido (MANTOVANI et al., 2006).

Por outro lado, a eficiência no uso da água na irrigação ainda é baixa, mesmo com os recursos tecnológicos atualmente disponíveis, como sistemas mais econômicos e equipamentos mais modernos, além das constantes pesquisas na área.

A lei 9433, de 1997, que rege a política nacional de recursos hídricos, define que a água é um bem de domínio público, um recurso natural limitado e dotado de valor econômico, sendo o seu uso prioritário, em condições de escassez, para o consumo humano e dessedentação de animais.

Neste sentido, discute-se a cobrança pelo uso da água, que já é uma realidade em algumas bacias, estando incluso aí a água para irrigação, como forma de incentivar práticas de uso eficiente. Acredita-se que enquanto a água for explorada gratuitamente no meio rural, o seu uso jamais será feito de forma racional, embora o custo energético para o bombeamento também exerça um importante papel neste contexto.

Pode não ser essa apenas uma questão de conscientização, pois muitas soluções teóricas não são facilmente aplicadas na prática. É preciso criar políticas e tecnologias acessíveis. Deve-se lembrar que o produtor irrigante é o maior beneficiado do manejo eficiente da água.

Existem vários métodos de manejo da irrigação disponíveis, que podem ser baseados em avaliação do teor de água no solo, de forma direta ou indireta (tensão, corrente elétrica), por meio de evaporímetros, equações que descrevem a evapotranspiração da cultura, entre outros.

Segundo Mantovani et al. (2006), o gerenciamento correto da irrigação está associado à utilização de técnicas adequadas de operação e manutenção do sistema de irrigação, acompanhamento da eficiência de uso da água, avaliação periódica, definição diária das necessidades da lavoura, e monitoramento.

Sistemas mal dimensionados, desuniformidade na aplicação e o não conhecimento da demanda de água das lavouras, além das características da água e do solo, são possíveis causas de insucessos na agricultura irrigada, seja a curto ou longo prazo. Além do risco de salinização, podem levar a uma situação de déficit ou excesso de água para a cultura. A primeira situação pode ocasionar redução de produtividade e, ou, qualidade do produto. Já a aplicação de água em excesso, além do desperdício de água e energia, reduz a aeração do sistema radicular das plantas, afeta a estrutura do solo, aumenta o transporte de nutrientes para as camadas mais profundas do solo (podendo inclusive atingir os mananciais de água), entre outros efeitos negativos.

Doorenbos e Kassam (2000) desenvolveram um método para análise da relação entre o rendimento das culturas e a água disponível, expressa através da razão entre a evapotranspiração real e a máxima, mediante um fator de resposta da cultura que permite a integração de grande número de processos complexos. Porém, este fator é variável em função da localidade em que a cultura desenvolve. Além disso, a aplicação do método exige uma série de dados nem sempre disponíveis,

relativos ao rendimento e ao uso da água. Portanto, a realização de pesquisa local aplicada se faz necessário.

Conhecer essa relação é fundamental para se estabelecer um programa adequado de manejo. Porém, é importante observar que nem sempre a máxima produção corresponde ao máximo lucro.

Fazer uso eficiente da água é conhecer o seu custo e benefício, bem como os seus impactos ambientais. Como toda tecnologia, o emprego da irrigação tem que ser economicamente e tecnicamente viável, e ecologicamente correto.

A pesquisa teve como principais objetivos: avaliar o efeito do excesso de água sobre a produtividade, peso médio dos frutos, e custo de produção nas culturas da goiaba (*Psidium guajava* L.) e atemóia (*Annona atemoya* Mabb), irrigadas por microaspersão; avaliar a lixiviação dos elementos P, K, Ca e Mg no perfil do solo, cultivado com pinha irrigada por microaspersão, em função das lâminas de água aplicadas; e comparar o consumo de água nas áreas irrigadas em lotes empresariais do Projeto Jaíba com o consumo simulado através do programa Irriplus.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Agricultura irrigada

O consumo de água na agricultura irrigada é um importante aspecto a se considerar. Apesar do aumento na demanda por água em outros setores, a irrigação continua a ser o seu principal meio de consumo em uma escala global. Há, portanto, uma pressão crescente para que a água seja usada mais eficientemente na agricultura irrigada. Por outro lado, a irrigação é considerada como uma das principais maneiras de aumentar a produção de alimento e a renda no meio rural. É, conseqüentemente, imperativo melhorar a gerência dos recursos hídricos a fim de conseguir maior produtividade e renda com o menor consumo de água (FAO, 2006).

A irrigação é uma técnica milenar que, nos últimos anos, desenvolveu-se de forma acentuada, possibilitando a sua utilização nas mais diversas condições de solo, cultura e clima. Existe uma ampla disponibilidade de equipamentos para atender aos mais distintos sistemas de produção. Estes avanços, porém, não foram acompanhados por igual avanço na utilização de técnicas de manejo da irrigação (MANTOVANI et al., 2003).

A necessidade do uso mais eficiente da água para irrigação está relacionada com a crescente competição pelos recursos hídricos e à exigência para que esta prática seja menos ambientalmente agressiva (CLOTHIER e GREEN, 1994). São necessárias medidas para aumentar a eficiência física e econômica no manejo da água em sistemas de irrigação. Melhorias na eficiência física está relacionada ao

melhor aproveitamento da fração de água aplicada, enquanto o aumento da eficiência econômica é um conceito mais amplo, uma vez que busca o maior retorno econômico no uso da água por medidas físicas e administrativas (CAI et al., 2003).

Para aplicação no planejamento, projeto e operação de sistemas de irrigação é necessário analisar o efeito do suprimento de água sobre os rendimentos da cultura. A produção das culturas e o uso ótimo de água são determinados pelo ambiente como um todo e, por consequência, são específicos da localidade (DOORENBOS e KASSAM, 2000).

Para se determinar a máxima eficiência econômica da irrigação é necessário conhecer a curva de resposta da cultura, em termos de desenvolvimento e produtividade, em função da quantidade de água fornecida, mantendo-se constantes os outros fatores de produção.

Alvarez et al. (2004) aplicaram o modelo MOPECO, ferramenta para identificar a ótima produção e lucro em função da irrigação e estratégias de administração, em uma área irrigada na região semi-árida da Espanha. Os resultados mostraram que, na maioria das vezes, as lâminas de irrigação que corresponderam ao máximo retorno econômico foram menores que aquelas necessárias para obter o máximo em produção.

Sem dúvida, o crescimento sustentável da irrigação necessita de um programa muito bem elaborado de pesquisa e desenvolvimento para o seu estabelecimento e consolidação. Assim, o futuro da irrigação envolve produtividade e rentabilidade com eficiência no uso da água, da energia e de insumos, com respeito ao meio ambiente. De forma geral, a busca desses objetivos tem sido importante, mas limitada, pois tem sido focada no ponto de vista da engenharia, negligenciando o manejo. Mesmo considerando a melhoria dos sistemas de irrigação, com a maior eficiência de distribuição da água nas mais diversas situações, a falta de um programa de manejo pode levar tudo a perder, seja pela aplicação de água em excesso, seja pela falta, antes ou depois do momento adequado para cada fase da cultura e situações vigentes (BERNARDO et al., 2006).

2.2. Fruticultura irrigada

Têm-se verificado recentemente uma mudança no hábito alimentar da população mundial, marcada pelo crescimento do consumo de frutas e hortaliças,

alimentos considerados indispensáveis para uma melhor qualidade de vida (FREITAS, 2003).

Nesse contexto, a fruticultura brasileira ocupa importante posição; além de ser o maior produtor mundial de frutas cítricas, o Brasil ocupa posição destacada como produtor de frutas tropicais, como banana, manga, mamão, abacaxi, caju, goiaba e maracujá e, nos últimos anos, vem apresentando grande crescimento na produção de uva, maçã e pêssego. Além disso, o processamento de frutas tem aumentado sua participação no complexo agroindustrial, pela elevação do consumo interno e das exportações, o que reflete na sua importância social, por gerar um grande número de empregos e proporcionar rentabilidade aos pequenos e médios agricultores (SIMÃO, 2004).

O uso da irrigação em fruteiras ocorre nas mais distintas condições de produção. As fruteiras em geral se destacam como excelentes opções para as áreas irrigadas, especialmente em regiões com temperatura e níveis de radiação fotossinteticamente ativa elevados durante todo o ano.

O Brasil, por sua grande diversidade edafoclimática, apresenta condições ideais para a agricultura e, em particular, para a fruticultura, com potencial para atender aos mercados interno e externo. Existem no Brasil cerca de 2,5 milhões de hectares ocupados com o cultivo de fruteiras, com uma produção acima de 30 milhões de toneladas por ano. Nos últimos anos, tem havido considerável expansão da fruticultura tropical irrigada, em pólos regionais como Juazeiro, Petrolina, Janaúba e Jaíba. Estima-se que 91% da área ocupada pela fruticultura no vale do rio São Francisco seja irrigada (MANTOVANI e SOARES, 2003).

O Norte de Minas Gerais apresenta um grande potencial para a produção de frutas devido a algumas condições climáticas favoráveis. Porém, as precipitações são irregulares, implicando na necessidade de irrigação das culturas como forma de permitir uma agricultura competitiva, com produtividades elevadas e rentabilidade adequada (QUARESMA FILHO, 2000).

Várias espécies de fruteiras são cultivadas no perímetro irrigado do Jaíba, entre elas a atemoieira e a goiabeira. A atemoieira é uma Anonácea de elevado valor econômico, ainda pouco conhecida na maior parte do país. Nos grandes centros chega a custar R\$ 15,00 por kg, ou R\$ 5,00 por unidade. Apesar do mercado favorável, a área plantada no perímetro irrigado ainda é pequena, e são poucos os resultados de pesquisas com a cultura nas condições edafoclimáticas locais.

A goiaba vem tendo uma crescente expansão na sua área cultivada no Projeto Jaíba, motivada pela instalação de indústrias de processamento da fruta (doces, sucos).

2.2.1. A Cultura da Goiaba

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma espécie pertencente à família *Myrtaceae*. Com a utilização de podas e irrigações, além de apresentar níveis de produtividade elevados (40 a 50 t.ha⁻¹ano⁻¹), produz durante todo o ano. A colheita contínua de frutas contribui para conquista de grandes mercados, tanto interna quanto externamente, além de propiciar, durante todo o ano, renda aos produtores. Para a exportação, assim como para o mercado interno, cada vez mais exigente, é necessário um padrão de qualidade de fruto bastante elevado, só alcançado em culturas bem conduzidas e formadas com variedades selecionadas, de acordo com o mercado que se deseja atingir (Gonzaga Neto, 1990, citado por SIMÃO, 2004).

Segundo Medina (1991), em relação à precipitação, a goiabeira mostra ser relativamente resistente às secas, e cita exemplos de cultivos de sequeiro em que são obtidas uma ou duas safras anuais em decorrência da distribuição das chuvas. Nesse caso, as colheitas concentram-se nos períodos de maior disponibilidade hídrica. Em regiões onde a precipitação total anual varia entre 800 e 1.000 mm e as chuvas são bem distribuídas, não há necessidade de irrigações complementares para obter safras compensadoras.

Para a produção de goiabas a longo de todo o ano, a irrigação torna-se uma prática indispensável, mesmo em regiões onde a precipitação anual ultrapassa 1.000 mm. Nesse caso, as plantas são podadas de tempos em tempos para forçar o surgimento de novas brotações que, dependendo do manejo da cultura, propiciam produções ao longo de todo o ano. Uma vez podada, a goiabeira necessita de um fornecimento adequado de água e nutrientes e condições satisfatórias de temperatura para obtenção de altas produtividades e frutas de qualidade. Além disso, um adequado controle fitossanitário e das ervas daninhas torna-se indispensável (SIMÃO, 2004).

Segundo Gonzaga Neto (2001), esta cultura pode ser irrigada por sistemas de gotejamento, microaspersão, aspersão e por sulcos. Os sistemas de irrigação por gotejamento e por sulcos são indicados para solos argilosos e argilo-arenosos,

enquanto os sistemas por aspersão e por microaspersão são mais adequados para solos arenosos e areno-argilosos.

Lima et al. (2002), em estudo sobre a caracterização de frutos de goiabeira e seleção de frutos na região do submédio São Francisco, observaram, entre outras, as seguintes características médias para a variedade Paluma: massa de 104,8 g, diâmetro longitudinal de 6,29 cm, diâmetro transversal de 5,57 cm, sólidos solúveis totais de 10,4°BRIX e 89,78 mg de ácido ascórbico (vitamina C) por porção de 100 ml.

2.2.2. A Cultura da Atemóia

A atemóia (*Annona atemoya* Mabb) é uma planta da família das Anonáceas, a mesma da graviola e a pinha ou fruta-do-conde. É um híbrido da pinha com a cherimóia, outra planta pertencente à família, considerada por muitos como a melhor fruta do mundo.

A maioria das espécies de anonáceas constituem árvores de pequeno porte, com altura variando de 5 a 7,5 m, com troncos marrom-acinzentados, eretos ou fasciculados. Com raras exceções, as anonáceas são caducifólias, inclusive as espécies tropicais, especialmente quando cultivadas em áreas com uma estação seca prolongada e sem irrigação (PINTO et al., 2002).

O primeiro cruzamento artificial da atemoieira ocorreu na Flórida (Estados Unidos), no ano de 1908. No Brasil, há relatos de que em 1950 o Instituto agrônômico de Campinas (IAC) tenha realizado a introdução da atemoieira, no estado de São Paulo, visando avaliar o seu comportamento, tendo, inclusive, efetuado o plantio em São Bento do Sapucaí.

Considera-se que a Austrália é a terra mãe da atemóia, seguida pela Flórida e, depois, Israel. No sul dos Estados Unidos, as culturas de atemóia se localizam na Flórida, e as de cherimóia, na Califórnia.

No Brasil, a atemóia tem importância econômica nos estados da Bahia, São Paulo, Paraná e Minas Gerais (MANICA et al., 2003).

Com a polinização artificial e a irrigação em culturas intensivas e semi-intensivas bem administradas e bem sucedidas, a produção da atemóia será um pouco menor do que nas outras culturas frutíferas, entre 14 a 18 ton.ha⁻¹ no quinto ano ou no sexto ano da implantação, o que é considerado normal com 80% de frutos de

qualidade, isso se houver flores que puderem ser fecundadas artificialmente em cultura intensiva com produção superior.

O fruto de qualidade da atemóia deve ser simétrico, de polpa branca, cremosa, no meio da qual estão as sementes pretas. Dependendo da variedade e do estado de maturação, o teor de açúcar varia de 18 até 25°BRIX, e em certas variedades até 29°BRIX, para frutos cultivados no Brasil (BONAVENTURE, 1999).

Os frutos com mais de 300 g, que alcançam bom preço, podem ser embalados em caixa de papelão resistente. Apesar dos altos preços alcançados pelas anonáceas nos principais mercados do País, a embalagem representa em média 8 a 10% do valor bruto da mercadoria.

A atemoieira, apesar de adaptar-se muito bem às diversas condições climáticas, apresenta um melhor desenvolvimento e produção de frutos em qualidade e quantidade nas áreas livres de geadas, onde ocorre um inverno seco e precipitação mais uniforme e bem distribuída ao longo do período de vegetação que, em grande parte do Brasil, aparecem no período de setembro a março. As plantas desenvolvem-se melhor e frutificam mais quando a temperatura máxima varia de 22 a 28°C, e a média da mínima está entre 10 e 20°C; tem sido indicada como temperatura ótima para a maturação dos frutos uma média de temperatura máxima entre 20 e 26°C (Kavati, 1992, citado por MANICA et al., 2003).

Segundo Bonaventure (1999), a atemoieira é uma planta sensível em relação à água. Qualquer deficiência de água e umidade atmosférica durante o período de floração e frutificação afeta drasticamente a produção. Por outro lado, a falta ou o excesso de água podem ser uma das causas da rachadura do fruto. É importante que durante o ciclo vegetativo a planta tenha regularmente a quantidade de água necessária, mas não em excesso.

George et al. (2002), estudando as alterações diurnas na taxa de assimilação de carbono (A), condutância estomática (g_s) e potencial de água na folha (Ψ_L) em plantas de atemóia, cultivar African Pride, na Austrália, verificaram que a maior parte das variações em A e g_s podem ser atribuídas às mudanças na umidade relativa do ar (UR). O potencial de água na folha (Ψ_L) foi fortemente influenciado pela temperatura do ar (T). A grande sensibilidade dos estômatos da atemóia à baixa umidade relativa pode ser uma das razões da deficiência em tamanho e teor nutricional dos frutos sob condições subtropicais, devido às limitações na formação de carboidratos.

2.3. Movimento de sais no solo

Os sais estão presentes no solo em sua fase líquida (solução do solo), adsorvidos às partículas minerais e orgânicas, ou na forma de precipitados. Essa quantidade e, ou, proporção varia em tempo, localização, espaço e, principalmente, com o teor de água do solo (MANTOVANI et al, 2006).

Os íons e partículas livres na solução do solo estão sujeitas ao processo de lixiviação, que corresponde ao movimento descendente da água livre em um perfil. As propriedades do solo influenciam diretamente a perda de nutrientes devido a esse processo. De modo geral, solos arenosos possibilitam maiores perdas de nutrientes do que os argilosos, pela sua menor capacidade de retenção de água e adsorção dos cátions. Também, os solos mais intemperizados são mais susceptíveis ao processo de lixiviação do que os mais jovens, pois com o tempo as argilas perdem uma das camadas de Silício e conseqüentemente a CTC é reduzida.

Em solos com elevada macroporosidade e baixa capacidade de troca catiônica, como os arenosos, o efeito do escoamento de água sobre a redução na concentração de sais na superfície do solo é ainda maior. Os solos do Projeto Jaíba possuem essas características físicas.

Figueiredo (2006), estudando a movimentação de cálcio em dois latossolos, observou que a magnitude da mobilidade do Ca depende da composição textural do solo, sendo maior no Latossolo Amarelo (textura média) comparativamente ao Latossolo Vermelho (muito argiloso).

Em regiões onde é elevada a percolação da água, a ocorrência de lixiviação é igualmente elevada. Segundo Blanco e Folegatti (1999), a lixiviação pode ser proporcionada pela precipitação pluvial ou pela aplicação de uma lâmina de água de irrigação superior àquela capaz de ser retida no perfil, fazendo com que uma fração da água aplicada percole abaixo da zona radicular, lixiviando parte dos sais acumulados.

O uso da irrigação pode ocasionar diversos efeitos negativos sobre as características químicas dos solos, principalmente devido ao manejo inadequado.

Em áreas com problemas de salinidade, é necessário aplicar um excesso de água na irrigação, previamente calculado, para promover a diluição e lixiviação dos sais da superfície do solo. Em alguns casos, a irrigação deve estar acompanhada de

um sistema de drenagem artificial, para evitar a elevação do lençol freático trazendo os sais profundos à superfície do solo (MANTOVANI et al., 2006).

Nas áreas onde não há esse risco de salinização, devido às características do solo e da água, a irrigação deve suprir apenas as necessidades da planta. Nestes casos, a lixiviação de sais devido ao excesso de água aplicada torna-se indesejável.

Uma das conseqüências da lixiviação de sais é a eutrofização dos mananciais de água. Os nutrientes são transportados pela água até atingirem os lençóis subterrâneos, rios e lagos, provocando a proliferação descontrolada do fitoplâncton e zooplâncton nesses ambientes aquáticos.

A percolação de elementos químicos através do perfil do solo e o transporte via escoamento superficial são os principais processos de transferências de elementos para o meio aquático. Os elementos chaves para o desenvolvimento dos organismos aquáticos são o nitrogênio e o fósforo. A percolação de nitrato é um dos principais caminhos de transferência para águas subsuperficiais, sendo o fósforo transferido por escoamento superficial (BERWANGER, 2006).

Além disso, elementos químicos essenciais ao desenvolvimento das plantas são transportados para camadas abaixo da rizosfera, impossibilitando o seu aproveitamento pelas plantas. A lixiviação de sais é função do escoamento de água no perfil do solo, assim, na zona radicular, a quantidade de sais é influenciada pela quantidade de água que entra e sai.

Na irrigação por microaspersão a distribuição de água é desuniforme ao longo do raio molhado. Na maioria dos casos, a lâmina aplicada é concentrada nas regiões mais próximas ao emissor, onde o arraste de nutrientes é potencialmente maior. Quando o emissor está localizado sob a copa das plantas, este processo de arraste ocorre justamente onde é maior a concentração de radículas, responsáveis pela absorção de nutrientes para as plantas.

2.4. Características dos nutrientes e sua importância para as plantas

2.4.1. O Fósforo (P)

Segundo Malavolta (1996), o P é um dos 16 nutrientes essenciais às plantas para o seu crescimento e produção. Ele é considerado um dos três macronutrientes, juntamente com o nitrogênio (N) e o potássio (K). Eles são considerados

macronutrientes devido à quantidade relativamente alta com que são utilizados pelas plantas e à frequência com que suas deficiências limitam o crescimento delas.

O P é um componente vital no processo de conversão da energia solar em alimento, fibra e óleo pelas plantas. O P desempenha função chave na fotossíntese, no metabolismo de açúcares, no armazenamento e transferência de energia, na divisão celular, no alargamento das células e na transferência de informação genética.

O P promove a formação inicial e desenvolvimento da raiz, o crescimento da planta; afeta a qualidade das frutas, dos vegetais e dos grãos, e é vital para a formação da semente. O uso adequado de P aumenta a eficiência da utilização de água pela planta, bem como a absorção e a utilização de todos os outros nutrientes presentes no solo. Contribui para aumentar a resistência da planta a algumas doenças, e ajuda a cultura a suportar baixas temperaturas e a falta de umidade.

As plantas absorvem o P do solo, especificamente da solução do solo. Somente pequenas quantidades de P estão presentes na solução do solo, porém, o suprimento deve ser continuamente reabastecido pela liberação de P dos minerais e da matéria orgânica. O pH do solo, ou a acidez, tem grande influência na disponibilidade de P para as plantas e determina as formas que elas podem utilizá-lo. Todo o P é absorvido pelas raízes como íon ortofosfato, $H_2PO_4^-$.

Quando uma fonte solúvel de fósforo é adicionada ao solo, na forma de solução, particularmente para solos de regiões tropicais, mais de 90 % do aplicado é adsorvido ou precipitado na primeira hora de contato com o solo. Sendo que, com o passar do tempo, a continuidade da reação leva à fixação do fósforo, ou seja, à passagem da forma lábil para não-lábil. Considera-se o fósforo fixado “indisponível” para as plantas (MENDONÇA e MENDONÇA, 2003).

O conhecimento da dinâmica do P, sua distribuição e seu aproveitamento encerram uma complexidade de fatores inerentes a cada local de amostragem, o que leva a dificuldade de sua avaliação (LEÃO et al., 2007).

Os fatores que afetam a disponibilidade de P para as plantas incluem: tipo e quantidade de minerais de argila, níveis de P no solo, aeração, compactação, teor de água, temperatura, pH, disponibilidade de outros nutrientes essenciais às plantas e o tipo de cultura (MALAVOLTA, 1996).

2.4.2. O Potássio (K)

As plantas exigem mais K do que qualquer outro nutriente, exceto o nitrogênio (N). As culturas de importância econômica contêm aproximadamente as mesmas quantidades de N e K, mas o conteúdo de K de algumas altamente produtivas pode ser maior que o de N.

Ao contrário de outros nutrientes o K não forma compostos nas plantas, ele permanece livre para “regular” muitos processos essenciais, incluindo ativação enzimática, fotossíntese, uso eficiente da água, formação de amido e síntese de proteína.

O K é normalmente um elemento abundante na maioria dos solos. Porém, somente uma pequena quantidade está disponível para as plantas em todo o período de desenvolvimento, provavelmente menos que 2%. O K no solo existe em três formas: K indisponível – é encontrado nos minerais do solo. Ele é liberado muito vagorosamente para estar disponível para a cultura em desenvolvimento no ano; K pouco disponível – é fixado ou aprisionado entre as camadas de certas argilas do solo. Solos altamente intemperizados (regiões tropicais) não contêm muito dessa argila; K disponível – é encontrado na solução do solo e retido na forma trocável pela matéria orgânica e pelas argilas.

O K movimenta-se no solo, principalmente, por difusão, que é um processo vagaroso. As raízes das culturas geralmente contactam menos que 3% do solo no qual elas crescem. Isso significa que os solos devem ser bem supridos com K para garantir a disponibilidade adequada para cada estágio de desenvolvimento, até a colheita (MALAVOLTA, 1996).

Rosolem et al. (2006) avaliaram a lixiviação de K no solo em consequência da aplicação de chuva simulada e adubação, e concluíram que a lixiviação de K, em profundidade no solo, é proporcional à chuva aplicada.

2.4.3. O Cálcio (Ca)

O Ca é um elemento essencial. Classificado como macronutriente secundário na legislação brasileira de adubos, desempenha um importante papel no processo produtivo.

O Ca contribui para a formação da fertilidade do solo: desloca o hidrogênio (H) da superfície das partículas do solo, reduzindo a acidez; é essencial para os microorganismos que transformam os restos de cultura em matéria orgânica, liberam os nutrientes e melhoram a estrutura e a capacidade de retenção de água dos solos; ajuda a bactéria *Rhizobium* a fixar melhor o N atmosférico em formas que as plantas leguminosas podem utilizar; e aumenta a absorção e todos os outros nutrientes pelas raízes e o seu transporte para os outros órgãos da planta (caule, ramos, folhas frutos) (MALAVOLTA, 1996).

O cálcio contido no solo está intercalado entre as camadas de silicatos das argilas. As argilas apresentam uma propriedade química chamada "troca iônica". Neste processo, os ácidos carregam os íons de hidrogênio às argilas, que acabam liberando os íons de cálcio que existem naturalmente no solo. Quando combinado desta nova forma, o cálcio se torna pouco útil para a planta, que passa a ter muita dificuldade de absorvê-lo. Quando o ácido presente é o ácido sulfúrico, isto se torna ainda mais grave, pois há a formação de sulfato de cálcio (CaSO₄), um sal que não se dissolve na água, e que, portanto, as plantas não conseguem absorver (FRANCISCO, 2003).

O Ca é vital para várias funções na planta: ajuda a converter o N-nitrato (N-NO₃) em formas necessárias para a formação de proteínas; ativa um grande número de sistemas enzimáticos que regulam o crescimento da planta; é necessário para a formação da parede celular e para a divisão normal da célula; ajuda a neutralizar os ácidos orgânicos na planta, junto com o Mg e o K; contribui para aumentar a resistência a doenças.

A disponibilidade de Ca é adequada quando os solo possuem pH entre 6,0 e 6,5, ou quando a acidez é corrigida pela aplicação de calcário. Quando o solo se torna ácido em consequência da lixiviação (por água pura) ou perda de bases, da adubação e da própria cultura (que "troca" K, Ca e Mg por H) o desenvolvimento das plantas é freqüentemente prejudicado pelas concentrações tóxicas de alumínio (Al), manganês (Mn) e ferro (Fe), além da falta de Ca (MALAVOLTA, 1996).

2.4.4. O Magnésio (Mg)

Segundo Malavolta (1996), o Mg é necessário para as culturas captarem a energia do sol utilizada no crescimento e na produção. É classificado como um

nutriente secundário, mas tem um efeito primário na produção vegetal. As quantidades de Mg exigidas pelas culturas geralmente são menores que as de K ou Ca, mas praticamente iguais às de P ou enxofre (S).

Embora o solo forneça naturalmente variadas quantidades de Mg, esse suprimento tem sido esgotado em muitas áreas devido a cultivos sucessivos sem adubação com Mg. Além disso, calcula-se que a erosão leva embora das terras agrícolas uma quantidade de Mg equivalente à contida em todo o calcário aplicado no Brasil.

A crosta terrestre contém cerca de 1,9% de Mg, grande parte na forma de minerais. Parte do Mg se torna disponível à medida que os minerais são intemperizados.

A disponibilidade de Mg é frequentemente relacionada ao pH. Pesquisas têm mostrado que a disponibilidade de Mg para as plantas diminui a baixos pHs e a altos pHs. Em solos ácidos (pH abaixo de 5,8), o excesso de H e de Al influencia a disponibilidade de Mg e sua absorção pelas plantas. A altos pHs (acima de 7,4), o excesso de Ca impede a absorção de Mg pelas plantas.

Condições que aumentam a necessidade de Mg suplementar: solos arenosos com baixa capacidade de troca de cátions, baixo teor de Mg e alto potencial de lixiviação; aplicação de calcário calcítico em solos com baixo teor de Mg; culturas exigentes em Mg como o algodoeiro, os citros e o tomateiro; altas doses de N amoniacal e de K₂O na adubação; teores baixos de Mg trocável no solo, geralmente menos de 0,5 mmol.c.100 cm³⁻¹ (120 ppm); períodos de seca ou veranico.

2.5. O Projeto Jaíba

A implantação de áreas irrigadas na região semi-árida é uma excelente alternativa de investimento e pode trazer grande desenvolvimento para a região. Todavia, os impactos ambientais e econômicos podem ser negativos se não houver um manejo adequado dos recursos disponíveis.

Na região norte de Minas Gerais estão localizados alguns importantes perímetros de irrigação, implantados pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf), destacando-se o Projeto Jaíba.



Figura 1 – Imagem da Estação de Bombeamento (EB1) do Projeto Jaíba, localizada no Rio São Francisco, com vista do Canal Principal.

Esse perímetro está localizado nos municípios de Jaíba e Matias Cardoso, com uma área total irrigável de cerca de 57 mil ha, sendo 26.790 ha na primeira etapa e 30.800 ha na segunda etapa, recém concluída. Em plena expansão, com potencial para irrigar em torno de 100 mil ha, o Jaíba já é o maior projeto de irrigação da América Latina e um dos maiores do mundo. Destacam-se a produção de frutas, olerícolas e sementes.

O Quadro 1 apresenta as principais culturas exploradas no perímetro no ano de 2005, segundo relatório anual da Codevasf. Atualmente, este cenário já se encontra bastante modificado, destacando-se a expansão na área de cana-de-açúcar, pinhão manso e goiaba destinada à indústria de processamento.

Quadro 1 – Dados de área e produção das principais culturas exploradas no Projeto Jaíba no ano de 2005

PERÍMETRO DE IRRIGAÇÃO JAÍBA				
→ Área Plantada, Colhida, Produção e Valor Comercializado em 2005.				
ÁREA EMPRESARIAL				
Culturas exploradas	Área Plantada (ha)	Área em produção (ha)	Produção obtida (t)	Valor comercializado (R\$)
FRUTICULTURA:	2.070	1.673	26.644	11.404.710,00
atemóia	31	17	104	131.430,00
banana	1.114	1.369	22.723	10.324.170,00
côco	46	22	15	3.680,00
goiaba	6	6	60	10.230,00
lichia	1			
limão	257	143	2.230	524.610,00
mamão	38	20	502	99.590,00
manga	528	77	892	199.110,00
maracujá		9	4	2.310,00
pinha	30	11	44	109.580,00
tâmara	15			
tangerina	5			
GRÃOS/CEREAIS/HORTALIÇAS:	1.174	1.066	5.530	4.557.255,00
abóbora	246	227	2.592	1.055.560,00
abóbora (sem)	78	45	7	105.300,00
cebola (bulbo)	69	63	1.138	1.376.170,00
ervilha (sem)	5	5	2	12.602,00
feijão	470	461	838	981.340,00
melancia	32	28	343	113.060,00
melancia (sem)	95	95	11	124.794,00
milho	30			
pepino industrial	20	20	280	168.000,00
pepino (sem)	24	21	3	31.119,00
pimentão (sem)	20	20	15	450.000,00
quiabo	10	10	98	48.070,00
sorgo (sem)	72	69	155	79.240,00
tomate industrial	5	3	48	12.000,00
OUTROS:	121	0	0	0,00
cedro	7			
mandioca	20			
mandioca industrial	79			
pastagem	2			
pinhão manso	13			
TOTAL:	3.365	2.739	32.173	15.961.965,00

Não obstante tenha se tornado o mais importante produtor nacional de bananas-prata, a variedade mais popular no mercado doméstico, e apesar do recente ingresso de produtores empresariais ter conferido dinamismo e diversificação de culturas ao pólo Norte de Minas, seu desenvolvimento ainda é considerado altamente problemático. O Projeto Jaíba que, quinze anos após seu início, atingiu apenas 10% da meta prevista, incorpora bem as dificuldades de desenvolvimento dessa região. Uma das principais causas dos insucessos obtidos é o gerenciamento inadequado da irrigação pelos proprietários dos lotes. O uso inadequado da água, além de onerar os custos de produção, acarreta sérios prejuízos relacionados ao abortamento de frutos, baixas produtividades, problemas fitossanitários e injúrias causadas por déficit ou excesso de umidade no solo, além da lixiviação excessiva de nutrientes.

Apesar dos insucessos na implantação da primeira etapa, o Projeto Jaíba vem passando por um processo de recuperação, com grandes investimentos no setor bioenergético e de processamento de frutas e hortaliças. Os lotes que conseguiram se manter em atividade, hoje, se encontram mais organizados e bem estruturados quanto ao mercado e as técnicas de produção.

Uma grande variedade de frutas é produzida no perímetro irrigado, principalmente na Gleba C2, onde estão localizados os lotes empresariais. Estas propriedades se caracterizam pela eficiência de produção e utilização de tecnologias avançadas. Contudo, na maioria dos casos, o manejo da irrigação é inadequado, muitas vezes devido à dificuldade de acesso aos métodos disponíveis de estimativa da lâmina de irrigação necessária.

2.6. Manejo da Irrigação no Projeto Jaíba

Quaresma Filho (2000), estudando os parâmetros físico-hídricos dos solos, parâmetros hidráulicos dos sistemas de irrigação e também informações sobre os projetos e seu manejo, observou déficit de aplicação de água em todos os lotes avaliados no Projeto Gorutuba. Já no Projeto Jaíba, foi observado tanto excesso de aplicação de água quanto déficit nos diversos lotes avaliados, o que caracteriza um completo descontrole no manejo da irrigação, ressaltando-se a importância do controle da lâmina aplicada através do monitoramento constante das condições de umidade do solo, além da demanda evapotranspirométrica da cultura.

2.7. Evapotranspiração de Referência (ET_o)

Numa superfície vegetada ocorrem, simultaneamente, os processos de evaporação e transpiração. Evapotranspiração (ET) é o termo que foi utilizado por Thornthwaite, no início da década de 1940, para expressar essa ocorrência simultânea (PEREIRA et al., 1997).

Allen et al. (2006) definem ET_o como a evapotranspiração de uma cultura hipotética com altura fixa de 0,12 m, albedo igual a 0,23 e resistência da cultura ao transporte de vapor d'água igual a 70 s.m⁻¹, que representa a evapotranspiração de um gramado verde de altura uniforme, em crescimento ativo, cobrindo totalmente a superfície do solo e sem falta de água.

O método-padrão para cálculo da evapotranspiração de referência é pela equação de Penman-Monteith parametrizada pela FAO (ALLEN et al., 2006). Porém, também pode ser determinada pelo uso de outras equações, como FAO-Blaney-Criddle e Hargreaves & Samani, ou evaporímetros. Todos esses métodos apresentam limitações em relação ao método-padrão (SIMÃO, 2004).

Simão et al. (2003), comparando a ET_o obtida pelo tanque “Classe A” com a calculada pela equação de Penman-Monteith, nas condições da região Norte de Minas Gerais, concluíram que o tanque não deve ser utilizado para controle de irrigações com turno de rega diário devido ao grande erro-padrão de estimativa encontrado nessa situação de 2,54 mm.dia⁻¹.

A determinação da evapotranspiração da cultura depende da evapotranspiração de referência e de coeficientes de ajustes determinados experimentalmente. Dessa forma, a determinação da ET_o é passo necessário para o cálculo da evapotranspiração da cultura.

2.8. Redução da Evapotranspiração para Irrigação Localizada

Em irrigação localizada, é necessário fazer uma correção na evapotranspiração da cultura determinada para os sistemas que irrigam em área total. Existem várias metodologias para calcular o coeficiente de redução da evapotranspiração para irrigação localizada, como a de Keller (1978) e a de Fereres (1981), citados por Abreu et al., (1987).

Segundo Keller (1978), o coeficiente de redução da evapotranspiração de referência para irrigação localizada pode ser calculado pela equação 1:

$$Kl = P + 0,15(1-P) \quad (1)$$

em que:

P = fração da área molhada ou sombreada (maior valor); decimal.

Fereres (1981) propôs o seguinte sistema de equações para o cálculo do mesmo parâmetro:

$$\text{Se, } P \geq 0,65 \rightarrow Kl = 1 \quad (2)$$

$$\text{Se, } 0,20 < P < 0,65 \rightarrow Kl = 1,09P + 0,30 \quad (3)$$

$$\text{Se, } P \leq 0,20 \rightarrow Kl = 1,94P + 0,1 \quad (4)$$

Outros autores citaram outras metodologias para o cálculo do Kl. Entre essas, pode-se destacar:

Keller e Bliesner (1990), citados por Mantovani (2006):

$$Kl = \sqrt{P} \quad (5)$$

Keller e Karmeli (1975), citados por Simão (2004):

$$Kl = P \div 0,85 \quad (6)$$

Aljibury et al. (1974), citados por Abreu et al., (1987):

$$Kl = 1,34P \quad (7)$$

Decroix, citado por Simão (2004):

$$Kl = 0,1 + P \quad (8)$$

Hoare et al. (1974), citados por Abreu et al. (1987):

$$Kl = P + 0,5(1 - P) \quad (9)$$

Bernardo (1996), citado por Bernardo et al. (2006):

$$Kl = P \quad (10)$$

2.9. A Influência da Umidade do Solo na ET

Segundo Allen et al. (2006), as forças que atuam na água do solo decrescem seu potencial matricial e a tornam menos disponível para a extração pelo sistema radicular das plantas. Quando o solo está úmido, a água tem alto potencial e é facilmente absorvida pelas raízes das plantas. Em solos com baixos teores de água, esta é fortemente retida por capilaridade e forças de adsorção pela matriz do solo, sendo menos extraída pela cultura.

Se os fatores relacionados com a planta são constantes, o decréscimo no valor da ETc com o da umidade do solo pode ser o resultado do acréscimo da tensão com que a água está nele retida ou do baixo valor de condutividade hidráulica do solo e dos tecidos das raízes, comparados com a maior demanda evaporativa da atmosfera (BERNARDO et al., 2006).

Bernardo et al. (2006) estabeleceram um coeficiente de umidade do solo (K_s), para fins de redução da ETc em função da disponibilidade de água no solo:

$$K_s = \frac{\ln(LAA + 1,0)}{\ln(CTA + 1,0)} \quad (11)$$

em que:

LAA = lâmina atual de água no solo, em mm;

CTA = capacidade total de armazenamento de água no solo, em mm.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização da Pesquisa

A pesquisa foi realizada na Gleba C2 do Projeto Jaíba, localizado no vale do Rio São Francisco, nos municípios de Jaíba e Matias Cardoso, região Norte de Minas Gerais.

A Gleba C2 (Figura 2), inaugurada na primeira etapa do Projeto, possui uma área irrigável total de 8 mil ha, e é dividida em lotes de 20 e 50 ha (área útil). Os Lotes de verde na Figura abaixo são os que se encontram atualmente ocupados (ou em produção).

O experimento de campo foi realizado no Lote 29M, de propriedade da empresa Fahma, cujas coordenadas geográficas são: 14° 50' de latitude Sul, 43° 55' de longitude Oeste e altitude de 472 m.

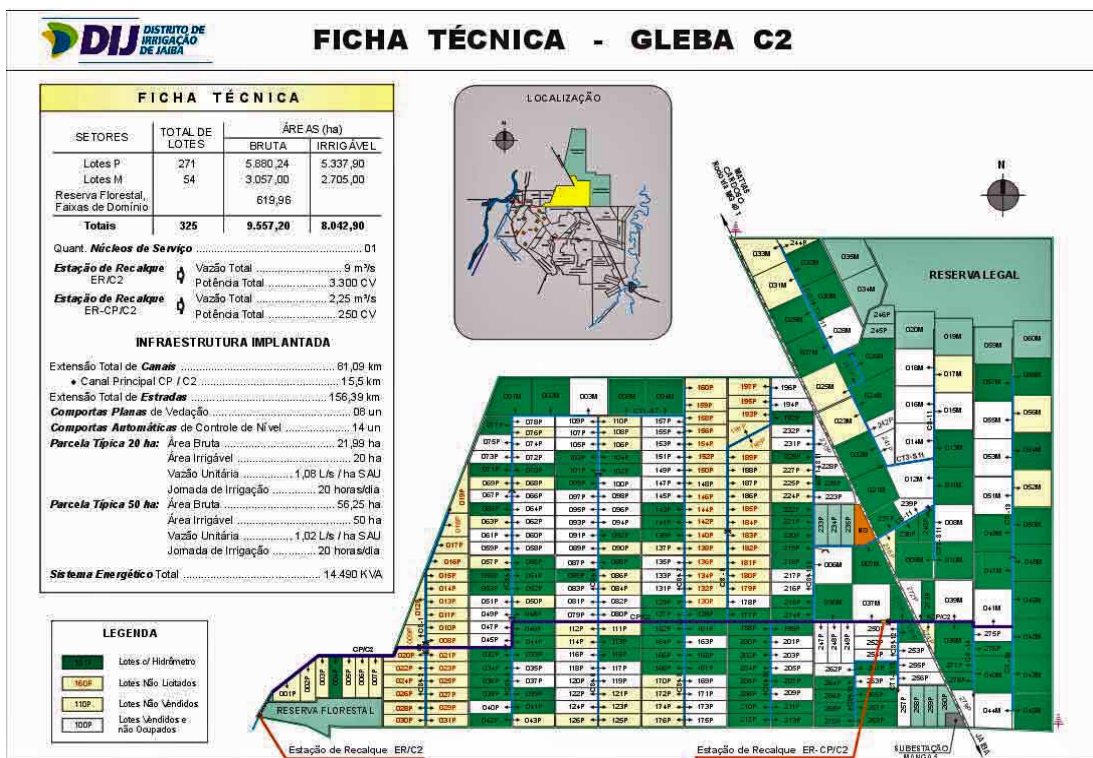


Figura 2 – Gleba C2 do Projeto Jaíba: Ficha Técnica, Mapa do Perímetro e Mapa da Gleba.

3.2. Caracterização da área experimental

O Lote 29M, onde foram realizados os experimentos com lâminas de irrigação, tem uma área total irrigável de 50 ha, sendo atualmente cultivados 12,0 ha com a cultura da lima ácida tahiti, 6,0 ha com mangueiras, 6,0 ha com goiabeiras, 6,0 ha com atemoieiras, 6,0 ha com pinheiras, e 12,0 ha explorados com culturas anuais (Figura 3).

O solo da propriedade é franco-arenoso, classificado como um Neossolo Quartzarênico. Apresenta elevada taxa de infiltração e baixa capacidade de retenção de água, além de reduzida capacidade de troca catiônica (CTC). O clima é semi-árido, com baixa umidade relativa e altas temperaturas na maior parte do ano.

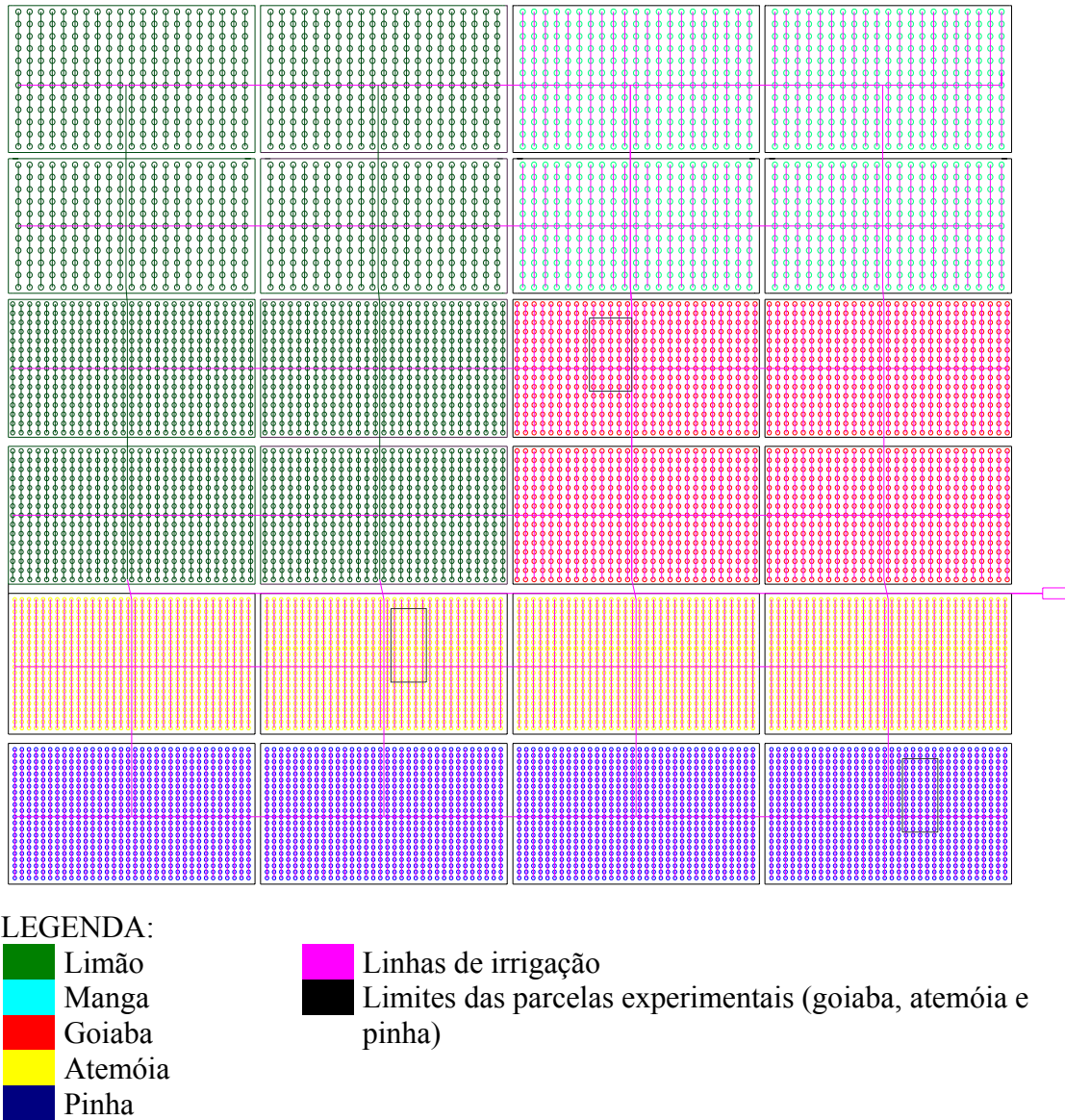


Figura 3 – Área plantada do Lote 29M, indicando a distribuição das glebas com as fruteiras, as linhas de irrigação e estação de bombeamento (rosa), e a localização das parcelas experimentais (retângulo preto).

As características físico-hídricas (curva de retenção e massa específica) e granulométricas do solo da área experimental estão apresentadas nos Quadros 2 e 3. As análises foram realizadas no Laboratório de Água e Solos do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, em 2004. As análises das amostras retiradas na faixa de profundidade de 20 a 40 cm foram extrapoladas para as de maior profundidade, para fins de manejo da irrigação. Por se tratar de um solo arenoso, utilizou-se a tensão de 10 kPa para a determinação do teor de água correspondente à capacidade de campo e 1.500 kPa para a umidade do ponto de murcha.

Quadro 2 – Resultados da análise granulométrica do solo do Lote 29M

Profundidade (cm)	Areia (dag.kg ⁻¹)	Silte (dag.kg ⁻¹)	Argila (dag.kg ⁻¹)
0 - 20	85	7	8
20 - 40	84	8	8

Quadro 3 – Resultados da análise físico-hídrica do solo do Lote 29M

Profundidade (cm)	Umidade	Tensão (kPa)						Massa específica (g.cm ⁻³)
		10	30	100	300	1.000	1.500	
0 - 20	%	9,5	7,7	5,8	5,1	4,5	4,1	1,47
20 - 40	%	12,2	9,1	7,0	6,3	5,6	5,3	1,44

O experimento foi instalado nas áreas cultivadas com Goiabeira (cultivar Paluma), Pinheira e Atemoieira (cultivar Gefner), sendo utilizado em cada fruteira uma parcela de 0,14, 0,12 e 0,12 ha, respectivamente. Os espaçamentos utilizados foram de 6 x 6 m na goiabeira e 5 x 4 m na pinheira e na atemoieira.

As plantas se encontravam em idade adulta, no quinto ano após o plantio e terceiro ano em produção. O ciclo produtivo médio destas fruteiras (da floração à maturação dos frutos) é de cerca de 7 meses.

O experimento foi conduzido a partir da poda das plantas, nos dias 7 de abril de 2006, na goiabeira e atemoieira, e 16 de junho de 2006, na pinheira. Nas culturas da atemóia e da goiaba as avaliações duraram até o final das colheitas, em 10 e 20 de novembro (respectivamente) do mesmo ano. Na parcela da pinha não foi realizada a coleta dos frutos e a avaliação da produtividade. As amostragens de solo encerraram em 30 de setembro de 2006.

O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão, com um emissor por planta, dotado de bailarina e com pressão média correspondente a 15 mca. Utilizou-se turno de rega diário em todas as parcelas.

Os tratos culturais, com exceção das irrigações, foram iguais em todos os tratamentos, sendo realizados de acordo com as técnicas adotadas na propriedade, que utiliza sistema convencional de cultivo, com emprego de alta tecnologia.

No manejo de plantas invasoras foi realizado controle químico sob a copa das plantas (coroamento) e roçada mecânica nas entrelinhas. Utilizou-se também controle químico de pragas e doenças nas fruteiras, baseado no nível de dano econômico. Na atemoieira os frutos foram ensacados, para conter, principalmente, o ataque da broca das anonáceas.

Todas as plantas, após a poda, tiveram os ramos cobertos por uma calda à base de cal (óxido de cálcio), para proteger de injúrias causadas pela incidência direta da radiação solar.

Nas pinheiras e atemoieiras foi realizada polinização artificial, para promover melhor pegamento das floradas. Estas espécies apresentam um fenômeno conhecido como dicogamia protogínica, que faz necessário a presença de um agente polinizador (neste caso o próprio ser humano). Na atemoieira foi utilizado pólen da pinha, pois foi observado anteriormente que estes promoviam melhor pegamento que os da própria atemóia.

3.3. Histórico de exploração do solo e adubações na área experimental

As lavouras de goiaba, pinha e atemóia utilizadas na pesquisa foram implantadas em 2001, em uma área então coberta por vegetação nativa de Caatinga.

Após a retirada da vegetação a área foi preparada e plantada com as fruteiras, que receberam irrigação desde o início.

A partir do primeiro ano em produção (terceiro ano após o plantio), as fruteiras têm sido submetidas a um cronograma de adubações semelhante a cada ciclo.

No início do período das podas procede-se à avaliação das análises de solo, e depois os ajustes são feitos com análises foliares, para determinar as recomendações de aplicação de nutrientes. As etapas da fertilização, as fontes de nutrientes, o seu parcelamento e as doses médias aplicadas durante o experimento foram:

Adubação de Fundação (15 dias antes da poda): Superfosfato Simples (450 a 550 g.planta⁻¹) + MAP (120 g.planta⁻¹) + FTE BR 12 (50 g.planta⁻¹) + Sulfato de Zinco (15 g.planta⁻¹).

Adubações de Cobertura (início das brotações): Sulfato de Amônio (250 a 350 g.planta⁻¹ - três aplicações durante a safra, com intervalo de 60 dias, alternando com as aplicações de uréia) + Uréia (80 a 150 g.planta⁻¹ - duas aplicações, alternadas com o Sulfato de Amônio) + Sulfato de Magnésio (50 a 75 g.planta⁻¹ - três aplicações

durante a safra, intervalo de 30 dias) + Cloreto de Potássio (90 a 130 g.planta⁻¹ - aplicação mensal, quatro aplicações durante a safra) + Ácido Bórico (10 a 20 g.planta⁻¹ - uma única aplicação antes do florescimento) + Sulfato de Zinco (20 a 30 g.planta⁻¹ - duas aplicações, aos 45 e 70 dias após início das brotações).

No início da floração foram feitas aplicações de CAB 2, fertilizante foliar. A correção da acidez do solo foi feita através da aplicação de calcário dolomítico, 30 dias antes da poda, que funciona também como fonte de Ca e Mg.

Todas as adubações são feitas manualmente, pois o uso da fertirrigação não foi bem sucedido na propriedade, em função das características do solo.

3.4. Delineamento experimental

O delineamento utilizado para ambos os experimentos foi o de blocos ao acaso, com 5 blocos representados por uma linha de plantas cada, onde os tratamentos foram dispostos aleatoriamente. As unidades experimentais foram representadas por uma planta, no caso da pinheira e da atemoieira, e duas plantas na goiabeira.

Nos experimentos da pinha e da atemóia foram utilizadas duas plantas de bordadura dentro da linha, que receberam o mesmo tratamento da parcela, para eliminar o efeito da sobreposição provocada pelo raio de alcance do microaspersor. No experimento da goiaba, onde o espaçamento entre plantas é maior, não foi utilizada bordadura na linha. As demais bordaduras foram representadas pelas plantas do cultivo comercial.

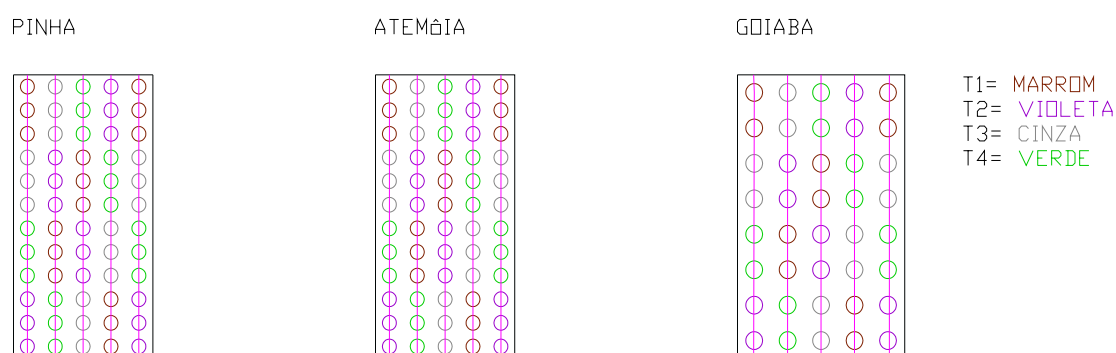


Figura 4 – Parcelas experimentais da pinha, atemóia e goiaba, com a distribuição dos tratamentos dentro das linhas (blocos).

3.5. Os tratamentos

Foram testados quatro tratamentos em cada fruteira, nos quais variou a lâmina de irrigação aplicada. Para isso, foram utilizados nos microaspersores quatro tipos de bocais com diferentes vazões (Quadro 4). Dessa forma, para um mesmo tempo de irrigação, cada tratamento recebeu uma lâmina de água diferente.

Quadro 4 – Vazão e intensidade de aplicação de água (Ia) dos emissores instalados em cada tratamento e a cor dos seus respectivos bocais, nas culturas da atemóia, da goiaba e da pinha

ATEMÓIA			
TRATAMENTO	COR BOCAL	VAZÃO (L.h ⁻¹)	Ia (mm.h ⁻¹)
T1	Marrom	32	1,60
T2	Violeta	42	2,10
T3	Cinza	55	2,75
T4	Verde	77	3,85

GOIABA			
TRATAMENTO	COR BOCAL	VAZÃO (L.h ⁻¹)	Ia (mm.h ⁻¹)
T1	Marrom	35	0,97
T2	Violeta	46	1,28
T3	Cinza	59	1,64
T4	Verde	86	2,39

PINHA			
TRATAMENTO	COR BOCAL	VAZÃO (L.h ⁻¹)	Ia (mm.h ⁻¹)
T1	Marrom	26	1,30
T2	Violeta	39	1,95
T3	Cinza	51	2,55
T4	Verde	73	3,65

Durante a condução do experimento o tratamento T1 recebeu lâmina líquida de irrigação correspondente à evapotranspiração da cultura (ETc), em todas as fruteiras. Baseado nele era calculado o tempo de irrigação (veja item 3.6). Como os demais tratamentos apresentavam intensidades de irrigação superiores ao T1, houve excesso de água aplicada em todos, de forma crescente.

As proporções entre as lâminas de água aplicadas e a ETc nos tratamentos T2, T3 e T4, de acordo com as intensidades de aplicação, foram as seguintes: 131%,

172% e 241%, na atemoieira; 132%, 169% e 246% na goiabeira; e 150%, 196% e 281% na pinheira.

3.6. Manejo da irrigação

O manejo da irrigação foi realizado com o auxílio do programa Irriplus, onde cada tratamento, de cada parcela experimental, foi cadastrado separadamente. Durante a condução do experimento eram estimados os valores de E_{To} , E_{Tc} , teor de água no solo, irrigação necessária (lâmina bruta), entre outros. Assim obtinha-se o tempo de irrigação diário necessário para cada cultura, baseado no tratamento padrão (T1).

Diariamente eram inseridos no programa os dados de temperatura máxima, média e mínima, radiação solar incidente, velocidade média do vento, umidade relativa média do ar, e precipitação total, coletados na estação meteorológica automática localizada na propriedade.

A E_{Tc} foi estimada empregando-se a equação 12 (MANTOVANI et al., 2006):

$$E_{Tc} = E_{To} \times K_c \times K_s \times K_l \quad (12)$$

em que:

E_{To} = Evapotranspiração de referência, obtida pela equação de Penman-Monteith, segundo as parametrizações propostas pelo boletim FAO-56 (ALLEN et al., 2006);

K_c = Coeficiente de cultura;

K_s = Coeficiente de depleção de água no solo, calculado empregando a equação proposta por Bernardo et al. (2006);

K_l = Coeficiente de redução da evapotranspiração para irrigação localizada, segundo metodologia proposta por Fereres (1981).

No Quadro 5, apresentam-se as fases das culturas no decorrer do experimento, desde a poda à colheita, com sua duração e os valores de K_c , K_l e K_s médios correspondentes.

Quadro 5 – Dados das culturas da atemóia, pinha e goiaba: duração das fases e os respectivos valores médios de Kc, KI e Ks

ATEMÓIA				
Fase	Duração (dias)	Kc	KI	Ks
Poda	15	0.45	1.00	0.99
Início brotação	30	0.50	1.00	1.00
Florescimento	60	0.60	1.00	0.96
Desenv. frutos	70	0.80	1.00	0.86
Colheita	35	0.70	1.00	0.98

PINHA				
Fase	Duração (dias)	Kc	KI	Ks
Poda	15	0.40	1.00	0.99
Início brotação	30	0.50	1.00	1.00
Florescimento	60	0.65	1.00	0.96
Desenv. frutos	70	0.70	1.00	0.86
Colheita	35	0.60	1.00	0.98

GOIABA				
Fase	Duração (dias)	Kc	KI	Ks
Poda	15	0.50	0.89	0.98
Desenvolvimento	45	0.70	0.89	0.99
Produção	100	0.80	0.89	0.95
Colheita	60	0.80	0.89	0.95

Os parâmetros utilizados nos cálculos, e as principais informações relativas a cultura, solo, água, equipamento de irrigação, e outros itens importantes estão detalhados no Apêndice A.

Foram utilizados os dados das análises da água e do solo (físico-hídrica e granulométrica) feitas anteriormente na área (SIMÃO, 2004).

3.7. Avaliação do sistema de irrigação

Foram determinados as vazões e os coeficientes de uniformidade de distribuição, segundo critério proposto por Merriam e Keller (1978), citado por Bernardo et al. (2006), nos emissores instalados em cada tratamento, nos períodos

inicial, intermediário e final do experimento. Os resultados foram utilizados para estimar da lâmina aplicada. Os valores médios de vazão (Q), coeficiente de uniformidade de distribuição (CUC) e pressão de serviço nos tratamentos encontram-se no Quadro 6.

Quadro 6 – Valores médios de vazões (Q), coeficientes de uniformidade (CUC) e pressões de serviço (P) por tratamento e cultura

ATEMÓIA				
	T1	T2	T3	T4
Q (L.h ⁻¹)	32	42	55	77
CUC	89,6	96	97,2	96,4
P (mca)	16	16	16	16

PINHA				
	T1	T2	T3	T4
Q (L.h ⁻¹)	26	39	51	73
CUC	91,5	92,5	94,1	96,2
P (mca)	12,5	12,5	12,5	12,5

GOIABA				
	T1	T2	T3	T4
Q (L.h ⁻¹)	35	46	59	86
CUC	91,5	94,7	95,2	94,5
P (mca)	16	16	16	16

Na parcela da Pinha foi avaliado ainda o perfil de aplicação de água dos emissores utilizados, ou seja, a distribuição da lâmina ao longo do raio molhado (Figura 5). Nesta mesma parcela foram feitas as amostragens de solo para a avaliação da percolação de nutrientes no solo em função da lâmina aplicada.

Para obter o perfil de molhamento dos emissores foi distribuída uma malha de coletores no solo, em três repetições (plantas úteis) de cada tratamento e calculado a média. A intensidade de aplicação, em cada ponto, foi obtida dividindo-se o volume coletado pela área do coletor e o tempo de avaliação.

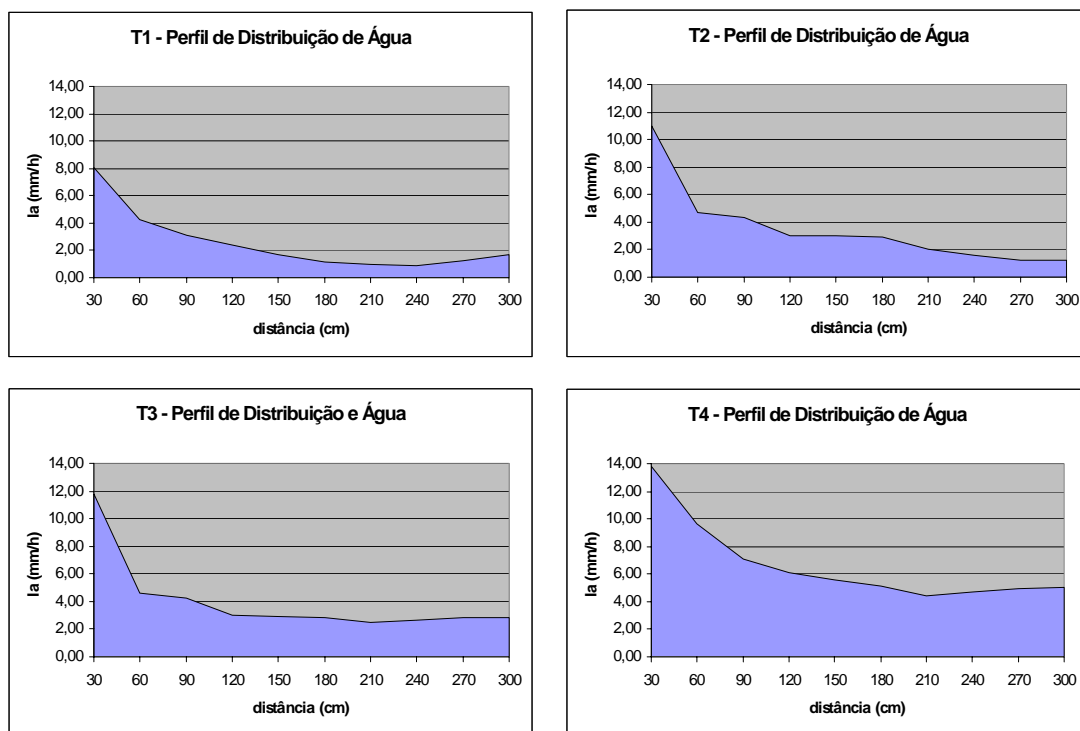


Figura 5 – Intensidade de aplicação de água (I_a) em função da distância em relação ao microaspersor em cada tratamento.

3.8. Coleta e avaliação dos frutos

Foram avaliados os parâmetros produtividade, em kg de fruta produzido por planta, e peso médio dos frutos nos tratamentos estudados. Estas duas características correspondem às de maior importância econômica para a lavoura. O peso médio está relacionado à qualidade e, portanto, ao valor comercial da fruta.

Foram feitas 5 colheitas semanais na parcela da Atemóia, entre 17/10/2006 e 10/11/2006, e 15 colheitas na goiaba, no período entre 22/09/2006 e 20/11/2006, com um intervalo médio de três dias. Na pinha não houve avaliação da produtividade.

Após cada colheita os frutos foram contados e pesados.

3.9. Análise estatística dos resultados de produtividade

Os valores de produtividade e peso médio de frutos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, e posteriormente ao teste de médias (Tuckey).

Analisou-se o efeito do tratamento e do bloco. As análises foram realizadas com o auxílio do programa Saeg.

3.10. Análise do custo da irrigação

Comparou-se também o custo relativo ao consumo de água e energia entre os tratamentos, considerando as irrigações realizadas ao longo do experimento.

O custo da água foi obtido através da multiplicação do consumo pela tarifa de água (K2), que é R\$ 26,749874 por 1.000 m³, ou R\$ 0,02675.m³⁻¹.

Para se chegar ao custo energético das irrigações foi realizado um levantamento do histórico dos consumos de água e energia no Lote 29M e outros lotes do projeto Jaíba, e observou-se uma relação semelhante da demanda energética em função do consumo de água. O valor médio obtido foi 1,49 kWh.m³⁻¹, em sistemas de irrigação localizada.

Este índice foi utilizado para calcular a energia consumida em cada tratamento, e esta multiplicada pelo custo do kWh, considerando os horários das irrigações, uma vez que a tarifa de energia é diferenciada. No período noturno, onde é utilizado 80% do tempo de irrigação, a tarifa é de R\$ 0,068879.kWh⁻¹, e no período diurno é R\$ 0,316107.kWh⁻¹.

3.11. Amostragens de solo e avaliação da concentração de nutrientes

Na avaliação da lixiviação de nutrientes foram utilizados apenas três repetições (três blocos): as duas linhas das extremidades e a linha central. As amostragens foram realizadas na cultura da pinha.

Em cada unidade experimental, representada por uma planta, foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 10 cm, 30 cm, 50 cm, 70 cm e 90 cm, e em pontos localizados a 50, 100 e 150 cm do microaspersor (este localizado a 20 cm da planta), em um total de 15 amostras por planta em cada coleta. Foram feitas duas coletas de amostras, uma no dia 23 de setembro de 2006 e outra no dia 30, uma semana depois. Foram retiradas 180 amostras de solo em cada uma (360 no total). No Quadro 7 é apresentado um resumo do experimento, com o número de fatores e a sua descrição.

Quadro 7 – Esquema geral do experimento, com os fatores estudados e a sua descrição e quantidade

Fatores	Descrição					Quantidade
Tratamentos	T1	T2	T3	T4		4
Distâncias	50 cm	100 cm	150 cm			3
Profundidades	10 cm	30 cm	50 cm	70 cm	90 cm	5
Blocos	Linha1	Linha3	Linha5			3

As amostras foram retiradas com trado Holandês, secas ao ar, identificadas e encaminhadas para o Laboratório de Análise de Solo Viçosa. Foram determinadas as concentrações de P ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$), K ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$), Ca ($\text{cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$) e Mg ($\text{cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$).

3.12. Análise estatística dos resultados das análises de solo

O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas com um fatorial dentro, que é um dos modelos de parcelas subdivididas. Em uma primeira análise, comparou-se as médias das concentrações dos elementos P, K, Ca e Mg em função dos seguintes fatores: 1 fator qualitativo - Tratamento (T) - correspondente à parcela; e 2 fatores quantitativos - Distância (D) e Profundidade (Z) - correspondentes às subparcelas.

Foi feita uma análise de variância (ANOVA) seguindo este modelo estatístico, e em seguida os testes de médias (Tuckey) comparando os tratamentos dentro de cada distância e profundidade, e a análise de regressão com as concentrações dos nutrientes em função da distância e profundidade em cada tratamento.

Posteriormente, foi realizada uma nova análise de regressão, dessa vez com o efeito da lâmina de água (L), obtida através da avaliação da distribuição de água dos microaspersores, e da profundidade (Z) sobre os elementos estudados (P, K, Ca e Mg).

3.13. Os lotes avaliados na Gleba C2

Foram selecionados dez lotes representativos da Gleba C2 do Projeto Jaíba para avaliar o consumo de água nas irrigações. A pesquisa abrangeu vários tipos de

culturas, sistemas de cultivo e métodos de irrigação. O Quadro 8 resume as principais características dos lotes avaliados, divididos em parcelas de acordo com a cultura e equipamento de irrigação utilizado.

Quadro 8 – Caracterização dos lotes utilizados na pesquisa e suas respectivas parcelas

LOTE	CULTURA	ÁREA (ha)	ESPAÇAMENTO PLANTAS (m)	SISTEMA DE IRRIGAÇÃO	TURNO DE REGA	SOLO
278P	Manga	18.0	6 x 8	Microaspersão	3 dias	1
	Pimenta	18.0	0,8 x 8	Microaspersão	3 dias	1
29M	Atemóia	6.0	4 x 5	Microaspersão	1 dia	1
	Goiaba	6.0	6 x 6	Microaspersão	1 dia	1
	Limão	12.0	5 x 7	Microaspersão	1 dia	1
	Manga	6.0	8 x 8	Microaspersão	1 dia	1
	Pinha	6.0	4 x 5	Microaspersão	1 dia	1
30M	Limão	3.8	6 x 7	Gotejamento	1 dia	1
	Limão	26.7	6 x 7	Microaspersão	1 dia	1
	Manga	18.0	8 x 8	Microaspersão	1 dia	1
32P	Limão	5.0	5 x 7	Microaspersão	1 dia	2
	Manga	7.5	4 x 8	Microaspersão	1 dia	2
	Pinha	5.0	4 x 5	Microaspersão	1 dia	2
414A	Atemóia	5.0	4 x 6	Gotejamento	2 dias	2
	Limão	10.0	5 x 7	Gotejamento	1 dia	2
	Manga	10.0	6 x 8	Microaspersão	2 dias	2
42/44/46M	Banana	25.0	2,5 x 2,5	Microaspersão	2 dias	2
	Limão	110.0	5 x 7	Microaspersão	2 dias	2
	Manga	27.0	6 x 8	Microaspersão	1 dia	2
46P	Banana	40.0	2 x 3 x 4	Microaspersão	1 dia	2
54P	Banana	20.3	6 x 7,5	Microaspersão	1 dia	2

Os lotes 42M, 44M e 46M são confrontantes e pertencem à mesma empresa e, como não foi possível identificar o limite de cada um, eles foram estudados conjuntamente.

Dois tipos de solo predominam na região, dependendo da localização do lote, denominados de Solo 1 e Solo 2. Os resultados das análises destes solos estão descritas no Apêndice C.

3.14. Avaliação do uso da água nas áreas irrigadas

Nos lotes selecionados foi simulado o balanço hídrico das áreas irrigadas, no período de abril a setembro de 2006, indicando a umidade diária do solo, as irrigações necessárias e o consumo final de água. Para tanto, foram utilizados os dados de solo, água, clima, cultura e equipamento de irrigação.

O consumo estimado de água em cada lote foi então comparado com o consumo real, medido nos hidrômetros das unidades de captação, considerando o mesmo período avaliado.

Em cada lote foi estimado também o custo devido ao consumo de água e energia em excesso nas irrigações, utilizando a mesma metodologia descrita no item 3.10.

3.15. Consumo de água simulado nos lotes

As simulações foram realizadas através do programa Irriplus. Utilizou-se a equação 12 para estimar a evapotranspiração das culturas (ETc).

A estimativa da evapotranspiração de referência (ETo) foi através da equação de Penman-Monteith (13), segundo as parametrizações propostas pelo boletim FAO-56 (ALLEN et al., 2006):

$$\lambda ET = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho_a C_p \frac{(e_s - e_a)}{r_a}}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_s}{r_a}\right)} \quad (13)$$

em que:

$(e_s - e_a)$ = déficit de pressão de vapor do ar para a altura de referência medida (kPa);

ρ_a = densidade do ar (kg.m^{-3});

C_p = calor específico do ar a pressão constante ($\text{MJ.kg}^{-1}\text{.}^\circ\text{C}^{-1}$);

Δ = declividade da curva de pressão de vapor x temperatura ($\text{kPa.}^\circ\text{C}^{-1}$);

γ = constante psicrométrica ($\text{kPa.}^\circ\text{C}^{-1}$);

r_s e r_a = resistências da superfície e aerodinâmica (s.m^{-1}), respectivamente;

R_n = saldo de radiação ($\text{MJ.m}^{-2}\text{d}^{-1}$);

G = densidade de fluxo de calor do solo ($\text{MJ.m}^{-2}\text{d}^{-1}$).

As equações de resistência aerodinâmica (r_a) e resistência total da superfície (r_s) foram combinadas com o método de Penman-Monteith, visando descrever uma vegetação hipotética de referência. Com o propósito de padronizar o cálculo dos diferentes elementos climáticos, utilizou-se os algorítmicos apresentados por Allen et al. (1998), tomando por base o fato da mesma ter sido testada, com resultados satisfatórios, sob várias condições climáticas, assumindo para alguns elementos valores fixos, a partir de sua validade global (MEDEIROS, 2002).

Os dados de entrada foram obtidos de uma estação meteorológica automática da marca Metos, instalada em um lote próximo das áreas avaliadas. Foram utilizadas as seguintes variáveis meteorológicas: temperatura máxima, média e mínima ($^{\circ}\text{C}$); umidade relativa do ar (%); velocidade do vento (m.s^{-1}); radiação solar (W.m^{-2}); e precipitação (mm). Os dados observados no período estão apresentados no Apêndice E.

Os coeficientes de cultura utilizados, assim como outras informações técnicas como profundidade do sistema radicular, fator de disponibilidade hídrica (f) e duração das fases, foram obtidos na literatura (BERNARDO et al., 2006), e em alguns casos calibrados através de experiências com a exploração das fruteiras na região.

O coeficiente de localização foi calculado pelo método de Fereres (1981), citado por Bernardo et al. (2006) utilizando as equações 2, 3 e 4. O K_s foi calculado pela equação 11.

Todos os parâmetros utilizados e informações coletadas nas parcelas estudadas estão apresentados no Apêndice D.

3.16. Consumo real de água nos lotes

O consumo de água dos lotes no período foi fornecido pelo DIJ (distrito de irrigação do Jaíba), responsável pela distribuição e cobrança da água utilizada pelos produtores irrigantes do Perímetro, através da leitura efetuada mensalmente nos hidrômetros instalados nos lotes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Produtividades dos Tratamentos e Custos com Irrigação

No Quadro 9 estão apresentadas as lâminas de água totais recebidas em cada tratamento durante o período do experimento (Lâmina), considerando a irrigação e a precipitação efetiva ocorrida no período, assim como a evapotranspiração de referência (ET_o), a evapotranspiração das culturas (ET_c) e a proporção entre a lâmina recebida e a ET_c (Lâmina/ET_c), nas culturas da goiaba e atemoia.

A ET_o foi maior na goiabeira do que na atemoieira devido à maior duração do ciclo produtivo da primeira. Já a ET_c é específica para cada cultura, em função do K_c e K_l, principalmente.

Nas duas fruteiras a lâmina recebida pelo tratamento T1 foi praticamente igual à evapotranspiração da cultura (100% da ET_c).

Os resultados das avaliações de produtividade (PROD) e peso médio dos frutos (PMED) estão apresentados no Quadro 10. Todas as médias estão representadas pela mesma letra, indicando que não houve diferença significativa entre os tratamentos, em nenhuma das duas fruteiras estudadas.

Os resultados mostram que neste caso o acréscimo na lâmina de água aplicada não ocasionou aumento de produtividade e nem no peso dos frutos, pois o T1, cuja lâmina de irrigação recebida foi praticamente equivalente à ET_c nos dois casos, não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, que receberam quantidades maiores de água nas irrigações.

Quadro 9 – Evapotranspiração de referência (ETo), Evapotranspiração das culturas (ETc), Lâminas recebidas em cada tratamento (Lâmina), e Proporção, em %, entre a Lâmina recebida e a ETc (Lâmina/ETc), nos períodos de 217 e 227 dias, para atemóia e goiaba, respectivamente

Tratamento	ETo mm	ETc mm	Lâmina mm	Lâmina/ETc (%)
Atemóia				
T1	846	522	518	99
T2	846	522	661	127
T3	846	522	806	155
T4	846	522	1059	203
Goiaba				
T1	881	576	564	98
T2	881	576	698	121
T3	881	576	846	147
T4	881	576	1136	197

Quadro 10 – Resultados das análises estatísticas com os dados de produtividade (PROD) e peso médio dos frutos (PMED) nas parcelas da Atemóia e Goiaba

TRAT	PROD t.ha ⁻¹	Resultado Análise Estatística	PMED g	Resultado Análise Estatística
ATEMÓIA				
T1	8,1	a	348,5	a
T2	7,6	a	350,0	a
T3	7,0	a	361,6	a
T4	7,0	a	336,9	a
GOIABA				
T1	27,2	a	89,8	a
T2	23,4	a	86,0	a
T3	26,1	a	87,4	a
T4	27,2	a	86,7	a

* médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas colunas, dentro de cada cultura, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

O excesso de água aplicado poderia ter ocasionado perdas de produtividade devido à falta de oxigenação nas raízes das plantas, caso se tratassem de solos argilosos, com maior dificuldade de drenagem. Por outro lado, em solos mais arenosos, como o da área experimental, o potencial de lixiviação de nutrientes é maior.

As produtividades médias alcançadas nas duas fruteiras são consideradas boas em relação ao padrão nacional (SIMÃO, 2004 e BONAVENTURE, 1999).

Na atemóia, classifica-se como um nível alto de produtividade quando são obtidas 14 a 18 t.ha⁻¹ano⁻¹, considerando duas safras, o que daria de 7 a 9 t.ha⁻¹ em cada safra (MANICA et al., 2003). As médias dos tratamentos ficaram entre 7 e 8,1 t.ha⁻¹ nesta safra. Também o peso médio dos frutos ficou na faixa de 300 g, o que confere um bom valor comercial ao produto.

Na cultura da goiaba, a produtividade de 23 a 27 t.ha⁻¹safr⁻¹ obtida foi muito boa em comparação com o padrão para a cultura, que considera como ótima uma produtividade entre 20 e 25 t.ha⁻¹safr⁻¹ (SIMÃO, 2004).

O desejável, porém, é atingir estes altos valores de produtividade com o menor consumo de água possível. Observa-se no Quadro 11 o volume de água consumido por área em cada tratamento durante os 7 meses de duração do experimento, considerando as irrigações e a precipitação efetiva.

Quadro 11 – Volume de água consumido em cada tratamento, em 217 e 227 dias, para atemóia e goiaba, respectivamente

TRATAMENTO	ATEMÓIA m ³ .ha ⁻¹	GOIABA m ³ .ha ⁻¹
T1	5.180	5.640
T2	6.610	6.980
T3	8.060	8.460
T4	10.590	11.360

Considerando que não houve diferença entre os tratamentos, estariam sendo gastos em excesso no T2, T3 e T4, respectivamente, 1.430, 2.880 e 5.410 m³ por ha

na atemóia e 1.340, 2.820 e 5.720 m³ por ha na goiaba, sem que houvesse diferença na produção e na qualidade dos frutos produzidos.

Além do desperdício de água e suas conseqüências ao meio ambiente, a irrigação pode aumentar significativamente os custos de produção, podendo até inviabilizar o negócio.

No Quadro 12 estão apresentados os custos diretamente relacionados à irrigação nos tratamentos estudados nas parcelas da atemóia e da goiaba. Incluem-se aí os gastos com energia no bombeamento, e da própria água, que também é paga no perímetro irrigado. Estes valores são equivalentes ao consumo ocorrido durante todo o período de duração do experimento, que corresponde a um ciclo produtivo da lavoura.

Quadro 12 – Custo com irrigação durante o período do experimento nos tratamentos avaliados

ATEMÓIA					
Tratamento	Consumo água (m ³ .ha ⁻¹)	Custo (A) (R\$.ha ⁻¹)	Energia (kwh.ha ⁻¹)	Custo (E) (R\$.ha ⁻¹)	A + E (R\$.ha ⁻¹)
T1	5.180	138,56	7.734,63	915,20	1.053,76
T2	6.610	176,82	9.869,86	1.167,85	1.344,66
T3	8.060	215,60	12.034,96	1.424,03	1.639,64
T4	10.590	283,28	15.812,68	1.871,03	2.154,31
GOIABA					
Tratamento	Consumo água (m ³ .ha ⁻¹)	Custo (A) (R\$.ha ⁻¹)	Energia (kwh.ha ⁻¹)	Custo (E) (R\$.ha ⁻¹)	A + E (R\$.ha ⁻¹)
T1	5.640	150,87	8.421,48	996,47	1.147,34
T2	6.980	186,71	10.422,33	1.233,22	1.419,93
T3	8.460	226,30	12.632,23	1.494,70	1.721,01
T4	11.360	303,88	16.962,42	2.007,07	2.310,95

Observa-se uma diferença maior que 100% no custo com irrigação entre o primeiro e o último tratamento nas duas fruteiras. Os valores variaram de R\$ 1.053,76 a 2.154,31 na atemoieira e de R\$ 1.147,34 a 2.310,95 na goiabeira.

A irrigação em excesso pode ocasionar ainda outros prejuízos à lavoura, como adensamento do solo, lixiviação dos nutrientes e aumento da incidência de pragas, doenças e injúrias. No caso da atemóia, por exemplo, o excesso de água no solo é uma das principais causas da rachadura dos frutos durante a maturação (BONAVENTURE, 1999).

4.2. Lixiviação de Nutrientes no Solo

Apresenta-se no Quadro 13 o resumo das análises de variância das concentrações de Mg, Ca, K e P, no esquema de parcelas subdivididas, tendo na parcela o efeito dos tratamentos (T), na subparcela o efeito da distância em relação ao microaspersor (D), e na subsubparcela o efeito da profundidade amostrada (Z).

Quadro 13 – Resumo das análises de variância das variáveis Mg, Ca, K e P, no esquema de parcelas subdivididas, em função de Tratamento x Distância x Profundidade

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio			
		Mg	Ca	K	P
Tratamento (T)	3	0,051 ^{ns}	1,435**	348,695 ^{ns}	6,324 ^{ns}
Bloco	2	0,025	0,173	1221,216	2,748
Resíduo (a)	6	0,036	0,287	485,836	2,526
Distância (D)	2	0,037*	0,3424 ^{ns}	249,765 ^{ns}	8,970**
T x D	6	0,012 ^{ns}	0,090*	79,804 ^{ns}	1,605 ^{ns}
Resíduo (b)	16	0,012	0,103	168,192	1,719
Profundidade (Z)	4	0,963**	8,101 ^{ns}	3127,194**	8,563**
P x T	12	0,004 ^{ns}	0,018**	100,245**	0,620**
P x D	8	0,024**	0,032 ^{ns}	153,134*	1,087**
P x T x D	24	0,002 ^{ns}	0,024 ^{ns}	27,985**	0,316 ^{ns}
Resíduo (c)	96	0,004	0,019	54,509	0,237
CV (%) parcela		99,765	92,714	113,383	263,549
CV (%) subparcela		56,821	55,5513	66,712	179,367
CV (%) subsubparcela		32,671	23,9800	37,979	50,830

** , * e ^{ns} = F significativo a 1 e 5% de probabilidade e não-significativo a 5% de probabilidade, respectivamente. CV = coeficiente de variação.

Para a variável Mg verificou-se que as fontes de variação Z e Z x D foram significativas a 1% de probabilidade e a fonte de variação D foi significativa a 5% de probabilidade, enquanto as demais fontes de variação foram não-significativas a 5% de probabilidade. Os valores dos coeficientes de variação da parcela, subparcela e subsubparcela foram de aproximadamente 100, 57 e 33%, respectivamente.

Na variável Ca, as fontes de variação T e Z x T foram significativas a 1% de probabilidade e a fonte de variação T x D foi significativa a 5% de probabilidade, enquanto as demais fontes de variação foram não-significativas a 5% de probabilidade. Os coeficientes de variação da parcela, subparcela e subsubparcela foram de 93, 55 e 24%, respectivamente.

Para a variável K constatou-se que as fontes de variação Z, Z x T e Z x T x D foram significativas a 1% de probabilidade e a fonte de variação Z x D foi significativa a 5% de probabilidade, enquanto as demais fontes de variação foram não-significativas a 5% de probabilidade. Os valores dos coeficientes de variação da parcela, subparcela e subsubparcela foram de aproximadamente 114, 67 e 38%, respectivamente.

Na variável P as fontes de variação D, Z, Z x T e Z x D foram significativas a 1% de probabilidade enquanto as demais fontes de variação foram não-significativas a 5% de probabilidade. Os coeficientes de variação da parcela, subparcela e subsubparcela foram de 263, 179 e 51%, respectivamente.

Como em todo experimento em parcelas subdivididas considera-se significativo o efeito da interação tripla, independente do resultado da análise de variância, para que os fatores sejam analisados conjuntamente, considerou-se significativo a interação T x Z x D. Procedeu-se então ao desdobramento dessa interação por meio de testes de médias (Quadros 14, 15, 16 e 17) e Análises de regressão (Quadro 18).

Nos testes de médias foram avaliados os efeitos da variável qualitativa (tratamento) sobre a concentração de P, K, Ca e Mg no solo, dentro de cada profundidade e distância, através do teste de Tuckey a 5% de probabilidade.

Nas análises de regressão foram relacionados os efeitos da distância e da profundidade na concentração dos nutrientes em cada tratamento, através de uma superfície de resposta onde foram testados vários modelos e selecionados os que melhor explicaram a variação das médias dos elementos em função das variáveis estudadas, e em que os parâmetros foram significativos.

No Quadro 14 são apresentados os resultados do teste de médias entre os tratamentos para as concentrações de P no solo em cada distância e profundidade.

Quadro 14 – Valores médios das concentrações de fósforo (P), em mg.dm³⁻¹, para a interação tratamento x distância x profundidade

Profundidade (cm)	Tratamento	Distância (cm)*		
		50	100	150
10	1	1,95 b	0,98 b	1,55 a
	2	3,13 a	1,15 b	1,07 a
	3	3,32 a	2,35 a	1,43 a
	4	2,03 b	0,95 b	0,75 a
30	1	1,03 b	0,72 a	0,88 a
	2	3,82 a	1,35 a	0,68 a
	3	1,37 b	1,07 a	0,75 a
	4	1,00 b	0,53 a	0,45 a
50	1	0,78 b	0,53 b	0,48 a
	2	1,87 a	1,88 a	0,57 a
	3	0,83 b	0,73 b	0,55 a
	4	0,65 b	0,42 b	0,30 a
70	1	0,60 a	0,43 b	0,45 a
	2	1,23 a	1,57 a	0,40 a
	3	0,70 a	0,50 b	0,35 a
	4	0,43 a	0,43 b	0,23 a
90	1	0,45 b	0,38 ab	0,37 a
	2	1,52 a	1,25 a	0,43 a
	3	0,40 b	0,50 ab	0,23 a
	4	0,33 b	0,20 b	0,20 a

* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas colunas, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

A 50 cm do emissor, o tratamento 2 apresentou as maiores concentrações de P a 30, 50 e 90 cm de profundidade, enquanto a 10 cm de profundidade as médias dos tratamentos 2 e 3 foram maiores que as demais, e não diferiram entre si. A 70 cm não houve diferença estatística entre os tratamentos.

A 100 cm de distância do emissor, o T3 apresentou a maior concentração de P na primeira camada de solo (10 cm). Nas profundidades de 50 e 70 cm o T2 foi superior aos demais, e a 90 cm este foi estatisticamente maior que o T4 apenas. Na profundidade de 30 cm não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Também não houve diferença entre os tratamentos a 150 cm de distância, em nenhuma das profundidades amostradas.

Observa-se que o T2 foi melhor que os demais em relação ao teor de P no solo, principalmente nas regiões onde se concentra o sistema radicular das fruteiras, ou seja, a 50 cm de distância e nas profundidades de 10, 30 e 50 cm, seguido pelo T3, que se destacou na primeira camada de solo (10 cm) nas distâncias de 50 e 100.

A partir destes resultados não é possível afirmar que houve percolação de fósforo em nenhum dos tratamentos, pois aqueles em que a concentração foi maior nas camadas mais profundas foram os mesmos que apresentaram maior concentração nas primeiras camadas. Também não se pode concluir que a lâmina de irrigação influenciou o movimento deste elemento no solo, pois o T1 não foi maior que os demais nas camadas mais superficiais nem o T4 nas camadas mais profundas, como era esperado.

Este fato pode ser explicado pela baixa mobilidade do P no solo. Apesar da maior parte do P fornecido às plantas ter sido aplicado antes da poda, através de uma fonte pouco solúvel (superfosfato simples), foi feita uma aplicação de MAP 45 dias após a poda, aproximadamente 20 dias antes da retirada das amostras. Mesmo assim não ficou evidenciada a lixiviação do elemento, possivelmente devido à alta energia de adsorção do elemento pelas partículas do solo.

No Quadro 15 estão apresentados os resultados do teste de médias entre os tratamentos para as concentrações de K no solo em cada distância e profundidade:

Quadro 15 – Valores médios das concentrações de potássio (**K**), em mg.dm^{-3} , para a interação tratamento x distância x profundidade

Profundidade (cm)	Tratamento	Distância (cm)*		
		50	100	150
10	1	38,08 a	47,00 a	48,50 a
	2	25,83 a	42,67 a	36,17 ab
	3	30,83 a	33,50 ab	45,00 a
	4	26,17 a	22,33 b	28,00 b
30	1	21,37 a	18,00 a	24,83 a
	2	28,33 a	18,00 a	17,17 a
	3	24,33 a	18,83 a	22,50 a
	4	20,00 a	11,83 a	13,00 a
50	1	17,07 a	17,00 a	15,50 a
	2	24,00 a	12,17 a	14,50 a
	3	20,50 a	12,83 a	18,33 a
	4	18,00 a	9,83 a	10,67 a
70	1	11,30 a	12,50 a	11,50 a
	2	22,00 a	11,17 a	13,00 a
	3	22,67 a	11,00 a	12,50 a
	4	15,67 a	10,33 a	9,67 a
90	1	10,73 a	10,67 a	11,50 a
	2	17,17 a	10,83 a	10,50 a
	3	23,00 a	10,17 a	11,67 a
	4	14,67 a	9,83 a	9,67 a

* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas colunas, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

A concentração de K no solo não variou significativamente entre os tratamentos, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com exceção do T4, que foi menor que o T1 e o T2 a 100 cm de distância e 10 cm de profundidade e que o T1 e T3, a 150 cm de distância e 10 cm de profundidade.

Dessa forma pode-se concluir que houve lixiviação de K no T4, e ainda que a percolação do elemento para as camadas inferiores do solo foi influenciada pela maior lâmina recebida por este tratamento.

O K é um elemento de maior mobilidade que o P, e foi fornecido às plantas através de uma fonte de rápida liberação, em aplicações mensais.

Em relação ao Cálcio (Quadro 16) é possível observar a superioridade dos tratamentos com menor lâmina de irrigação em quase todas as distâncias e profundidades. Principalmente nas camadas mais superficiais e nas menores distâncias, a concentração deste cátion foi decrescente do T1 ao T4, sendo significativamente maior para o T1 e T2 na maioria dos casos.

Quadro 16 – Valores médios das concentrações de cálcio (Ca), em $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, para a interação tratamento x distância x profundidade

Profundidade (cm)	Tratamento	Distância (cm)*		
		50	100	150
10	1	1,48 a	1,75 a	1,52 a
	2	1,70 a	1,53 a	1,40 a
	3	1,12 b	1,53 a	1,00 b
	4	1,05 b	1,23 b	1,28 b
30	1	0,92 a	0,78 a	0,78 a
	2	0,93 a	0,77 a	0,47 b
	3	0,53 b	0,47 b	0,23 b
	4	0,40 b	0,63 ab	0,52 b
50	1	0,82 a	0,55 a	0,45 a
	2	0,55 a	0,48 a	0,30 ab
	3	0,25 b	0,18 b	0,13 b
	4	0,22 b	0,32 ab	0,32 ab
70	1	0,60 a	0,42 a	0,27 a
	2	0,38 ab	0,42 a	0,30 a
	3	0,15 b	0,17 a	0,05 a
	4	0,13 b	0,13 a	0,13 a
90	1	0,55 a	0,43 a	0,23 a
	2	0,37 ab	0,37 ab	0,32 a
	3	0,17 b	0,17 ab	0,05 a
	4	0,10 b	0,12 b	0,07 a

* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas colunas, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Observa-se, portanto, que o Ca é um elemento cuja concentração é influenciada pela lâmina de água aplicada no solo, ou seja, muito susceptível à lixiviação. Este fato é de grande importância para os produtores do Jaíba, pois a deficiência de Ca é um dos pontos críticos no cultivo de fruteiras irrigadas na região.

No Lote 29M, o Ca é fornecido duas vezes ao ano, através da aplicação de calcário dolomítico, 30 dias antes da poda das plantas. Por esse motivo ainda se observa um teor relativamente elevado do elemento nas camadas superficiais. Em alguns casos é fornecido nitrato de cálcio para suprir a deficiência imediata do nutriente, quando a lixiviação é muito grande. Porém o seu custo é muito elevado.

A avaliação do teor de Mg no solo (Quadro 17) apresentou os seguintes resultados: a 50 cm de distância, nas profundidades de 10 e 30 cm, o T1 foi significativamente melhor que o T4; a 100 cm de distância, na profundidade de 10 cm, o T1 foi maior que o T3. Os demais valores não variaram significativamente pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade.

Quadro 17 – Valores médios das concentrações de magnésio (**Mg**), em $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, para a interação tratamento x distância x profundidade

Profundidade (cm)	Tratamento	Distância (cm)*		
		50	100	150
10	1	0,45 a	0,60 a	0,58 a
	2	0,38 ab	0,52 ab	0,52 a
	3	0,35 ab	0,42 b	0,47 a
	4	0,25 b	0,53 ab	0,50 a
30	1	0,32 a	0,27 a	0,25 a
	2	0,22 ab	0,23 a	0,15 a
	3	0,22 ab	0,17 a	0,15 a
	4	0,15 b	0,28 a	0,20 a
50	1	0,23 a	0,15 a	0,12 a
	2	0,10 a	0,17 a	0,08 a
	3	0,12 a	0,10 a	0,10 a
	4	0,10 a	0,20 a	0,12 a
70	1	0,13 a	0,10 a	0,08 a
	2	0,07 a	0,12 a	0,05 a
	3	0,07 a	0,09 a	0,02 a
	4	0,08 a	0,10 a	0,08 a
90	1	0,12 a	0,13 a	0,04 a
	2	0,07 a	0,10 a	0,07 a
	3	0,05 a	0,07 a	0,01 a
	4	0,04 a	0,07 a	0,02 a

* Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas colunas, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tuckey.

Analisando o quadro acima se observa também a influência da lâmina de água na lixiviação do Mg, pois o T1, que recebeu as menores lâminas, foi também o que apresentou maiores concentrações do nutriente nas camadas superficiais, sobretudo na região mais próxima ao microaspersor, onde se concentram as irrigações, indicando que a lixiviação foi menor neste tratamento.

Este resultado pode ser explicado pela fonte de Mg utilizada (sulfato de magnésio) e a forma de aplicação (três aplicações mensais no início do ciclo).

No Quadro 18 é apresentado o resultado da análise de regressão do efeito da distância e da profundidade, e a sua interação, sobre a concentração de nutrientes.

Quadro 18 – Equações de regressão ajustadas para as variáveis P, K, Ca e Mg em função da distância (D) e da profundidade (Z), em cada tratamento (T)

T	Equações de Regressão	R ²
1	$\bar{P} = 2,819 - 0,0218^{**}D + 0,0000980^{*}D^2 - 0,0346^{**}Z + 0,000217^{**}Z^2$	0,89
	$\bar{K} = 53,819 - 1,183^{**}Z + 0,00794^{**}Z^2$	0,93
	$\bar{Ca} = 2,141 - 0,00223^{**}D - 0,0408^{**}Z + 0,000269^{**}Z^2$	0,94
	$\bar{Mg} = 0,676 - 0,0154^{**}Z + 0,000100^{**}Z^2$	0,92
2	$\bar{P} = 3,724 - 0,0168^{**}D - 0,0116^{*}Z$	0,69
	$\bar{K} = 45,529 - 0,0520^0D - 0,698^{**}Z + 0,00448^{*}Z^2$	0,72
	$\bar{Ca} = 2,151 - 0,00230^{**}D - 0,0461^{**}Z + 0,000323^{**}Z^2$	0,96
	$\bar{Mg} = 0,400 + 0,00460^{*}D - 0,0000227^{*}D^2 - 0,0151^{**}Z + 0,000105^{**}Z^2$	0,94
3	$\bar{P} = 3,555 - 0,00660^{**}D - 0,0672^{**}Z + 0,000446^{**}Z^2$	0,87
	$\bar{K} = 64,803 - 0,492^{*}D + 0,00235^{*}D^2 - 0,802^{**}Z + 0,00554^{**}Z^2$	0,82
	$\bar{Ca} = 1,589 - 0,00150^{*}D - 0,0395^{**}Z + 0,000282^{**}Z^2$	0,95
	$\bar{Mg} = 0,513 - 0,0124^{**}Z + 0,0000813^{**}Z^2$	0,93
4	$\bar{P} = 1,987 - 0,00503^{**}D - 0,0300^{**}Z + 0,000185^{*}Z^2$	0,79
	$\bar{K} = 46,679 - 0,344^{**}D + 0,00149^{**}D^2 - 0,536^{**}Z + 0,00380^{**}Z^2$	0,90
	$\bar{Ca} = 1,127 + 0,0108^{*}D - 0,000500^{*}D^2 - 0,0415^{**}Z + 0,000277^{**}Z^2$	0,95
	$\bar{Mg} = 0,176 + 0,00727^{*}D - 0,0000333^{*}D^2 - 0,0108^{**}Z + 0,0000635^{*}Z^2$	0,89

** , * , ⁰ = significativos a 1, 5 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

São apresentados, em cada tratamento, as equações que melhor se ajustaram a cada um dos elementos (P, K, Ca e Mg); os coeficientes de regressão (R²); e a

significância dos betas da equação. A seleção das equações foi feita através de uma superfície de resposta, onde foram testados vários modelos para cada caso.

As análises de regressão do K e do Mg no T1 e do Mg no T3 não foram significativas para o parâmetro distância (D), aparecendo apenas o efeito da profundidade (Z). Apenas um modelo Linear foi significativo: a análise do P no T2. As demais regressões tiveram pelo menos um parâmetro quadrático. Os valores de R^2 variaram de 69 a 95%.

As Figuras 6, 7, 8 e 9 apresentam os gráficos das equações da análise de regressão, divididos por elemento químico. A partir dos gráficos é possível observar, com maior clareza, os efeitos da distância e da profundidade sobre as concentrações de P, K, Ca e Mg, em cada Tratamento.

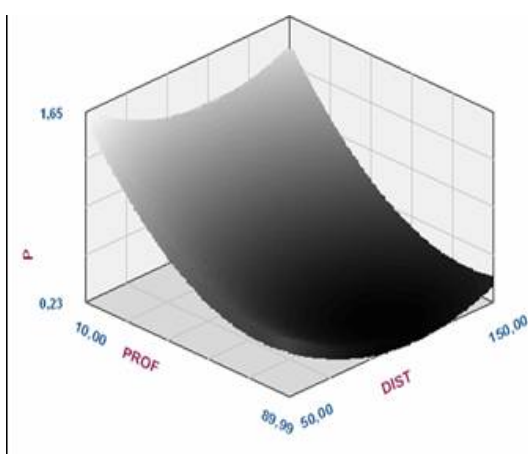
Observa-se uma tendência geral de redução no teor dos nutrientes à medida que aumenta a Profundidade, em uma função quadrática, até um valor mínimo, normalmente por volta dos 80 cm de profundidade, a partir do qual a curva passa a ser crescente ou estabiliza, com exceção do P no T2, que reduz linearmente com o aumento da profundidade.

Este comportamento não se altera com a distância. Em todos os gráficos a relação entre a concentração do íon e a profundidade é praticamente a mesma a 50, 100 e 150 cm de distância.

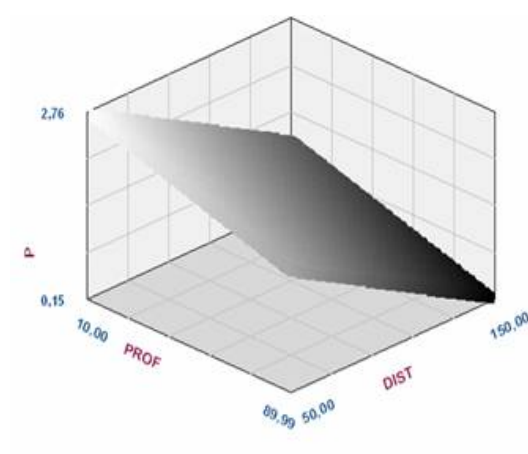
Na análise do K observa-se que nos tratamentos com maiores lâminas de água a sua redução é menos drástica à medida que a profundidade aumenta. Este fato é devido ao transporte de nutrientes das camadas superficiais do solo para as inferiores. Nos outros elementos este processo não é claramente observado.

No caso da Distância a tendência geral também é de uma relação inversa, ou seja, redução no teor de nutrientes com o aumento da distância. Na maior parte das situações essa relação é linear. Em três regressões o efeito da distância foi nulo – o K no T1, e o Mg no T1 e no T3 – em outras três foi semelhante ao descrito no parágrafo anterior para a Profundidade (quadrático positivo) - P no T1 e K no T3 e T4 – e em três ocasiões foi quadrático negativo – Mg no T2 e T4, e Ca no T4 – nesse caso apresentando uma curva ascendente até um ponto máximo, normalmente por volta de 100 cm de distância, a partir do qual a trajetória se torna descendente.

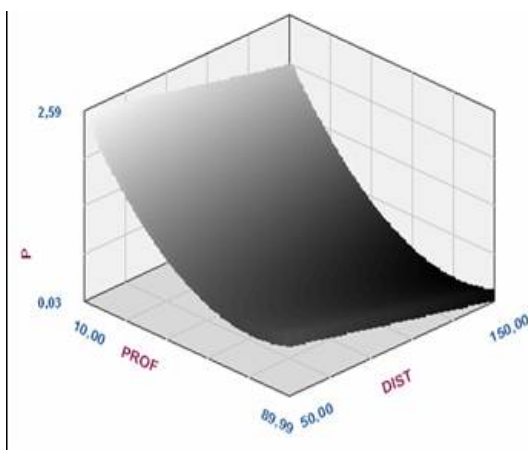
Distribuição do P no Solo – T1



Distribuição do P no Solo – T2



Distribuição do P no Solo – T3



Distribuição do P no Solo – T4

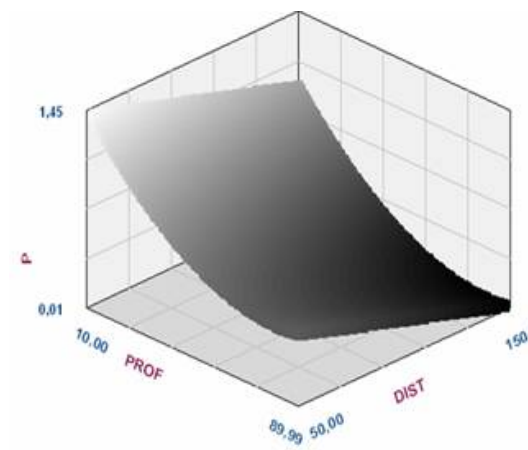
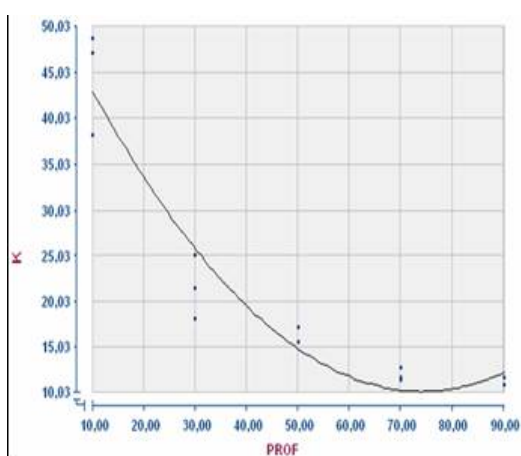
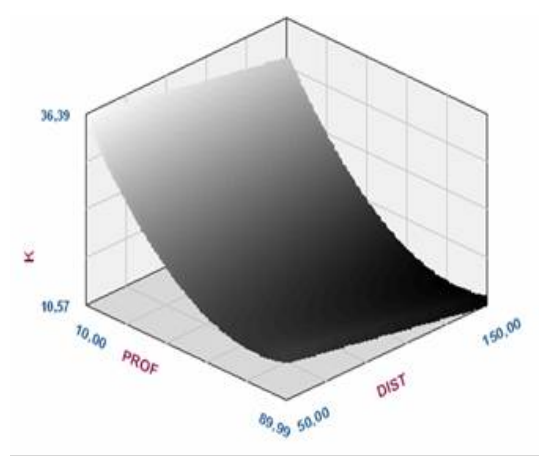


Figura 6 – Variação na concentração de **P** no solo, em mg.dm^{-3} , em função da distância (DIST), em cm, e da profundidade (PROF), em cm, em cada tratamento.

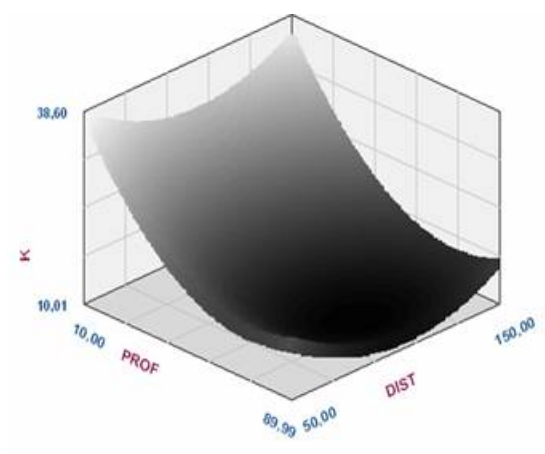
Distribuição do K no Solo – T1



Distribuição do K no Solo – T2



Distribuição do K no Solo – T3



Distribuição do K no Solo – T4

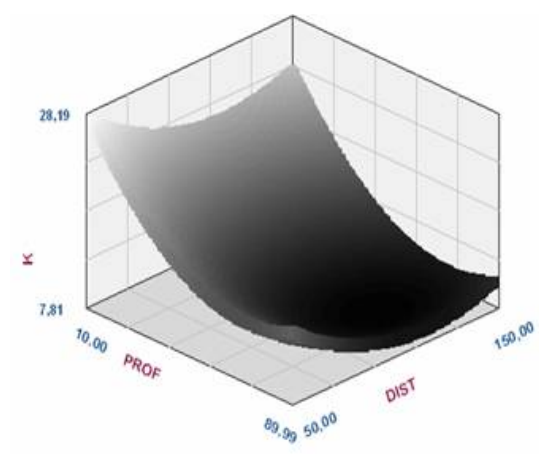
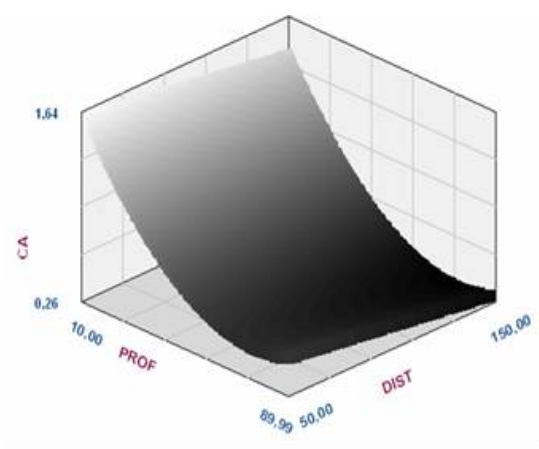
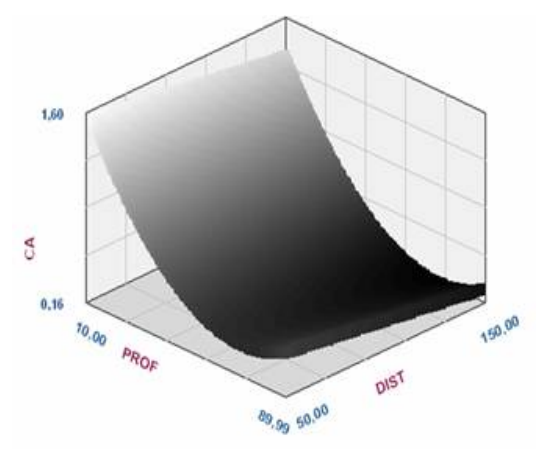


Figura 7 – Variação na concentração de **K** no solo, em mg.dm³⁻¹, em função da distância (DIST), em cm, e da profundidade (PROF), em cm, em cada tratamento.

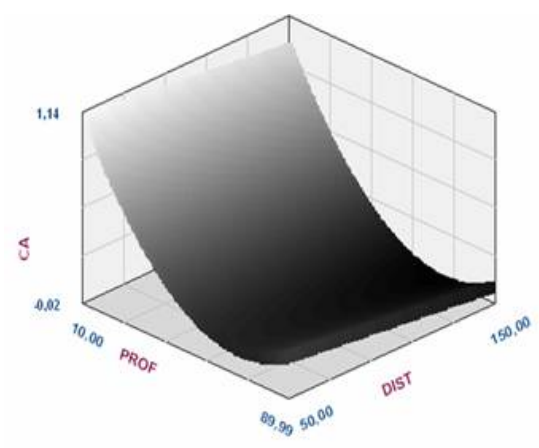
Distribuição do Ca no Solo – T1



Distribuição do Ca no Solo – T2



Distribuição do Ca no Solo – T3



Distribuição do Ca no Solo – T4

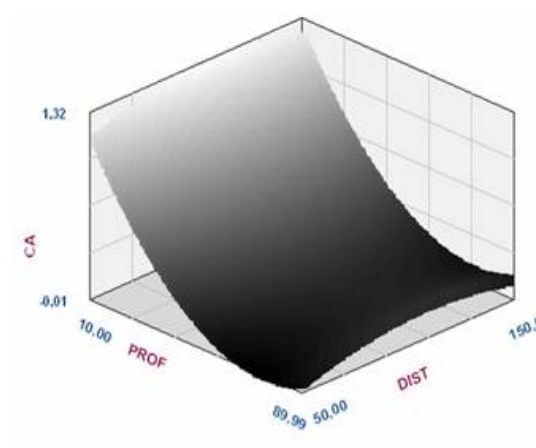
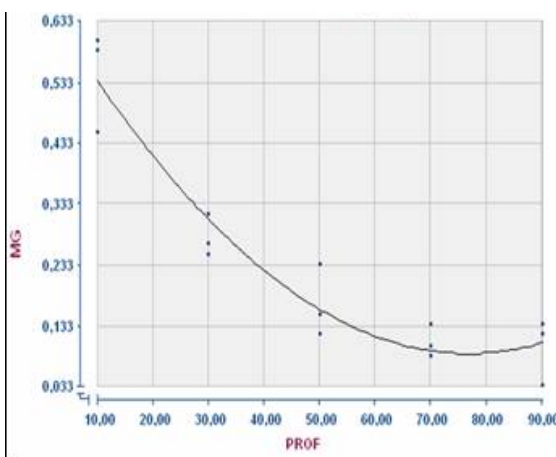
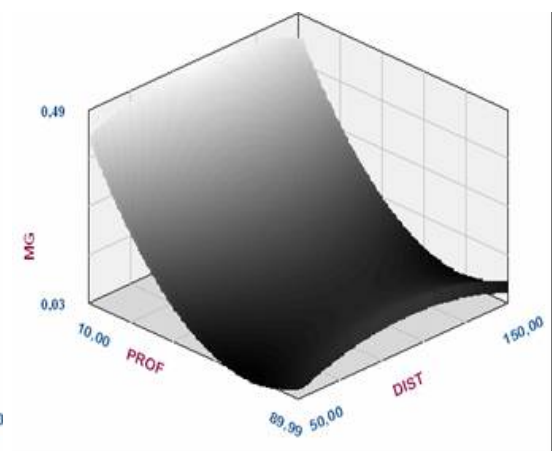


Figura 8 – Variação na concentração de **Ca** no solo, em $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, em função da distância (DIST), em cm, e da profundidade (PROF), em cm, em cada tratamento.

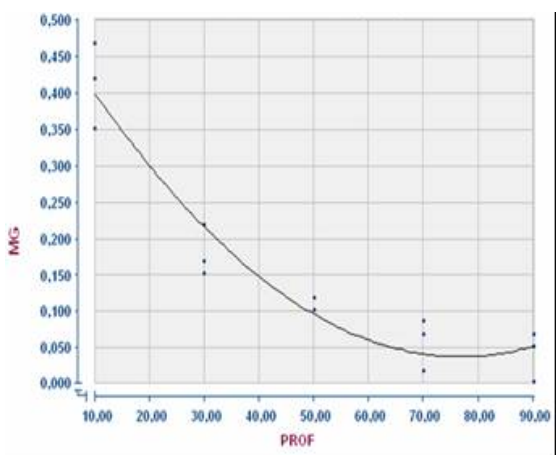
Distribuição do Mg no Solo – T1



Distribuição do Mg no Solo – T2



Distribuição do Mg no Solo – T3



Distribuição do Mg no Solo – T4

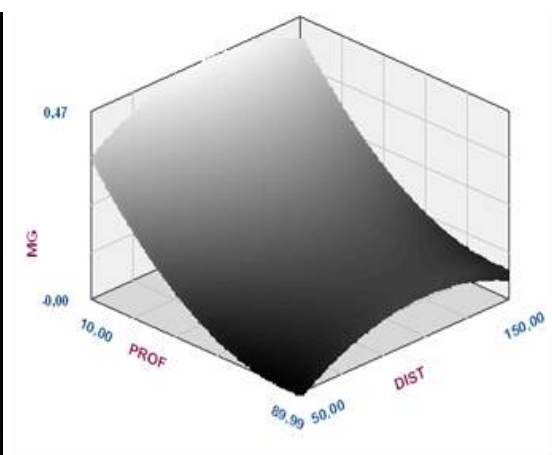


Figura 9 – Variação na concentração de **Mg** no solo, em $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, em função da distância (DIST), em cm, e da profundidade (PROF), em cm, em cada tratamento.

Uma outra análise foi feita com o objetivo de avaliar a relação entre a lâmina de água e o perfil de distribuição dos nutrientes no solo.

A partir da avaliação dos microaspersores e determinação da taxa média de aplicação de água ao longo do raio molhado, através do tempo de irrigação total ocorrido, e somando-se a precipitação efetiva no período, chegou-se aos valores de Lâminas totais recebidas em cada Tratamento e Distância do microaspersor (Quadro 19).

Quadro 19 – Lâminas de água totais (Irrigação + Precipitação efetiva), em mm, ocorridas no período avaliado em cada ponto amostrado, função do tratamento e distância do microaspersor

Tratamento	Distância (cm)		
	50	100	150
T1	701	401	257
T2	863	551	433
T3	876	538	414
T4	1413	913	753

Apresenta-se no Quadro 20 o resumo das análises de variância das variáveis Mg, Ca, K e P, no esquema de parcelas subdivididas no espaço, tendo na parcela o efeito da Lâmina de irrigação (L) e na subparcela o efeito da Profundidade do solo (Z).

O efeito isolado da lâmina de irrigação foi significativo para as variáveis P e Ca, pelo teste F a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. A profundidade foi significativa a 1% de probabilidade em todas as análises, inclusive para o Ca, o que não havia ocorrido na análise anterior, devido a diferenças no quadrado médio do resíduo. E a interação entre os dois fatores foi significativa para o P (1%) e Mg (5%).

Como os dois fatores são quantitativos (quantidade de água e profundidade), procedeu-se à análise de regressão para determinar a relação de cada um com a concentração de nutrientes no solo e a interação entre eles. Novamente foi testada uma superfície de resposta para cada elemento (P, K, Ca e Mg) e selecionado o melhor modelo.

Quadro 20 – Resumo das análises de variância das variáveis P, K, Ca e Mg, no esquema de parcelas subdivididas, em função de L x P

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio			
		P	K	Ca	Mg
Lâmina de irrigação (L)	11	4,231*	184,040 ^{ns}	0,503**	0,027 ^{ns}
Bloco	2	2,748	1221,216	0,173	0,025
Resíduo (a)	22	1,939	254,822	0,153	0,018
Profundidade (Z)	4	8,563**	3127,194**	8,100**	0,963**
L x P	44	0,539**	70,446 ^{ns}	0,024 ^{ns}	0,007*
Resíduo (b)	96	0,237	54,509	0,019	0,004
CV (%) parcela		145,280	82,115	67,676	71,151
CV (%) subparcela		50,830	37,979	23,980	32,671

**, * e ^{ns} = F significativo a 1 e 5% de probabilidade e não-significativo a 5% de probabilidade, respectivamente. CV = coeficiente de variação.

O resultado está apresentado no Quadro 21, com as equações de regressão, para as quatro variáveis, a significância dos betas e o valor (decimal) do coeficiente de ajuste da regressão (R²), que significa quanto da variação da concentração de nutrientes é explicado pela equação.

Quadro 21 – Equações de regressão ajustadas para as variáveis P, K, Ca e MG em função da lâmina de água (L) e da profundidade (Z)

Equação de regressão	R ²
$\bar{P} = 0,959$	-
$\bar{K} = 49,231 - 0,0211**L - 0,472**Z + 0,000315**Z^2$	0,63
$\bar{Ca} = 2,267 - 0,000136^0L - 0,0477**Z + 0,000288Z^2$	0,82
$\bar{Mg} = 0,755 - 0,0000545*L - 0,0152**Z + 0,0000875**Z^2$	0,86

**, * e ⁰ = significativos a 1, 5 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

Na análise do P nenhum modelo foi significativo. Os valores de R² ficaram todos abaixo de 0,50 e, portanto, ele foi considerado igual à média. Nas demais variáveis, o efeito da Lâmina foi linear e o da Profundidade quadrático. As Figuras 10, 11 e 12 representam os gráficos das equações de regressão apresentadas no Quadro 21.

Novamente observa-se que a concentração dos elementos diminui com o aumento da profundidade.

O K teve a sua concentração reduzida nas camadas superficiais e aumentada nas camadas inferiores quando aumentada a lâmina de irrigação, o que demonstra mais uma vez a maior lixiviação do nutriente em função das maiores quantidades de água aplicadas. A diferença de concentração entre as profundidades de 10 e 90 cm na menor lâmina é de 36 mg.dm^{-3} , enquanto na maior lâmina é de 4 mg.dm^{-3} , indicando que parte do adubo contido nas primeiras camadas foi percolado para as mais profundas.

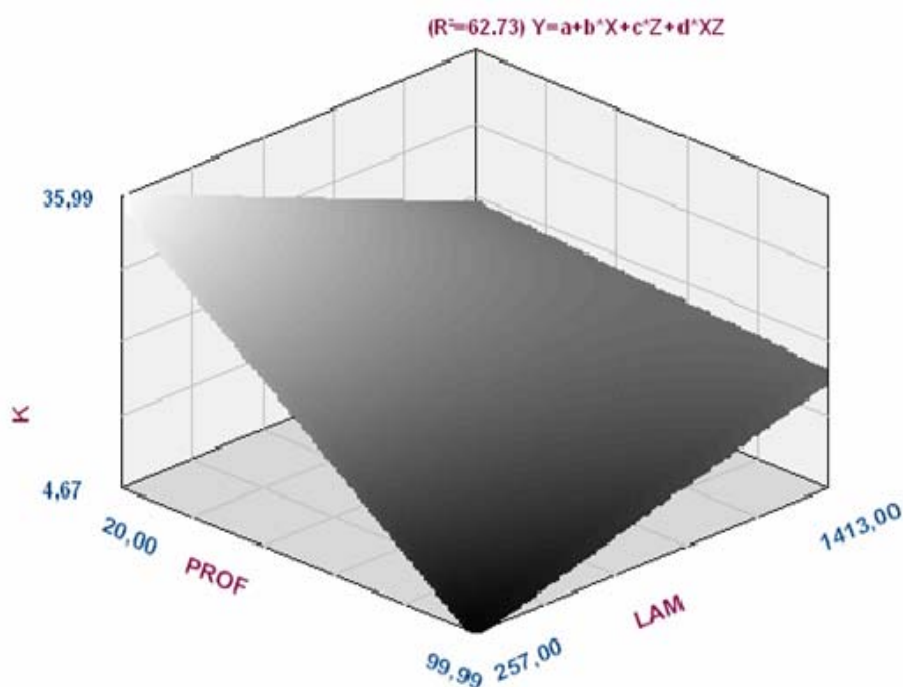


Figura 10 – Variação na concentração de **K** no solo, em mg.dm^{-3} , em função da lâmina de água (LAM), em mm, e da profundidade (PROF), em cm.

O aumento da lâmina de irrigação provocou a redução nos teores de Ca e Mg no solo, praticamente na mesma proporção em todas as profundidades. Como os solos da área são naturalmente deficientes em relação a esses elementos, o que representa um dos maiores problemas enfrentados pelos produtores, os seus valores chegaram próximo de zero nas maiores lâminas.

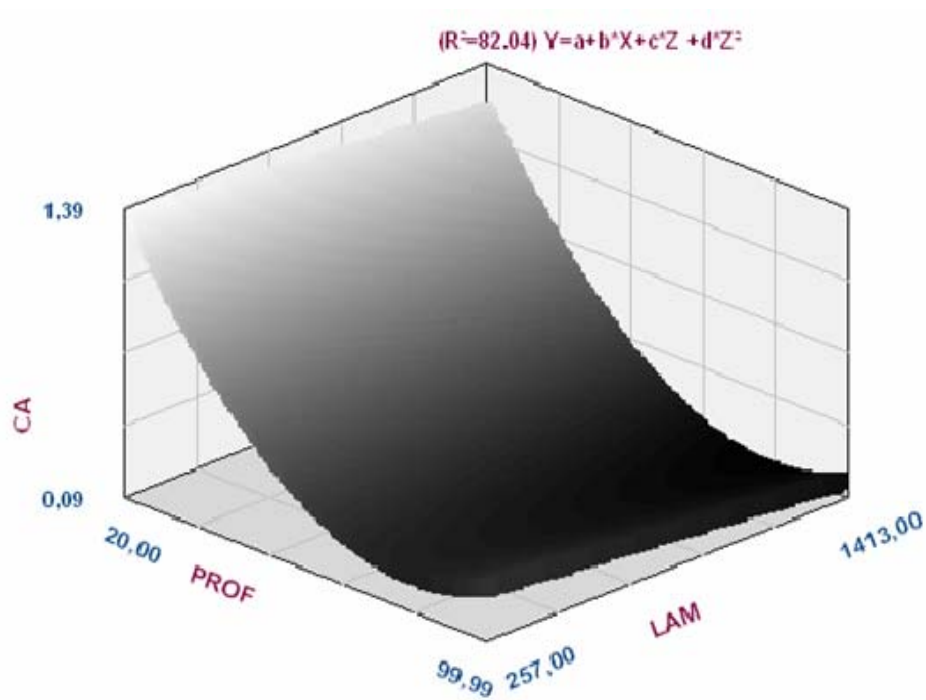


Figura 11 – Variação na concentração de **Ca** no solo, em $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, em função da lâmina de água (LAM), em mm, e da profundidade (PROF), em cm.

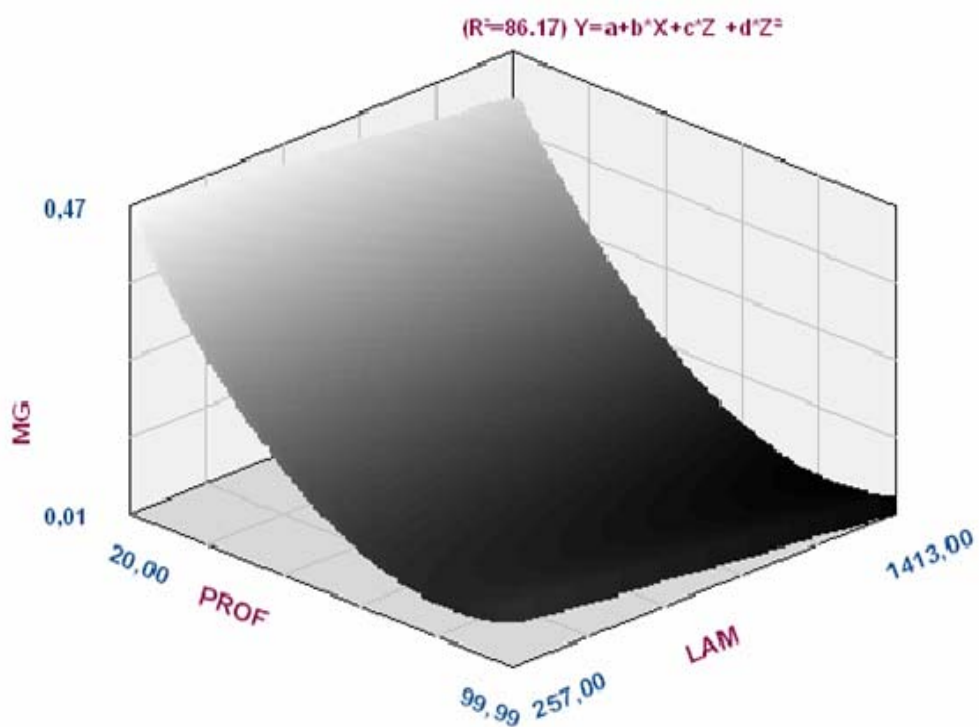


Figura 12 – Variação na concentração de **Mg** no solo, em $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, em função da lâmina de água (LAM), em mm, e da profundidade (PROF), em cm.

4.3. Diagnóstico do Uso da Água na Gleba C2

As somas das lâminas de irrigação simuladas no período de abril a setembro de 2006 em cada parcela estão apresentadas na Figura 13. As parcelas estão identificadas pela cultura, o nº do lote e a lâmina de água total recebida, em mm.

As diferenças de valores de lâminas simuladas entre culturas semelhantes são devidas a fatores como: espaçamento de plantio, idade e, ou, fase da cultura, e características do equipamento de irrigação utilizado.

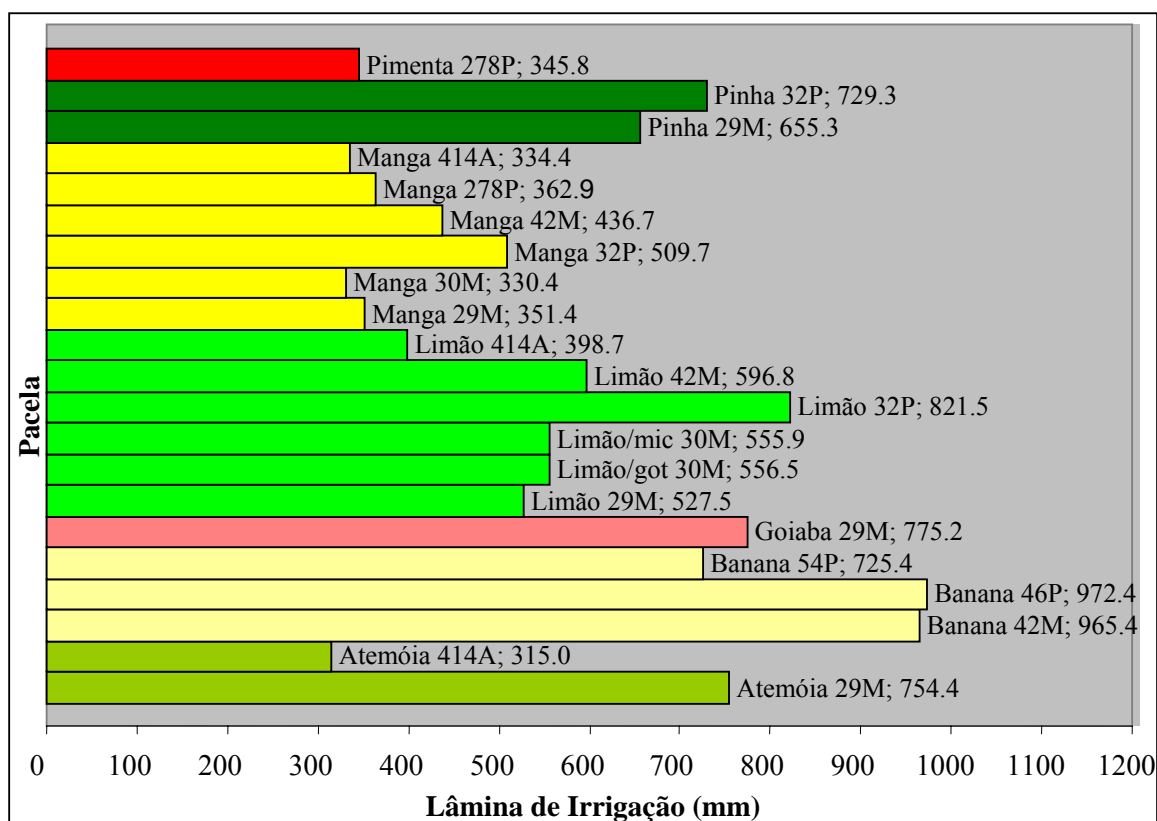


Figura 13 – Lâmina de água total aplicada em cada parcela no período de 01/04 a 30/09/2006 de acordo com as simulações realizadas – à frente de cada barra estão indicados: espécie de fruteira, nº do lote e lâmina de irrigação (mm).

Os valores de lâminas foram convertidos para volume de água de acordo com a área irrigada de cada parcela. Somadas as parcelas de cada lote, chegou-se ao volume de água consumido na propriedade. Este volume estimado foi então comparado com o volume real consumido na propriedade (item 3.16), considerando o mesmo período. Os valores mensais e totais dos consumos de água real e simulado, e a diferença entre ambos, em cada lote, estão apresentados no Quadro 22.

Quadro 22 – Comparação entre o volume de água (m³) utilizado nas irrigações em cada Lote (REAL) e o volume necessário (SIMULADO) para o mesmo período

VOLUME (m ³)							
LOTE 46P				LOTE 54P			
MÊS	REAL	SIMULADO	DIFERENÇA	MÊS	REAL	SIMULADO	DIFERENÇA
abr/06	38.727,00	46.520,00	-7.793,00	abr/06	10.695,00	17.626,49	-6.931,49
mai/06	72.615,00	44.888,00	27.727,00	mai/06	29.574,00	17.041,85	12.532,15
jun/06	64.671,00	41.784,00	22.887,00	jun/06	28.191,00	15.866,48	12.324,52
jul/06	55.692,00	48.788,00	6.904,00	jul/06	14.948,00	18.507,51	-3.559,51
ago/06	71.973,00	60.024,00	11.949,00	ago/06	18.363,00	22.703,52	-4.340,52
set/06	66.915,00	58.364,00	8.551,00	set/06	24.351,00	22.066,10	2.284,90
TOTAL	370.593,00	300.368,00	70.225,00	TOTAL	126.122,00	113.811,95	12.310,05
LOTES 42/44/46M				LOTE 278P			
MÊS	REAL	SIMULADO	DIFERENÇA	MÊS	REAL	SIMULADO	DIFERENÇA
abr/06	152.699,00	117.411,10	35.287,90	abr/06	3.898,00	1.483,20	2.414,80
mai/06	198.299,00	125.549,10	72.749,90	mai/06	25.458,00	13.838,40	11.619,60
jun/06	140.486,00	112.929,80	27.556,20	jun/06	23.052,00	16.916,40	6.135,60
jul/06	110.067,00	125.403,20	-15.336,20	jul/06	24.818,00	21.128,40	3.689,60
ago/06	152.131,00	165.329,00	-13.198,00	ago/06	23.758,00	22.437,00	1.321,00
set/06	159.369,00	153.282,80	6.086,20	set/06	19.282,00	22.141,80	-2.859,80
TOTAL	913.051,00	799.905,00	113.146,00	TOTAL	120.266,00	97.945,20	22.320,80
LOTE 32P				LOTE 414A			
MÊS	REAL	SIMULADO	DIFERENÇA	MÊS	REAL	SIMULADO	DIFERENÇA
abr/06	6.891,00	9.261,00	-2.370,00	abr/06	1.287,00	6.523,00	-5.236,00
mai/06	8.388,00	13.265,50	-4.877,50	mai/06	8.517,00	10.618,00	-2.101,00
jun/06	7.608,00	13.635,25	-6.027,25	jun/06	17.034,00	11.105,00	5.929,00
jul/06	32.076,00	15.847,25	16.228,75	jul/06	14.670,00	12.346,50	2.323,50
ago/06	25.239,00	19.637,75	5.601,25	ago/06	20.886,00	15.695,50	5.190,50
set/06	18.696,00	18.281,00	415,00	set/06	21.711,00	14.053,00	7.658,00
TOTAL	98.898,00	89.927,75	8.970,25	TOTAL	84.105,00	70.341,00	13.764,00
LOTE 30M				LOTE 29M			
MÊS	REAL	SIMULADO	DIFERENÇA	MÊS	REAL	SIMULADO	DIFERENÇA
abr/06	16.390,00	20.302,21	-3.912,21	abr/06	24.957,60	22.386,60	2.571,00
mai/06	40.680,00	26.434,52	14.245,48	mai/06	34.482,30	24.267,60	10.214,70
jun/06	43.710,00	26.639,34	17.070,66	jun/06	33.156,30	23.659,80	9.496,50
jul/06	42.200,00	30.906,46	11.293,54	jul/06	37.560,30	27.687,60	9.872,70
ago/06	33.760,00	37.975,10	-4.215,10	ago/06	31.588,50	34.594,20	-3.005,70
set/06	41.710,00	35.590,35	6.119,65	set/06	28.100,10	32.680,80	-4.580,70
TOTAL	218.450,00	177.847,98	40.602,02	TOTAL	189.845,10	165.276,60	24.568,50

A coluna da direita corresponde à diferença entre a lâmina real aplicada e a simulada. Estes valores estão expressos em mm no Quadro 23. Os valores negativos, destacados em vermelho, indicam que irrigou-se menos que o recomendado naquele período, ou seja, houve déficit na aplicação de água. Os valores positivos (azul) indicam que irrigou-se mais que o necessário, ou seja, aplicou-se água em excesso.

Quadro 23 – Diferenças entre as lâminas mensais de irrigação aplicadas e as simuladas, em mm, em cada lote

DIFERENÇA (mm)								
Mês	Lotes							
	46 P	54 P	42/44/46 M	278 P	32 P	414 A	30 M	29 M
abr/06	-19,48	-34,15	21,78	13,42	-13,54	-20,94	-8,07	7,14
mai/06	69,32	61,73	44,91	64,55	-27,87	-8,40	29,37	28,37
jun/06	57,22	60,71	17,01	34,09	-34,44	23,72	35,20	26,38
jul/06	17,26	-17,53	-9,47	20,50	92,74	9,29	23,29	27,42
ago/06	29,87	-21,38	-8,15	7,34	32,01	20,76	-8,69	-8,35
set/06	21,38	11,26	3,76	-15,89	2,37	30,63	12,62	-12,72

Em todos os lotes ocorrem as duas situações - déficit e excesso de água nas irrigações. Em alguns casos houve grande diferença, atingindo mais de 3 mm (excesso) por dia, que é superior à ETc média em muitas parcelas no período. Observa-se também uma elevada amplitude nesses resultados, como no lote 32 P, que apresentou déficit de 34,44 mm em um mês e 92,74 mm de excesso no outro.

Este resultado revela a falta de controle no gerenciamento das irrigações nas propriedades estudadas. Muitas delas não utilizam nenhum método de manejo da irrigação.

Tanto o déficit quanto o excesso de água acarretam prejuízos econômicos para a lavoura, sendo que o segundo também implica em prejuízo ambiental.

A diferença total ao longo dos seis meses avaliados foi positiva em todos os lotes. No Quadro 24 são apresentados estes valores finais excedentes por lote, a soma de todos eles, a diferença por área e por mês, e as médias gerais.

Quadro 24 – Excesso de água aplicado nas áreas irrigadas dos lotes avaliados, indicado pelas diferenças entre volume Real e Simulado (Excesso - Total), e as diferenças médias por área (Excesso - Média) e por mês (Excesso - Média Mensal)

LOTE	Excesso - Total (m ³)	ÁREA (ha)	Excesso – Média (m ³ .ha ⁻¹)	Excesso - Média Mensal (m ³ .ha ⁻¹ mês ⁻¹)
46 P	70.225,00	40,0	1.755,63	219,45
54 P	12.310,05	20,3	606,41	75,80
42/44/46 M	113.146,00	162,0	698,43	87,30
278 P	22.320,80	18,0	1.240,04	155,01
32 P	8.970,25	17,5	512,59	64,07
414 A	13.764,00	25,0	550,56	68,82
30 M	40.602,02	48,5	837,16	104,64
29 M	24.568,50	36,0	682,46	85,31
Geral	305.906,62	367,3	832,85	138,81

O resultado final destas avaliações revela um excesso de água aplicado de 139 mil litros.ha⁻¹mês⁻¹, em média. É um valor bastante significativo pela dimensão do perímetro irrigado, e considerando que foram avaliados apenas lotes de porte empresarial e que portanto utilizam tecnologia avançada e dispõem de mão-de-obra especializada.

Uma das conseqüências negativas para o produtor da aplicação de água em excesso é a elevação dos custos de produção.

Apresenta-se no Quadro 25 o custo diretamente relacionado com o excesso de água aplicado nas áreas irrigadas avaliadas, considerando apenas o valor da água e da energia demandada. Os cálculos basearam-se na soma dos meses que apresentaram excesso na irrigação.

Em alguns lotes o custo devido às irrigações em excesso corresponde a mais de 10% do custo total de manutenção das culturas.

Além destes custos há ainda aqueles relacionados à menor eficiência no uso dos insumos agrícolas, além de conseqüências que impactam, entre outros, na redução da produtividade.

Quadro 25 – Custos referentes aos excessos de água e energia consumidos nas irrigações em cada lote

Lote	Excesso de água (m ³)	Custo (A) (R\$)	Energia (kWh)	Custo (E) (R\$)	A + E (R\$.ha ⁻¹)	
46 P	78.018,00	2.086,97	116.494,21	13.784,13	15.871,10	396,78
54 P	27.141,57	726,03	40.527,00	4.795,34	5.521,38	271,99
42/44/46 M	141.680,20	3.789,93	211.552,76	25.031,90	28.821,82	177,91
278 P	25.180,60	673,58	37.598,94	4.448,88	5.122,46	284,58
32 P	22.245,00	595,05	33.215,59	3.930,22	4.525,27	258,59
414 A	21.101,00	564,45	31.507,40	3.728,10	4.292,55	171,70
30 M	48.729,33	1.303,50	72.761,22	8.609,44	9.912,95	204,39
29 M	32.154,90	860,14	48.012,76	5.681,09	6.541,23	181,70

5. CONCLUSÕES

Diante dos resultados, conclui-se que:

- Não houve diferença significativa de produtividade e peso médio dos frutos entre os tratamentos nas duas fruteiras, apesar dos acréscimos na lâmina aplicada de irrigação de 27%, 50% e 103% em relação à E_{Tc} na atemoieira, e 21%, 47% e 97% na goiabeira;

- Os solos arenosos da área experimental, com elevada taxa de infiltração de água, favorecem a drenagem da lâmina excedente aplicada, evitando maiores perdas devido à redução na aeração do solo, porém favorece a maior lixiviação de nutrientes;

- Os volumes de água aplicados variaram de 5.180 a 10.590 m³.ha⁻¹ entre os tratamentos, em 217 dias de acompanhamento, para a cultura da atemóia e de 5.640 a 11.360 m³.ha⁻¹ na goiaba em 227 dias, indicando a magnitude do desperdício de água devido a excessos nas irrigações;

- Os custos diretos da irrigação (água + energia) variaram entre os tratamentos de maior e menor lâmina em R\$ 1.100,55 na atemóia e R\$ 1.163,61 na goiaba;

- Nos tratamentos em que foram aplicadas menores lâminas de irrigação observou-se maior concentração de nutrientes no solo, em geral, principalmente nas camadas mais superficiais;

- As maiores lâminas aplicadas resultaram em menores teores de Ca e Mg no solo, em todas as profundidades, o que é uma constatação importante uma vez que

um dos maiores problemas dos solos arenosos do Perímetro é a dificuldade em manter elevada a concentração destes dois elementos;

- As concentrações de fósforo não foram afetadas pela quantidade de água aplicada, devido à sua baixa mobilidade no solo;

- Na análise do K observou-se o efeito bastante característico da lixiviação do nutriente pelo excesso de água aplicada, pois a sua concentração nas camadas superficiais reduziu consideravelmente com o aumento da lâmina, e nas camadas inferiores a relação foi inversa, em consequência do acúmulo dos íons arrastados pelo fluxo de água no perfil do solo.

- Houve excesso e déficit de água nas irrigações realizadas, no período de 01/04/06 a 30/09/06, em todos os lotes avaliados, indicando um manejo inadequado da irrigação;

- Em todas as simulações foi apontado um volume final excedente na soma das lâminas de água aplicadas;

- Observou-se um valor médio de $139 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mês}^{-1}$ aplicado em excesso na Gleba C2 do projeto Jaíba;

- O custo médio do desperdício de água nas irrigações entre os lotes foi de R\$ $243,45 \cdot \text{ha}^{-1}$ no período, considerando apenas o valor da água e da energia excedentes.

6. REFERÊNCIAS

ABREU, J. M. H., REGALADO, A. P., LOPEZ, J. R., HERNANDEZ, J. F. G. El Riego Localizado. Curso Internacional de Riego localizado. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias, 1987. 317 p.

ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., RAES, D., SMITH, M. Evapotranspiración del cultivo - Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio Fao Riego Y Drenaje 56. Roma, 2006.

ALVAREZ, J.F.O., VALERO, J.A.J., BENITO, J.M.T.M., MATA, E.L. MOPECO: an economic optimization model for irrigation water management. Irrigation Science, vol. 23, no. 2, pp. 61-75. May 2004.

BERNARDO, S., SOARES, A. A., MANTOVANI, E. C. Manual de Irrigação. 8.ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2006. 611p.

BERWANGER, A. L. Alterações e transferências de fósforo do solo para o meio aquático com o uso de dejetos líquidos suínos. Santa Maria, RS, 2006. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria.

BLANCO, F.F., MEDEIROS, J.F., FOLEGATTI, M.V. Produção da alface (*Lactuca sativa* L.) em ambiente protegido sob condições salinas. (Compact disc). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28., Pelotas, 1999. Anais. Pelotas: SBEA/FEA, UFPel, 1999.

BONAVENTURE, L. A cultura da cherimóia e de seu híbrido, a atemóia. São Paulo, SP, Nobel, 1999. 182p.

CAI, X., ROSEGRANT, M.W., RINGLER, C. Physical and economic efficiency of water use in the river basin: Implications for efficient water management. Water Resources Research, vol. 39, Janeiro, 2003.

CLOTHIER, B.E., GREEN, S.R. Rootzone processes and the efficient use of irrigation water. *Agricultural Water Management*, vol. 25, n. 1, pp. 1-12. 1994.

DOORENBOS, J., KASSAM, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas. *Estudos FAO Irrigação e Drenagem* 33. FAO, 1979. Versão em português – 2º Edição – Dept. de Eng. Agrícola, UFPB – 2000.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Esquema de Gerência da Água. Disponível em: <www.fao.org/watermanagement>. Acesso em 14/08/2006.

FIGUEIREDO, G. C. Movimentação de cálcio de diferentes fontes adicionadas em colunas de dois Latossolos. Viçosa, 2006. 64p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa.

FRANCISCO, R. H. P. Meio ambiente e chuva ácida. *Revista Eletrônica de Ciências*, n 15, Janeiro/2003.

FREITAS, G.B. Produção orgânica de fruteiras tropicais. In: ZAMBOLIM, L. Produção integrada de fruteiras tropicais. Viçosa, MG: [s.n.], 2003. p. 61-94.

GEORGE, A. P. F., NISSEN, R. J. Effects of environment, season and crop load on gas exchange and plant water status of *Annona* spp. hybrid cultivar, African Pride. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, n° 77 (2), Nambour, Australia, 2002. p. 131-136.

GONZAGA NETO, L. Goiaba - Produção: Aspectos técnicos. Petrolina, PE, Embrapa – Semi-Árido; Brasília: Embrapa – Informação Tecnológica, 2001. 72p.

LEÃO, A. B., ANDRADE, A. R. S., CHAVES, L. H., CHAVES, I. B., GUERRA, H. O. C. Variabilidade espacial de fósforo em solo do perímetro irrigado Engenheiro Arcoverde, PB. *Revista Ciência Agrônômica*, v 8, n 1, p 1-6. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, CE, 2007.

LIMA, M. A. C., ASSIS, J. S., NETO, L. G. Caracterização de frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do submédio São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 24, p. 273-276, 2002.

MALAVOLTA, E. Informação agrônômica sobre nutrientes para as culturas. *Arquivo do Agrônomo* - N° 10. Piracicaba, SP, POTAFOS, 1996. 10 P.

MANICA, I., ICUMA, I. M., JUNQUEIRA, K. P., OLIVEIRA, M. A. S., CUNHA, M. M., OLIVEIRA Jr., M. E., JUNQUEIRA, N. T. V., ALVES R. T. Frutas Anonáceas: Ata ou Pinha, Atemólia, Cherimólia e Graviola. *Tecnologia de Produção, Pós-colheita e Mercado*. Porto Alegre, RS, Cinco Continentes Editora, 2003. 596p.

MANTOVANI, E.C., ESPÍNDULA NETO, D., SIMÃO, F.R. Irrigação de fruteiras tropicais: utilização do sistema “Irriga”. In: ZAMBOLIM, L. Produção integrada de fruteiras tropicais. Viçosa, MG: [s.n.], 2003. p. 331-379.

MANTOVANI, E.C., SOARES, A.R. Irrigação do cafeeiro: Informações técnicas e coletânea de trabalhos. Viçosa, MG. 2003. 260p.

MANTOVANI, E.C., BERNARDO, S., PALARETTI, L.F. Irrigação: Princípios e Métodos. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2006. 318p.

MEDEIROS, A. T. Estimativa da evapotranspiração de referência a partir da equação de Penman-Monteith, de medidas lisimétricas e de equações empíricas, em Paraipaba, CE. Piracicaba, 2002. 103p. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração: Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

MEDINA, J. C. Cultura. In: Goiaba: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. Campinas, SP: ITAL, 1991. p. 1-120.

MENDONÇA, A. G., MENDONÇA, E. S. Capacidade tampão de pH do solo e disponibilidade de fósforo pela adição de composto orgânico. Magistra, Cruz das Almas, BA, v. 15, n. 2, jul./dez., 2003.

PEREIRA, A. R., VILLA NOVA, N. A., SEDIYAMA, G. C. Evapo(transpi)ração. Piracicaba, SP: FEALQ, 1997. 183 p.

PINTO, A. C. de Q. *et al.*, Annona. ICUC – International Centre for Underutilized Crops, University of Southampton, Southampton, United Kingdom, 2002.

QUARESMA FILHO, M.I.M. Avaliação dos sistemas de irrigação por microaspersão na fruticultura dos projetos Gorutuba e Jaíba. Viçosa, 2000. 85p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa.

ROSOLEM, C. A., SANTOS, F. P., FOLONI, J. S. S., CALONEGO, J. C. Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada. Revista PAB – Pesquisa Agropecuária Brasileira, v 41, n 6, Junho/2006.

SIMÃO, F.R. Estudo de diferentes estratégias de manejo da irrigação de cinco importantes fruteiras na região norte de Minas Gerais. Viçosa, 2004. 83p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa.

SIMÃO, F. R., MANTOVANI, E. C., SIMÃO A. H., NASCIMENTO, C. C. C., BRAZ, V. B., ZINATO, C. E. Comparação da evapotranspiração de referência obtida pelo tanque “Classe A” e pela equação de Penman-Monteith nas condições da região norte de Minas Gerais. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 13., 2003, Juazeiro. Resumos... Juazeiro, BA: CONIRDO, 2003. 9 P.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Quadro 1A – Dados utilizados no programa Irriplus para o balanço hídrico da cultura da **atemóia** no experimento de campo na fazenda Fahma (Lote 29M), utilizando o exemplo do T1

INFORMAÇÕES GERAIS							
ÁREA (ha):	6	ÁREA MOLHADA (%):	100.00				
FASE INICIAL:	8	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias				
INÍCIO FASE:	18/7/2005	DADOS CLIMÁTICOS:	Local				
INÍCIO SIMULAÇÃO:	1/4/2006	ET _o :	Penman-Monteith				
NÚMERO DE DIAS:	250	Ks:	Logarítmico				
ESP. PLANTIO (m):	4 x 5	Kl:	Feres				
ESP. EMISSORES (m):	4 x 5	TURNO DE REGA:	1 dia				
CULURA							
NOME/VARIEDADE:	Atemóia/Gefner	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.5				
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	10				
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	26				
FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	Kc	Kc CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)		
1 (0-3 meses)	90	0.30	sim	0.10	1		
2 (4-6 meses)	90	0.30	não	0.20	3		
3 (7-12 meses)	180	0.40	não	0.35	7		
4 (13-18 meses)	180	0.45	não	0.45	15		
5 (19-24 meses)	180	0.50	não	0.50	25		
6 (25-36 meses)	360	0.60	não	0.55	40		
7 (Poda)	15	0.45	não	0.55	10		
8 (Início Brotação)	30	0.50	não	0.55	20		
9 (Floresimento)	60	0.60	não	0.60	30		
10 (Desenv. Frutos)	70	0.80	sim	0.60	50		
11 (Colheita)	35	0.70	não	0.60	55		
12 (Repouso)	15	0.40	sim	0.60	60		
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO							
EQUIPAMENTO:	Microaspersor	P SERVIÇO (mca):	16				
TIPO:	Giratório	d BOCAL (mm):	1.2				
FÁBRICA:	Mondragon	CUC (%):	89,6				
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	32	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais				
d MOLHADO (m):	5	de montagem/manutenção					
SOLO							
CAMAD	ESPESSURA	CC	PM	Da	ARGILA	AREIA	SILTE
A	(m)	(U%)	(U%)	(g.cm ⁻³)	(%)	(%)	(%)
1	0,2	9,5	4,1	1,47	8	85	7
2	0,8	12,2	5,9	1,44	8	84	8
ÁGUA							
FONTE:	Rio S. Francisco	HCO ₃ (mmol _c .L ⁻¹):	1.2				
CE:	0.079	Cl (mmol _c .L ⁻¹):	0.4				
Ph:	6.7	Mg (mmol _c .L ⁻¹):	0.16				
RAS:	0.24	CO ₃ (mmol _c .L ⁻¹):	0				
Ca (mmol _c .L ⁻¹):	0.65	SO ₄ (mmol _c .L ⁻¹):	-				
Na (mmol _c .L ⁻¹):	0.15	F total (mmol _c .L ⁻¹):	-				

Quadro 2A – Dados utilizados no programa Irriplus para o balanço hídrico da cultura da **goiaba** no experimento de campo na fazenda Fahma (Lote 29M), utilizando o exemplo do T1

INFORMAÇÕES GERAIS							
ÁREA (ha):	6	ÁREA MOLHADA (%):	66.00				
FASE INICIAL:	14	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias				
INÍCIO FASE:	18/3/2006	DADOS CLIMÁTICOS:	Local				
INÍCIO SIMULAÇÃO:	1/4/2006	ETo:	Penman-Monteith				
NÚMERO DE DIAS:	250	Ks:	Logarítmico				
ESP. PLANTIO (m):	6 x 6	Kl:	Fereres				
ESP. EMISSORES (m):	6 x 6	TURNOS DE REGA:	1 dia				
CULURA							
NOME/VARIEDADE:	Goiaba/Paluma	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.5				
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	10				
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	26				
DURAÇÃO							
FASE (nome)	(dias)	Kc	Kc CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)		
1 (0-3 meses)	90	0.30	sim	0.10	1		
2 (4-6 meses)	90	0.30	não	0.20	5		
3 (7-12 meses)	180	0.45	não	0.30	10		
4 (13-18 meses)	180	0.50	não	0.35	15		
5 (19-24 meses)	180	0.60	não	0.40	20		
6 (25-36 meses)	360	0.70	não	0.45	30		
7 (37-39.5 meses)	105	0.75	sim	0.55	40		
8 (39.5-40 meses)	15	0.75	não	0.55	40		
9 (Poda)	15	0.50	não	0.60	10		
10 (Desev.)	45	0.70	não	0.60	30		
11 (Produção)	100	0.80	sim	0.65	50		
12 (Colheita)	60	0.80	não	0.65	50		
13 (Poda)	15	0.50	não	0.65	10		
14 (Desenv.)	45	0.70	não	0.65	30		
15 (Prod)	100	0.80	sim	0.70	50		
16 (Colheita)	60	0.80	não	0.70	50		
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO							
EQUIPAMENTO:	Microaspersor	P SERVIÇO (mca):	16				
TIPO:	Giratório	d BOCAL (mm):	1				
FÁBRICA:	Mondragon	CUC (%):	91,5				
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	35	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais				
d MOLHADO (m):	5	de montagem/manutenção					
SOLO							
CAMADA	ESPESSURA (m)	CC (U%)	PM (U%)	Da (g.cm ⁻³)	ARGILA (%)	AREIA (%)	SILTE (%)
1	0,2	9,5	4,1	1,47	8	85	7
2	0,8	12,2	5,9	1,44	8	84	8
ÁGUA							
FONTE:	Rio S. Francisco		HCO ₃ (mmol _c .L ⁻¹):		1.2		
CE:	0.079		Cl (mmol _c .L ⁻¹):		0.4		
Ph:	6.7		Mg (mmol _c .L ⁻¹):		0.16		
RAS:	0.24		CO ₃ (mmol _c .L ⁻¹):		0		
Ca (mmol _c .L ⁻¹):	0.65		SO ₄ (mmol _c .L ⁻¹):		-		
Na (mmol _c .L ⁻¹):	0.15		F total (mmol _c .L ⁻¹):		-		

APÊNDICE B

Quadro 1B – Resultados das análises de variância para os parâmetros produtividade (PROD) e peso médio dos frutos (PMED) do experimento com lâminas de irrigação na cultura da **atemóia**

PROD

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
TRAT	3	15.61000	5.203333	0.312	*****
REP	4	70.77200	17.69300	1.059	0.41798
Resíduo	12	200.4000	16.70000		

Coeficiente de Variação = 27.556

PMED

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
TRAT	3	1525.902	508.6340	0.266	*****
REP	4	3315.088	828.7720	0.434	*****
Resíduo	12	22921.66	1910.138		

Coeficiente de Variação = 12.514

Dependentes = PRD PMED

Independentes = TRAT REP (bloco)

Nome	Média	Desvio
PRD	14.83000	3.88507
PMED	349.25098	38.22554

Quadro 2B – Resultados das análises de variância para os parâmetros produtividade (PROD) e peso médio dos frutos (PMED) do experimento com lâminas de irrigação na cultura da **goiaba**

PROD

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
TRAT	3	620.5193	206.8398	1.457	0.27546
REP	4	7590.158	1897.540	13.367	0.00022
Resíduo	12	1703.511	141.9592		

Coeficiente de Variação = 12.744

PMED

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
TRAT	3	41.46197	13.82066	0.765	*****
REP	4	162.2593	40.56483	2.245	0.12494
Resíduo	12	216.8272	18.06894		

Coeficiente de Variação = 4.860

Dependentes = PRD		PMED
Independentes = TRAT		REP (bloco)
Nome	Média	Desvio
PRD	93.49187	22.84293
PMED	87.47176	4.70469

APÊNDICE C

Quaro 1C – Resultados das análises dos dois Solos predominantes na Gleba C2 do Projeto Jaíba

SOLO 1:

VIB (mm.h⁻¹): 30

CAMADA	ESPESSURA (m)	CC (U%)	PM (U%)	Da (g.cm ³⁻¹)
1	0,2	9,5	4,1	1,47
2	0,8	12,2	5,9	1,44

CAMADA	ARGILA (%)	AREIA (%)	SILTE (%)	Na (cmol _c .dm ³⁻¹)	Al (cmol _c .dm ³⁻¹)	SB (cmol _c .dm ³⁻¹)	CTC Total (cmol _c .dm ³⁻¹)
1	8	85	7	0	0,1	1,6	1,7
2	8	84	8	0	0,3	0,5	0,8

SOLO 2:

VIB (mm.h⁻¹): 30

CAMADA	ESPESSURA (m)	CC (U%)	PM (U%)	Da (g.cm ³⁻¹)
1	0,2	17	7	1,44
2	0,4	19	8	1,36

CAMADA	ARGILA (%)	AREIA (%)	SILTE (%)	Na (cmol _c .dm ³⁻¹)	Al (cmol _c .dm ³⁻¹)	SB (cmol _c .dm ³⁻¹)	CTC Total (cmol _c .dm ³⁻¹)
1	8	85	7	0	0,1	1,6	1,7
2	8	84	8	0	0,3	0,5	0,8

Quadro 2C – Resultados da análise da água utilizada nas irrigações, captada nos canais do Rio São Francisco

ÁGUA			
FONTE:	Rio S. Francisco	HCO ₃ (mmol _c .L ⁻¹):	1.2
CE:	0.079	Cl (mmol _c .L ⁻¹):	0.4
Ph:	6.7	Mg (mmol _c .L ⁻¹):	0.16
RAS:	0.24	CO ₃ (mmol _c .L ⁻¹):	0
Ca (mmol _c .L ⁻¹):	0.65	SO ₄ (mmol _c .L ⁻¹):	-
Na (mmol _c .L ⁻¹):	0.15	F total (mmol _c .L ⁻¹):	-

APÊNDICE D

Quadro 1D – Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela **29M Limão**

SIMULAÇÃO: 29M LIMÃO						
ÁREA (ha):	12	ÁREA MOLHADA (%):	35.90			
FASE INICIAL:	7	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias			
INÍCIO FASE:	20/1/2006	DADOS CLIMÁTICOS:	Local			
INÍCIO SIMULAÇÃO:	1/4/2006	ET _o :	Penman-Monteith			
NÚMERO DE DIAS:	250	Ks:	Logarítmico			
ESP. PLANTIO (m):	5 x 7	Kl:	Fereres			
ESP. EMISSORES (m):	5 x 7	TURNOS DE REGA:	1 dia			
CULURA						
NOME/VARIEDADE:	Limão/Tahiti	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.5			
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	10			
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	25			
CULURA						
FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	K _c	K _c CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)	
1 (0-3 meses)	90	0.30	sim	0.10	0.5	
2 (4-6 meses)	90	0.35	não	0.15	1	
3 (7-12 meses)	180	0.40	não	0.25	3	
4 (13-18 meses)	180	0.50	não	0.35	5	
5 (19-24 meses)	180	0.60	não	0.45	10	
6 (25-36 meses)	360	0.70	não	0.60	15	
7 (37-48 meses)	360	0.80	não	0.80	20	
8 (49-60 meses)	360	0.90	não	0.80	30	
9 (60 em diante)	5000	1.00	sim	0.80	35	
SOLO						
NOME:	Solo 1	CLASSE:	Franco Arenoso			
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO						
EQUIPAMENTO:	Microaspersor	P SERVIÇO (mca):	16.5			
TIPO:	Giratório	d BOCAL (mm):	1			
FÁBRICA:	Mondragon	CUC (%):	95.5			
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	43	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais			
d MOLHADO (m):	4	de montagem/manutenção				

Quadro 2D – Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela **29M Manga**

SIMULAÇÃO: 29M MANGA			
ÁREA (ha):	6	ÁREA MOLHADA (%):	30.68
FASE INICIAL:	16	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias
INÍCIO FASE:	1/12/2005	DADOS CLIMÁTICOS:	Local
INÍCIO SIMULAÇÃO:	1/4/2006	ET _o :	Penman-Monteith
NÚMERO DE DIAS:	250	K _s :	Logarítmico
ESP. PLANTIO (m):	8 X 8	K _l :	Fereres
ESP. EMISSORES (m):	8 X 8	TURNOS DE REGA:	1 dia

CULURA			
NOME/VARIEDADE:	Manga/Hadden	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.5
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	10
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	26

FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	K _c	K _c CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)
1 (0-3 meses)	90	0.30	sim	0.20	1
2 (4-6 meses)	90	0.30	não	0.35	2
3 (7-12 meses)	180	0.35	não	0.45	3
4 (13-18 meses)	180	0.40	não	0.55	4
5 (19-24 meses)	180	0.45	não	0.70	5
6 (25-36 meses)	360	0.55	não	0.85	6
7 (37-38 meses)	60	0.65	não	0.95	8
8 (Indução - PBZ)	120	0.70	não	1.00	12
9 (Indução - NO3)	15	0.00	sim	1.00	14
10 (Indução - NO3)	15	0.00	não	1.00	14
11 (Início de Floração)	15	0.00	não	1.00	16
12 (Floração + Frutificação)	105	0.75	sim	1.00	18
13 (Maturação frutos)	60	0.75	não	1.00	22
14 (Colheita + Preparo)	30	0.50	não	1.00	20
15 (Desenv. Ramos)	50	0.60	não	1.00	22
16 (Indução - PBZ)	100	0.75	não	1.00	24
17 (Indução - PBZ)	15	0.00	sim	1.00	26
18 (Indução - PBZ)	15	0.00	não	1.00	26
19 (Início da Floração)	15	0.00	não	1.00	28
20 (Floração + Frutificação)	105	0.8	sim	1.00	30
21 (Maturação de Frutos)	15	0.8	não	1.00	32
22 (Colheita + Preparo)	30	0.55	não	1.00	28
23 (Desenv. Ramos)	60	0.65	não	1.00	30
24 (indução - PBZ)	100	0.8	não	1.00	32
25 (Indução NO3)	15	0.25	sim	1.00	34
26 (Indução NO3)	15	0.25	não	1.00	34

SOLO	
NOME:	Solo 1
CLASSE:	Franco Arenoso

EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO			
EQUIPAMENTO:	Microaspersor	P SERVIÇO (mca):	14.5
TIPO:	Giratório	d BOCAL (mm):	1
FÁBRICA:	Mondragon	CUC (%):	95.5
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	86	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais
d MOLHADO (m):	5	de montagem/manutenção	

Quadro 3D – Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela **29M Atemóia**

SIMULAÇÃO: 29M ATEMÓIA					
ÁREA (ha):	6	ÁREA MOLHADA (%):	100.00		
FASE INICIAL:	8	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias		
INÍCIO FASE:	18/7/2005	DADOS CLIMÁTICOS:	Local		
INÍCIO SIMULAÇÃO:	1/4/2006	ET _o :	Penman-Monteith		
NÚMERO DE DIAS:	250	K _s :	Logarítmico		
ESP. PLANTIO (m):	4 x 5	K _l :	Fereres		
ESP. EMISSORES (m):	4 x 5	TURNOS DE REGA:	1 dia		
CULURA					
NOME/VARIEDADE:	Atemóia/Gefner	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.5		
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	10		
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	26		
FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	K _c	K _c CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)
1 (0-3 meses)	90	0.30	sim	0.10	1
2 (4-6 meses)	90	0.30	não	0.20	3
3 (7-12 meses)	180	0.40	não	0.35	7
4 (13-18 meses)	180	0.45	não	0.45	15
5 (19-24 meses)	180	0.50	não	0.50	25
6 (25-36 meses)	360	0.60	não	0.55	40
7 (Poda)	15	0.45	não	0.55	10
8 (Início Brotação)	30	0.50	não	0.55	20
9 (Floresimento)	60	0.60	não	0.60	30
10 (Desenv. Frutos)	70	0.80	sim	0.60	50
11 (Colheita)	35	0.70	não	0.60	55
12 (Repouso)	15	0.40	sim	0.60	60
SOLO					
NOME:	Solo 1	CLASSE:	Franco Arenoso		
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO					
EQUIPAMENTO:	Microaspersor	P SERVIÇO (mca):	16		
TIPO:	Giratório	d BOCAL (mm):	1.2		
FÁBRICA:	Mondragon	CUC (%):	97.2		
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	55	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais		
d MOLHADO (m):	6	de montagem/manutenção			

Quadro 4D – Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela **29M Goiaba**

SIMULAÇÃO: 29M GOIABA					
ÁREA (ha):	6	ÁREA MOLHADA (%):	66.00		
FASE INICIAL:	14	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias		
INÍCIO FASE:	18/3/2006	DADOS CLIMÁTICOS:	Local		
INÍCIO SIMULAÇÃO:	1/4/2006	ET _o :	Penman-Monteith		
NÚMERO DE DIAS:	250	K _s :	Logarítmico		
ESP. PLANTIO (m):	6 x 6	K _l :	Fereres		
ESP. EMISSORES (m):	6 x 6	TURNOS DE REGA:	1 dia		
CULURA					
NOME/VARIEDADE:	Goiaba/Paluma	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.5		
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	10		
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	26		
FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	K _c	K _c CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)
1 (0-3 meses)	90	0.30	sim	0.10	1
2 (4-6 meses)	90	0.30	não	0.20	5
3 (7-12 meses)	180	0.45	não	0.30	10
4 (13-18 meses)	180	0.50	não	0.35	15
5 (19-24 meses)	180	0.60	não	0.40	20
6 (25-36 meses)	360	0.70	não	0.45	30
7 (37-39.5 meses)	105	0.75	sim	0.55	40
8 (39.5-40 meses)	15	0.75	não	0.55	40
9 (Poda)	15	0.50	não	0.60	10
10 (Desev.)	45	0.70	não	0.60	30
11 (Produção)	100	0.80	sim	0.65	50
12 (Colheita)	60	0.80	não	0.65	50
13 (Poda)	15	0.50	não	0.65	10
14 (Desenv.)	45	0.70	não	0.65	30
15 (Prod)	100	0.80	sim	0.70	50
16 (Colheita)	60	0.80	não	0.70	50
SOLO					
NOME:	Solo 1	CLASSE:	Franco Arenoso		
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO					
EQUIPAMENTO:	Microaspersor	P SERVIÇO (mca):	16		
TIPO:	Giratório	d BOCAL (mm):	1		
FÁBRICA:	Mondragon	CUC (%):	94.7		
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	46	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais		
d MOLHADO (m):	5.5	de montagem/manutenção			

Quadro 5D – Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela **29M Pinha**

SIMULAÇÃO: 29M PINHA					
ÁREA (ha):	6	ÁREA MOLHADA (%):	100.00		
FASE INICIAL:	8	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias		
INÍCIO FASE:	18/7/2005	DADOS CLIMÁTICOS:	Local		
INÍCIO SIMULAÇÃO:	1/4/2006	ET _o :	Penman-Monteith		
NÚMERO DE DIAS:	250	K _s :	Logarítmico		
ESP. PLANTIO (m):	4 x 5	K _l :	Fereres		
ESP. EMISSORES (m):	4 x 5	TURNO DE REGA:	1 dia		
CULURA					
NOME/VARIEDADE:	Pinha/Comum	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.5		
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	10		
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	26		
FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	K _c	K _c CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)
1 (0-3 meses)	90	0.30	sim	0.10	1
2 (4-6 meses)	90	0.30	não	0.15	3
3 (7-12 meses)	180	0.35	não	0.35	7
4 (13-18 meses)	180	0.40	não	0.45	15
5 (19-24 meses)	180	0.40	não	0.50	25
6 (25-36 meses)	360	0.45	não	0.55	35
7 (Poda)	15	0.40	não	0.55	10
8 (Início Brotação)	30	0.50	não	0.60	20
9 (Floresimento)	60	0.65	não	0.60	30
10 (Desenv. Frutos)	70	0.70	sim	0.60	40
11 (Colheita)	35	0.60	não	0.60	50
12 (Repouso)	15	0.40	sim	0.60	55
SOLO					
NOME:	Solo 1	CLASSE:	Franco Arenoso		
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO					
EQUIPAMENTO:	Microaspersor	P SERVIÇO (mca):	12		
TIPO:	Giratório	d BOCAL (mm):	1.2		
FÁBRICA:	Mondragon	CUC (%):	94.1		
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	51	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais		
d MOLHADO (m):	5.5	de montagem/manutenção			

Quadro 6D – Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela **30M Limão Gotejo**

SIMULAÇÃO: 30M LIMÃO GOTEJO					
ÁREA (ha):	3.8	ÁREA MOLHADA (%):	15.00		
FASE INICIAL:	9	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias		
INÍCIO FASE:	1/1/2006	DADOS CLIMÁTICOS:	Local		
INÍCIO SIMULAÇÃO:	3/1/2006	ETo:	Penman-Monteith		
NÚMERO DE DIAS:	335	Ks:	Logarítmico		
ESP. PLANTIO (m):	6 x 7	Kl:	Fereres		
ESP. EMISSORES (m):	0.7 x 7	TURNOS DE REGA:	1 dia		
CULURA					
NOME/VARIEDADE:	Limão/Tahiti	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.5		
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	10		
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	25		
FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	Kc	Kc CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)
1 (0-3 meses)	90	0.30	sim	0.10	0.42
2 (4-6 meses)	90	0.35	não	0.15	0.83
3 (7-12 meses)	180	0.40	não	0.25	2.5
4 (13-18 meses)	180	0.50	não	0.35	4.17
5 (19-24 meses)	180	0.60	não	0.45	8.33
6 (25-36 meses)	360	0.70	não	0.60	12.5
7 (37-48 meses)	360	0.80	não	0.80	16.67
8 (49-60 meses)	360	0.90	não	0.80	25
9 (60 em diante)	5000	1.00	sim	0.80	29.17
SOLO					
NOME:	Solo 1	CLASSE:	Franco Arenoso		
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO					
EQUIPAMENTO:	Gotejador	P SERVIÇO (mca):	10		
TIPO:	Autocompensantes	d BOCAL (mm):	0.8		
FÁBRICA:	Netafim	CUC (%):	90		
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	2	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais		
NEE:	2	de montagem/manutenção			

Quadro 7D – Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela **30M Limão Micro**

SIMULAÇÃO: 30M LIMÃO MICRO					
ÁREA (ha):	26.7	ÁREA MOLHADA (%):	30.00		
FASE INICIAL:	9	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias		
INÍCIO FASE:	1/1/2006	DADOS CLIMÁTICOS:	Local		
INÍCIO SIMULAÇÃO:	3/1/2006	ET _o :	Penman-Monteith		
NÚMERO DE DIAS:	335	K _s :	Logarítmico		
ESP. PLANTIO (m):	6 x 7	K _i :	Fereres		
ESP. EMISSORES (m):	6 x 7	TURNOS DE REGA:	1 dia		
CULURA					
NOME/VARIEDADE:	Limão/Tahiti	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.5		
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	10		
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	25		
FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	K _c	K _c CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)
1 (0-3 meses)	90	0.30	sim	0.10	0.42
2 (4-6 meses)	90	0.35	não	0.15	0.83
3 (7-12 meses)	180	0.40	não	0.25	2.5
4 (13-18 meses)	180	0.50	não	0.35	4.17
5 (19-24 meses)	180	0.60	não	0.45	8.33
6 (25-36 meses)	360	0.70	não	0.60	12.5
7 (37-48 meses)	360	0.80	não	0.80	16.67
8 (49-60 meses)	360	0.90	não	0.80	25
9 (60 em diante)	5000	1.00	sim	0.80	29.17
SOLO					
NOME:	Solo 1	CLASSE:	Franco Arenoso		
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO					
EQUIPAMENTO:	Microaspersor	P SERVIÇO (mca):	16.5		
TIPO:	Giratório	d BOCAL (mm):	1		
FÁBRICA:	Mondragon	CUC (%):	95.5		
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	43	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais		
d MOLHADO (m):	4	de montagem/manutenção			

Quadro 8D – Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela **30M Manga**

SIMULAÇÃO: 30M MANGA					
ÁREA (ha):	18	ÁREA MOLHADA (%):	30.00		
FASE INICIAL:	8	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias		
INÍCIO FASE:	1/12/2005	DADOS CLIMÁTICOS:	Local		
INÍCIO SIMULAÇÃO:	3/1/2006	ET _o :	Penman-Monteith		
NÚMERO DE DIAS:	335	K _s :	Logarítmico		
ESP. PLANTIO (m):	8 X 8	K _l :	Fereres		
ESP. EMISSORES (m):	8 X 8	TURNOS DE REGA:	1 dia		
CULURA					
NOME/VARIEDADE:	Manga/Hadden	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.5		
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	10		
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	26		
FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	K _c	K _c CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)
1 (0-3 meses)	90	0.30	sim	0.20	1
2 (4-6 meses)	90	0.30	não	0.35	2
3 (7-12 meses)	180	0.35	não	0.45	3
4 (13-18 meses)	180	0.40	não	0.55	4
5 (19-24 meses)	180	0.45	não	0.70	5
6 (25-36 meses)	360	0.55	não	0.85	6
7 (37-38 meses)	60	0.65	não	0.95	8
8 (Indução - PBZ)	120	0.70	não	1.00	12
9 (Indução - NO3)	15	0.00	sim	1.00	14
10 (Indução - NO3)	15	0.00	não	1.00	14
11 (Início de Floração)	15	0.00	não	1.00	16
12 (Floração + Frutificação)	105	0.75	sim	1.00	18
13 (Maturação frutos)	60	0.75	não	1.00	22
14 (Colheita + Preparo)	30	0.50	não	1.00	20
15 (Desenv. Ramos)	50	0.60	não	1.00	22
16 (Indução - PBZ)	100	0.75	não	1.00	24
17 (Indução - PBZ)	15	0.00	sim	1.00	26
18 (Indução - PBZ)	15	0.00	não	1.00	26
19 (Início da Floração)	15	0.00	não	1.00	28
20 (Floração + Frutificação)	105	0.8	sim	1.00	30
21 (Maturação de Frutos)	15	0.8	não	1.00	32
22 (Colheita + Preparo)	30	0.55	não	1.00	28
23 (Desenv. Ramos)	60	0.65	não	1.00	30
24 (indução - PBZ)	100	0.8	não	1.00	32
25 (Indução NO3)	15	0.25	sim	1.00	34
26 (Indução NO3)	15	0.25	não	1.00	34
SOLO					
NOME:	Solo 1	CLASSE:	Franco Arenoso		
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO					
EQUIPAMENTO:	Microaspersor	P SERVIÇO (mca):	14.5		
TIPO:	Giratório	d BOCAL (mm):	1		
FÁBRICA:	Mondragon	CUC (%):	95.5		
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	86	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais		
d MOLHADO (m):	5	de montagem/manutenção			

Quadro 9D – Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela **414A Limão**

SIMULAÇÃO: 414A LIMÃO					
ÁREA (ha):	10	ÁREA MOLHADA (%):	5.00		
FASE INICIAL:	8	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias		
INÍCIO FASE:	1/1/2006	DADOS CLIMÁTICOS:	Local		
INÍCIO SIMULAÇÃO:	3/1/2006	ET _o :	Penman-Monteith		
NÚMERO DE DIAS:	335	K _s :	Logarítmico		
ESP. PLANTIO (m):	5 x 7	K _l :	Fereres		
ESP. EMISSORES (m):	0.3 x 7	TURNOS DE REGA:	1 dia		
CULURA					
NOME/VARIEDADE:	Limão/Tahiti	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.5		
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	10		
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	25		
FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	K _c	K _c CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)
1 (0-3 meses)	90	0.30	sim	0.10	0.55
2 (4-6 meses)	90	0.35	não	0.15	1.00
3 (7-12 meses)	180	0.40	não	0.25	3.00
4 (13-18 meses)	180	0.50	não	0.35	5.00
5 (19-24 meses)	180	0.60	não	0.45	10
6 (25-36 meses)	360	0.70	não	0.60	15
7 (37-48 meses)	360	0.80	não	0.80	20
8 (49-60 meses)	360	0.90	não	0.80	30
9 (60 em diante)	5000	1.00	sim	0.80	35
SOLO					
NOME:	Solo 1	CLASSE:	Franco Arenoso		
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO					
EQUIPAMENTO:	Gotejador	P SERVIÇO (mca):	10		
TIPO:	Autocompensantes	d BOCAL (mm):	0.8		
FÁBRICA:	Netafim	CUC (%):	90		
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	GESAI	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais		
NEE:	2	de montagem/manutenção			

Quadro 10D – Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela **42M Manga**

SIMULAÇÃO: 42M MANGA					
ÁREA (ha):	27	ÁREA MOLHADA (%):	41.00		
FASE INICIAL:	11	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias		
INÍCIO FASE:	1/4/2006	DADOS CLIMÁTICOS:	Local		
INÍCIO SIMULAÇÃO:	1/4/2006	ET _o :	Penman-Monteith		
NÚMERO DE DIAS:	250	K _s :	Logarítmico		
ESP. PLANTIO (m):	6 x 8	K _l :	Fereres		
ESP. EMISSORES (m):	6 x 8	TURNOS DE REGA:	1 dia		
CULURA					
NOME/VARIEDADE:	Manga/Hadden	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.5		
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	10		
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	26		
FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	K _c	K _c CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)
1 (0-3 meses)	90	0.30	sim	0.20	1.33
2 (4-6 meses)	90	0.30	não	0.35	2.66
3 (7-12 meses)	180	0.35	não	0.45	3.99
4 (13-18 meses)	180	0.40	não	0.55	5.32
5 (19-24 meses)	180	0.45	não	0.70	6.65
6 (25-36 meses)	360	0.55	não	0.85	7.98
7 (37-38 meses)	60	0.65	não	0.95	10.67
8 (Indução - PBZ)	120	0.70	não	1.00	16
9 (Indução - NO3)	15	0.00	sim	1.00	18.67
10 (Indução - NO3)	15	0.00	não	1.00	18.67
11 (Início de Floração)	15	0.00	não	1.00	21.33
12 (Floração + Frutificação)	105	0.75	sim	1.00	24
13 (Maturação frutos)	60	0.75	não	1.00	29.33
14 (Colheita + Preparo)	30	0.50	não	1.00	26.67
15 (Desenv. Ramos)	50	0.60	não	1.00	29.33
16 (Indução - PBZ)	100	0.75	não	1.00	32
17 (Indução - NO3)	15	0.20	sim	1.00	34.67
18 (Indução - NO3)	15	0.20	não	1.00	34.67
19 (Início da Floração)	15	0.55	não	1.00	37.33
20 (Floração + Frutificação)	105	0.8	sim	1.00	40
21 (Maturação de Frutos)	15	0.8	não	1.00	42.67
22 (Colheita + Preparo)	30	0.55	não	1.00	37.33
23 (Desenv. Ramos)	60	0.65	não	1.00	40
24 (indução - PBZ)	100	0.8	não	1.00	37.33
25 (Indução NO3)	15	0.25	sim	1.00	45.33
26 (Indução NO3)	15	0.25	não	1.00	45.33
SOLO					
NOME:	Solo 2	CLASSE:	Franco Arenoso		
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO					
EQUIPAMENTO:	Microaspersor	P SERVIÇO (mca):	18		
TIPO:	Giratório	d BOCAL (mm):	1		
FÁBRICA:	Netafim	CUC (%):	95.5		
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	75	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais		
d MOLHADO (m):	5	de montagem/manutenção			

Quadro 11D – Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela **42M Limão**

SIMULAÇÃO: 42M LIMÃO					
ÁREA (ha):	110	ÁREA MOLHADA (%):	36.00		
FASE INICIAL:	9	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias		
INÍCIO FASE:	1/1/2005	DADOS CLIMÁTICOS:	Local		
INÍCIO SIMULAÇÃO:	1/4/2006	ET _o :	Penman-Monteith		
NÚMERO DE DIAS:	250	K _s :	Logarítmico		
ESP. PLANTIO (m):	5 x 7	K _l :	Fereres		
ESP. EMISSORES (m):	5 x 7	TURNO DE REGA:	2 dia		
CULURA					
NOME/VARIEDADE:	Limão/Tahiti	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.5		
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	10		
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	25		
FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	Kc	Kc CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)
1 (0-3 meses)	90	0.30	sim	0.10	0.5
2 (4-6 meses)	90	0.35	não	0.15	1
3 (7-12 meses)	180	0.40	não	0.25	3
4 (13-18 meses)	180	0.50	não	0.35	5
5 (19-24 meses)	180	0.60	não	0.45	10
6 (25-36 meses)	360	0.70	não	0.60	15
7 (37-48 meses)	360	0.80	não	0.80	20
8 (49-60 meses)	360	0.90	não	0.80	30
9 (60 em diante)	5000	1.00	sim	0.80	35
SOLO					
NOME:	Solo 2	CLASSE:	Franco Arenoso		
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO					
EQUIPAMENTO:	Microaspersor	P SERVIÇO (mca):	18		
TIPO:	Giratório	d BOCAL (mm):	1		
FÁBRICA:	Mondragon	CUC (%):	95.5		
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	90	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais		
d MOLHADO (m):	4	de montagem/manutenção			

Quadro 12D – Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela **46P Banana**

SIMULAÇÃO: 46P BANANA					
ÁREA (ha):	40	ÁREA MOLHADA (%):	70.00		
FASE INICIAL:	16	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias		
INÍCIO FASE:	1/1/2006	DADOS CLIMÁTICOS:	Local		
INÍCIO SIMULAÇÃO:	4/1/2006	ET _o :	Penman-Monteith		
NÚMERO DE DIAS:	335	Ks:	Logarítmico		
ESP. PLANTIO (m):	2 x 3 x 4	Kl:	Fereres		
ESP. EMISSORES (m):	4 x 7	TURNO DE REGA:	1 dia		
CULURA					
NOME/VARIEDADE:	Banana/Prata Anã	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.35		
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	0.8		
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	26		
FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	Kc	Kc CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)
1 (Mês 1)	30	0.40	sim	0.10	1
2 (Mês 2)	30	0.40	não	0.15	3
3 (Mês 3)	30	0.45	não	0.20	7
4 (Mês 4)	30	0.50	não	0.25	12
5 (Mês 5)	30	0.60	não	0.30	20
6 (Mês 6)	30	0.70	não	0.35	30
7 (Mês 7)	30	0.85	não	0.40	50
8 (Mês 8)	30	1.00	não	0.40	70
9 (Mês 9)	30	1.10	não	0.40	90
10 (Mês 10)	30	1.10	não	0.40	90
11 (Mês 11)	30	0.90	não	0.40	90
12 (Mês 12)	30	0.80	não	0.40	90
13 (Mês 13)	30	0.80	não	0.40	95
14 (Mês 14)	30	0.95	não	0.40	95
15 (Mês 15)	30	1.05	não	0.40	95
16 (Mês 15 em diante)	5000	1.10	sim	0.40	95
SOLO					
NOME:	Solo 2	CLASSE:	Franco Arenoso		
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO					
EQUIPAMENTO:	Microaspersor	P SERVIÇO (mca):	16.5		
TIPO:	Giratório	d BOCAL (mm):	1.5		
FÁBRICA:	Mondragon	CUC (%):	96.5		
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	63	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais		
d MOLHADO (m):	4.9	de montagem/manutenção			

Quadro 13D – Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela **414A Atemóia**

SIMULAÇÃO: 414A ATEMÓIA					
ÁREA (ha):	5	ÁREA MOLHADA (%):	7.00		
FASE INICIAL:	7	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias		
INÍCIO FASE:	1/1/2006	DADOS CLIMÁTICOS:	Local		
INÍCIO SIMULAÇÃO:	3/1/2006	ETo:	Penman-Monteith		
NÚMERO DE DIAS:	335	Ks:	Logarítmico		
ESP. PLANTIO (m):	4 x 6	Kl:	Fereres		
ESP. EMISSORES (m):	0.3 x 6	TURNOS DE REGA:	2 dia		
CULURA					
NOME/VARIEDADE:	Atemóia/Gefner	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.5		
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	10		
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	26		
FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	Kc	Kc CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)
1 (0-3 meses)	90	0.30	sim	0.10	1
2 (4-6 meses)	90	0.30	não	0.20	3
3 (7-12 meses)	180	0.40	não	0.35	7
4 (13-18 meses)	180	0.45	não	0.45	15
5 (19-24 meses)	180	0.50	não	0.50	25
6 (25-36 meses)	360	0.60	não	0.55	40
7 (Poda)	15	0.45	não	0.55	10
8 (Início Brotação)	30	0.50	não	0.55	20
9 (Floresimento)	60	0.60	não	0.60	30
10 (Desenv. Frutos)	70	0.80	sim	0.60	50
11 (Colheita)	35	0.70	não	0.60	55
12 (Repouso)	15	0.40	sim	0.60	60
SOLO					
NOME:	Solo 2	CLASSE:	Franco Arenoso		
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO					
EQUIPAMENTO:	Gotejador	P SERVIÇO (mca):	10		
TIPO:	Autocomensantes	d BOCAL (mm):	0.8		
FÁBRICA:	Netafim	CUC (%):	90		
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	2	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais		
NEE:	2	de montagem/manutenção			

Quadro 14D – Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela **56P Banana**

SIMULAÇÃO: 54P BANANA					
ÁREA (ha):	20.3	ÁREA MOLHADA (%):	42.00		
FASE INICIAL:	16	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias		
INÍCIO FASE:	1/1/2006	DADOS CLIMÁTICOS:	Local		
INÍCIO SIMULAÇÃO:	4/1/2006	ETo:	Penman-Monteith		
NÚMERO DE DIAS:	335	Ks:	Logarítmico		
ESP. PLANTIO (m):	6 x 7.5 x 7.5	Kl:	Fereres		
ESP. EMISSORES (m):	6 x 7.5 x 7.5	TURNO DE REGA:	1 dia		
CULURA					
NOME/VARIEDADE:	Banana/Prata Anã	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.35		
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	0.8		
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	26		
FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	Kc	Kc CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)
1 (Mês 1)	30	0.40	sim	0.10	0.15
2 (Mês 2)	30	0.40	não	0.15	0.47
3 (Mês 3)	30	0.45	não	0.20	1.09
4 (Mês 4)	30	0.50	não	0.25	1.87
5 (Mês 5)	30	0.60	não	0.30	3.4
6 (Mês 6)	30	0.70	não	0.35	4.67
7 (Mês 7)	30	0.85	não	0.40	7.78
8 (Mês 8)	30	1.00	não	0.40	10.89
9 (Mês 9)	30	1.10	não	0.40	14
10 (Mês 10)	30	1.10	não	0.40	14
11 (Mês 11)	30	0.90	não	0.40	14
12 (Mês 12)	30	0.80	não	0.40	14
13 (Mês 13)	30	0.80	não	0.40	14.78
14 (Mês 14)	30	0.95	não	0.40	14.78
15 (Mês 15)	30	1.05	não	0.40	14.78
16 (Mês 15 em diante)	3000	1.10	sim	0.40	14.78
SOLO					
NOME:	Solo 2	CLASSE:	Franco Arenoso		
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO					
EQUIPAMENTO:	Microaspersor	P SERVIÇO (mca):	16.5		
TIPO:	Giratório	d BOCAL (mm):	1.5		
FÁBRICA:	Mondragon	CUC (%):	96.5		
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	63	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais		
d MOLHADO (m):	4.9	de montagem/manutenção			

Quadro 15D – Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela **278P Manga**

SIMULAÇÃO: 278P MANGA					
ÁREA (ha):	18	ÁREA MOLHADA (%):	41.00		
FASE INICIAL:	8	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias		
INÍCIO FASE:	1/12/2005	DADOS CLIMÁTICOS:	Local		
INÍCIO SIMULAÇÃO:	5/1/2006	ET _o :	Penman-Monteith		
NÚMERO DE DIAS:	330	K _s :	Logarítmico		
ESP. PLANTIO (m):	6 x 8	K _l :	Fereres		
ESP. EMISSORES (m):	6 x 8	TURNOS DE REGA:	3 dia		
CULURA					
NOME/VARIEDADE:	Manga/Hadden	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.5		
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	10		
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	26		
FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	K _c	K _c CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)
1 (0-3 meses)	90	0.30	sim	0.20	1.33
2 (4-6 meses)	90	0.30	não	0.35	2.66
3 (7-12 meses)	180	0.35	não	0.45	3.99
4 (13-18 meses)	180	0.40	não	0.55	5.32
5 (19-24 meses)	180	0.45	não	0.70	6.65
6 (25-36 meses)	360	0.55	não	0.85	7.98
7 (37-38 meses)	60	0.65	não	0.95	10.67
8 (Indução - PBZ)	120	0.70	não	1.00	16
9 (Indução - NO3)	15	0.00	sim	1.00	18.67
10 (Indução - NO3)	15	0.00	não	1.00	18.67
11 (Início de Floração)	15	0.00	não	1.00	21.33
12 (Floração + Frutificação)	105	0.75	sim	1.00	24
13 (Maturação frutos)	60	0.75	não	1.00	29.33
14 (Colheita + Preparo)	30	0.50	não	1.00	26.67
15 (Desenv. Ramos)	50	0.60	não	1.00	29.33
16 (Indução - PBZ)	100	0.75	não	1.00	32
17 (Indução - NO3)	15	0.20	sim	1.00	34.67
18 (Indução - NO3)	15	0.20	não	1.00	34.67
19 (Início da Floração)	15	0.55	não	1.00	37.33
20 (Floração + Frutificação)	105	0.8	sim	1.00	40
21 (Maturação de Frutos)	15	0.8	não	1.00	42.67
22 (Colheita + Preparo)	30	0.55	não	1.00	37.33
23 (Desenv. Ramos)	60	0.65	não	1.00	40
24 (indução - PBZ)	100	0.8	não	1.00	37.33
25 (Indução NO3)	15	0.25	sim	1.00	45.33
26 (Indução NO3)	15	0.25	não	1.00	45.33
SOLO					
NOME:	Solo 1	CLASSE:	Franco Arenoso		
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO					
EQUIPAMENTO:	Microaspersor	P SERVIÇO (mca):	14.5		
TIPO:	Giratório	d BOCAL (mm):	1		
FÁBRICA:	Carborundum	CUC (%):	95.5		
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	96	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais		
d MOLHADO (m):	5	de montagem/manutenção			

Quadro 16D – Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela **278P Pimenta**

SIMULAÇÃO: 278P PIMENTA					
ÁREA (ha):	18	ÁREA MOLHADA (%):	41.00		
FASE INICIAL:	1	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias		
INÍCIO FASE:	20/4/2006	DADOS CLIMÁTICOS:	Local		
INÍCIO SIMULAÇÃO:	20/4/2006	ET _o :	Penman-Monteith		
NÚMERO DE DIAS:	240	K _s :	Logarítmico		
ESP. PLANTIO (m):	0.8 x 8	K _l :	Fereres		
ESP. EMISSORES (m):	6 x 8	TURNOS DE REGA:	3 dia		
CULURA					
NOME/VARIEDADE:	Pimenta	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.4		
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	10		
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	26		
FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	K _c	K _c CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)
1 (Inicial)	30	0.30	não	0.10	5.00
2 (Desenvolvimento)	45	0.60	sim	0.40	10.00
3 (Produção)	200	0.95	não	0.50	10.00
4 (Final)	90	0.80	sim	0.50	10.00
SOLO					
NOME:	Solo 1	CLASSE:	Franco Arenoso		
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO					
EQUIPAMENTO:	Microaspersor	P SERVIÇO (mca):	14.5		
TIPO:	Giratório	d BOCAL (mm):	1		
FÁBRICA:	Carborundum	CUC (%):	95.5		
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	96	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais		
d MOLHADO (m):	5	de montagem/manutenção			

Quadro 17D – Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela **32P Pinha**

SIMULAÇÃO: 32P PINHA					
ÁREA (ha):	5	ÁREA MOLHADA (%):	98.00		
FASE INICIAL:	10	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias		
INÍCIO FASE:	1/1/2006	DADOS CLIMÁTICOS:	Local		
INÍCIO SIMULAÇÃO:	5/1/2006	ET _o :	Penman-Monteith		
NÚMERO DE DIAS:	335	K _s :	Logarítmico		
ESP. PLANTIO (m):	4 x 5	K _l :	Fereres		
ESP. EMISSORES (m):	4 x 5	TURNO DE REGA:	1 dia		
CULURA					
NOME/VARIEDADE:	Pinha/Comum	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.5		
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	10		
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	26		
FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	Kc	Kc CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)
1 (0-3 meses)	90	0.30	sim	0.10	1
2 (4-6 meses)	90	0.30	não	0.15	3
3 (7-12 meses)	180	0.35	não	0.35	7
4 (13-18 meses)	180	0.40	não	0.45	15
5 (19-24 meses)	180	0.40	não	0.50	25
6 (25-36 meses)	360	0.45	não	0.55	35
7 (Poda)	15	0.40	não	0.55	10
8 (Início Brotação)	30	0.50	não	0.60	20
9 (Floresimento)	60	0.65	não	0.60	30
10 (Desenv. Frutos)	70	0.70	sim	0.60	40
11 (Colheita)	35	0.60	não	0.60	50
12 (Repouso)	15	0.40	sim	0.60	55
SOLO					
NOME:	Solo 2	CLASSE:	Franco Arenoso		
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO					
EQUIPAMENTO:	Microaspersor	P SERVIÇO (mca):	20		
TIPO:	Giratório	d BOCAL (mm):	1		
FÁBRICA:	Mondragon	CUC (%):	95.5		
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	71	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais		
d MOLHADO (m):	5	de montagem/manutenção			

Quadro 18D – Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela **32P Limão**

SIMULAÇÃO: 32P LIMÃO					
ÁREA (ha):	5	ÁREA MOLHADA (%):	56.00		
FASE INICIAL:	9	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias		
INÍCIO FASE:	1/1/2005	DADOS CLIMÁTICOS:	Local		
INÍCIO SIMULAÇÃO:	5/1/2006	ET _o :	Penman-Monteith		
NÚMERO DE DIAS:	335	K _s :	Logarítmico		
ESP. PLANTIO (m):	5 x 7	K _l :	Fereres		
ESP. EMISSORES (m):	5 x 7	TURNOS DE REGA:	1 dia		
CULURA					
NOME/VARIEDADE:	Limão/Tahiti	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.5		
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	10		
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	25		
FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	K _c	K _c CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)
1 (0-3 meses)	90	0.30	sim	0.10	0.5
2 (4-6 meses)	90	0.35	não	0.15	1
3 (7-12 meses)	180	0.40	não	0.25	3
4 (13-18 meses)	180	0.50	não	0.35	5
5 (19-24 meses)	180	0.60	não	0.45	10
6 (25-36 meses)	360	0.70	não	0.60	15
7 (37-48 meses)	360	0.80	não	0.80	20
8 (49-60 meses)	360	0.90	não	0.80	30
9 (60 em diante)	5000	1.00	sim	0.80	35
SOLO					
NOME:	Solo 2	CLASSE:	Franco Arenoso		
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO					
EQUIPAMENTO:	Microaspersor	P SERVIÇO (mca):	20		
TIPO:	Giratório	d BOCAL (mm):	1		
FÁBRICA:	Carborundum	CUC (%):	95.5		
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	71	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais		
d MOLHADO (m):	5	de montagem/manutenção			

Quadro 19D – Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela **414A Manga**

SIMULAÇÃO: 414A MANGA					
ÁREA (ha):	10	ÁREA MOLHADA (%):	33.00		
FASE INICIAL:	8	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias		
INÍCIO FASE:	1/12/2005	DADOS CLIMÁTICOS:	Local		
INÍCIO SIMULAÇÃO:	3/1/2006	ET _o :	Penman-Monteith		
NÚMERO DE DIAS:	335	K _s :	Logarítmico		
ESP. PLANTIO (m):	6 x 8	K _l :	Fereres		
ESP. EMISSORES (m):	6 x 8	TURNOS DE REGA:	2 dia		
CULURA					
NOME/VARIEDADE:	Manga/Hadden	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.5		
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	10		
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	26		
FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	Kc	Kc CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)
1 (0-3 meses)	90	0.30	sim	0.20	1.33
2 (4-6 meses)	90	0.30	não	0.35	2.66
3 (7-12 meses)	180	0.35	não	0.45	3.99
4 (13-18 meses)	180	0.40	não	0.55	5.32
5 (19-24 meses)	180	0.45	não	0.70	6.65
6 (25-36 meses)	360	0.55	não	0.85	7.98
7 (37-38 meses)	60	0.65	não	0.95	10.67
8 (Indução - PBZ)	120	0.70	não	1.00	16
9 (Indução - NO3)	15	0.00	sim	1.00	18.67
10 (Indução - NO3)	15	0.00	não	1.00	18.67
11 (Início de Floração)	15	0.00	não	1.00	21.33
12 (Floração + Frutificação)	105	0.75	sim	1.00	24
13 (Maturação frutos)	60	0.75	não	1.00	29.33
14 (Colheita + Preparo)	30	0.50	não	1.00	26.67
15 (Desenv. Ramos)	50	0.60	não	1.00	29.33
16 (Indução - PBZ)	100	0.75	não	1.00	32
17 (Indução - NO3)	15	0.20	sim	1.00	34.67
18 (Indução - NO3)	15	0.20	não	1.00	34.67
19 (Início da Floração)	15	0.55	não	1.00	37.33
20 (Floração + Frutificação)	105	0.8	sim	1.00	40
21 (Maturação de Frutos)	15	0.8	não	1.00	42.67
22 (Colheita + Preparo)	30	0.55	não	1.00	37.33
23 (Desenv. Ramos)	60	0.65	não	1.00	40
24 (indução - PBZ)	100	0.8	não	1.00	37.33
25 (Indução NO3)	15	0.25	sim	1.00	45.33
26 (Indução NO3)	15	0.25	não	1.00	45.33
SOLO					
NOME:	Solo 2	CLASSE:	Franco Arenoso		
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO					
EQUIPAMENTO:	Microaspersor	P SERVIÇO (mca):	14.5		
TIPO:	Giratório	d BOCAL (mm):	1		
FÁBRICA:	Naan	CUC (%):	95.5		
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	45	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais		
d MOLHADO (m):	4.5	de montagem/manutenção			

Quadro 20D – Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela **42M Banana**

SIMULAÇÃO: 42M BANANA					
ÁREA (ha):	25	ÁREA MOLHADA (%):	100.00		
FASE INICIAL:	16	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias		
INÍCIO FASE:	1/1/2006	DADOS CLIMÁTICOS:	Local		
INÍCIO SIMULAÇÃO:	4/1/2006	ET _o :	Penman-Monteith		
NÚMERO DE DIAS:	250	K _s :	Logarítmico		
ESP. PLANTIO (m):	2.5 x 2.5	K _l :	Fereres		
ESP. EMISSORES (m):	5 x 5	TURNOS DE REGA:	2 dia		
CULURA					
NOME/VARIEDADE:	Banana/Prata Anã	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.35		
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	0.8		
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	26		
FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	K _c	K _c CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)
1 (Mês 1)	30	0.40	sim	0.10	1.12
2 (Mês 2)	30	0.40	não	0.15	3.36
3 (Mês 3)	30	0.45	não	0.20	7.84
4 (Mês 4)	30	0.50	não	0.25	13.44
5 (Mês 5)	30	0.60	não	0.30	22.4
6 (Mês 6)	30	0.70	não	0.35	33.6
7 (Mês 7)	30	0.85	não	0.40	56
8 (Mês 8)	30	1.00	não	0.40	78.4
9 (Mês 9)	30	1.10	não	0.40	100
10 (Mês 10)	30	1.10	não	0.40	100
11 (Mês 11)	30	0.90	não	0.40	100
12 (Mês 12)	30	0.80	não	0.40	100
13 (Mês 13)	30	0.80	não	0.40	100
14 (Mês 14)	30	0.95	não	0.40	100
15 (Mês 15)	30	1.05	não	0.40	100
16 (Mês 15 em diante)	3000	1.10	sim	0.40	100
SOLO					
NOME:	Solo 2	CLASSE:	Franco Arenoso		
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO					
EQUIPAMENTO:	Microaspersor	P SERVIÇO (mca):	18		
TIPO:	Giratório	d BOCAL (mm):	1.5		
FÁBRICA:	Netafim	CUC (%):	96.5		
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	75	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais		
d MOLHADO (m):	6	de montagem/manutenção			

Quadro 21D – Dados utilizados na simulação das irrigações na parcela **32P Manga**

SIMULAÇÃO: 32P MANGA					
ÁREA (ha):	7.5	ÁREA MOLHADA (%):	61.00		
FASE INICIAL:	8	DURAÇÃO DAS FASES:	Dias		
INÍCIO FASE:	1/12/2005	DADOS CLIMÁTICOS:	Local		
INÍCIO SIMULAÇÃO:	5/1/2006	ETo:	Penman-Monteith		
NÚMERO DE DIAS:	335	Ks:	Logarítmico		
ESP. PLANTIO (m):	4 x 8	Kl:	Fereres		
ESP. EMISSORES (m):	4 x 8	TURNOS DE REGA:	1 dia		
CULURA					
NOME/VARIEDADE:	Manga/Hadden	FATOR DISP. HÍDRICA:	0.5		
VALOR DE MERCADO:	Alto	SALINIDADE MÁX. (dS.m ⁻¹):	10		
TEMP. BASAL (°C):	15	TEMP. ÓTIMA (°C):	26		
FASE (nome)	DURAÇÃO (dias)	Kc	Kc CONST.	Z (m)	ÁREA SOMB. (%)
1 (0-3 meses)	90	0.30	sim	0.20	2
2 (4-6 meses)	90	0.30	não	0.35	4
3 (7-12 meses)	180	0.35	não	0.45	6
4 (13-18 meses)	180	0.40	não	0.55	8
5 (19-24 meses)	180	0.45	não	0.70	10
6 (25-36 meses)	360	0.55	não	0.85	12
7 (37-38 meses)	60	0.65	não	0.95	16
8 (Indução - PBZ)	120	0.70	não	1.00	24
9 (Indução - NO3)	15	0.00	sim	1.00	28
10 (Indução - NO3)	15	0.00	não	1.00	28
11 (Início de Floração)	15	0.00	não	1.00	32
12 (Floração + Frutificação)	105	0.75	sim	1.00	36
13 (Maturação frutos)	60	0.75	não	1.00	44
14 (Colheita + Preparo)	30	0.50	não	1.00	40
15 (Desenv. Ramos)	50	0.60	não	1.00	44
16 (Indução - PBZ)	100	0.75	não	1.00	48
17 (Indução - NO3)	15	0.20	sim	1.00	52
18 (Indução - NO3)	15	0.20	não	1.00	52
19 (Início da Floração)	15	0.55	não	1.00	56
20 (Floração + Frutificação)	105	0.8	sim	1.00	60
21 (Maturação de Frutos)	15	0.8	não	1.00	64
22 (Colheita + Preparo)	30	0.55	não	1.00	56
23 (Desenv. Ramos)	60	0.65	não	1.00	60
24 (indução - PBZ)	100	0.8	não	1.00	64
25 (Indução NO3)	15	0.25	sim	1.00	68
26 (Indução NO3)	15	0.25	não	1.00	68
SOLO					
NOME:	Solo 2	CLASSE:	Franco Arenoso		
EQUIPAMENTO DE IRRIGAÇÃO					
EQUIPAMENTO:	Microaspersor	P SERVIÇO (mca):	20		
TIPO:	Giratório	d BOCAL (mm):	1		
FÁBRICA:	Carborundum	CUC (%):	95.5		
Q EMISSOR (L.h ⁻¹):	71	PERDAS CONDUÇÃO:	condições normais		
d MOLHADO (m):	5	de montagem/manutenção			

APÊNDICE E

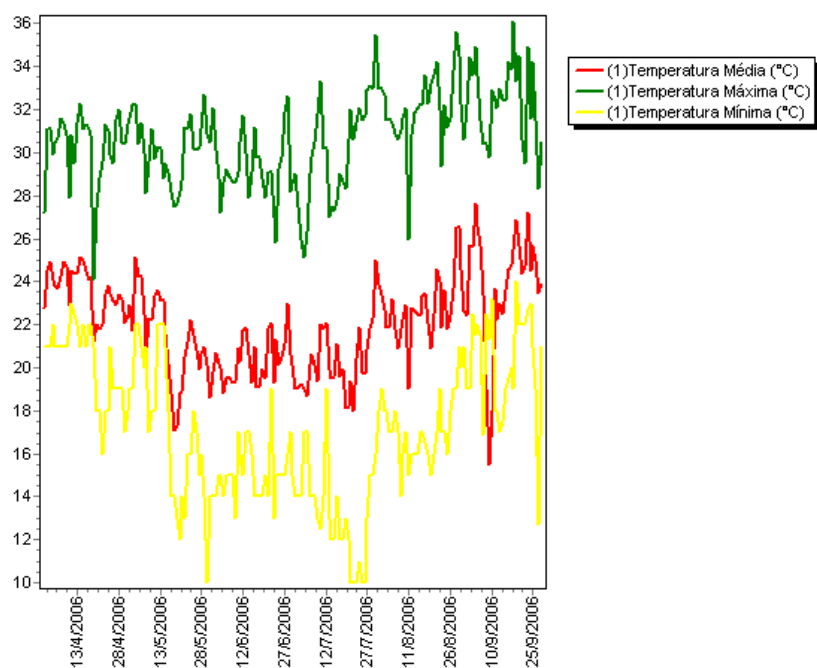


Figura 1E – Dados de Temperatura medidos na estação meteorológica automática localizada no lote 29M durante o período de 01/04 a 30/09/2006.

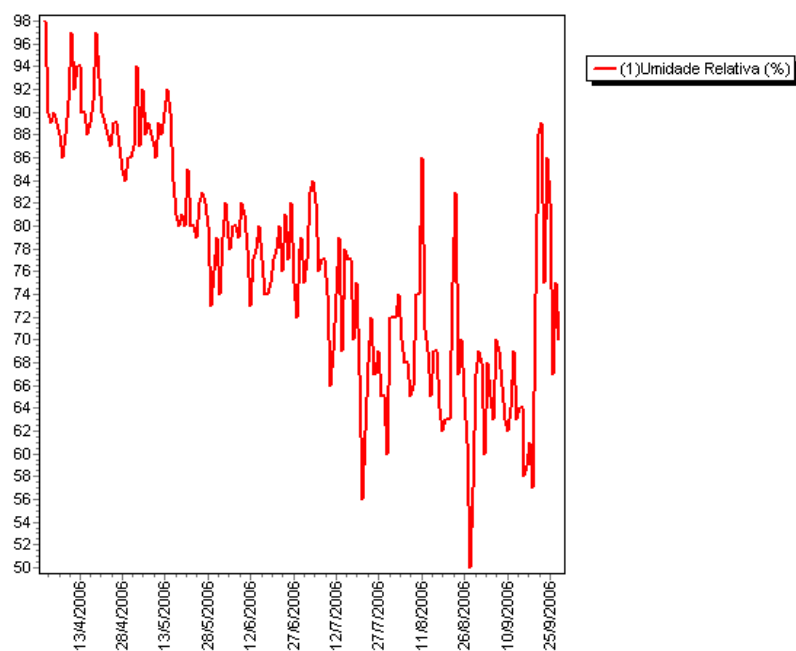


Figura 2E – Dados de Umidade Relativa do ar medidos na estação meteorológica automática localizada no lote 29M durante o período de 01/04 a 30/09/2006.

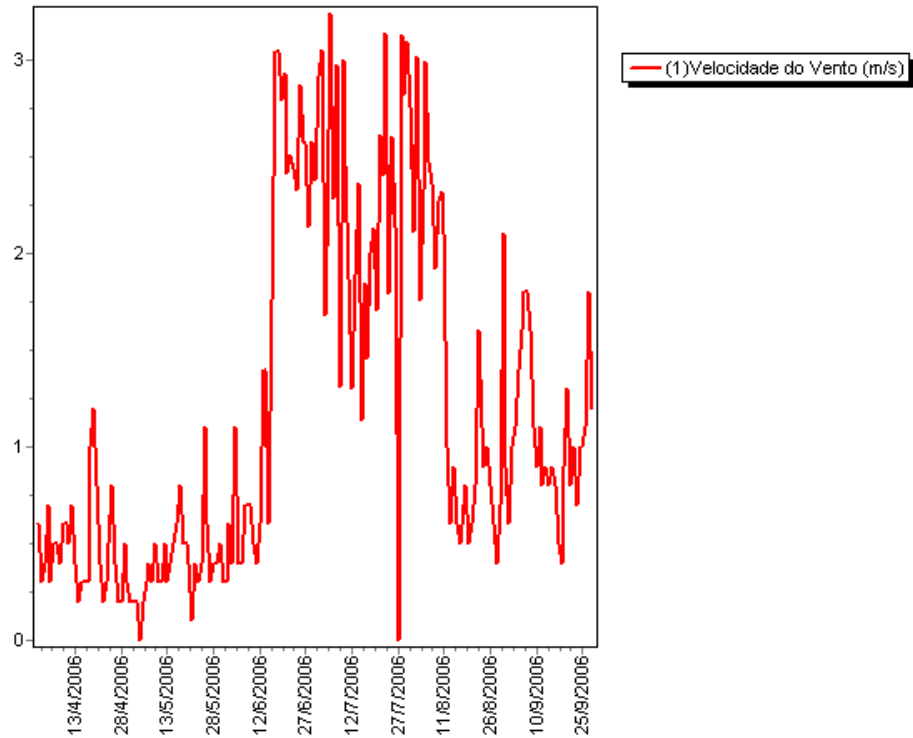


Figura 3E – Dados de Velocidade do Vento medidos na estação meteorológica automática localizada no lote 29M durante o período de 01/04 a 30/09/2006.

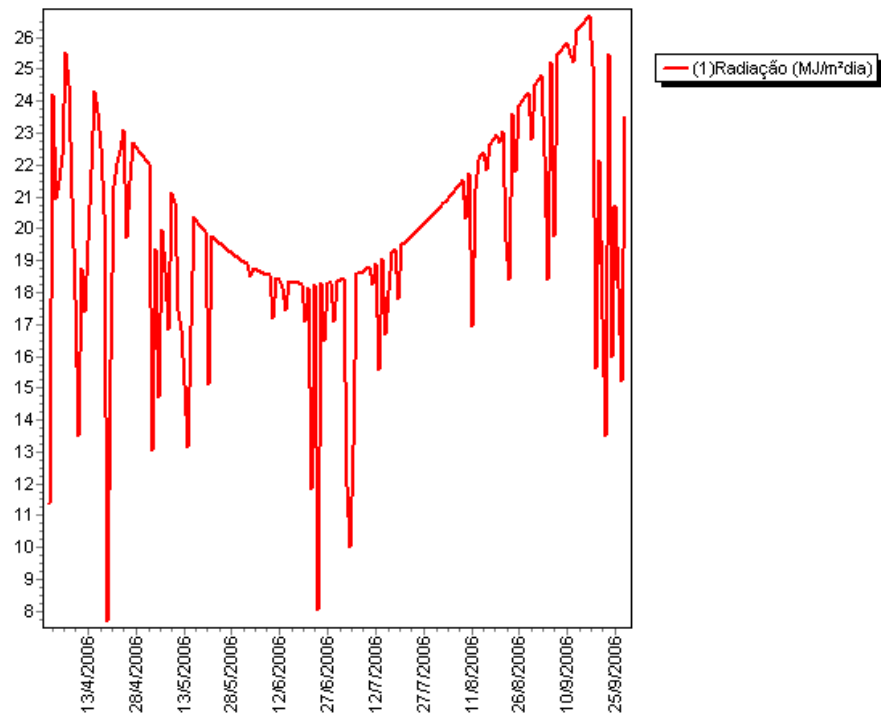


Figura 4E – Dados de Radiação Solar medidos na estação meteorológica automática localizada no lote 29M durante o período de 01/04 a 30/09/2006.