

**FÚLVIO RODRIGUEZ SIMÃO**

**ESTUDO DE DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE  
IRRIGAÇÃO EM CINCO IMPORTANTES FRUTEIRAS NA REGIÃO  
NORTE DE MINAS GERAIS**

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2004

Aos meus pais,

Guilherme Emílio Simão

e

Maria Lélia Rodriguez Simão

e à minha namorada,

Luciana Pereira Junqueira,

Dedico

## **AGRADECIMENTO**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

À Universidade Federal de Viçosa, por meio do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA), pela oportunidade de realização desse curso.

A Deus, pois sem Ele nada é possível.

Ao Professor Everardo Chartuni Mantovani pela orientação e pelas oportunidades proporcionadas.

Ao meu primo Antônio Humberto Simão, pela ajuda na condução dos trabalhos e pelas valiosas sugestões.

Aos Professores conselheiros, Gilberto Bernardo de Freitas, Márcio Mota Ramos e Glauco Vieira Miranda pelas sugestões e contribuições.

Aos Professores participantes da banca avaliadora Salassier Bernardo, Maurício Bernardes Coelho e Rubens Alves de Oliveira pelas críticas construtivas e sugestões.

Às empresas Fahma planejamento e engenharia agrícola e Nova Esperança agropecuária e agroindustrial, pela ajuda financeira, material e sugestões sem os quais seria impossível a realização deste trabalho. Em especial aos técnicos Clênio (in memoriam) e Claiton Cladistone do Carmo Nascimento e ao funcionário Joventino pelo capricho nas atividades e dedicação em todas as tarefas.

Aos estagiários Darik, Vamberto Braz e André Luís Vieira pelo auxílio nos trabalhos de campo e no processamento dos dados.

Aos colegas Delfran Batista de Santos e Flavinho pelas sugestões dadas durante visita ao experimento, pela ajuda na coleta de dados e pela amizade.

Aos Professores Paulo Afonso Ferreira, Fernando Falco Pruski, Luís Cláudio Costa, Demetrius David da Silva, Og de Souza, Flávio D'Alencar Couto, Luiz Carlos Chamhum Salomão e Gilberto Chohaku Sedyama pelos ensinamentos transmitidos durante o curso, extensivo a todos os demais professores da UFV.

Aos funcionários Galinari e Chicão pela dedicação em todas atividades e a todos funcionários do DEA em por fortalecerem a instituição.

A minha prima Renata del Giúdice Rodriguez pela amizade e incentivo.

Ao Rafael Oliveira Batista, Raline Mello, Cristiano Tagliaferri, Luís Fabiano Palaretti, Guilherme Ferreira, Rodrigo Sanchez, Aldo, Élder, Suzana, Marcelo Rossi Vicenti, Franklin, Guilherme Bastos Lira, Sidney, Roberto Avelino Cecílio, Zé Alberto (Janaúba), Salomão, Élio de Almeida Cordeiro e Denise e a todos demais colegas do curso de pós-graduação pelo companheirismo e apoio durante o curso em especial ao Mário Takeshi Sugawara e à Ana Paula colegas desde a graduação.

Ao GESAI pelo auxílio material e técnico acreditando na contribuição deste trabalho para o desenvolvimento da agricultura irrigada. E aos colegas do GESAI e do núcleo de cafeicultura irrigada, Cristiano Egnaldo Zinato, Carlos Alberto Viliotti, Adílson Soares Rodrigues, Alexandre Mudrik, Karine, Bruno Moura, Sandro, Marlos, Adalberto, Otto e demais participantes, pela ajuda nas mais diversas atividades que complementaram meu desenvolvimento profissional.

Ao colega Alexandre Couto Tsiomis pelo companheirismo e ajuda nos momentos difíceis em sete anos de convivência e de aos demais colegas de república pela convivência e pela compreensão pelas noites viradas no computador.

Aos meus tios e padrinhos Fernando Antônio Rodriguez e Cíntia del Giúdice Rodriguez pelo apoio e incentivo.

A todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho e para a conclusão do curso.

## **BIOGRAFIA**

FÚLVIO RODRIGUEZ SIMÃO, filho de Guilherme Emílio Simão e Maria Lélia Rodriguez Simão, nasceu em Belo Horizonte - MG, em 03 de maio de 1979.

Em 1997, iniciou o Curso de Agronomia, na Universidade Federal de Viçosa, MG, onde foi bolsista de Iniciação Científica da FAPEMIG, Monitor da disciplina INF103 - Introdução à Ciência da Computação e estagiário do Departamento de Engenharia Agrícola, diplomando-se em 2002.

Iniciou o Curso de mestrado em Engenharia Agrícola em abril de 2002, na área de concentração de Recursos Hídricos e Ambientais, na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, defendendo tese em fevereiro de 2004.

## CONTEÚDO

	Página
RESUMO	iii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. Irrigação e agricultura irrigada .....	3
2.1.1. Fruticultura irrigada .....	4
2.2. As fruteiras estudadas .....	5
2.2.1. As anonáceas .....	6
2.2.2. A cultura da bananeira .....	7
2.2.3. A cultura da goiabeira .....	8
2.2.4. A cultura da mangueira .....	10
2.3. Manejo da irrigação .....	10
2.3.1. O programa computacional Irriga .....	11
2.3.2. Evapotranspiração de referência .....	12
2.3.3. Coeficiente de cultura .....	13
2.3.4. Redução da evapotranspiração para irrigação localizada .....	14
2.3.5. A influência da umidade do solo na ET .....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	18
3.1. Os tratamentos .....	23
3.2. Características avaliadas .....	24
3.3. Delineamento experimental e análise estatística .....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
4.1. Cultura da atemóia .....	28
4.2. Cultura da bananeira .....	33
4.3. Cultura da goiabeira .....	40
4.4. Cultura da mangueira .....	48
4.5. Cultura da pinheira .....	51
5. RESUMO E CONCLUSÕES .....	55
6. RECOMENDAÇÕES .....	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	58
APÊNDICE .....	62

## RESUMO

SIMÃO, Fúlvio Rodriguez, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2004.  
**Estudo de diferentes estratégias de manejo de irrigação para cinco importantes fruteiras na região norte de Minas Gerais.** Orientador: Everardo Chartuni Mantovani. Conselheiros: Márcio Mota Ramos, Gilberto Bernardo de Freitas e Glauco Vieira Miranda.

A fruticultura é uma atividade de grande importância do ponto de vista econômico e de geração de empregos. A área cultivada com fruteiras no Projeto Jaíba no ano de 2002 foi de 3.559,24 ha, sendo destacadas as culturas da bananeira (60,3 %), limoeiro (10,0%), mangueira (10,1 %), mamoeiro (6,3 %), coqueiro (4,6 %), maracujázeiro (2,0 %), atemóia (2,0 %) e pinheira (1,9 %).

Na atualidade um aspecto importante relacionado à irrigação é o seu manejo, objetivando-se aplicar água na quantidade correta e no momento ideal, evitando-se, assim, que ocorra perda de água por percolação e de nutrientes por lixiviação ou que a planta não atinja a produtividade desejada. Um manejo adequado da irrigação pode auxiliar a fruticultura tanto na redução de custos, uma vez que a irrigação excessiva e desnecessária aumenta o consumo de água e energia, quanto no aumento das receitas com ganho de produtividade e qualidade do produto, quando o suprimento de água para a cultura é adequado.

Uma importante ferramenta para auxílio no manejo da irrigação é o software Irriga, que permite a tomada de decisão de quando e quanto irrigar.

O presente trabalho teve como objetivo comparar estratégias de cálculo da evapotranspiração, para manejo de irrigação, para as culturas da bananeira, mangueira, goiabeira, pinheira e atemóia, que apresentam grande importância para a região norte de Minas Gerais.

O experimento foi realizado no projeto Jaíba. As fruteiras atemóia, bananeira, goiabeira, mangueira e pinheira foram irrigadas por microaspersão. Os tratamentos foram instalados através de modificações feitas nos microaspersores (modificações nos bocais e estrangulamento do microtubo de alimentação dos mesmos) e variando o tempo de irrigação correspondendo à utilização de diferentes reduções da evapotranspiração para irrigação localizada (KI) e diferentes coeficientes de cultura (Kc). Foram avaliadas características vegetativas (perímetro do pseudocaule das plantas mãe, filha, neta e bisneta, altura das plantas, para a cultura da bananeira e diâmetros do caule e da copa, e comprimento dos ramos de ponteiro para as culturas da atemóia, goiabeira, mangueira e pinheira) e avaliações das características da produção (peso do cacho e das pencas, comprimento, diâmetro e peso do fruto central da segunda penca e número de pencas e de frutos por penca para os dois primeiros ciclos da cultura da bananeira e número de frutos por planta, duração do ciclo produtivo, comprimento diâmetro, peso e teor de sólidos solúveis totais dos frutos da cultura da goiabeira).

Devem ser cadastrados coeficientes adequados para se utilizar, de maneira precisa, o software Irriga para manejo de irrigação.

Na cultura da bananeira o tratamento KI pela metodologia de FERERES + 25% se mostrou estatisticamente superior aos demais para a maioria das características vegetativas e de produção avaliadas nos dois ciclos produtivos. O efeito dos tratamentos sobre as fruteiras foi mais marcante nas avaliações finais, exceto para a cultura da bananeira, cujas plantas se desenvolveram mais rapidamente.

Para que se possa recomendar com segurança os coeficientes ideais para o manejo da irrigação de fruteiras são necessários estudos em estádios de desenvolvimento avançados, quando aumentam as necessidades hídricas destas culturas. Também é recomendável que se realize análises econômicas para identificar os tratamentos que resultam em maior benefício financeiro para o produtor.

## ABSTRACT

SIMÃO, Fúlvio Rodriguez, M.S., Universidade Federal de Viçosa, February 2003. **Study between different irrigation management strategies in five important fruit trees in the northern region of Minas Gerais.** Adviser: Everardo Chartuni Mantovani. Committee members: Márcio Mota Ramos, Gilberto Bernardo de Freitas and Glauco Vieira Miranda.

Fruit culture is an activity with big importance as from the economic point of view and creation of employments. The area planted with fruits in the Jaíba project in the year of 2002, following information from the Jaíba irrigation district was 3.559,24 ha, with prominence to the cultures banana (60,3 %), lemon (10,0%), mango (10,1 %), papaya (6,3 %), coconut (4,6 %), passion fruit (2,0 %), atemoia (2,0 %) and sweet-sop (1,9 %).

Nowadays, one important aspect related with the irrigation is the management, with the aim of apply water in the correct amount and in the right time, avoiding, this way, lost of water by percolation and of nutrients by lixiviation or that the plant do not achieve the desired productivity. An adequate water management can help irrigated fruit culture as in the reduction of costs, when the excessive and unnecessary irrigation rises the water and energy consume, as by rising the profits with gains in productivity and product quality, when the water supply to the culture is adequate.

One important tool to help the irrigation management is the software Irriga, that allow taking the decision of when and how much irrigate.

The present work had the objective of compare different methods of calculus of the evapotranspiration, for irrigation management, to the cultures of banana, mango, guava, atemoia and sweet-sop, that resemble great importance to the northern region of Minas Gerais.

The experiment was realized in the Jaíba project. The fruit trees atemóia, banana, guava, mango and sweet-sop were irrigated by microsprinckle. The treatments

were installed by modifications on the microsprinkles (changing the nozzles and strangulation in their alimentation microtube) and varying the irrigation time, corresponding to the utilization of different localized irrigation reduction coefficients (KI) and different culture coefficients (Kc). Vegetative characteristics were evaluated (pseudo-stem perimeters, from mother, daughter, granddaughter and grand-granddaughter plants, plants highs, to the banana culture and stem and cup diameters and point branches length to the cultures of atemóia, guava, mango and sweet-sop) and evaluations of production characteristics (weights of the main bunch and bunch, length, diameter and weight of the second bunch central fruit and number of bunches by main bunch and fruits per bunch to the two first cycles of the banana culture and number of fruits per plant, duration of the productive cycle, length, diameter, weights and total soluble solids of the guava culture fruits).

It's necessary use adequate coefficients to use the software Irriga with precision to irrigation management.

To the banana culture the treatment KI by FERERES methodology + 25% was statistically superior to the most of the vegetative and production characteristics evaluated in the two production cycles. The effect of the treatments in the fruit trees was more remarkable in the last evaluations, except to the banana culture witch plants developed faster.

To recommend with security the ideal coefficients to irrigation management it's necessary studies in advanced stages of development, when the water requirements grows. It's also recommended to proceed economic analyses to identify treatments that result in higher benefit to the farmer.

## 1. INTRODUÇÃO

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 os mais distintos sistemas de produção, necessitando, porém, de técnicas eficientes de manejo, que possibilitem eficiência no uso da água, energia e outros insumos, de modo a viabilizar uma agricultura irrigada sustentável.

A fruticultura é uma atividade de grande importância tanto do ponto de vista econômico quanto do ponto de vista social, produzindo alimentos com rentabilidade e grande geração de empregos.

Para atender ao mercado interno e ao externo, o fruticultor deve estar atento tanto a quantidade produzida quanto a qualidade do produto, de forma a atender às exigências do mercado com consumidores cada vez mais exigentes. Dentre os principais tratamentos culturais indispensáveis para obtenção de frutas de qualidade destacam-se o controle de plantas invasoras, podas, calagem, adubações e irrigação, sendo esta última essencial para as regiões onde ocorrem poucas precipitações como a região norte do estado de Minas Gerais.

Estima-se que 91% da área ocupada pela fruticultura no vale do rio São Francisco seja irrigada. Na região norte de Minas Gerais a utilização da irrigação é ampla e, nesta região, estão localizados alguns importantes perímetros de irrigação implantados pela Codevasf (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba), destacando-se o perímetro de irrigação do Jaíba.

O perímetro de Irrigação do Jaíba está localizado nos municípios de Jaíba e Matias Cardoso, com aproximadamente 8.500 hectares em produção e uma área total irrigável de aproximadamente 25 mil hectares, somente na primeira etapa. A área

cultivada com fruteiras no Projeto Jaíba no ano de 2002, segundo informações disponibilizadas pelo DISTRITO DE IRRIGAÇÃO DO JAÍBA (2003), foi de 3.559 ha, sendo destacadas as culturas da bananeira (60,3%), limoeiro (10,0%), mangueira (10,1%), mamoeiro (6,3%), coqueiro (4,6%), maracujazeiro (2,0%), atemóia (2,0%) e pinheira (1,9%).

A utilização de um manejo racional da irrigação proporciona economia de água e energia e reduz os impactos ao meio ambiente. A utilização do software Irriga, associado a parâmetros climáticos, para o manejo da irrigação apresenta boa operacionalidade e precisão. Por outro lado, como ferramenta de auxílio à tomada de decisão, as recomendações fornecidas pelo programa são dependentes dos coeficientes cadastrados e, para algumas culturas, há dúvidas quanto aos valores dos coeficientes de cultura ( $K_c$ 's) e da metodologia mais adequada para o cálculo da redução da evapotranspiração para irrigação localizada (KI).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo geral comparar estratégias de cálculo da evapotranspiração para manejo de irrigação de cinco importantes fruteiras na região norte do estado de Minas Gerais utilizando o software Irriga. Os objetivos específicos deste trabalho foram a avaliação do desenvolvimento das culturas de bananeira, goiabeira, mangueira, pinheira e atemóia e da produção das culturas da bananeira e goiabeira com diferentes estratégias de manejo de irrigação.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Irrigação e agricultura irrigada**

A irrigação é uma técnica milenar que nos últimos anos vem desenvolvendo acentuadamente, apresentando equipamentos e sistemas disponíveis para as mais distintas condições. A história da irrigação se confunde com a do desenvolvimento e prosperidade econômica de um povo. As civilizações antigas tiveram sua origem em regiões áridas, onde a produção só era possível graças à irrigação (MANTOVANI, 2002a).

A irrigação visa, sobretudo, suprir as necessidades hídricas das plantas. Não funciona em separado, mas integrada a outras práticas agrícolas de forma a beneficiar a cultura e o produtor. É necessária em regiões onde o regime pluvial não atende às necessidades das plantas durante todo o seu ciclo ou em parte dele, permitindo ampliar o tempo de exploração, o número de colheitas ou ainda melhorar a produção já existente.

No passado, a utilização da irrigação era uma opção técnica de aplicação de água que visava basicamente à luta contra a seca. Atualmente, a irrigação, no foco do agronegócio, se insere em um conceito mais amplo de agricultura irrigada, sendo uma estratégia para o aumento da produção, da produtividade e da rentabilidade da propriedade agrícola, de forma sustentável, preservando o meio ambiente e criando condições para a manutenção do homem no campo por meio da geração de empregos permanentes e estáveis (MANTOVANI et al., 2003c).

Em agricultura irrigada, as práticas agrícolas (como adubação, controle fitossanitário e outros tratamentos culturais) se complementam. A falta de qualquer uma delas

implica redução na qualidade ou na quantidade do produto e, conseqüentemente, o retorno do investimento poderá ser comprometido (OLIVEIRA, 1999).

Para que as técnicas de irrigação e fertilização sejam bem sucedidas, é de suma importância o manejo de irrigação visando atender as exigências do mercado globalizado e consciente da necessidade de preservação do meio ambiente. É o lema da tecnologia: produzir o máximo e com qualidade, no menor intervalo de tempo, com menor investimento possível e com o mínimo impacto ambiental (MANTOVANI et al., 2003b).

### **2.1.1. Fruticultura Irrigada**

A fruticultura está se tornando um dos segmentos mais importantes do agronegócio brasileiro. Verifica-se, nos últimos anos, 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).

Segundo SANTANA (2002) 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. Nos últimos anos, tem havido considerável expansão da fruticultura tropical irrigada, em pólos regionais como Juazeiro, Petrolina, Janaúba e Jaíba. O cultivo de fruteiras tem uma produção acima de 30 milhões de toneladas no Brasil, por ano. A fruticultura, considerada importante fator de desenvolvimento econômico e social, gera, direta e indiretamente, milhares de empregos no Brasil.

Vale ainda ressaltar que a fruticultura brasileira ocupa importante posição mundo; além de ser o maior produtor de frutas cítricas, o País ocupa posição destacada como produtor de frutas tropicais, como banana, manga, mamão, abacaxi, caju, goiaba e maracujá e, nos últimos anos, vem apresentando um grande progresso na produção de uva, maçã e pêsego. Além disto, o processamento de frutas tem aumentado sua participação no complexo agroindustrial, pelo aumento do consumo interno e das exportações, o que reflete na sua importância social por gerar um grande número de empregos, e dar rentabilidade adequada aos pequenos e médios produtores.

O trabalho realizado por ALMEIDA (1997), avaliando sistemas de irrigação pressurizados bem como o manejo da água da cultura da banana no projeto Gorutuba - MG, permitiu a obtenção de parâmetros técnicos, com o objetivo de contribuir para adequada operacionalização, dimensionamento e manejo dos sistemas de irrigação, podendo servir inclusive de referência para outras áreas a serem implantadas ou em funcionamento. Com o estudo realizado, observou-se um excesso de aplicação de água na maior parte dos lotes irrigados por microaspersão, excesso em um lote e déficit no outro na miniaspersão e perda por percolação na aspersão sub-copa, devido à pequena capacidade de retenção dos solos, associado ao turno de rega semanal. Ocorreu na maioria dos sistemas, excesso de aplicação de água, proporcionando assim perda por percolação. Verificou que o tempo de irrigação projetado para o sistema em condições de máxima exigência da cultura é adotado durante o ano todo, independente das condições climáticas.

QUARESMA FILHO (1999), estudando os parâmetros físicos-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 como também déficit nos diversos lotes avaliados, caracterizando um completo descontrole no manejo da irrigação, ressaltando a importância, para ambos os projetos, do controle da lâmina aplicada através do monitoramento constante das condições de umidade do solo além da demanda evapotranspirométrica da cultura.

## **2.2. As fruteiras estudadas**

São necessários estudos para o manejo de irrigação das culturas da Atemóia, banana, goiaba, manga e pinha. Estas fruteiras apresentam grande importância para a região norte de Minas Gerais e representam aproximadamente 75% da área ocupada com fruticultura no projeto Jaíba, segundo informações disponibilizadas pelo DISTRITO DE IRRIGAÇÃO DO JAÍBA (2003).

### 2.2.1. As anonáceas

A área cultivada com espécies da família *Anonaceae* vem aumentando nos últimos anos na região nordeste, destacando-se as espécies pinha ou fruta do conde (*Annona squamosa*), graviola (*Annona muricata*) e cherimóia (*Annona chelimoia*) e o híbrido conhecido como atemóia (*Annona squamosa* x *Annona chelimoia*).

Como a cherimóia não se adapta bem às regiões tropicais e a pinha não apresenta as mesmas qualidades de fruto da primeira, foram feitos cruzamentos entre ambas obtendo o híbrido, atemóia, cujos frutos possuem o sabor das cherimóias e maior resistência às condições tropicais (SIMÃO, 1971).

Segundo ARAÚJO et al. (1999), no Brasil, a cultura da pinha é encontrada desde o norte do País até o Estado de São Paulo, sendo que o seu cultivo tecnificado em escala comercial vem crescendo significativamente como resultado dos bons preços obtidos pela fruta nos mercados e da aceitação da fruta pelos consumidores.

A pinheira prefere climas quentes e pouco chuvosos, com uma ou duas estações secas definidas; não resiste a geadas nem temperaturas excessivamente baixas (temperatura de 11°C causa “chilling” em pinha). Em condições de baixa umidade, a maturação dos frutos ocorre no período seco, e os frutos tornam-se mais saborosos.

Segundo SIMÃO (1971), a cherimóia é de todas a mais sensível a altas temperaturas. As chuvas são desfavoráveis a estas plantas, principalmente no período do florescimento e maturação. Adaptam-se bem a quase todos os solos, preferindo os areno-argilo-calcáreos ricos em matéria orgânica.

Entre as práticas culturais necessárias a estas culturas destaca-se o controle de plantas invasoras, podas, polinização artificial e irrigação.

Segundo ARAÚJO et al. (1999), o desenvolvimento da pinheira é intensamente influenciado pelas condições de umidade do solo. A produtividade é seriamente afetada quando ocorre falta ou excesso de água. Para regiões áridas e semi-áridas, a prática de irrigação possibilita a obtenção, por ano, de mais de uma safra de pinha, através do manejo e reposição da água ao solo associada à poda, desfolha e adubação.

LEMOS et al. (2003), estudando o efeito da desfolha de ramos sobre a indução de brotos e flores em atemóia, concluiu que o tratamento com desfolha das cinco gemas superiores apresentou maior número de ramos florados em relação a desfolha total dos ramos, remoção de cinco folhas entre a 6ª e a 10ª gemas e controle sem desfolha.

### 2.2.2. A cultura da bananeira

As variedades de banana cultivadas atualmente pertencem ao gênero *Musa sp.*, sendo divididas em dois grandes grupos conhecidos como Grand-nine e Cavendish.

Segundo LUNA (1997), o solo ideal para a cultura da bananeira é o aluvial profundo, rico em matéria orgânica e com boa capacidade de retenção de água. As melhores condições de clima para o desenvolvimento são encontradas em regiões quentes, com precipitação total anual acima de 1.300mm, distribuída regularmente durante o ano. Dentre os tratos culturais destacam-se o controle das plantas daninhas e o desbaste das touceiras.

SIMÃO et al (2002), utilizando o software Sisda 3,5 para realizar simulações com diversas percentagens de área molhada para as condições climáticas do projeto Jaíba, encontraram evapotranspiração da cultura média de 2.152 mm por ano.

FIGUEIREDO (2002), estudando o efeito de diferentes lâminas de água na cultura da bananeira recomendou a utilização de 60% da ETo para a primeira fase inicial, 100% para a segunda fase e 120% para a terceira fase e para a fase final. Neste trabalho o tratamento com lâminas de 120% da ETo foi superior aos tratamentos de 40, 60, 80 e 100% da ETo na qualidade dos frutos e produtividade nas duas primeiras colheitas e proporcionou menor gasto percentual da renda bruta para suprir os gastos com água e energia elétrica. Neste trabalho, porém, não havia um tratamento com lâminas superiores às necessárias para suprir 120% da ETo. Este autor observou que para altura das plantas mãe, os tratamentos com 80%, 100% e 120% proporcionaram resultados semelhantes entre si, e superiores em relação aos tratamentos de 60% e 40%, para o perímetro o tratamento de 120% da ETo foi sempre superior aos demais tratamentos. Para os parâmetros produtivos das duas produções iniciais (peso do cacho com engajo, peso médio da segunda penca, comprimento médio do fruto central da segunda penca e circunferência média do fruto central da segunda penca) o tratamento de 120% da ETo foi superior aos demais, com valores variando de 5,4 a 23,6 kg para peso do cacho com engajo, 0,5 a 2,6 kg para peso médio da segunda penca, 13,4 a 22,9 (cm) para comprimento médio do fruto central da segunda penca e 8,6 a 13,2 (cm) para circunferência média do fruto central da segunda penca.

COSTA & COELHO (2003), pesquisando a necessidade hídrica e a produtividade de duas variedades de bananeira sob irrigação nas condições do norte de Minas encontraram valores de Kc variando de 0,45 a 1,43 (superiores aos

recomendados pela FAO). Neste trabalho a aplicação de uma lâmina de 986 mm (sendo que a precipitação total no ano de estudo foi superior a 1000mm) proporcionou a máxima produtividade obtida que foi de 62 t ha<sup>-1</sup> para 'Grand Naine' e 34 t ha<sup>-1</sup> para 'Prata-Anã'.

Para a cultura da bananeira não há restrições à maioria dos métodos de irrigação. A escolha está ligada às condições de cultivo, tais como: solo e relevo, custo de implementação, manutenção e manejo da irrigação, quantidade e qualidade da água, e mão-de-obra disponível, dentre outros aspectos (OLIVEIRA, 1999).

SIMÃO (2002), estudando a influência da percentagem de área molhada no desenvolvimento da cultura da bananeira, na fase de implantação e irrigada por microaspersão, observou superioridade dos tratamentos que tinham 100% da área molhada e 68% com lâmina majorada em relação aos tratamentos com áreas molhadas de 25%, 45%, 68% com KI de KELLER e 68% de área molhada com KI de FERERES.

A bananeira é uma espécie classificada como glicófita, sendo, portanto, sensível à salinidade. Para um ótimo desenvolvimento vegetativo e a consequente obtenção de elevadas produtividades, requerem-se valores de condutividade elétrica do extrato de saturação do solo não superiores a 1.000 dS/m (DOORENBOS & KASSAN, 1979).

### **2.2.3. A cultura da goiabeira**

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma espécie pertencente à família *Myrtaceae*.

Com a utilização de podas e irrigação, além de apresentar níveis de produtividade elevados (40 a 50 t/ha/ano), produz durante todo o ano. A colheita contínua de frutas contribui para conquista de grandes mercados, tanto internamente quanto externamente, além de propiciar, durante todo o ano, renda aos produtores. Para a exportação, assim como para um mercado interno cada vez mais exigente, exige-se um padrão de qualidade de fruto muito superior ao padrão da fruta destinada ao mercado local e à indústria, só alcançado em culturas tecnificadas e formadas com variedades selecionadas, de acordo com o mercado que se deseja atingir (GONZAGA NETO, 1990).

Segundo GONZAGA (1997), a goiabeira é uma planta bastante rústica e se adapta bem aos mais variados tipos de solo. Recomenda-se, porém, que sejam

evitados os solos pesados e mal drenados, principalmente nas áreas irrigadas onde existe o risco latente de salinização.

Para MEDINA (1991), em relação à precipitação, a goiabeira mostra ser relativamente resistente às secas, mas cita exemplos de cultivos de sequeiro onde são obtidas uma ou duas safras anuais em decorrência da distribuição das chuvas. Neste caso, as colheitas concentram-se nos períodos de maior disponibilidade hídrica. Grande parte da goiaba produzida para a indústria é proveniente de pomares sob condições de sequeiro, isto ocorre devido ao baixo custo de produção nestas condições. 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 se obter safras compensadoras.

Para a produção de goiabas ao longo de todo o ano, a irrigação torna-se uma prática indispensável, mesmo em regiões onde a precipitação anual ultrapassa 1.000 mm. Neste 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.

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 argilo-arenosos e argilosos, 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, observou, dentre 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)/ 100ml.

#### **2.2.4. A cultura da mangueira**

A mangueira (*Mangífera indica L.*) é uma das culturas com maior área de cultivo no vale do rio São Francisco (aproximadamente 30% da área de fruticultura irrigada).

Segundo LUNA (1997), a mangueira vegeta e frutifica em diversos tipos de solos, mas se adapta melhor em solos areno-argilosos, profundos e com boa fertilidade. Os solos sujeitos ao encharcamento e os pedregosos devem ser evitados. Com relação ao clima, as melhores condições para o desenvolvimento da cultura são encontradas em regiões com precipitação total anual entre 500 e 2.500mm, porém com estações secas bem definidas que proporcionam período de repouso necessário para que ocorra o florescimento.

CUNHA et al. (1994) salientam que, para a cultura da mangueira, dos primeiros meses após o plantio até que as plantas comecem a produzir, é imprescindível a irrigação nos períodos de estiagem, para que as plantas se desenvolvam satisfatoriamente.

Para plantas em idade de produção, a partir do quarto ou quinto ano, deve-se irrigar durante o período de escassez ou falta de chuvas e interromper a irrigação dois a três meses antes da época do florescimento, para que as plantas entrem em repouso vegetativo e não sobrevenham quedas de flores nem problemas fitossanitários.

Já durante a formação e desenvolvimento do fruto as regas devem ser freqüentes (semanais ou quinzenais), a fim de evitar a queda dos frutos recém-formados. A irrigação também é importante nas épocas de adubação.

Vários métodos de irrigação podem ser utilizados na cultura da manga – aspersão subcopa, microaspersão, sulcos, bacias, anéis e gotejamento. Todos eles apresentam vantagens e desvantagens que devem ser levadas em conta pela característica da região ou mesmo da propriedade.

CASTRO NETO (2003), sugere que, a partir do monitoramento dos parâmetros fisiológicos, transpiração e resistência estomática, durante o período do repouso fisiológico, em pomares irrigados, a indução floral por déficit hídrico não é eficiente quando ocorre um manejo incorreto da irrigação.

## **2.3. Manejo da irrigação**

Na atualidade, um aspecto importante relacionado à irrigação é o manejo da água, objetivando-se aplicá-la na quantidade correta e no momento ideal, evitando, assim, que ocorra perda de água por percolação e de nutrientes por lixiviação ou que a planta não atinja a produtividade desejada. Um manejo adequado da irrigação proporciona menores custos de produção e conseqüentemente maior competitividade da fruta produzida. Estima-se que, para a cultura da banana, o custo da água mais energia corresponda a aproximadamente 10% do valor da produção.

A implementação de um programa de manejo de irrigação apresenta várias vantagens, destacando-se: aumento da produtividade, da qualidade das frutas e da rentabilidade, otimização da utilização da mão-de-obra, energia elétrica, nutrientes e outros insumos, além da preservação do meio ambiente.

Por não adotar um método de controle da irrigação, o produtor rural usualmente irriga em excesso, temendo que a cultura sofra um estresse hídrico, o que pode comprometer a produção. Esse excesso tem como conseqüência o desperdício de energia e de água, usados em um bombeamento desnecessário. Segundo estudo realizado pela CEMIG (1993), se a irrigação fosse utilizada de forma racional, aproximadamente 20% da água e 30% da energia consumida seriam economizadas; sendo 20% da energia economizada devido à aplicação desnecessária da água e 10% devido ao redimensionamento e otimização dos equipamentos utilizados para a irrigação.

### **2.3.1. O programa computacional Irriga**

Uma importante ferramenta para auxílio no manejo da irrigação é o software Irriga, um sistema de suporte à decisão na área da agricultura irrigada, indicando, entre outras informações, o momento de irrigar, a lâmina da irrigação, qualidade da irrigação e o consumo de energia. Composto de vários módulos voltados para o manejo da irrigação, este programa computacional foi desenvolvido pelo Grupo de Estudos e Soluções para Agricultura Irrigada (Gesai) da UFV a partir da evolução do Sisda (Sistema de Suporte a Decisão Agrícola).

O Irriga, juntamente com a utilização de estações meteorológicas automáticas, vem permitindo a obtenção de resultados adequados para a tomada de decisão de

quando e quanto irrigar. Além da utilização no manejo da irrigação, o programa Irriga pode auxiliar em outras atividades como na determinação da época ideal de plantio, planejamento das atividades através de simulações, monitoramento do risco de ocorrência de doenças, através de seus vários módulos.

No programa Irriga estão disponíveis as mais modernas técnicas aplicadas à agricultura, ou seja, ferramentas para o planejamento da exploração racional e auto-sustentada da propriedade agrícola, adaptadas às condições brasileiras, permitindo um manejo integrado das culturas agrícolas, tanto das anuais, quanto das perenes.

A estimativa do consumo de água (evapotranspiração) das culturas utilizando o software Irriga se baseia no seguinte modelo:

$$ET_c = E_{T_o} \times K_c \times K_s \times K_l \quad (1)$$

em que,

$E_{T_c}$  = evapotranspiração da cultura;

$E_{T_o}$  = evapotranspiração de referência;

$K_c$  = coeficiente de cultura;

$K_s$  = coeficiente que depende da depleção da água no solo (frequência de molhamento); e

$K_l$  = coeficiente de redução da evapotranspiração para irrigação localizada.

A evapotranspiração da cultura é a principal saída do balanço de água do solo. A partir da sua determinação, o programa Irriga pode estimar o déficit de água e calcular a recomendação da lâmina de irrigação.

### **2.3.2. Evapotranspiração de referência ( $E_{T_o}$ )**

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 dos 40, para expressar essa ocorrência simultânea (PEREIRA et al., 1997).

ALLEN et al. (1998) define  $E_{T_o}$  como sendo a evapotranspiração de uma cultura hipotética com altura fixa de 0,12 m, albedo igual a 0,23, e resistência da cobertura ao transporte de vapor d'água igual a  $70 \text{ s m}^{-1}$ , que representaria a evapotranspiração de um gramado verde, de altura uniforme, em crescimento ativo, cobrindo totalmente a superfície do solo e sem falta de água.

A ETo é um padrão para estimar a ET em diferentes períodos do ano ou regiões. Ela também permite calcular a ET de diferentes culturas.

O método padrão para cálculo da evapotranspiração de referência é pela equação de Penman-Monteith parametrizada pela FAO (ALLEN et al., 1998). Mas esta também pode ser determinada pelo uso de outras equações como Penman-radiação, FAO-Blaney-Criddle e Hargreaves & Samani ou pelo uso do tanque classe “A”. Todos estes métodos apresentam limitações em relação ao método padrão.

SIMÃO et al. (2003), comparando a ETo 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 para esta situação ( $2,54 \text{ mm dia}^{-1}$ ).

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

### **2.3.3. Coeficiente de cultura**

O Kc é o coeficiente que ajusta a ET para as condições da cultura. O valor do Kc é estabelecido em função da cultura, fase fenológica, do clima, manejo, estande de plantas, entre outros. O método FAO divide a cultura em quatro fases, cada qual com um Kc específico, conforme se verifica no Quadro 1 (BERNARDO, 1996).

Na fase I o Kc é definido principalmente pela evaporação na superfície do solo, e continua influenciando na primeira parte da fase II, que é gradativamente substituída pela transpiração da cultura, aumentando de forma linear. Na fase III, a cobertura do solo atinge seu máximo e o Kc é definido pela transpiração da cultura. Na última fase IV, o Kc decresce linearmente até a colheita. Para culturas perenes, a produção ocorre normalmente durante a fase III que, nesta situação, apresenta uma duração muito maior que as outras fases.

Quadro 1 - Coeficiente da cultura (Kc) em função do estágio de desenvolvimento

Estádio de desenvolvimento	Caracterização do estágio	Kc
Inicial	Da germinação até a cultura cobrir 10% da superfície do terreno, ou 10% a 15% do seu desenvolvimento vegetativo	0,2 a 1,0
Secundário ou de desenvolvimento vegetativo	Do final do primeiro estágio até a cultura cobrir de 70% a 80% da superfície do terreno ou atingir de 70% a 80% do seu desenvolvimento vegetativo	Varia linearmente entre os valores no primeiro e terceiro estádios
Intermediário ou de produção	Do final do segundo estágio até o início da maturação, também denominado estágio de produção	0,9 a 1,25
Final ou de maturação	Do início da maturação até a colheita ou final da maturação.	Varia linearmente entre os valores do terceiro estágio e 0,3 a 1,0

Fonte: Bernardo (1996)

#### 2.3.4. Redução da evapotranspiração para irrigação localizada

Segundo SOARES (1998), em irrigação localizada, é necessário fazer uma correção na evapotranspiração da cultura determinada para os demais sistemas de irrigação.

O módulo Manejo do programa Irriga tem disponíveis duas metodologias para calcular o coeficiente de redução da evapotranspiração para irrigação localizada 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 2.

$$Kl = P + 0,15(1 - P) \quad (2)$$

em que,

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

FERERES (1981) propõe o seguinte sistema de equações para o cálculo do mesmo parâmetro:

$$\text{Se, } P \geq 0,65 \rightarrow Kl = 1,0 \quad (3)$$

$$\text{Se, } 0,20 < P < 0,65 \rightarrow Kl = 1,09P + 0,30 \quad (4)$$

$$\text{Se, } P \leq 0,20 \rightarrow Kl = 1,94P + 0,1 \quad (5)$$

A diferença entre os valores de Kl calculados pelas metodologias propostas por KELLER (1978) e FERERES (1981) pode ser observada na Figura 1.

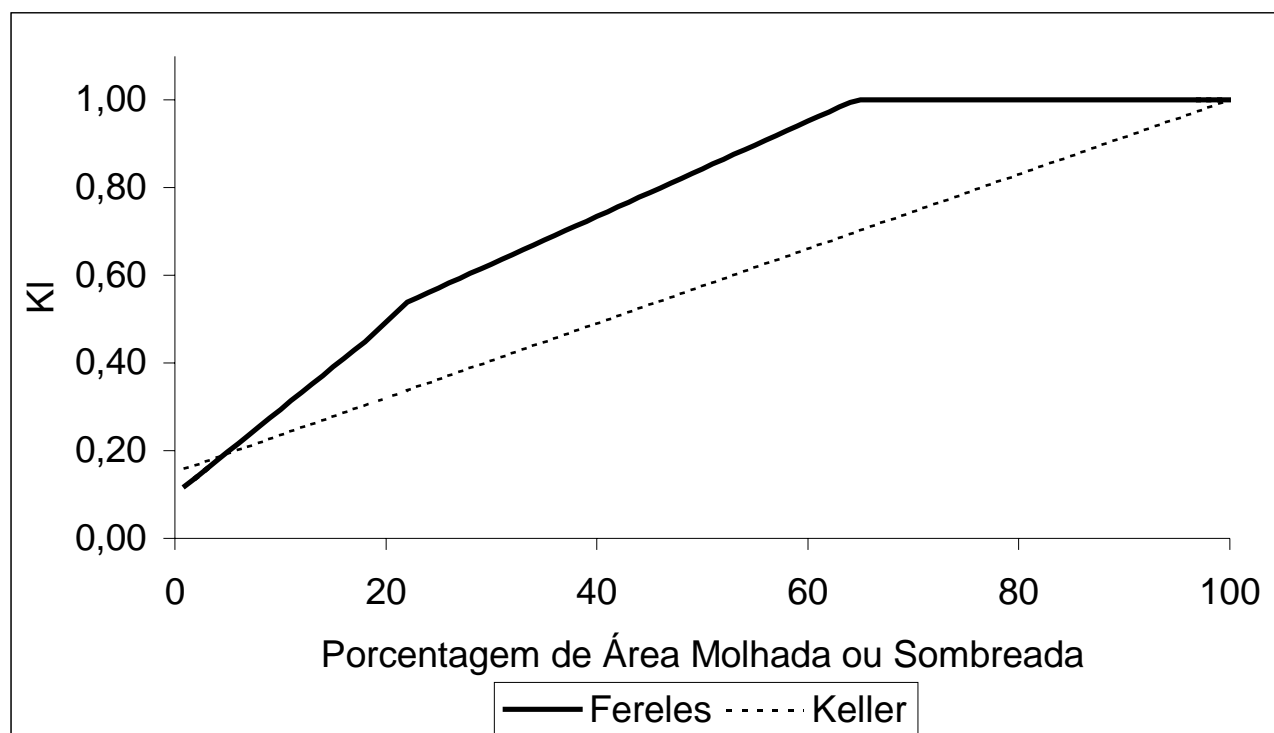


Figura 1: Valores de Kl para diferentes porcentagens de área molhada ou sombreada calculados por duas metodologias.

Outros autores citam outras metodologias para o cálculo do Kl que podem ser utilizadas na versão mais recente do software Irriga. Dentre estas metodologias podemos destacar:

KELLER & BLIESNER (1990)

$$Kl = \sqrt{P} \quad (6)$$

KELLER & KARMELI (1975)

$$Kl = \frac{P}{0,85} \quad (7)$$

ALJIBURY et al. (1974), citados por ABREU et al. (1987)

$$Kl = 1,34P \quad (8)$$

DECROIX, citado por VERMEIREN & JOBLING (1980)

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

HOARE et al. (1974), citados por ABREU et al. (1987)

$$Kl = P + 0,5(1 - P) \quad (10)$$

BERNARDO (1996)

$$Kl = P \quad (11)$$

### 2.3.5. A influência da umidade do solo na ET

Segundo ALLEN et al. (1998), as forças que atuam na água do solo decrescem seu potencial matricial e a torna menos disponível para a extração pelo sistema radicular das plantas. Quando o solo está úmido, a água tem alta energia potencial, é relativamente livre para mover e é facilmente absorvida pelas raízes das plantas. Em solos secos, a água tem baixa energia potencial e é fortemente retida por capilaridade e forças de absorção pela matriz do solo e é menos facilmente extraído pela cultura.

Quando a energia potencial da água do solo cai abaixo de um valor limite, a cultura encontra-se em estresse hídrico. Os efeitos do estresse pela água do solo, na evapotranspiração da cultura, são descritos pela multiplicação do coeficiente de cultura pelo coeficiente de estresse ( $K_s$ ).

O  $K_s$  no programa Irriga pode ser calculado pelas três equações a seguir:

$$K_s = \frac{\ln(LAA + 1,0)}{\ln(CTA + 1,0)} \quad (12)$$

em que:

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

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

$$K_s = 1 \quad (13)$$

$$K_s = \frac{LAA}{CTA} \quad (14)$$

A equação 12 foi proposta por BERNARDO (1996) e é utilizada na maioria das situações. A equação 13 é utilizada em situações especiais como irrigação de alta

freqüência ou irrigação em solos muito arenosos (com baixa capacidade de retenção de água). A equação 14 também é disponibilizada no software Irriga, mas é utilizada em poucas situações, como em alguns estudos agrometeorológicos.

A diferença entre os valores de  $K_s$  calculados pelas equações 12 e 14, conhecidas como Logarítmico e Linear, respectivamente podem ser observadas na Figura 2.

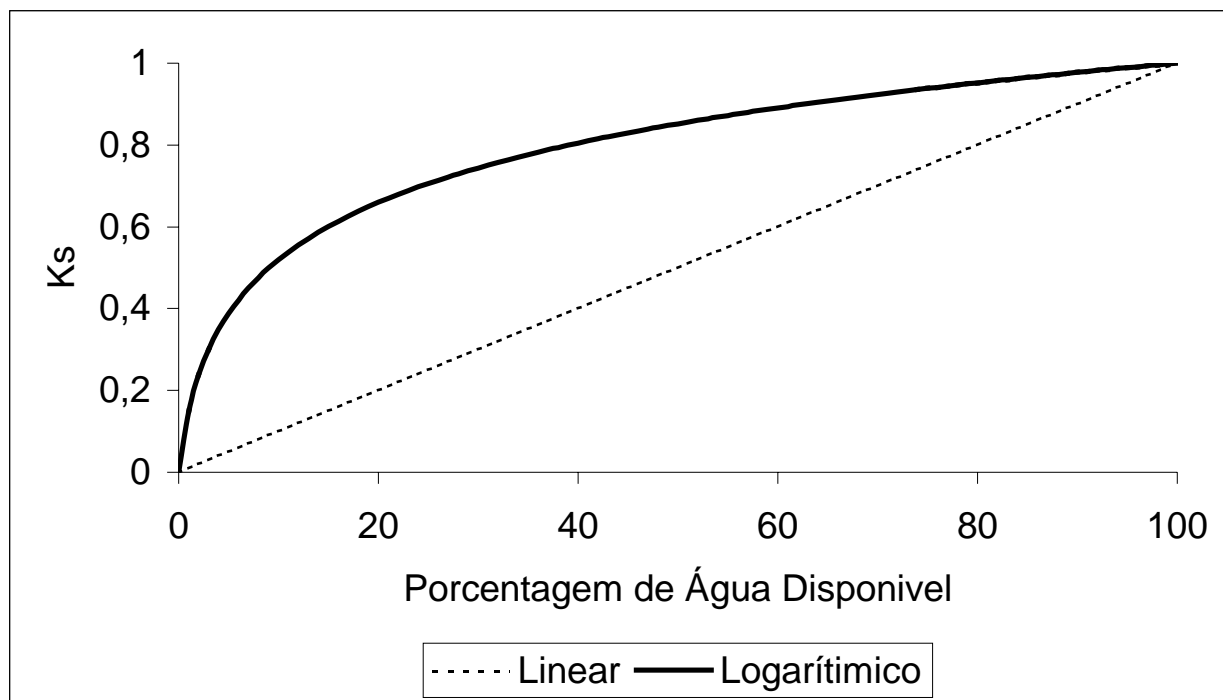


Figura 2: Valores de  $K_s$  para diferentes porcentagens de água disponível por duas metodologias.

## 2.4. Eficiência dos sistemas de irrigação

Segundo MANTOVANI (2003d), a lâmina líquida necessária para repor no solo as perdas de água de um certo período, coincidindo com o valor da evapotranspiração da cultura. A lâmina bruta pode ser definida como a quantidade de água a ser aplicada para suprir a lâmina líquida e as perdas durante a aplicação (evaporação e arraste pelo vento) e compensar a falta de uniformidade durante a irrigação. A lâmina bruta é obtida dividindo a lâmina líquida pela eficiência de irrigação.

A eficiência de irrigação varia muito em função do sistema utilizado e de condições da área como clima, relevo etc. Para efeito de dimensionamento e manejo

da irrigação a eficiência é calculada em função da perda por evaporação e arraste, perda por vazamentos e uniformidade da irrigação.

Em sistemas de irrigação localizada, como a microaspersão, a perda por evaporação e arraste é desprezada. Nesta situação são considerados, para cálculo da eficiência, apenas as perdas por vazamento e a uniformidade. Neste caso, pode ser determinada a eficiência de irrigação para área adequadamente irrigada, seguindo a Equação 15:

$$E_{ipad} = E_{Dad} \times E_c \quad (15)$$

em que:

$E_{ipad}$  = eficiência de irrigação para área adequadamente irrigada, décima;

$E_{Dad}$  = eficiência de distribuição para uma percentagem de área adequadamente irrigada, decimal; e

$E_c$  = eficiência de condução, decimal.

#### **2.4.1. Perda por vazamento**

A perda de água por vazamento é função das condições de manutenção do projeto. Em condições de boa manutenção, elas são menores que 1%. Entretanto, em sistemas com manutenção inadequada esse valor pode chegar a 10%, ou seja, a eficiência de condução de água ( $E_c$ ) será somente 90%. Essas perdas ocorrem, principalmente, nos acoplamentos da tubulação (SOARES, 1998; MANTOVANI, 2003d).

#### **2.4.2. Uniformidade de aplicação de água**

Segundo BERNARDO (1996), é de capital importância determinar a uniformidade de distribuição d'água em qualquer método de irrigação. MANTOVANI (2003d) salienta que a irrigação localizada apresenta características de distribuição de água que favorecem a eficiência da irrigação, pois a água é aplicada em pequenas doses e em alta frequência diretamente ao pé da planta. A principal preocupação para atingir a uniformidade esperada é a variabilidade na vazão dos gotejadores ou

microaspersores em razão dos entupimentos, da variação de pressão na linha e das características de fabricação.

Segundo KELLER & BLIESNER (1990), a avaliação do desempenho de um sistema de irrigação é etapa fundamental antes de qualquer estratégia de manejo de irrigação, pois é com base nos seus resultados que será possível adequar o equipamento e a sua utilização em relação aos requerimentos de água das plantas cultivadas, considerando-se a eficiência e a uniformidade de aplicação de água do sistema, sendo que BERNARDO (1996) e MANTOVANI (2003d) salientam que, na irrigação localizada é recomendável, após a instalação do sistema e a cada dois anos de funcionamento, determinar a uniformidade de irrigação. Para isto, tem-se que medir a vazão dos emissores ao longo das linhas laterais e a pressão de funcionamento no início das linhas de derivação ou no cabeçal de controle.

A avaliação do sistema de irrigação permite, além da determinação da uniformidade de distribuição de água do sistema, diagnosticar possíveis problemas como entupimento de emissores, necessidade de regulagem de cavaletes ou, até mesmo, necessidade de redimensionamento do sistema de irrigação.

Conhecendo as vazões dos emissores, pode-se calcular a uniformidade de distribuição do sistema por meio de várias equações. BERNARDO (1996) e MANTOVANI (2003d) afirmam que o uso da equação de Christiansen permite a obtenção de resultados bastante confiáveis, porém ele requer a medição da vazão de todos os emissores do sistema, o que demanda muito tempo e muita mão-de-obra. A equação de Christiansen é representada pela Equação 16:

$$CUC = 100 \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - q_m|}{n \cdot q_m} \right) \quad (16)$$

em que:

CUC = coeficiente de uniformidade de Christiansen, %;

$q_i$  = vazão de cada emissor, L/h;

$q_m$  = vazão média dos emissores, L/h; e

n = número de emissores.

Para simplificar o trabalho e o tempo necessário, recomenda-se determinar o CUC por linha lateral, escolhendo, ao acaso, quatro linhas laterais em cada unidade operacional. E a estimativa do CUC do sistema será a média dos CUC's das linhas. Neste caso, torna-se menos laboriosa a determinação, e com resultados confiáveis.

MERRIAM & KELLER (1978) apresentam o seguinte critério geral para interpretação dos valores de coeficiente de uniformidade para sistemas que estejam em operação por um ou mais anos: maior que 90%, excelente; entre 80 e 90%, bom; entre 70 e 80%, regular; e menor que 70% ruim.

KELLER e KAMELI (1975) recomendam a obtenção das vazões em quatro pontos ao longo da linha lateral, medida em emissores situados no início, a 1/3, a 2/3 e no final da linha lateral. Neste caso as linhas laterais selecionadas devem estar situadas no início, a 1/3, a 2/3 e no final da linha de derivação. A uniformidade, neste caso pode ser determinada pela Equação 17:

$$CUD = \frac{q_{1/4}}{qm} \times 100 \quad (17)$$

em que:

CUD = coeficiente de uniformidade de distribuição, %; e

$Q_{1/4}$  = média de  $\frac{1}{4}$  das vazões, com menores valores, L/h.

Em irrigação por microaspersão em bananeiras é utilizado mais de um emissor por planta, na maioria das vezes quatro, ocorrendo, inclusive, sobreposição de lâminas. Assim, torna-se importante, não só a determinação da uniformidade de emissão de água por meio da medição da vazão dos microaspersores, mas também a determinação da uniformidade de distribuição de água em torno de cada planta por meio de uma malha de coletores. ALMEIDA (1997), propôs uma metodologia de avaliação denominada de coeficiente de uniformidade de Christiansen ajustado (Equação 18).

$$CUCaj = 100 \left( 1 - \frac{\sum_i^n |Y_i - Y|}{nY} \right) \quad (18)$$

em que:

CUCaj = coeficiente de uniformidade de Christiansen ajustado, %;

Y<sub>i</sub> = precipitação média em torno de cada planta, mm;

Y = média de precipitações em todos os coletores, mm; e

n = número de plantas.

A partir da determinação da uniformidade de distribuição do sistema de irrigação e da escolha de uma percentagem de área adequadamente irrigada (Pad - normalmente 90% para culturas de alto valor econômico como fruteiras), é possível determinar a eficiência de distribuição para área adequadamente irrigada pela Equação 19 apresentada por KELLER & BLIESNER (1990).

$$EDad = 100 + (606 - 24,9Pad + 0,349Pad^2 - 0,00186Pad^3)(1 - CUC \cdot 100 - 1) \quad (19)$$

em que:

Pad = percentagem de área adequadamente irrigada desejada, %.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no lote 29M da gleba C2 do distrito de irrigação do Jaíba, no município de Matias Cardoso, na região norte do estado de Minas Gerais, de coordenadas geográficas de 14°50' de latitude sul, 43° 55' de longitude oeste e altitude de 472 m.

O lote, de propriedade da empresa Fahma Planejamento e Engenharia Agrícola Ltda e administrado pela empresa Nova Esperança Agropecuária e Agroindustrial, tem uma área total irrigável de 50 ha, sendo que atualmente são cultivados 9,0 ha com a cultura da lima ácida tahiti, 3,0 ha com a cultura do mamão, 12,0 ha de banana, 6,0 ha de manga, 6,0 ha de goiaba, 6,0 ha de atemóia e 6,0 ha de pinha.

A área destinada aos experimentos em cada uma das culturas estudadas foi de aproximadamente 0,4 ha.

O manejo da irrigação se iniciou no período de implantação das culturas da banana (Prata Anã), manga (Hadden), goiaba (Paluma), atemóia (Gefner) e pinha, condição ideal para a realização do trabalho proposto. Informações adicionais sobre as culturas estudadas podem ser obtidas no Quadro 2.

Quadro 2: Número de plantas por microaspersor (Nppm), espaçamento (Esp), data de plantio (Dpl), data de colheita esperada (Dco), idade ao implantar os tratamentos (Itr) e percentagem de área molhada (Pw), utilizados nas culturas estudadas

Cultura	Nppm	Esp	Dpl	Dco	Itr	Pw
Atemóia	1	5 x 4	17/07/2001	janeiro/2004	5 meses	90 %
Banana	4	4 x 3 x 2	25/05/2001	junho/2002	1 mês	68 %
Goiaba	1	6 x 6	12/07/2001	julho/2003	5 meses	45 %
Manga	0,5	8 x 8	15/05/2001	julho/2004	7 meses	45 %
Pinha	1	5 x 4	17/07/2001	março/2004	5 meses	90 %

O sistema de irrigação utilizado em todas as fruteiras foi microaspersão com emissores dotados de asa rotatória e com pressão média de 14,5 m.c.a. Todos os setores da propriedade apresentavam uniformidade de distribuição de água superior a 90%.

O sistema de irrigação era automatizado, incluindo o sistema de filtragem com retrolavagem automática, por meio de mecanismos hidráulicos. O funcionamento automático do sistema possibilitou o controle do tempo de irrigação para cada um dos setores do projeto, controlando, também, através do quadro elétrico, a partida e o desligamento dos conjuntos motobombas. A abertura e fechamento dos setores eram-se mediante válvulas de acionamento hidráulico, instaladas nos cavaletes localizados em cada bloco dos setores de irrigação. As válvulas hidráulicas são conectadas por meio de microtubos aos solenóides, e estes conectados por meio de cabos elétricos de cobre ao programador, localizado no cabeçal de controle no interior da casa de bomba.

A unidade de bombeamento constou de quatro conjuntos motobombas instalados em paralelo, sendo cada conjunto constituído por motor de 3.500 rpm e potência de 15 cv e bomba com vazão de  $46 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  e altura manométrica de 55 mca.

Coletou-se uma amostra da água de irrigação utilizada no Lote 29M para análise, sendo esta encaminhada para o laboratório de água e solos da EPAMIG, localizado no município de Nova Porteirinha-MG. O resultado desta análise é apresentado no Quadro 3. Pela classificação da água (C1S1) ela possui salinidade baixa e baixa concentração de sódio, podendo ser utilizada na maioria das culturas e solos.

Quadro 3: Resultado da análise da água de irrigação utilizada no Lote 29M

Parâmetro	Unidade	Quantidade
pH	-	6,7
Condutividade Elétrica – CE	Micromhos $\text{cm}^{-1}$ a 25°C	79
Ca	meq $\text{L}^{-1}$	0,65
Mg	meq $\text{L}^{-1}$	0,16
Na	meq $\text{L}^{-1}$	0,15
Carbonato	meq $\text{L}^{-1}$	0,00
Bicarbonato	meq $\text{L}^{-1}$	1,20
Cloreto	meq $\text{L}^{-1}$	0,40
Razão de Adsorção de Sódio - RAS	-	0,24
Classificação da água para irrigação*	C1S1	

\* Segundo o U.S. Salinity Laboratory Staff – U.S.D.A. Agriculture Handbook Nº 60.

As plantas daninhas foram controladas por meio de uso de roçadeira tracionada por trator nas entrelinhas e capinas manuais na projeção da copa das fruteiras.

Em função de análise do solo, foram realizadas aplicações de calcário e também adubações com o uso de cloreto de potássio, uréia, supersimples, MAP, sulfato de zinco e sulfato de magnésio. Parte da adubação foi realizada via fertirrigação, sendo complementada manualmente a diferença de adubo aplicada nos tratamentos, garantindo assim, que todas plantas receberam o mesmo nível de adubação.

Também se realizou aplicação de defensivos em função da intensidade de infestação de pragas e doenças.

Na cultura da bananeira, foram realizadas desbrotas para condução das touceiras com uma família (mãe, filha e neta) e realizadas aplicações de óleo mineral para evitar a ocorrência da Sigatoka. Nas culturas da pinha, atemóia, manga e goiaba foram realizadas podas de formação (para propiciar melhor arejamento no interior da copa e facilitar outros tratamentos culturais como pulverizações com produtos químicos), sendo que nas culturas da goiaba, atemóia e pinha foi realizada poda drástica com o objetivo de induzir e uniformizar o florescimento.

O manejo de irrigação foi conduzido utilizando o software Irriga (primeira versão). Os seguintes dados climáticos eram coletados em estação meteorológica automática localizada na propriedade: temperatura máxima, mínima e média, radiação solar incidente, velocidade média do vento, umidade relativa média e precipitação total ocorrida.

A evapotranspiração de referência foi calculada pela equação de Penman-Monteith parametrizada pela FAO.

O coeficiente  $K_s$ , que depende da depleção da água no solo, foi igual à unidade em todos tratamentos devido à alta frequência de irrigação (turno de rega diário).

Para a implementação do manejo da irrigação e da cultura, retirou-se amostras de solo para análises físico-hídricas, nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm. Os resultados destas análises são apresentados nos Quadros 4 e 5, respectivamente. A análise da profundidade 20 a 40 cm foi extrapolada para o cadastro de camadas com maior profundidade.

As análises físico-hídricas realizadas no Laboratório de Água e Solos do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa foram: curva de retenção de água e massa específica do solo.

O solo neste lote é classificado como franco-arenoso. A partir desta classificação, utilizou-se a tensão de 10 kPa para a determinação da umidade correspondente à capacidade de campo. Sendo o ponto de murcha a umidade correspondente a tensão de 1500 kPa.

Quadro 4: Resultados da análise granulométrica do solo do Lote 29M.

Profundidade (cm)	Areia (dag kg <sup>-1</sup> )	Silte (dag kg <sup>-1</sup> )	Argila (dag kg <sup>-1</sup> )
0 – 20	85	7	8
20 – 40	84	8	8

Quadro 5: Resultados da análise físico-hídrica do solo do Lote 29M.

Profundidade (cm)	Unidade	Tensão (kPa)						Massa específica (g cm <sup>-3</sup> )
		10	30	100	300	1000	1500	
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

### 3.1. Os tratamentos

As dúvidas na utilização de diferentes metodologias para o cálculo do coeficiente de redução da evapotranspiração para irrigação localizada (KI) e dos coeficientes de cultura (Kc's) levaram aos diversos tratamentos. Em todas as culturas havia o tratamento padrão (T4) que era utilizado para toda a área comercial da propriedade, que utilizava os Kc's estimados para a região e KI calculado pela metodologia proposta por FERERES (1981). As informações utilizadas para o cadastro dos tratamentos padrões podem ser obtidas nos Quadros 6 a 10.

Quadro 6: Informações utilizadas para o cadastro do tratamento padrão (T4) na cultura da atemóia (estimados para a região)

Fase	Kc	Profundidade efetiva do sistema radicular (m)	Área sombreada (%)
0 -1 mês	0,40	0,10	1,0 a 3,0
2 - 3 meses	0,40 a 0,45	0,25	3,0 a 5,0
4 - 6 meses	0,45 a 0,50	0,35	5,0 a 7,0
7 – 9 meses	0,50 a 0,55	0,45	7,0 a 10,0
10 – 12 meses	0,55 a 0,60	0,50	10,0 a 15,0
13 – 18 meses	0,60 a 0,65	0,55	15,0 a 20,0
19 – 24 meses	0,65 a 0,75	0,60	20,0 a 25,0
25 – 36 meses	0,75 a 0,85	0,60	1,0 a 0,55*
36 – 48 meses	0,85 a 0,95	0,60	55,0 a 70,0
48 em diante	0,95	0,60	70,0

\* após realização de poda drástica

Quadro 7: Informações utilizadas para o cadastro do tratamento padrão (T4) na cultura da banana (estimados para a região)

Fase	Kc	Profundidade efetiva do sistema radicular (m)	Área sombreada (%)
Mês 01	0,40	0,10	1,0 a 3,0
Mês 02	0,40 a 0,45	0,15	3,0 a 7,0
Mês 03	0,45 a 0,50	0,20	7,0 a 12,0
Mês 04	0,50 a 0,60	0,25	12,0 a 20,0
Mês 05	0,60 a 0,70	0,30	20,0 a 30,0
Mês 06	0,70 a 0,85	0,35	30,0 a 50,0
Mês 07	0,85 a 1,00	0,40	50,0 a 70,0
Mês 08	1,00 a 1,10	0,40	70,0 a 90,0
09 – 16 meses	1,10 a 1,20	0,40	90,0 a 98,0
16 em diante	1,20	0,40	98,0

Quadro 8: Informações utilizadas para o cadastro do tratamento padrão (T4) na cultura da goiabeira (estimados para a região)

Fase	Kc	Profundidade efetiva do sistema radicular (m)	Área sombreada (%)
0 -1 mês	0,40	0,10	1,0 a 3,0
2 - 3 meses	0,40 a 0,45	0,25	3,0 a 10,0
4 - 6 meses	0,45 a 0,50	0,35	10,0 a 15,0
7 – 9 meses	0,50 a 0,55	0,45	15,0 a 20,0
10 – 12 meses	0,55 a 0,65	0,55	20,0 a 25,0
13 – 18 meses	0,65 a 0,75	0,60	25,0 a 30,0
19 – 24 meses	0,75 a 0,80	0,60	30,0 a 35,0
25 – 36 meses	0,80 a 0,85	0,60	1,0 a 50,0*
36 – 48 meses	0,85 a 0,95	0,60	50,0 a 60,0
48 em diante	0,95	0,60	60,0

\*Após realização de poda drástica

Quadro 9: Informações utilizadas para o cadastro do tratamento padrão (T4) na cultura da pinha (estimados para a região)

Fase	Kc	Profundidade efetiva do sistema radicular (m)	Área sombreada (%)
0 -1 mês	0,40	0,10	1,0 a 3,0
2 - 3 meses	0,40 a 0,45	0,25	3,0 a 5,0
4 - 6 meses	0,45	0,35	5,0 a 7,0
7 – 9 meses	0,45 a 0,50	0,45	7,0 a 10,0
10 – 12 meses	0,50 a 0,55	0,55	10,0 a 15,0
13 – 18 meses	0,55 a 0,60	0,60	15,0 a 20,0
19 – 24 meses	0,60 a 0,65	0,60	20,0 a 25,0
25 – 36 meses	0,65 a 0,80	0,60	1,0 a 30,0*
36 – 48 meses	0,80 a 0,90	0,60	30,0 a 60,0
48 em diante	0,90	0,60	60,0

\* Após realização de poda drástica

Quadro 10: Informações utilizadas para o cadastro do tratamento padrão (T4) na cultura da mangueira (estimados a partir de observações locais)

Fase	Kc	Profundidade efetiva do sistema radicular (m)	Área sombreada (%)
0 -1 mês	0,40	0,20	1,0 a 1,5
2 - 3 meses	0,40	0,25	1,5 a 2,0
4 - 6 meses	0,40 a 0,45	0,35	2,0 a 3,0
7 – 9 meses	0,45	0,45	3,0 a 4,0
10 – 12 meses	0,45 a 0,50	0,55	4,0 a 5,0
13 – 18 meses	0,50 a 0,55	0,70	5,0 a 6,0
19 – 24 meses	0,55 a 0,60	0,85	6,0 a 8,0
25 – 36 meses	0,60 a 0,70	1,00	8,0 a 15,0
36 – 48 meses	0,70 a 0,85	1,00	15,0 a 20,0
48 em diante	0,85	1,00	20,0

Nas diversas culturas, devido a condições particulares e operacionais de cada cultura, foram dotados tratamentos diferentes, todos eles baseados no tratamento padrão utilizado na propriedade (T4). Um resumo dos tratamentos estudados pode ser visualizado no Quadro 11.

Quadro 11: Tratamentos utilizados nas diferentes culturas

Tratamento	Descrição	Atemóia	Banana	Goiaba	Manga	Pinha
T1	KI por KELLER -50%	X				X
T2	KI por KELLER -25%	X		X	X	X
T3	KI por KELLER	X	X	X	X	X
T4	KI por FERERES	X	X	X	X	X
T5	KI por FERERES +25%	X	X	X	X	X

Nas culturas da pinha e da atemóia as metodologias de cálculo de KI proposta por KELLER (1978) e FERERES (1981) se equivalem devido à grande percentagem de área molhada utilizada (próxima a 100%) e por isso nestas culturas foi criado mais um tratamento (T1) com utilização de 50% da lâmina do tratamento T3.

Na cultura da banana não houve o tratamento (T2) com 75% da lâmina recomendada utilizando-se a metodologia de cálculo de KI proposta por KELLER (1978), visto que o estudo nesta cultura representa continuidade de parte do trabalho realizado por SIMÃO (2002), sendo que naquela situação os tratamentos T4 e T5 eram chamados de T5 e T6 respectivamente.

A variação da lâmina aplicada nos tratamentos foi feita trocando-se os bocais dos microaspersores por modelos diferentes, pelo estrangulamento do microtubo de alimentação dos microaspersores e pela variação do tempo de irrigação fechando-se linhas de irrigação.

### 3.2. Parâmetros de cultura avaliados:

Para a cultura da bananeira, foram avaliadas as características altura das plantas mãe e filha, perímetro do pseudocaule das plantas mãe, filha, neta e bisneta em diferentes períodos de desenvolvimento, totalizando doze avaliações de características vegetativas entre julho de 2001 e janeiro de 2003, sendo que parte destas avaliações foi utilizada no trabalho de SIMÃO (2002). Além disso, foram realizadas avaliações de características das duas primeiras produções como peso do cacho, número de pencas, número de frutos por penca, peso das pencas, comprimento, diâmetro e peso do fruto central da segunda penca.

Nas culturas da mangueira e da atemóia foram avaliadas as características diâmetro do caule, medido 10 cm acima e abaixo do ponto de enxertia, e diâmetro da copa, medido na direção da linha de plantio e perpendicularmente (sendo analisado a média). Também foi avaliado o comprimento de ramos de ponteiro, após a realização de podas de formação, sendo um em cada sentido: norte, sul, leste e oeste (sendo também analisada a média). Para a cultura da pinha estas características também foram avaliadas seguindo a mesma metodologia com exceção do diâmetro do caule que foi medido a dez centímetros acima do solo uma vez que as mudas desta espécie utilizadas na formação do pomar não foram enxertadas.

Na cultura da goiabeira, além das características vegetativas avaliadas nas culturas da manga, da atemóia e da pinha, foram avaliadas outras características relativas a primeira produção como duração do ciclo produtivo, número de frutos por planta, peso, comprimento, diâmetro e sólidos solúveis totais dos frutos colhidos. Foram realizados desbastes de frutos no período anterior à produção para evitar que florações anteriores interferissem no crescimento das plantas.

Para as características vegetativas, diâmetro de copa e de caule, das culturas da goiabeira, mangueira, pinha e atemóia, foram realizadas uma avaliação inicial em dezembro de 2001 e outras nove avaliações de características vegetativas em fevereiro, abril, maio e agosto de 2002 e janeiro, março, maio, julho e setembro de 2003. As avaliações dos ramos de ponteiro só foram feitas quando havia ramos em todos os sentidos, sendo realizadas a partir de janeiro de 2003.

### 3.3. Avaliações do sistema de irrigação

Foram realizadas avaliações do sistema de irrigação, durante a implantação dos tratamentos e realização de algumas das avaliações das características vegetativas, além de checagens mensais da pressão nos cavaletes e entupimento de emissores, realizadas pelos funcionários da propriedade, por ocasião da realização de irrigações diurnas.

A partir de agosto de 2002 as vazões de todos os microaspersores nos sistemas utilizados nas culturas da atemóia, goiaba, pinha e manga foram medidas e anotadas em campo, sendo realizadas três repetições para cada microaspersor. A partir destas medições foi possível determinar os valores de CUC e CUD utilizando as Equações 16 e 17 respectivamente.

Para a cultura da banana os valores de CUC, CUCaj e CUD puderam ser obtidos do trabalho de SIMÃO (2002).

A lâmina total aplicada por tratamento após a implantação dos tratamentos foi obtida pela multiplicação da vazão média dos emissores pelo tempo de irrigação realizada, cadastrada no software Irriga. Foi determinado também o volume médio aplicado por planta em cada tratamento.

Para cadastro no software Irriga as condições de manutenção do sistemas foram consideradas como excelentes ( $E_c = 1$ ) o CUC cadastrado foi de 94 % para o sistema utilizado na cultura da bananeira, 95% para os sistemas utilizados nas culturas da atemóia e da pinheira e 95,5 % para os sistemas utilizados nas culturas da goiabeira e da mangueira. Nesta situação os valores de Eipad (Equação 15) foram iguais aos valores de EDad (Equação 19) sendo respectivamente 0,90 para o sistema utilizado na cultura da bananeira, 0,92 para os sistemas utilizados nas culturas da atemóia e da pinheira e 0,93 para os sistemas utilizados nas culturas da goiabeira e da mangueira.

Os valores de evapotranspiração da cultura (ETc) também puderam ser obtidos pelo software, sendo que os tempos de irrigação eram baseados nas recomendações do mesmo. A ETc determinada pelo Irriga segue o modelo descrito pela Equação 1. As diferenças das lâminas de irrigação aplicadas, que não as devidas à utilização de diferentes metodologias para redução da ET, foram atribuídas à utilização de diferentes valores de coeficientes de cultura e, portanto, também afetaram o valor de ETc estimados para os tratamentos.

### 3.4. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco repetições, cada unidade experimental foi constituída por duas plantas, exceto para cultura da bananeira, em que a parcela experimental foi constituída de quatro plantas. Nas culturas da pinha e da atemóia, onde havia sobreposição da lâmina aplicada entre as plantas, havia dez plantas de bordadura em cada parcela experimental que recebiam o mesmo tratamento das duas plantas avaliadas, nas outras culturas as plantas do plantio comercial que circundavam os experimentos eram consideradas bordadura. A distribuição das parcelas experimentais, nas culturas da pinheira, atemóia, bananeira e goiabeira (semelhante à utilizada na cultura da mangueira, porém com apenas um emissor por planta) pode ser observada nas Figuras 3 a 5.

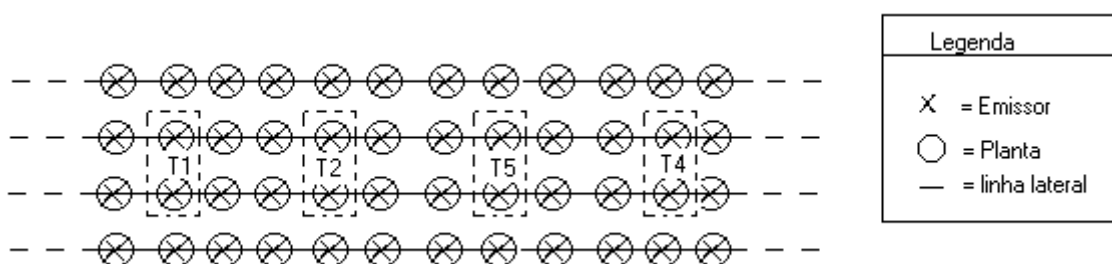


Figura 3: Distribuição das parcelas experimentais, dentro de um bloco, utilizada nas culturas da pinha e da atemóia.

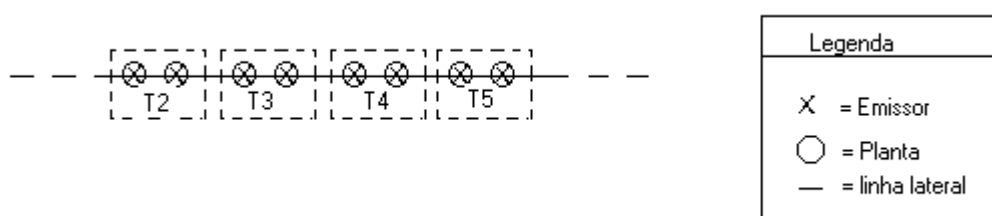


Figura 4: Distribuição das parcelas experimentais dentro de um bloco, utilizada na cultura da goiabeira.

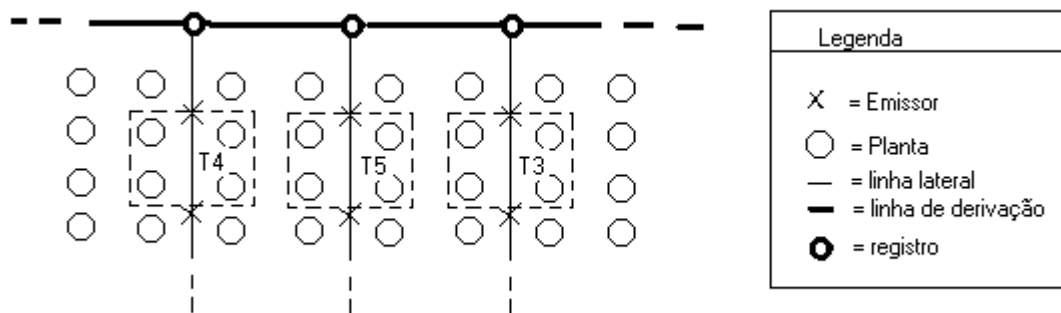


Figura 5: Distribuição das parcelas experimentais dentro de um bloco utilizada na cultura da bananeira.

Para facilitar a abertura e o fechamento de linhas de irrigação, na cultura da banana, as parcelas do mesmo tratamento eram localizadas no mesmo bloco, sendo que a distribuição dos blocos na área era casualizada. A disposição das parcelas experimentais pode ser observada no Quadro 12.

Quadro 12: Distribuição das parcelas experimentais para as diversas culturas

Bloco/ Linha	A	B	C	D
<b>Bananeira</b>				
1	T5	T3	T4	-
2	T5	T3	T4	-
3	T5	T3	T4	-
4	T5	T3	T4	-
5	T5	T3	T4	-
<b>Mangueira</b>				
1	T3	T5	T2	T4
2	T2	T3	T5	T4
3	T5	T4	T3	T2
4	T3	T4	T5	T2
5	T3	T5	T4	T2
<b>Goiabeira</b>				
1	T5	T4	T2	T3
2	T5	T2	T4	T3
3	T2	T3	T4	T5
4	T4	T2	T3	T5
5	T2	T5	T4	T3
<b>Atemóia</b>				
1	T4	T5	T2	T1
2	T5	T2	T4	T1
3	T5	T4	T1	T2
4	T4	T5	T1	T2
5	T1	T2	T5	T4
<b>Pinheira</b>				
1	T5	T1	T2	T4
2	T1	T4	T5	T2
3	T1	T2	T5	T4
4	T2	T1	T4	T5
5	T2	T1	T5	T4

Para a cultura da banana a diferença entre os KI's calculados pelas metodologias de KELLER (1978) e FERERES (1981) não foi constante. Nesta cultura, realizou-se a análise de variância de todas as características avaliadas. As características vegetativas que apresentaram significância para tratamento pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade foram submetidas a contrastes pelo teste de Duncan ao mesmo nível de probabilidade (5%) para a comparação dos tratamentos.

Para as demais culturas, foram realizadas análises da variância para os tratamentos e calculados os volumes totais de água aplicados por planta, resultante dos diversos tratamentos. Foram realizadas análises de regressão utilizando as características avaliadas, na última avaliação (período de maior importância), e o volume total aplicado por tratamento.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Cultura da atemóia

Podem ser observadas, no Quadro 13, informações sobre as irrigações da área experimental com a cultura da atemóia, como vazão média dos emissores, volume total de água aplicado por planta, lâmina total aplicada, coeficiente de uniformidade de Christiansen, coeficiente de uniformidade de distribuição e evapotranspiração total da cultura estimada pelo tratamento.

Quadro 13: Vazão média dos emissores (Ve), volume de água total por planta (Vt), lâmina de irrigação total aplicada (Lt), coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e evapotranspiração total da cultura estimada pelo tratamento (ETc) nos tratamentos da cultura da atemóia da data de plantio a setembro de 2003 (aproximadamente 26 meses)

Tratamento	Ve (L/h)	Vt (m <sup>3</sup> /planta)	Lt (mm)	CUC (%)	CUD (%)	ETc (mm)
T1 (50% K)	28	22	1084	93,0	89,5	949
T2 (75% K)	42	30	1521	94,2	91,1	1424
T3 (K) = T4 (F)	56	39	1954	95,0	93,8	1899
T5 (F + 25%)	79	53	2653	92,9	89,3	2374

Como pode ser observado, as vazões dos emissores variaram entre 28 e 79 L/h. A diferença nos volumes de água totais por planta e lâmina de irrigação total aplicada não foram proporcionais às diferenças das vazões dos emissores e à ETc devido ao período anterior a implantação do experimento onde todas as plantas eram irrigadas com o mesmo tipo de emissor. Devemos ressaltar também que parte da evapotranspiração total da cultura foi repostada pelas precipitações que, na região do estudado, se concentram nos meses de novembro e dezembro.

A partir dos altos valores de CUC e CUD observados, podemos afirmar que, segundo critério proposto por MERRIAM & KELLER (1978), a uniformidade de distribuição de água, em todos os tratamentos, pode ser classificada como excelente.

As médias obtidas nas avaliações da característica diâmetro do caule, acima e abaixo do ponto de enxertia, podem ser observadas nas Figuras 6 e 7, sendo que, em todas as avaliações desta característica, não houve diferença estatística desta característica pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados indicam que, durante a maior parte do período de análise, a necessidade hídrica da cultura foi suprida pelo tratamento T1 (KI por KELLER -50%), que resultou em menor lâmina aplicada. O fato das plantas não terem entrado na fase produtiva, durante o período experimental, explica a baixa necessidade hídrica das plantas desta espécie nos dois primeiros anos após a instalação do pomar. Possivelmente quando as plantas de atemóia entrarem na fase produtiva e, conseqüentemente, necessitarem de um volume maior de água para formação de frutos e desenvolvimento da sua estrutura de ramos e raízes o efeito das diferentes lâminas de irrigação sobre o diâmetro do tronco (indicativo do vigor) das plantas será mais marcante. Verifica-se nas Figuras 6 e 7, ao final do período de avaliação (setembro de 2003) uma tendência do tratamento T5 (lâmina padrão mais 25%) começar a se destacar em relação aos demais tratamentos, indicando uma maior necessidade hídrica da planta para manutenção de um desenvolvimento adequado.

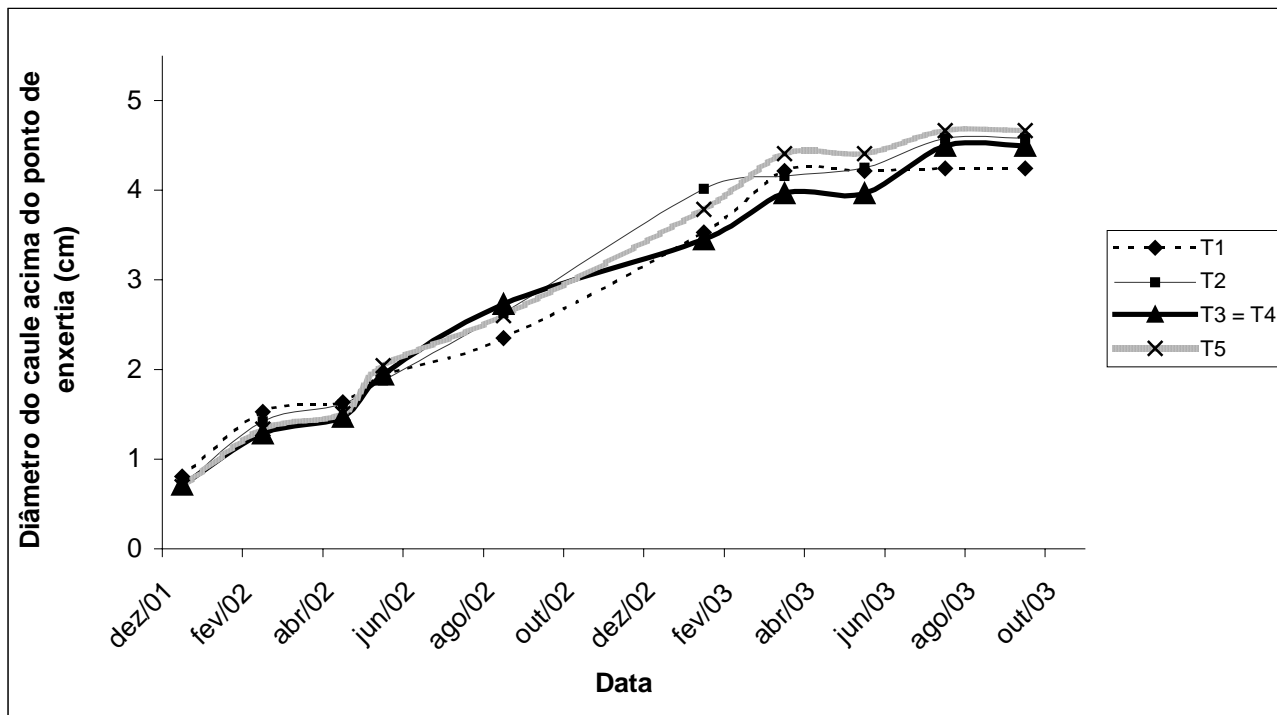


Figura 6: Diâmetro do caule acima do ponto de enxertia para atemóia nas dez avaliações.

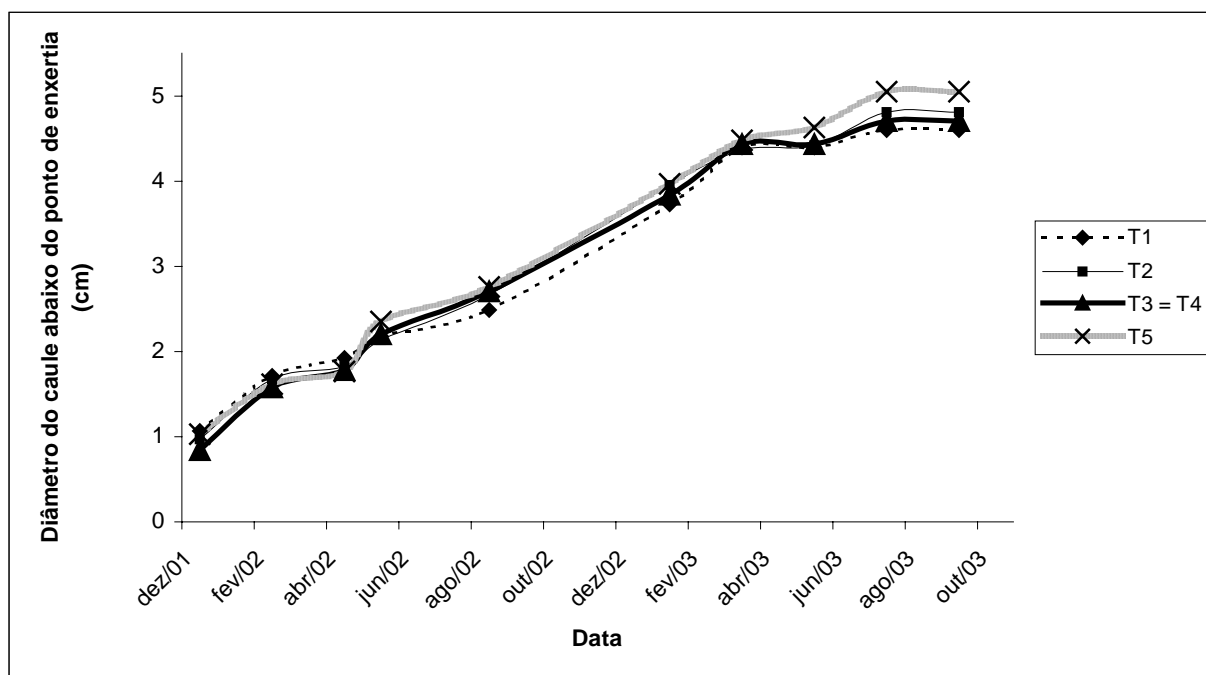


Figura 7: Diâmetro do caule abaixo do ponto de enxertia para atemóia nas dez avaliações.

As médias obtidas nas avaliações dos diâmetros da copa podem ser observadas na Figura 8. A redução drástica do diâmetro da copa das plantas, em julho de 2003, foi devido à poda de frutificação realizada na cultura, com o objetivo de induzir a produção prevista para o início de 2004. Até julho de 2003 não houve diferença estatística entre

os tratamentos pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Em setembro de 2003 observou-se diferenciação estatística entre os tratamentos, quando plantas que receberam os tratamentos T4 (KI por FERERES) e T5 (KI por FERERES +25%) apresentaram maiores diâmetros de copa.

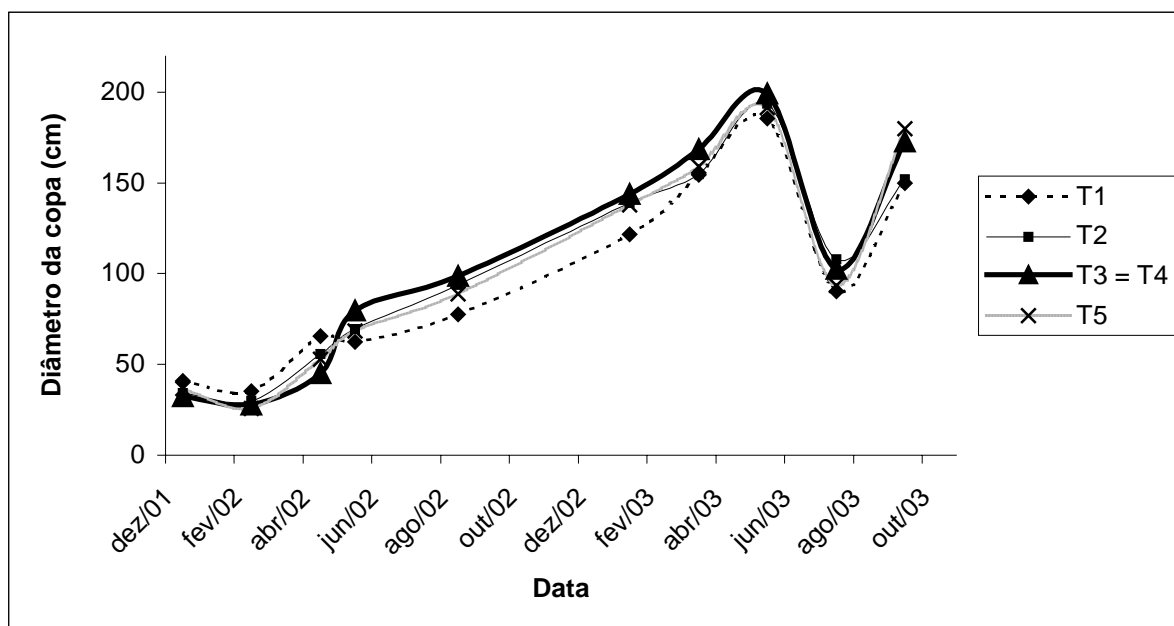


Figura 8: Diâmetro da copa da cultura da atemóia nas dez avaliações.

As médias obtidas nas avaliações dos ramos de ponteiro podem ser observadas na Figura 9. Pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade, foi constatada diferenciação nas médias observadas em janeiro e setembro de 2003, sendo os tratamentos T4 (KI por FERERES) e T5 (KI por FERERES +25%) superiores aos tratamentos T1 (KI por KELLER -50%) e T2 (KI por KELLER -25%), confirmando a superioridade dos tratamentos com as maiores lâminas de irrigação na manutenção do vigor das plantas em estádios mais avançados de desenvolvimento. O desenvolvimento de ramos de ponteiro é uma característica mais rapidamente afetada por qualquer estresse que a planta possa sofrer, porém, pode ser influenciado pelas podas de formação e frutificação das plantas.

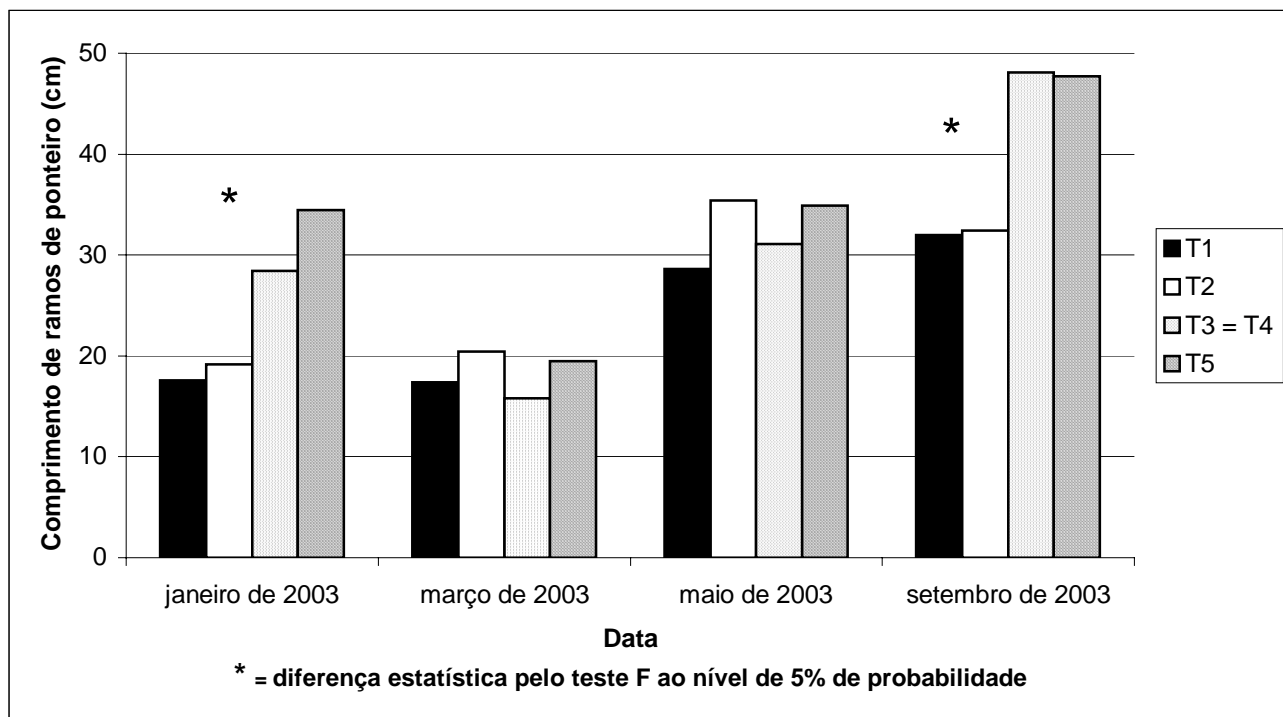


Figura 9: Comprimento de ramos de ponteiro na cultura da atemóia nas quatro avaliações.

Foram realizadas análises de variância e regressões, com as características observadas na última avaliação, utilizando-se os volumes totais aplicados por tratamento. Foram calculados os coeficientes  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  e  $\beta_2$ , realizados teste F para a regressão e para os tratamentos e calculado o  $r^2$  e o  $r^2$  ajustado para o número de graus de liberdade. O F tabelado para esta situação (3 graus de liberdade para os tratamentos e 12 para o resíduo e 5% de probabilidade) foi de 3,49. Um resumo destas análises estatísticas pode ser observado no Quadro 14.

Quadro 14: Resumo das estatísticas das características diâmetro do caule acima (Dac) e abaixo (Dab) do ponto de enxertia, diâmetro de copa (Dco) e comprimento de ramos de ponteiro (Crp) avaliadas na cultura da atemóia

Característica	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	F reg	Ftr	Sig tr	$r^2$	$r^2$ aj	CV (%)
Dac	3,5559	0,0434	-0,0004	0,54 n.s.	0,47 n.s.	-	76,65	73,73	13,28
Dab.	4,6703	-0,0072	0,0003	0,71 n.s.	0,59 n.s.	-	79,96	77,46	11,75
Dco	115,05	2,233	-0,0136	8,56 *	6,37 *	0,00790	89,54	88,23	8,12
Crp	-0,1617	2,3045	-0,0269	8,29 *	7,09 *	0,00538	78,01	75,26	19,04

n.s. = diferença não significativa a 5% de probabilidade

\* = diferença significativa a 5% de probabilidade

Foram consideradas significativas, ao nível de 5% de probabilidade, as diferenças dos diâmetros de copa e comprimentos dos ramos de ponteiro e as regressões de segundo grau obtidas utilizando-se as médias destas características e

os volumes totais aplicados por tratamento. Estas regressões podem ser observadas nas Figuras 10 e 11.

Pelas regressões obtidas, podemos inferir que o uso dos coeficientes que resultam no maior volume aplicado (KI por FERERES e KI por FERERES +25%) supriu melhor a necessidade hídrica das plantas, em especial no período próximo à última avaliação. O fato do diâmetro do caule de plantas perenes apresentar desenvolvimento bem mais lento que os ramos da parte aérea das plantas pode explicar a falta de resposta para essa característica, durante o período de avaliação. Contudo, certamente o efeito das diferentes lâminas de irrigação no diâmetro de tronco aparecerá em estádios de desenvolvimento mais avançados das plantas.

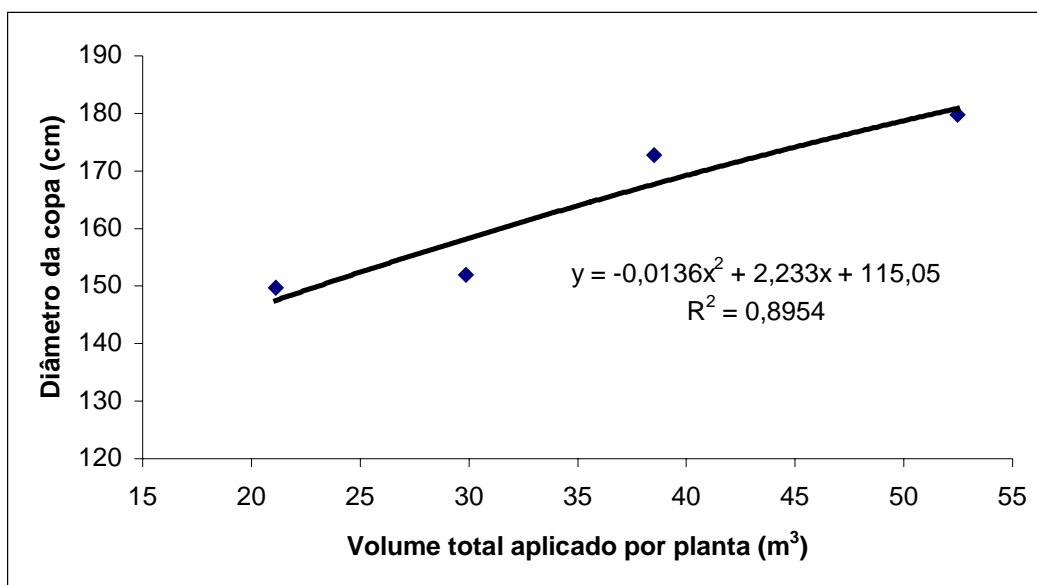


Figura 10: Relação entre o diâmetro médio da copa e o volume aplicado por tratamento para a cultura da atemóia.

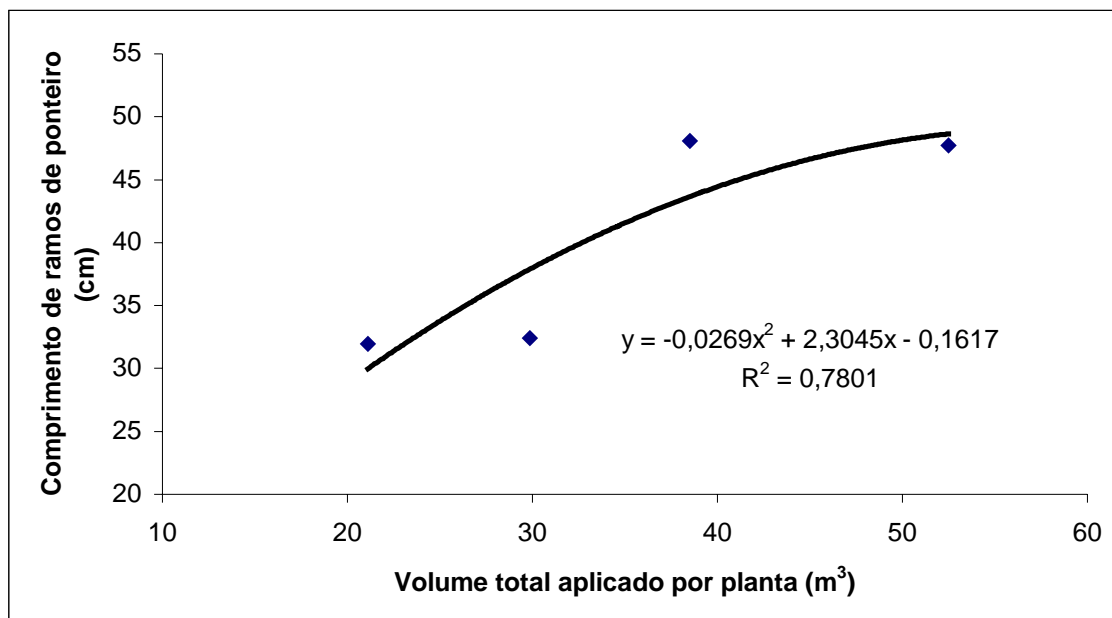


Figura 11: Relação entre o comprimento de ramos de ponteiro e o volume aplicado por tratamento para a cultura da atemóia.

#### 4.2. Cultura da bananeira

O volume aplicado por planta, em m<sup>3</sup>, a lâmina total aplicada em cada tratamento e os coeficientes de uniformidade de Christiansen, de Christiansen ajustado utilizando metodologia proposta por ALMEIDA (1997) e de distribuição, extraídos de SIMÃO (2002) e a ETc estimada pelo tratamento podem ser vistas no Quadro 15. Nesta cultura a vazão de todos emissores era a mesma (aproximadamente 58 L/h) e a variação da lâmina era feita pelos tempos de irrigação.

Quadro 15: Volume de água total aplicada (Vt), lâmina total de irrigação (Lt), coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) extraído de SIMÃO (2002), coeficiente de uniformidade de Christiansen ajustado (CUCaj) extraído de SIMÃO (2002), coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) extraído de SIMÃO (2002) e evapotranspiração total da cultura estimada pelo tratamento (ETc) nos tratamentos da cultura da banana desde o plantio (maio de 2001) a janeiro de 2003 (aproximadamente 18 meses)

Tratamento	Vt (m <sup>3</sup> /planta)	Lt (mm)	CUC (%)	CUCaj (%)	CUD (%)	ETc (mm)
T3 (K)	14	1931	97,1	88,4	95,2	2086
T4 (F)	15	2121	97,1	86,9	94,9	2352
T5 (F +25%)	18	2630	96,7	85,8	95,6	2939

Pelos parâmetros CUC e CUD a uniformidade de distribuição de água em todos os tratamentos pode ser classificada como excelente, porém, pelo parâmetro CUCaj podemos afirmar que, quando levada em consideração a interceptação de água pelos pseudocaulos e o fracionamento do jato dos microaspersores (metodologia proposta

por ALMEIDA, 1997), a uniformidade de distribuição em todos os tratamentos passa a ser classificada como boa.

A ETc foi superior às lâminas aplicadas em todos os tratamentos devido ao fato da necessidades hídrica da cultura ter sido em parte suprida pelas precipitações que se concentraram nos períodos de novembro a março de 2002 e novembro e dezembro de 2003.

Para a cultura da bananeira, como os tratamentos foram considerados qualitativos, devido ao fato dos valores de KI terem variado durante o experimento, com conseqüente variação entre a diferença entre o resultado do uso das metodologias de redução da evapotranspiração para irrigação localizada propostas por KELLER (1978) e FERERES (1981) para a determinação da lâmina de irrigação. Foram realizadas análises de variância pelo teste F e, posteriormente, foram feitas comparações das médias por contrastes utilizando o teste de Duncan a 5% de probabilidade. O valor de F tabelado para esta situação (3 tratamentos, 8 graus de liberdade do resíduo e 5% de probabilidade) foi de 3,10. Para as características da 2ª produção só foram analisadas 4 repetições devido à morte de plantas por fusariose ocorrida em todos os tratamentos, nesta situação o F tabelado para 5% de probabilidade foi de 4,76. Um resumo destas análises estatísticas pode ser observado nos Quadros 16 e 17.

Quadro 16: Resumo das análises estatísticas das características vegetativas avaliadas nos tratamentos T3, T4 e T5 na cultura da bananeira, altura da planta mãe (Hmãe) e da filha (Hfilha), perímetro do pseudocaule da planta mãe (PPmãe), filha (PPfilha), neta (PPneta) e bisneta (PPbn) para data de plantio em 25/05/2001

Característica	Data	F	Sig.	CV (%)	T3 <sup>#</sup>	T4 <sup>#</sup>	T5 <sup>#</sup>
Hmãe	11/07/01	0,39	n.s.	10,3	14,35 (a)	14,80 (a)	15,20 (a)
Hmãe	10/08/01	1,15.	n.s.	12,1	29,15 (a)	32,15 (a)	32,40 (a)
Hmãe	12/09/01	6,70	*	12,2	50,80 (b)	54,25 (b)	66,20 (a)
Hmãe	10/10/01	8,67	*	11,9	75,25 (b)	80,80 (b)	100,80 (a)
Hmãe	08/11/01	11,36	*	7,5	118,75 (b)	126,50 (b)	147,30 (a)
Hmãe	14/12/01	3,50	*	5,0	170,35 (b)	177,45 (ab)	185,10 (a)
Ppmãe	11/07/01	1,73	n.s.	4,8	7,35 (a)	7,48 (a)	7,08 (a)
Ppmãe	10/08/01	0,79	n.s.	10,5	13,90 (a)	14,60 (a)	15,10 (a)
Ppmãe	12/09/01	6,98	*	14,3	21,45 (b)	22,20 (b)	28,85 (a)
Ppmãe	10/10/01	11,51	*	12,4	26,90 (b)	31,45 (b)	39,00 (a)
Ppmãe	08/11/01	7,72	*	7,7	44,10 (b)	45,90 (b)	52,75 (a)
Ppmãe	14/12/01	3,35	*	5,4	55,90 (a)	56,25 (a)	60,45 (a)
Hfilha	14/12/01	19,37	*	9,5	88,05 (b)	94,30 (b)	123,65 (a)
Hfilha	15/02/02	14,84	*	7,1	150,80 (b)	168,75 (b)	192,70 (a)
Ppfilha	14/12/01	12,97	*	8,8	27,00 (b)	30,40 (b)	35,70 (a)
Ppfilha	15/02/02	0,81	n.s.	23,2	62,10 (a)	51,60 (a)	55,80 (a)
Ppfilha	02/04/02	1,37	n.s.	8,6	63,60 (a)	63,70 (a)	68,70 (a)
Ppfilha	01/06/02	2,05	n.s.	8,9	70,00 (a)	72,00 (a)	78,10 (a)
Ppfilha	01/08/02	2,22	n.s.	6,8	70,00 (b)	72,00 (ab)	78,10 (a)
Ppfilha	01/10/02	2,71	n.s.	5,8	70,65 (a)	74,70 (a)	76,90 (a)
Ppneta	01/06/02	1,60	n.s.	7,8	32,63 (a)	35,25 (a)	35,25 (a)
Ppneta	01/08/02	12,84	*	9,7	36,73 (b)	38,00 (b)	48,40 (a)
Ppneta	01/10/02	9,22	*	10,8	42,50 (b)	42,20 (b)	54,15 (a)
Ppneta	08/01/03	1,74	n.s.	8,1	76,10 (a)	78,30 (a)	83,50 (a)
PPbn	08/01/03	8,96	*	18,0	24,30 (b)	26,35 (b)	37,47 (a)

n.s. = diferença não significativa a 5% de probabilidade

\* = diferença significativa a 5% de probabilidade

# letras diferentes significam diferença no contraste entre as médias utilizando o teste de Duncan a 5% de probabilidade

Quadro 17: Resumo das análises estatísticas das características de produção dos tratamentos T3, T4 e T5 avaliadas na cultura da bananeira, peso médio do cacho (Pc), comprimento do fruto central da segunda penca (Cf), diâmetro do fruto central da segunda penca (Df), peso do fruto central da segunda penca (Pf), número médio de pencas por cacho (Np), número médio de frutos por penca (Nf), peso médio das pencas (Pp)

Característica	Produção	F	Sig.	C.V. (%)	T3 <sup>#</sup>	T4 <sup>#</sup>	T5 <sup>#</sup>
Pc	1 <sup>a</sup>	3,43	*	9,2	13,73 (a)	13,86 (a)	15,69 (a)
Pc	2 <sup>a</sup>	24,97	*	13,1	12,43 (c)	17,50 (b)	21,33 (a)
Cf	1 <sup>a</sup>	18,00	*	4,0	15,53 (b)	15,43 (b)	17,60 (a)
Cf	2 <sup>a</sup>	8,65	*	4,6	17,63 (b)	19,50 (a)	19,25 (a)
Df	1 <sup>a</sup>	9,26	*	3,1	3,438 (b)	3,437 (b)	3,699 (a)
Df	2 <sup>a</sup>	1,31	n.s.	14,2	3,498 (a)	3,835 (a)	3,390 (a)
Pf	1 <sup>a</sup>	8,95	*	8,8	121,05 (b)	122,05 (b)	148,10 (a)
Np	1 <sup>a</sup>	1,64	n.s.	5,1	7,90 (a)	7,70 (a)	7,45 (a)
Np	2 <sup>a</sup>	4,50	*	14,3	7,25 (b)	8,25 (ab)	9,25 (a)
Nf	1 <sup>a</sup>	4,07	*	1,8	13,65 (b)	14,10 (a)	13,95 (ab)
Nf	2 <sup>a</sup>	7,76	*	7,9	13,00 (b)	14,25 (ab)	15,50 (a)
Pp	1 <sup>a</sup>	4,70	*	9,4	1,56 (b)	1,62 (ab)	1,85 (a)
Pp	2 <sup>a</sup>	17,69	*	14,3	1,53 (b)	2,20 (a)	2,50 (a)

n.s. = diferença não significativa a 5% de probabilidade

\* = diferença significativa a 5% de probabilidade

# letras diferentes significam diferença no contraste entre as médias utilizando o teste de Duncan a 5% de probabilidade

As características altura e perímetro do pseudocaule são bons indicadores do vigor das bananeiras, conforme observado nos trabalhos de SIMÃO (2002) e FIGUEIREDO (2002). Verifica-se nas Figuras 12 e 13 uma tendência, desde o início do experimento, de plantas mãe do tratamento T5 (KI por FERERES +25%) apresentarem maior perímetro do pseudocaule e maior altura, ou seja, maior vigor que plantas dos demais tratamentos. A partir de 12 de setembro de 2001 até 14 de dezembro de 2001, essa superioridade do tratamento T5 foi significativa ao nível de 5% de probabilidade (Quadro 16). Este maior vigor das plantas mãe (responsáveis pela produção da primeira safra) resultou em maior comprimento e diâmetro do fruto central da segunda penca do cacho (Figuras 14 e 15) e maior peso médio das pencas (Figura 16), embora o número de pencas por cacho e o peso do cacho (Figuras 17 e 18) da primeira produção não terem sido influenciados pelos tratamentos. Assim, conclui-se que na primeira safra o tratamento T5 (KI por FERERES +25%) proporcionou frutos de melhor qualidade que os tratamentos T3 (KI por KELLER) e T4 (KI por FERERES).

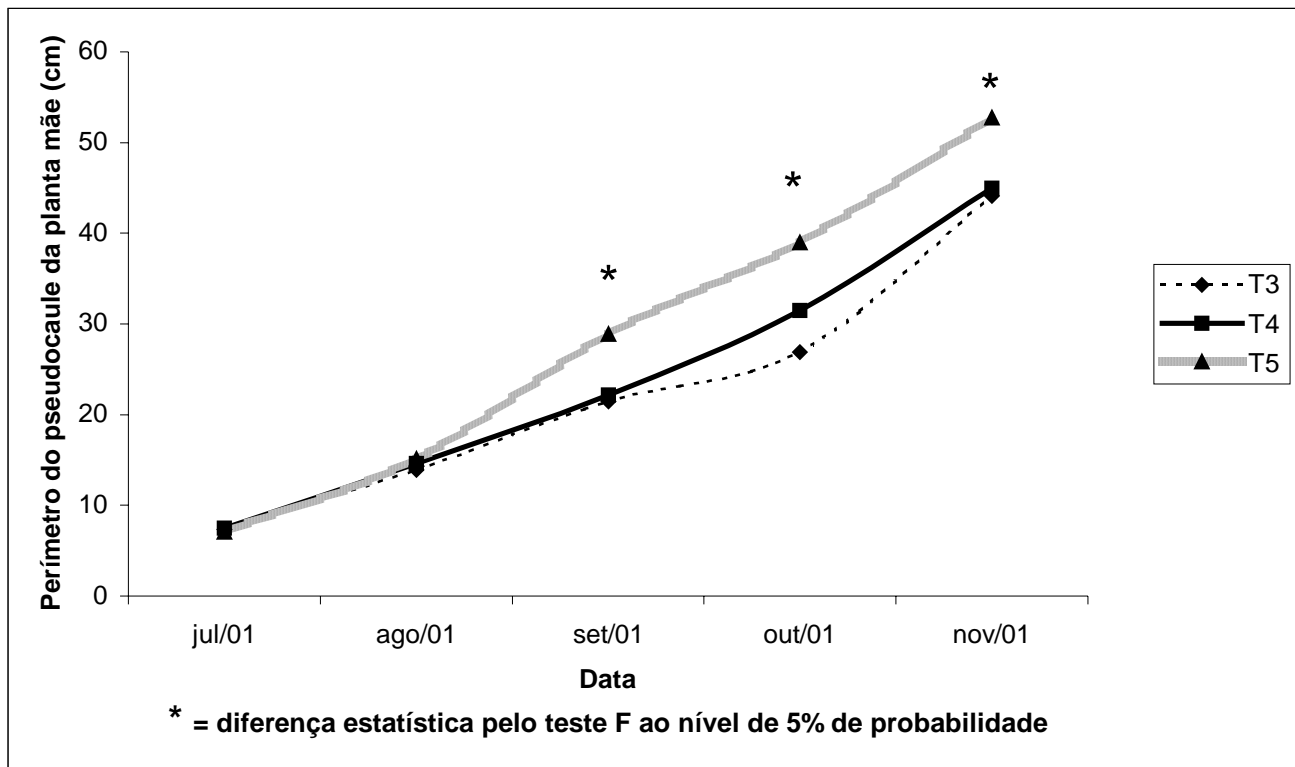


Figura 12: Perímetro do pseudocaule da planta mãe da cultura da bananeira nas cinco avaliações iniciais utilizados por SIMÃO (2002).

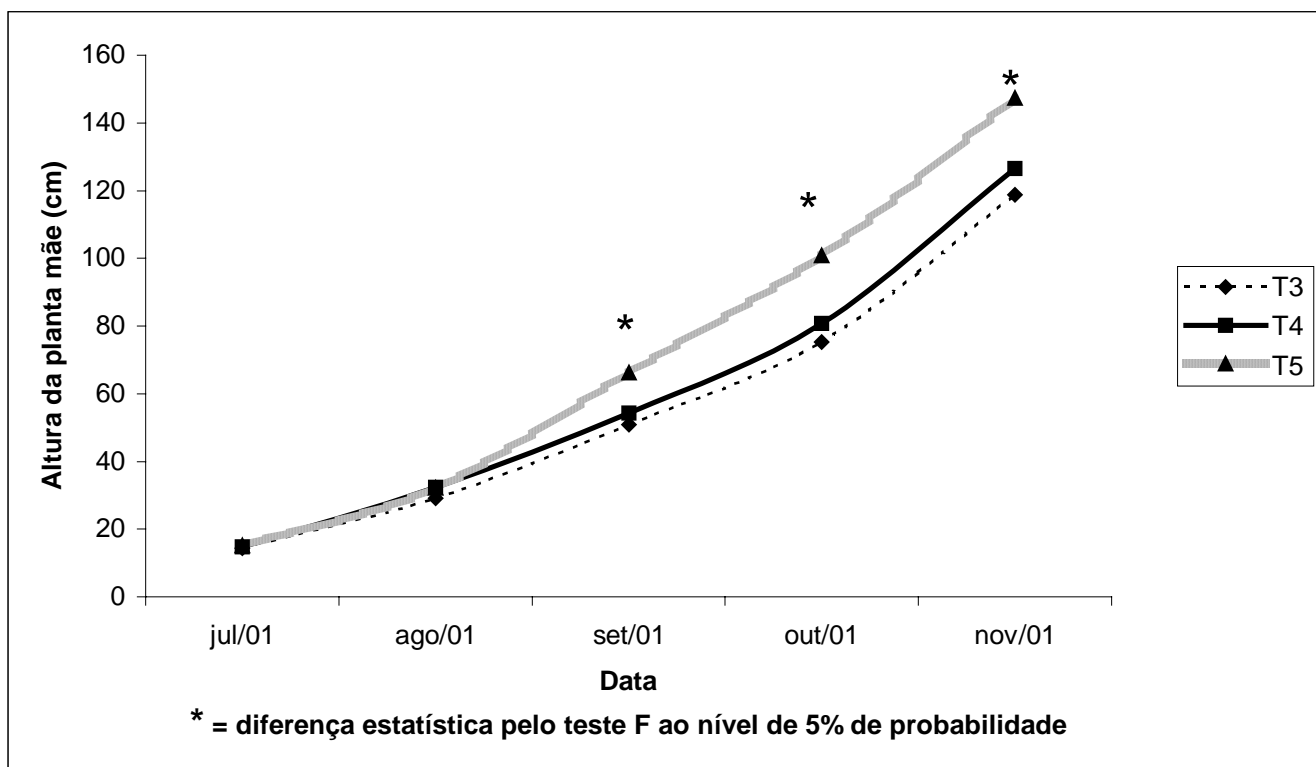


Figura 13: Altura da planta mãe da cultura da bananeira nas cinco avaliações iniciais utilizados por SIMÃO (2002).

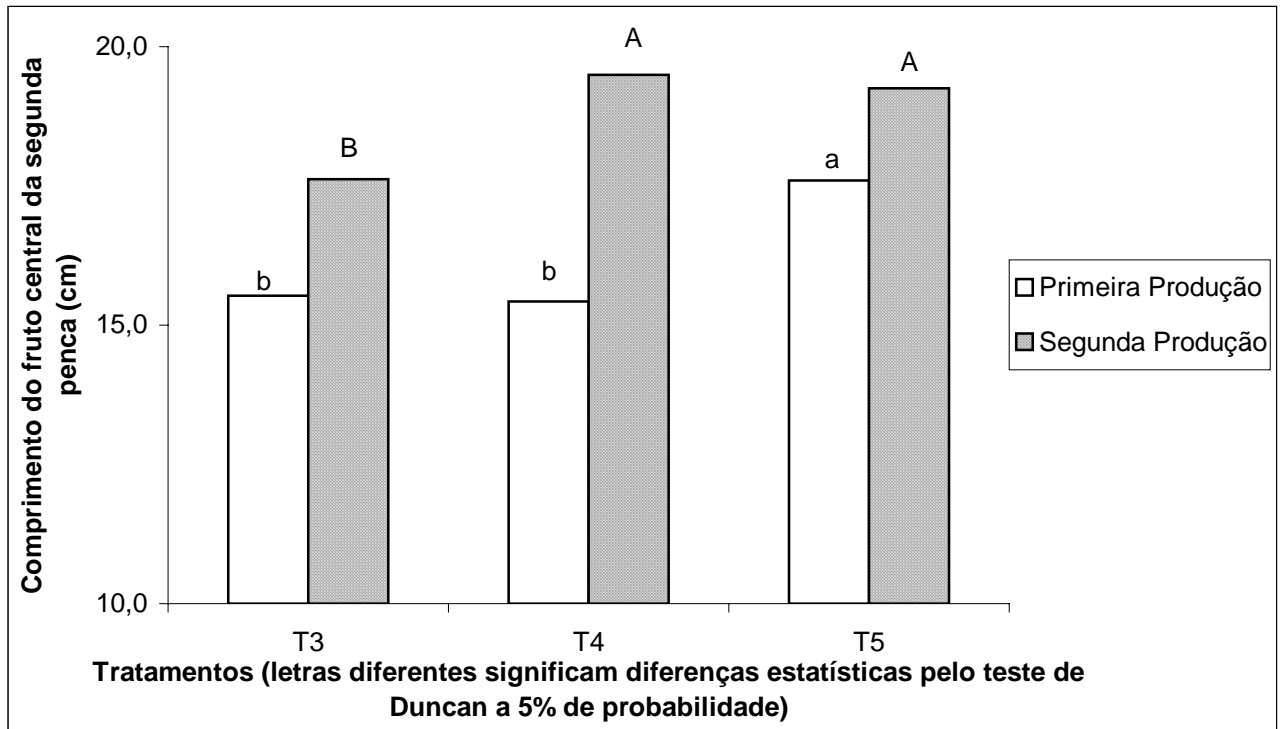


Figura 14: Comprimento do fruto central da segunda penca dos dois ciclos produtivos da cultura da bananeira.

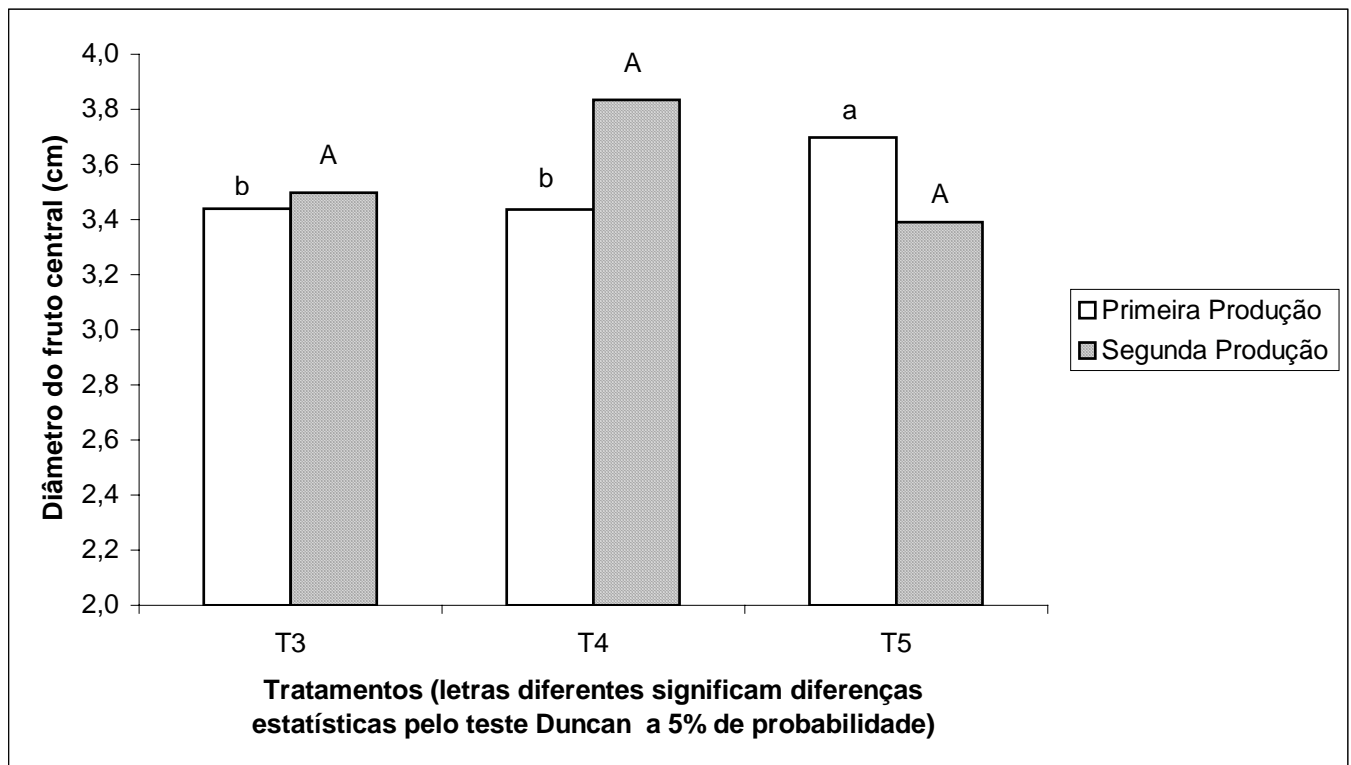


Figura 15: Diâmetro do fruto central da segunda penca dos dois ciclos produtivos da cultura da bananeira.

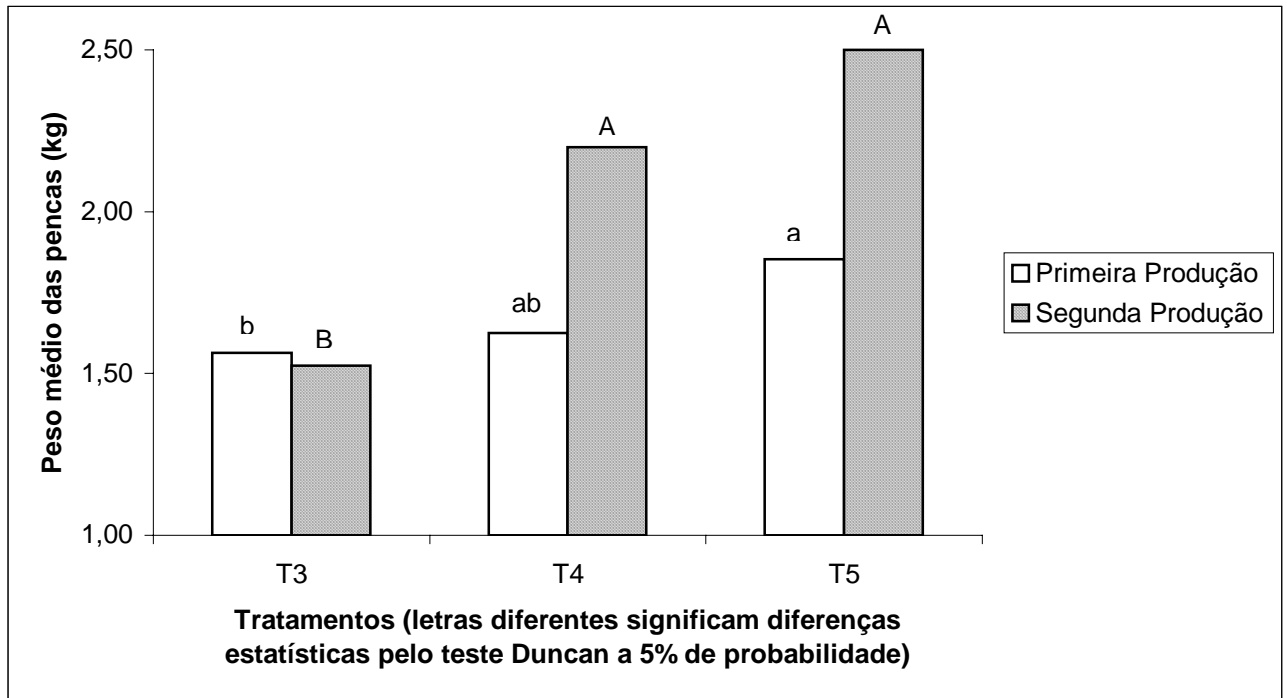


Figura 16: Peso médio das pencas dos dois ciclos produtivos da cultura da bananeira.

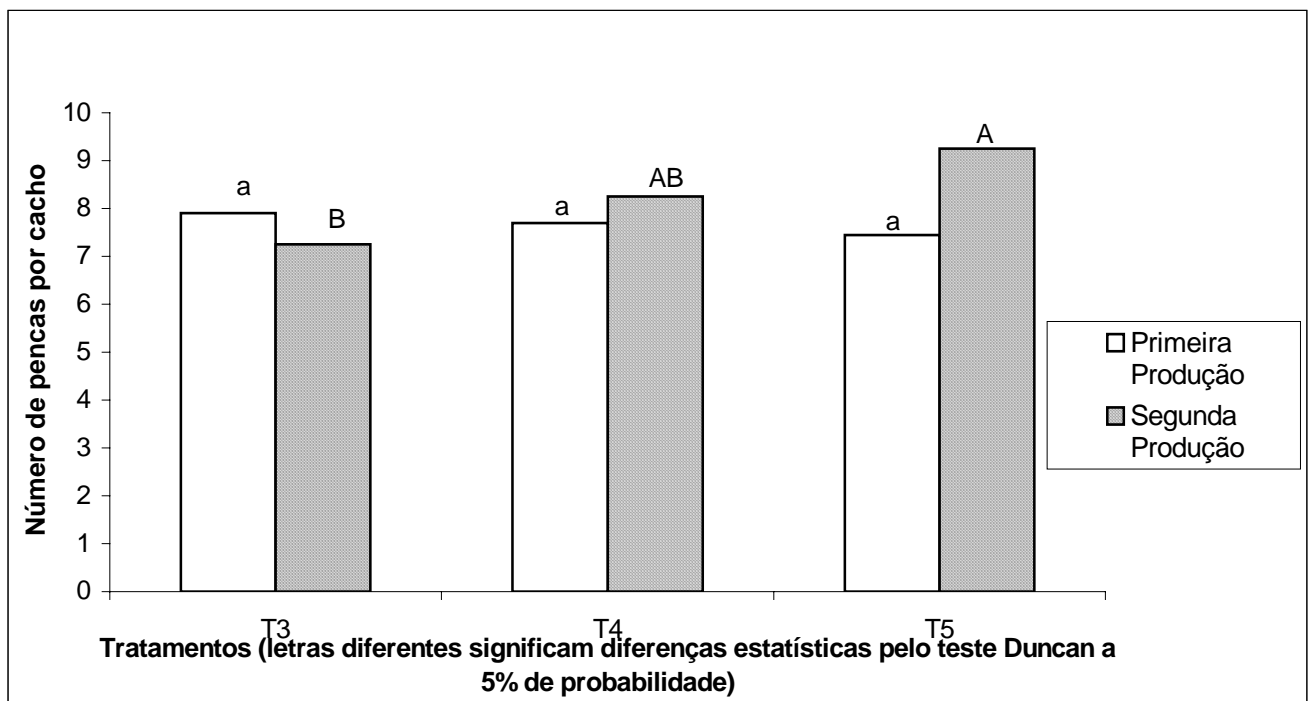


Figura 17: Número de pencas por cacho em dois ciclos produtivos da cultura da bananeira.

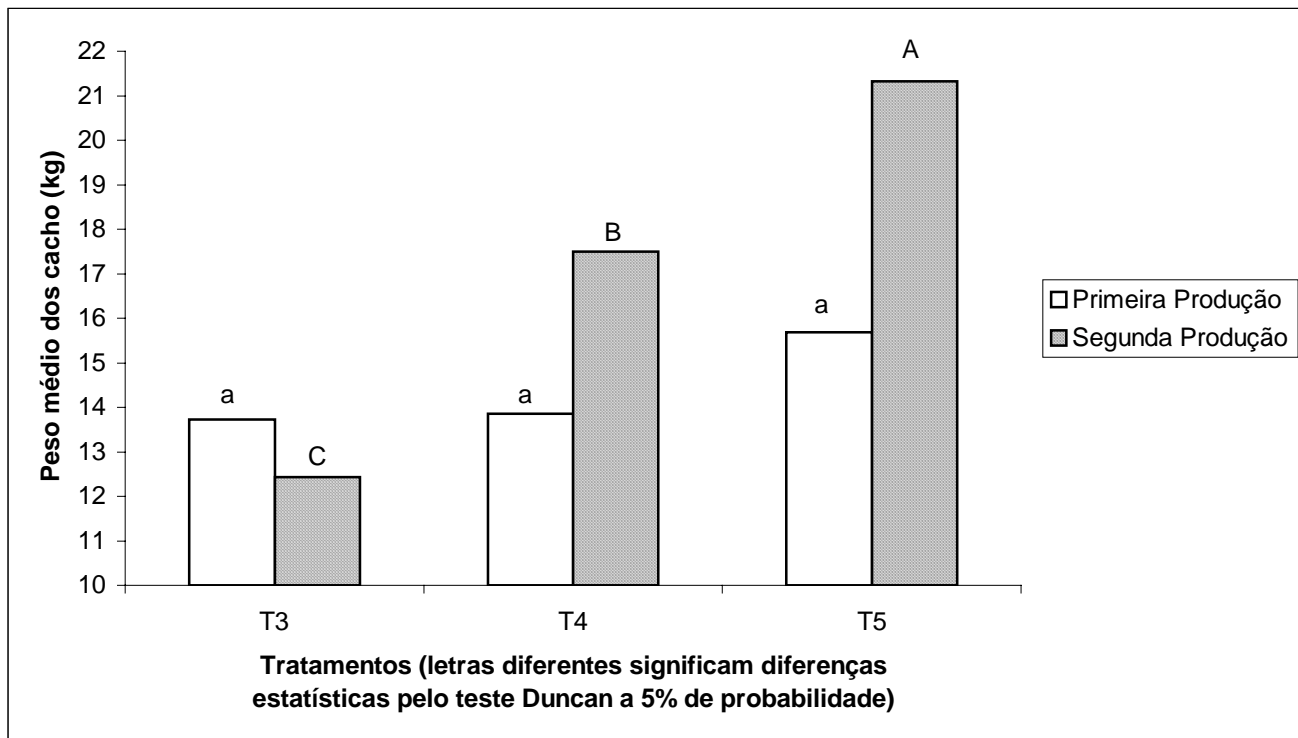


Figura 18: Peso médio dos cachos em dois ciclos produtivos da cultura da bananeira.

No Quadro 16, verifica-se ainda que plantas filhas (responsáveis pela produção da segunda safra) do tratamento T5 (KI por FERERES +25%) apresentaram maior perímetro do pseudocaule e maior altura na avaliação de 14 de dezembro de 2001. Porém, a partir dessa data, apesar das plantas filha deste tratamento permanecerem com perímetro do pseudocaule ligeiramente superior aos das plantas filhas dos tratamentos T3 (KI por KELLER) e T4 (KI por FERERES), conforme observado na Figura 19, essa diferença passa a não ser significativa a 5% de probabilidade (Quadro 16).

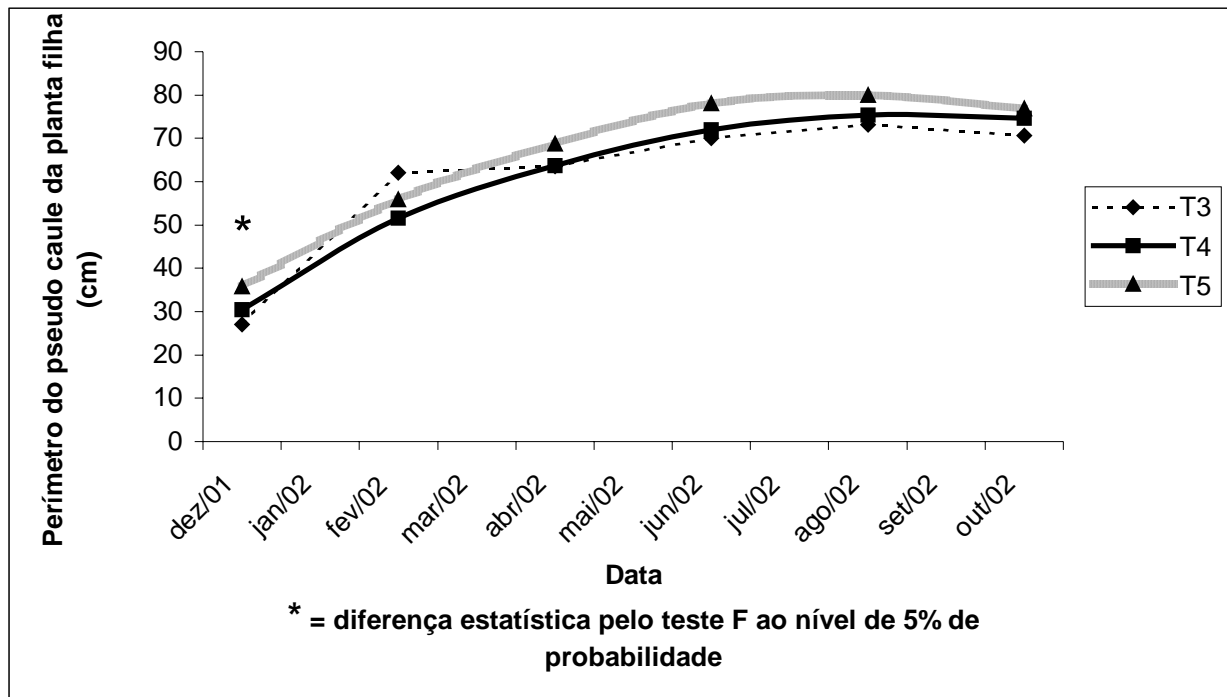


Figura 19: Perímetro do pseudocaule da planta filha da cultura da bananeira nas avaliações seis a onze.

Contudo, as plantas filhas do tratamento T5 (KI por FERERES +25%) produziram cachos mais pesados na segunda safra (Figura 18) embora o número de pencas por cacho, peso médio das pencas e comprimento e diâmetro do fruto central não terem diferenciado estatisticamente do tratamento T4 (KI por FERERES). Esta diferença no peso do cacho entre os tratamentos T5 e T4 certamente é devido à formação de um engaço mais pesado no tratamento T5, uma vez que a produção e qualidade dos frutos foram semelhantes nos tratamentos T5 e T4, na segunda safra. De modo geral, plantas filhas do tratamento T3 (KI por KELLER) apresentaram-se menos produtivas e produziram frutos de pior qualidade que plantas dos tratamentos T5 e T4). Apenas o número de pencas por cacho (Figura 17) e o diâmetro do fruto central da segunda penca (Figura 15) foram iguais entre os tratamentos T4 e T3.

Em relação à planta neta (responsável pela produção da terceira safra) verifica-se, na Figura 20, uma tendência de plantas do tratamento T5 (KI por FERERES +25%) apresentarem perímetro do pseudocaule maior que plantas dos demais tratamentos, sendo que nas avaliações dos dias 01 de agosto de 2002 e 01 de outubro de 2002 essa superioridade do tratamento T5 foi significativa a 5% de probabilidade (Quadro 16). Estes resultados indicam que plantas do tratamento T5 também serão mais produtivas na terceira safra.

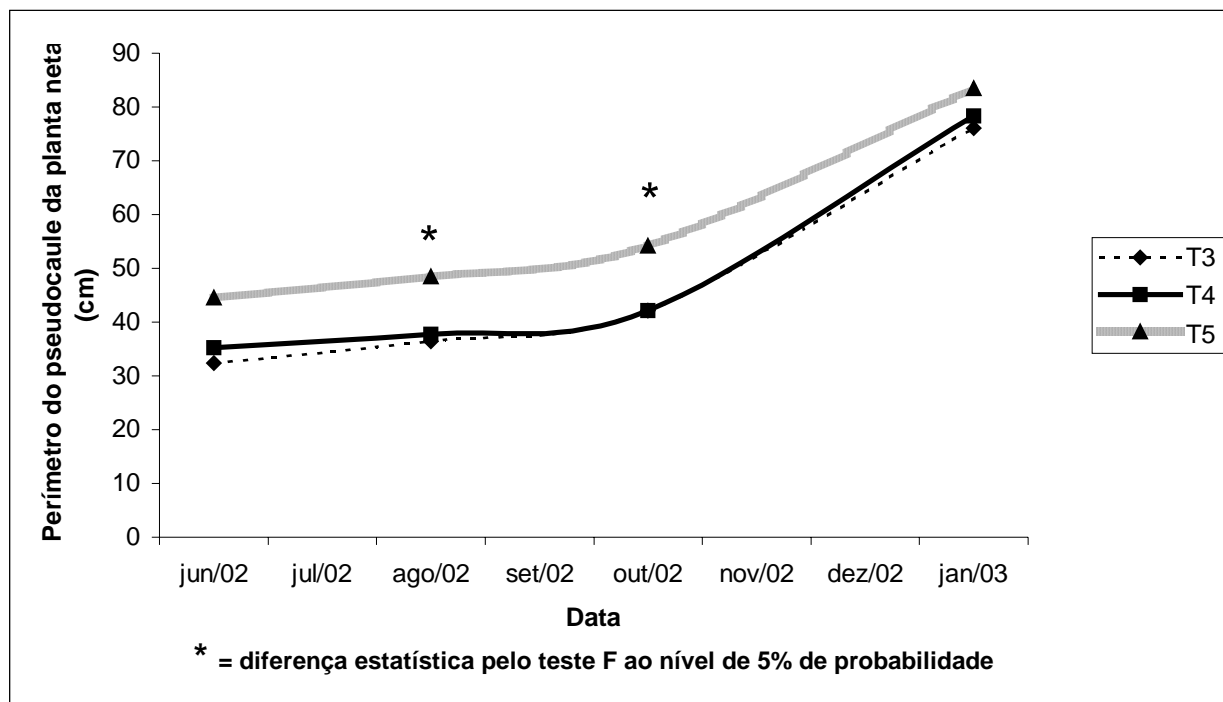


Figura 20: Perímetro do pseudocaule da planta neta da cultura da bananeira nas avaliações nove a doze.

O peso do cacho na primeira produção do tratamento cinco foi superior ao máximo observado no trabalho de FIGUEIREDO (2002).

### 4.3. Cultura da goiabeira

Para a cultura da goiabeira, a lâmina total aplicada, o volume total aplicado por planta, vazão dos emissores, CUC, CUD e ETc total podem ser observados no Quadro 18.

Quadro 18: Vazão média dos emissores (Ve), volume de água total aplicado por planta (Vt), lâmina de irrigação total realizada nos (Lt) coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e evapotranspiração total da cultura (ETc) por tratamentos da cultura da goiaba da data de plantio a setembro de 2003 (aproximadamente 26 meses)

Tratamento	Ve (L/h)	Vt (m <sup>3</sup> /planta)	Lt (mm)	CUC (%)	CUD (%)	ETc (mm)
T2 (75% K)	23	27	737	89,4	83,3	802
T3 (K)	29	33	926	96,6	95,3	1204
T4 (F)	43	47	1296	96,2	94,2	1605
T5 (F +25%)	56	61	1681	96,1	93,8	2006

Podemos observar que a uniformidade de distribuição foi inferior no tratamento T2, pois neste tratamento, havia estrangulamento do microtubo de alimentação do microaspersor o que propiciou um entupimento ligeiramente superior, porém, ainda

assim a uniformidade de distribuição neste tratamento pode ser classificada como boa, seguindo o critério proposto por MERRIAN & KELLER (1978).

As médias obtidas nas avaliações do diâmetro do caule podem ser observadas nas Figuras 21 e 22. Verifica-se uma tendência de superioridade dos tratamentos T4 (KI por FERERES) e T5 (KI por FERERES +25%). A partir de julho de 2002, as médias observadas foram estatisticamente diferentes pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, indicando maior vigor das plantas devido ao aumento da quantidade de água aplicada nos diversos tratamentos.

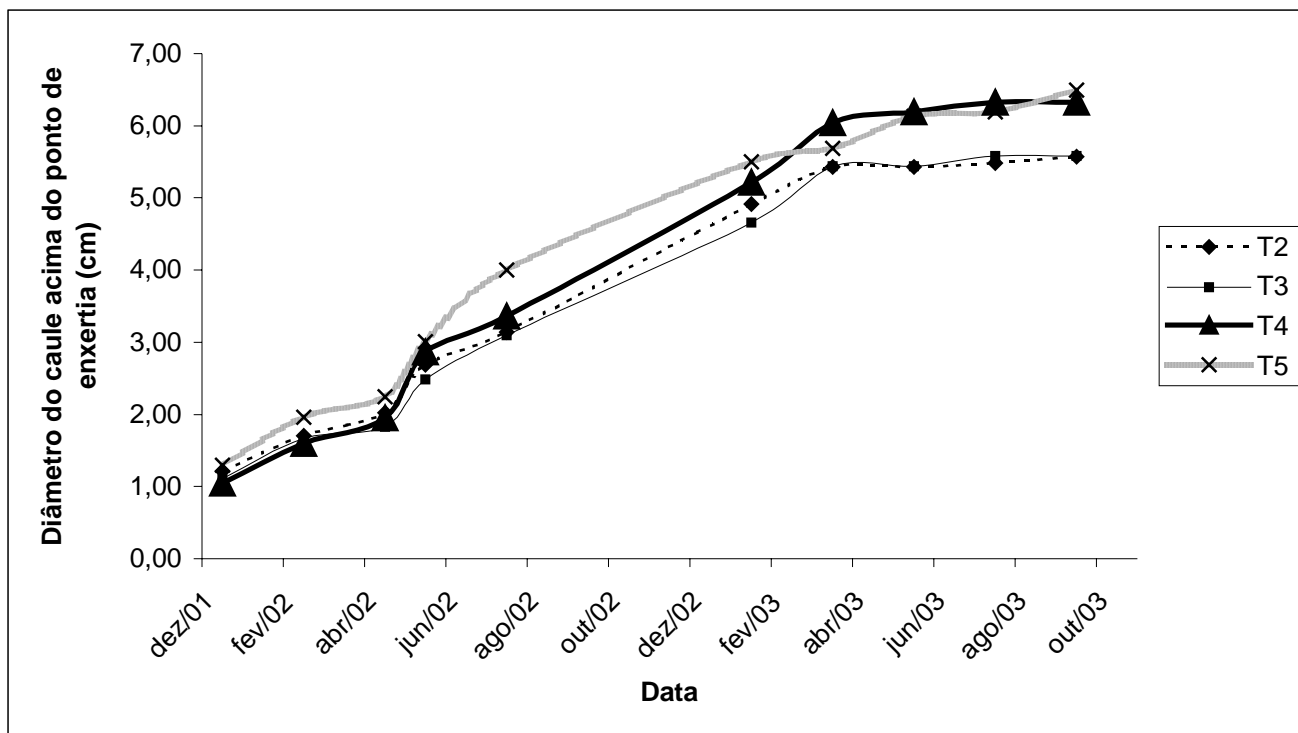


Figura 21: Diâmetro do caule acima do ponto de enxertia para cultura da goiaba nas dez avaliações.

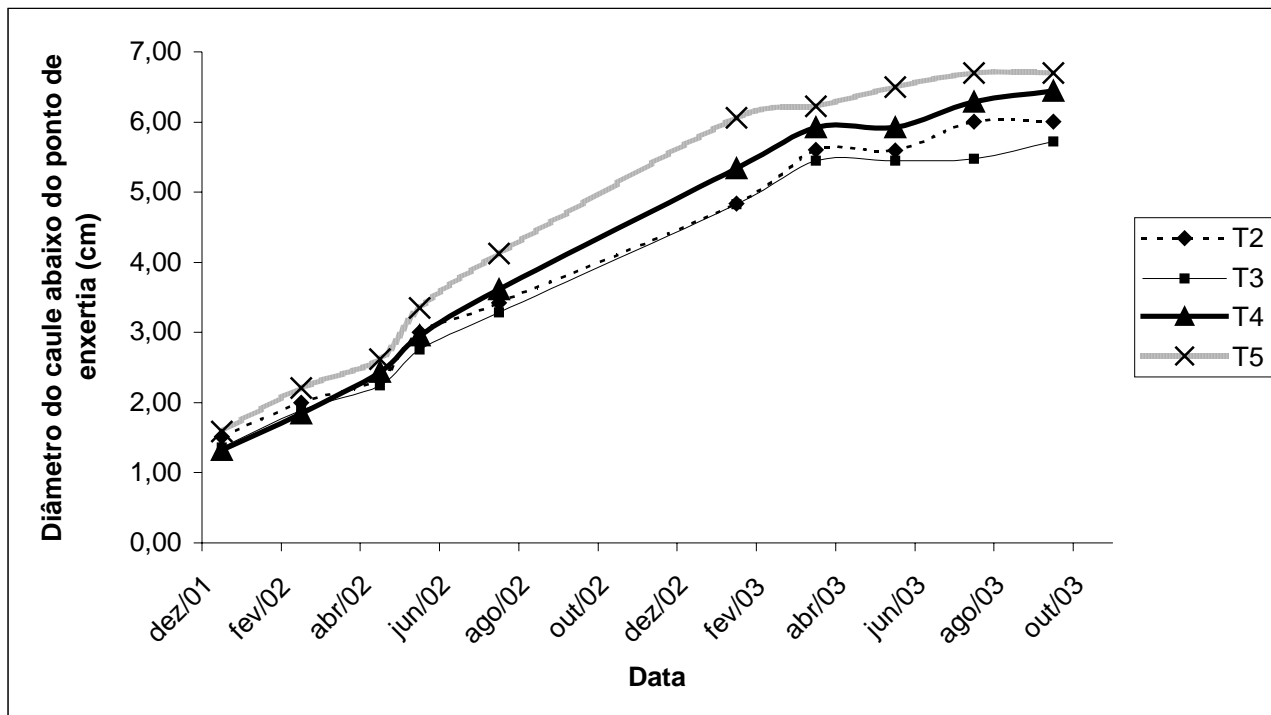


Figura 22: Diâmetro do caule abaixo do ponto de enxertia para cultura da goiaba nas dez avaliações.

As médias obtidas nas avaliações do diâmetro da copa podem ser observadas na Figura 23. Verifica-se também uma tendência de superioridade dos tratamentos T4 e T5. A partir de julho de 2002 estas médias foram estatisticamente diferentes pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, indicando a influência dos tratamentos. Em março de 2003 observa-se a influência de uma poda drástica, realizada para induzir a floração, no diâmetro da copa. Logo após a poda os tratamentos T4 (KI por FERERES) e T5 (KI por FERERES +25%) voltam a se destacarem em relação aos demais.

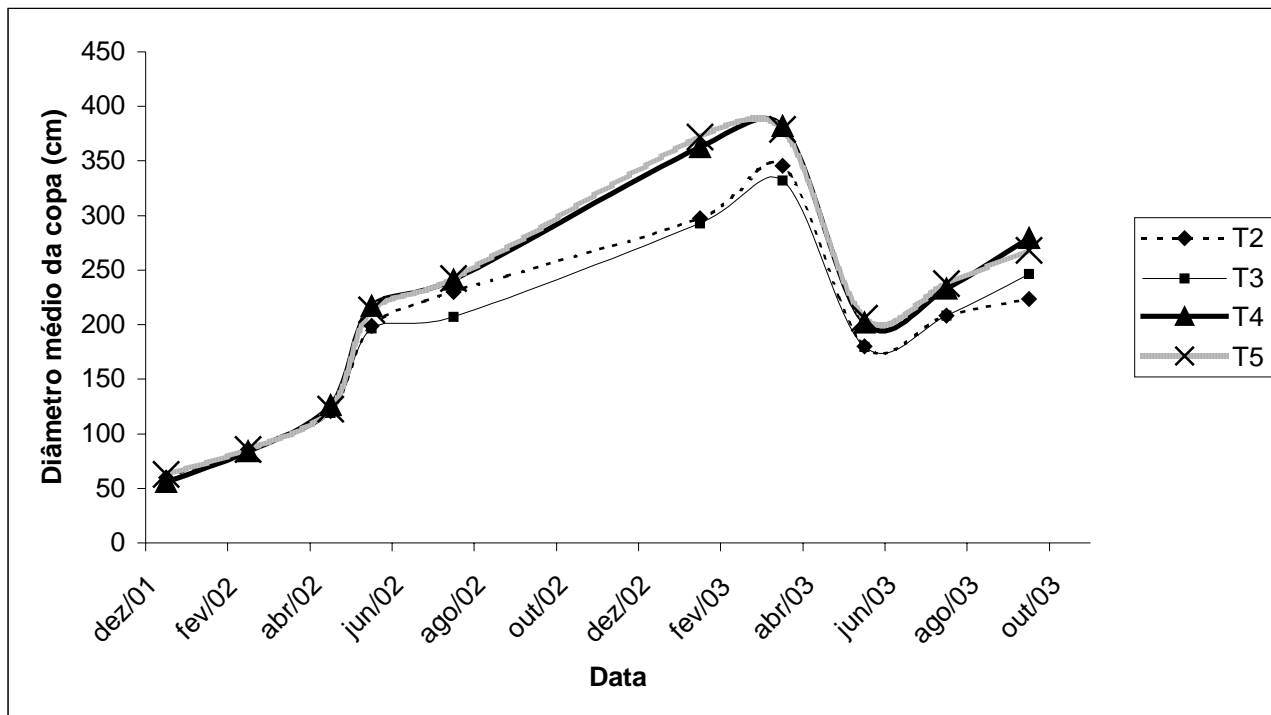


Figura 23: Diâmetro da copa da cultura da goiaba nas dez avaliações.

As médias obtidas nas avaliações dos comprimentos de ramos de ponteiro podem ser observadas na Figura 24. As médias foram estatisticamente diferentes pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade nas avaliações de janeiro de 2003, março de 2003, julho de 2003 e setembro de 2003, também indicando a influência dos tratamentos. Novamente, os tratamentos T4 (KI por FERERES) e T5 (KI por FERERES +25%) se destacaram em relação aos demais para essa característica.

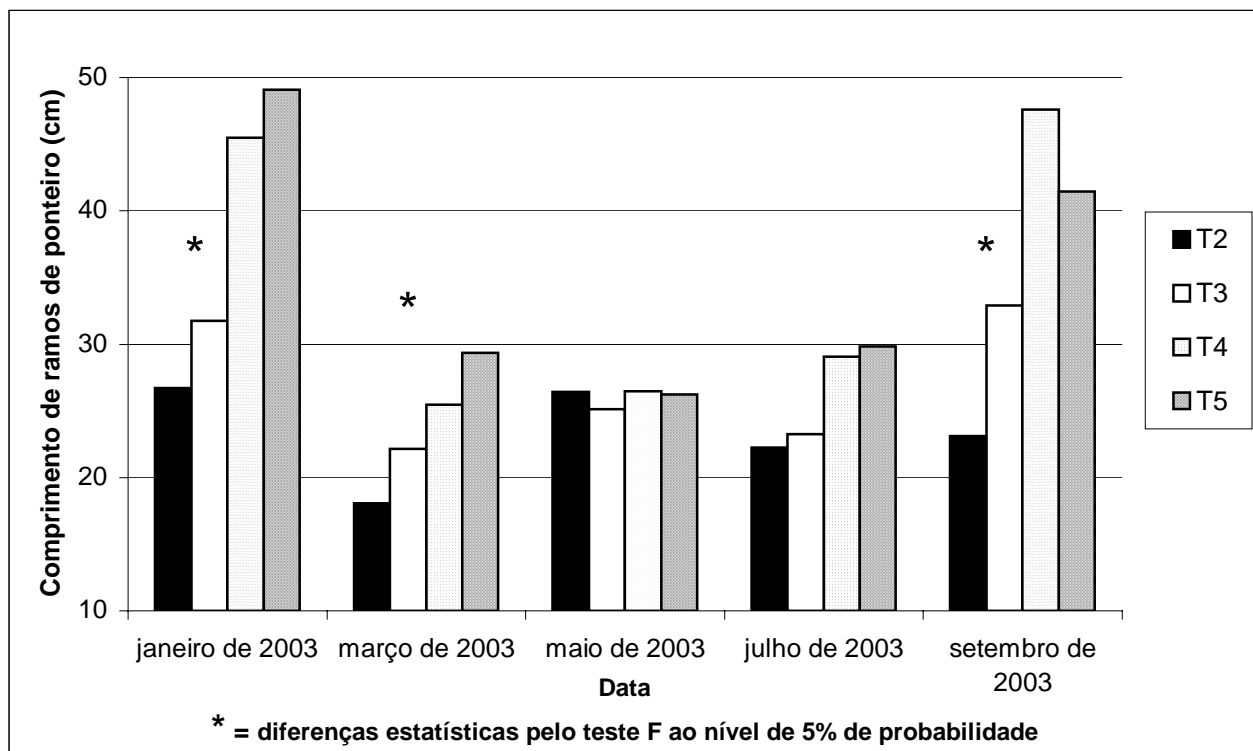


Figura 24: Comprimento de ramos de ponteiro da cultura da goiaba nas cinco avaliações.

Semelhante ao realizado na cultura da atemóia, foram realizadas análises de variância e regressões nas características vegetativas da última avaliação e da produção. O resumo destas análises pode ser visto nos Quadros 19 e 20. O F tabelado foi de 3,49.

Quadro 19: Resumo das regressões das características vegetativas, diâmetro do caule acima (Dac) e abaixo do ponto de enxertia (Dab), diâmetro de copa (Dco) e comprimento de ramos de ponteiro (Crp) avaliados na cultura da goiaba

Característica	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	F reg	Ftr	Sig. tr	$r^2$	$R^2$ aj	CV(%)
Dac	4,0275	0,0650	-0,0004	4,05 *	2,94 n.s.	0,07651	91,87	90,85	10,57
Dab	5,8459	-0,0097	0,0004	8,15 *	6,72 *	0,00652	80,86	78,47	6,03
Dco	27,1851	9,9617	-0,0987	19,10 *	12,86 *	0,00047	99,00	98,87	6,02
Crp	-66,1382	4,5384	-0,0455	27,15 *	18,36 *	0,00009	98,59	98,41	15,31

n.s. = diferença não significativa a 5% de probabilidade

\* = diferença significativa a 5% de probabilidade

Quadro 20: Resumo das regressões das características de produção, número de frutos por planta (Nfp), peso médio dos frutos (Pmf), comprimento médio dos frutos (Cmf), diâmetro médio dos frutos (Dmf), duração média do ciclo produtivo (Dcl) e sólidos solúveis totais (SST) avaliadas na cultura da goiaba

Característica.	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	F reg	Ftr	Sig. tr	$r^2$	$r^2_{aj}$	CV (%)
<b>Nfp</b>	-61,3990	4,1444	-0,0280	4,59 *	3,06 n.s.	0,06924	100,00	100,00	56,79
<b>Pmf</b>	145,9438	1,9309	-0,0228	0,26 n.s.	0,68 n.s.	-	25,76	16,48	9,58
<b>Cmf</b>	7,1886	0,0391	-0,0004	0,66 n.s.	0,44 n.s.	-	98,38	98,17	3,92
<b>Dmf</b>	6,1128	0,0342	-0,0004	0,73 n.s.	0,63 n.s.	-	76,97	74,09	2,83
<b>Dcl</b>	146,2549	0,6945	-0,0089	0,81 n.s.	0,73 n.s.	-	73,38	70,05	3,36
<b>SST</b>	7,7756	0,2259	-0,0019	1,86 n.s.	-	-	78,80	76,15	-

n.s. = diferença não significativa a 5% de probabilidade

\* = diferença significativa a 5% de probabilidade

Foram consideradas significativas pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade, as diferenças em relação aos tratamentos das características vegetativas diâmetro do caule abaixo do ponto de enxertia, diâmetro de copa e comprimento dos ramos de ponteiro. Para esta cultura, todas as regressões das características vegetativas foram consideradas significativas ao nível de 5% de probabilidade. Algumas destas regressões podem ser observadas nas figuras 25 a 27.

Para as regressões realizadas para as características diâmetro do caule acima e abaixo do ponto de enxertia (Figura 25), observa-se superioridade do máximo volume aplicado correspondente ao tratamento cinco (KI por FERERES +25%). As regressões realizadas com as características diâmetro de copa e comprimento de ramos de ponteiro (Figuras 26 e 27), indicam que o volume ideal para estas características teria sido próximo de 50 m<sup>3</sup>. Contudo, é provável que as podas de formação e frutificação realizadas nas plantas, ao longo do período experimental, tenham influenciado os resultados e mascarado os efeitos dos tratamentos.

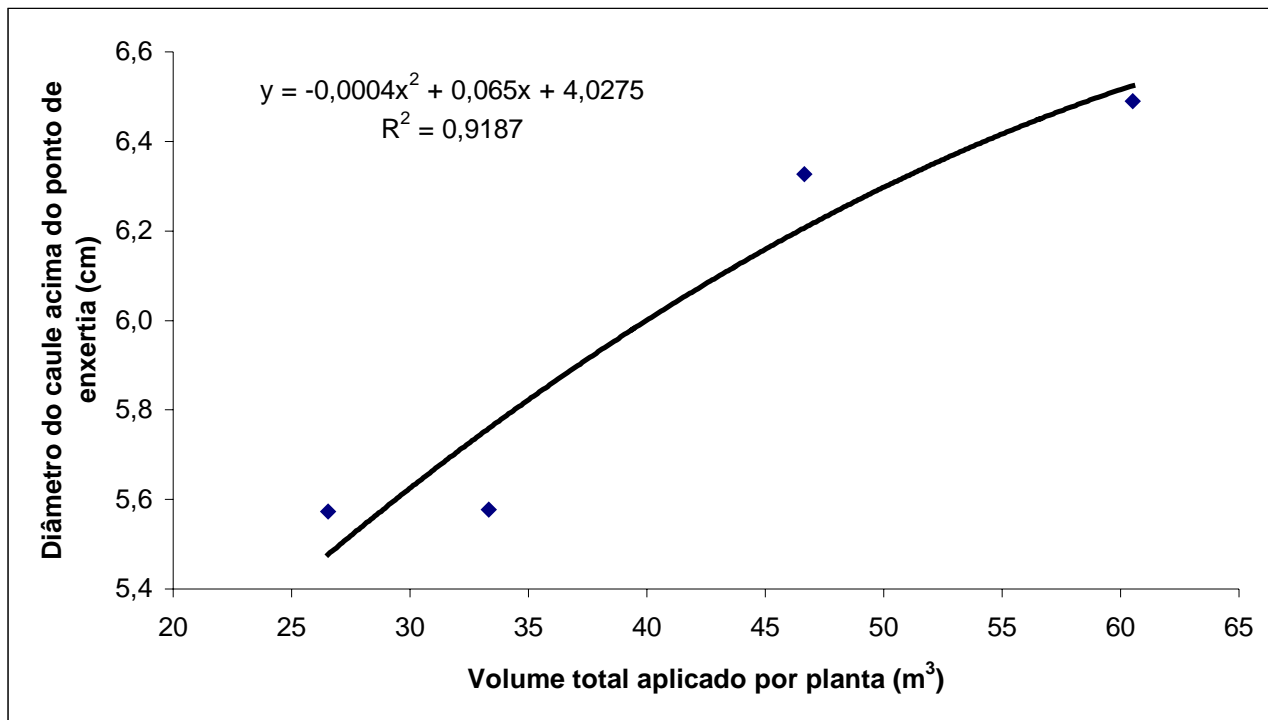


Figura 25: Relação entre o diâmetro do caule acima do ponto de enxertia e o volume de água aplicado por tratamento para a cultura da goiaba.

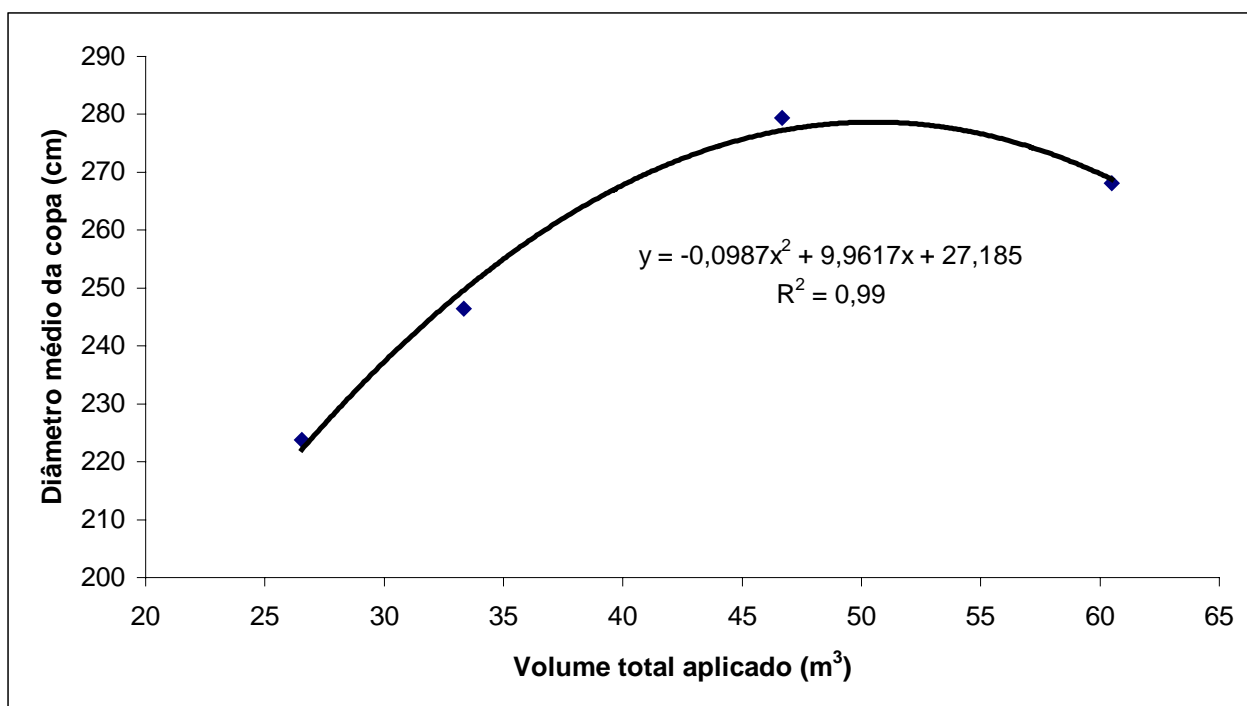


Figura 26: Relação entre o diâmetro da copa e o volume aplicado por tratamento para a cultura da goiaba.

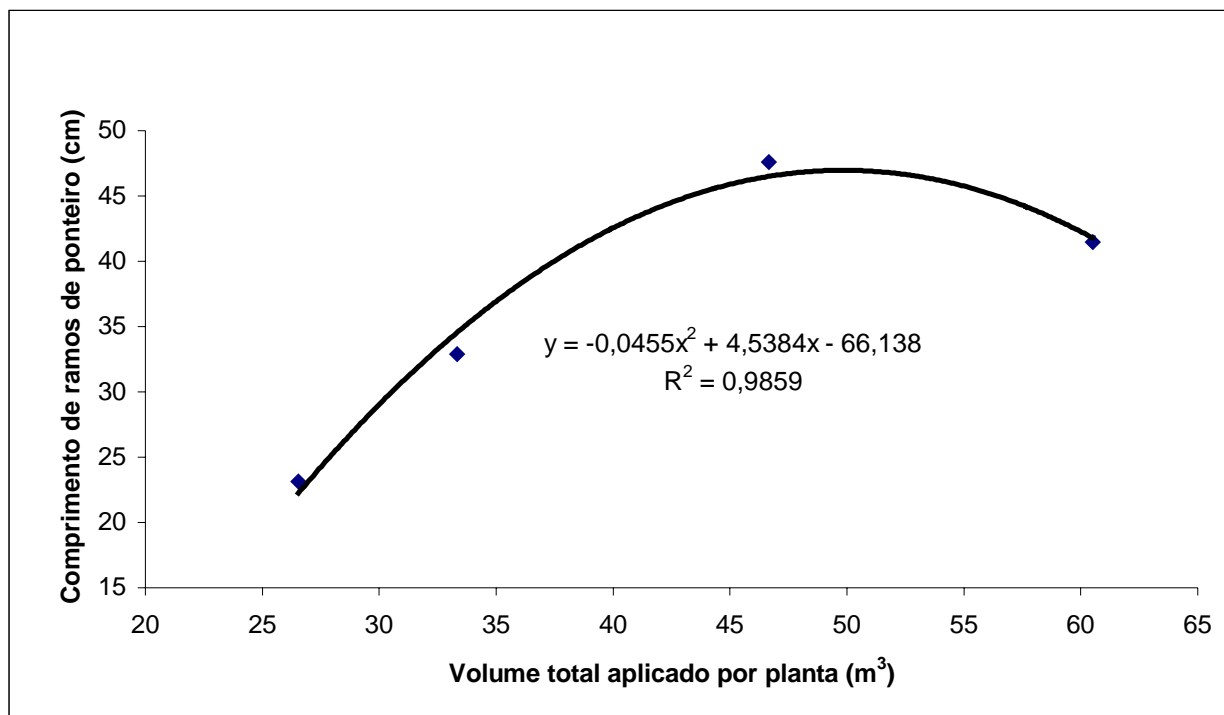


Figura 27: Relação entre o comprimento dos ramos de ponteiro e o volume aplicado por tratamento para a cultura da goiaba.

Para a característica número de frutos por planta observou-se significância para a regressão, que pode ser observada na Figura 28. A partir desta regressão, pode-se concluir que o volume que proporcionou maior número de frutos por planta foi o máximo aplicado, correspondente ao tratamento cinco. As características de frutos relacionadas à qualidade como peso, comprimento, diâmetro e sólidos solúveis totais, não apresentaram diferenças estatísticas para tratamentos, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade e para as regressões. Isto pode ser atribuído ao fato de plantas novas apresentarem elevado vigor vegetativo e produzirem um número relativamente baixo de frutos. Assim, os frutos em formação tendem inicialmente apresentarem boa qualidade de modo geral, quando as plantas são bem manejadas. A colheita dos frutos foi feita de forma padronizada, ou seja, os frutos avaliados foram colhidos quando mudaram da cor verde escuro para verde claro, para evitar possíveis interferências na qualidade dos frutos, a não ser em função dos tratamentos. O teor de sólidos solúveis (Brix) é uma das características muito influenciada pelo ponto de colheita. O peso médio dos frutos variou entre 177 a 192 g, superior ao valor de 104,8 g observado por LIMA et al. (2002) e os valores de sólidos solúveis totais variou entre 12 e 15 °BRIX, superior a 10,4 °BRIX observado pelos mesmos autores indicando a boa qualidade dos

frutos em todos os tratamentos. Também não houve diferença estatística para a duração do ciclo.

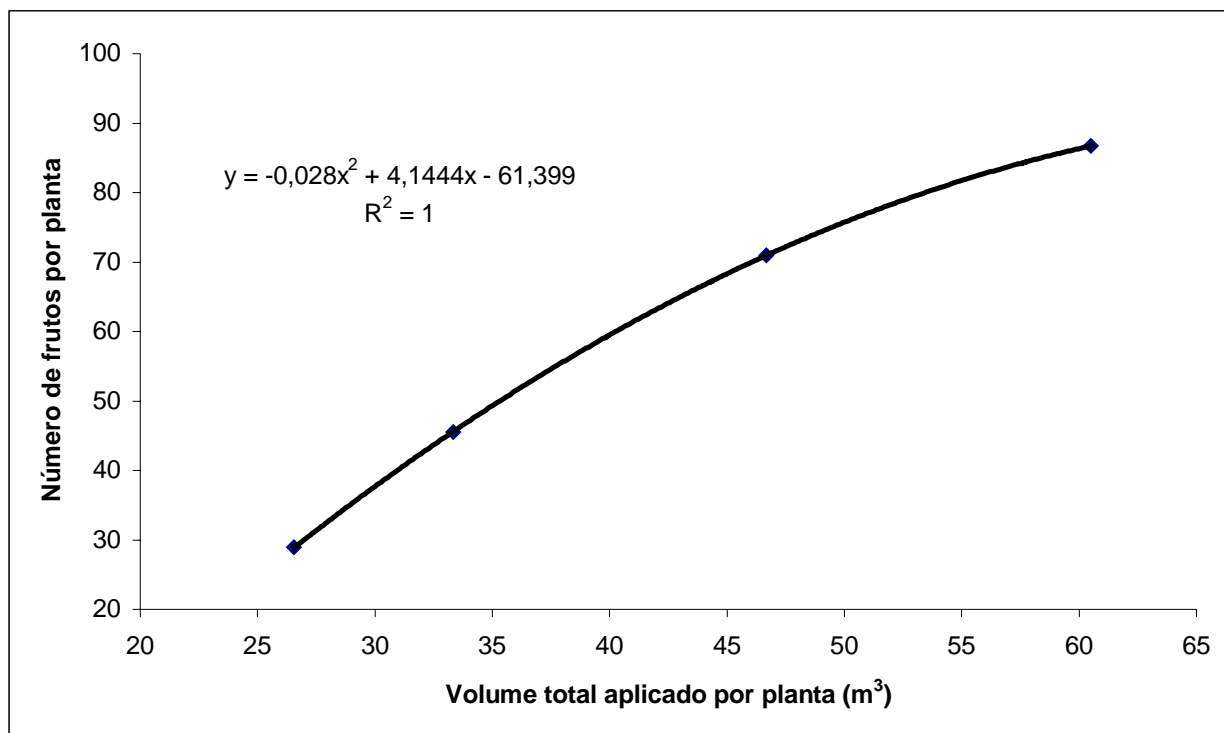


Figura 28: Relação entre o número de frutos por planta e o volume aplicado por tratamento para a cultura da goiaba.

#### 4.4. Cultura da mangueira

Informações sobre as irrigações realizadas nesta cultura podem ser observadas no Quadro 21.

Quadro 21: Vazão dos emissores (Ve), volume total aplicado por planta (Vt), lâmina total de irrigação realizada (Lt), coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e evapotranspiração total da cultura estimada (ETc) nos tratamentos da cultura da manga do plantio até setembro de 2003 (aproximadamente 28 meses)

Tratamento	Ve (L/h)	Vt (m³/planta)	Lt (mm)	CUC (%)	CUD (%)	ETc (mm)
T2 (75% K)	22	27	429	84,5	87,1	611
T3 (K)	28	33	516	90,2	91,4	917
T4 (F)	42	46	714	86,8	89,4	1223
T5 (F +25%)	57	60	938	93,2	95,6	1529

A exemplo do ocorrido na cultura da goiabeira, o tratamento que utilizava estrangulamento do microtubo de alimentação do microaspersor (tratamento T2, KI por KELLER -25%), apresentou menores valores de uniformidade de distribuição de água.

A uniformidade de distribuição de água nos tratamentos T2 e T4 pode ser classificada como boa, enquanto a dos tratamentos T3 e T5 pode ser classificada como excelente.

As médias obtidas nas avaliações dos diâmetros dos caules e da copa e dos comprimentos dos ramos de ponteiro podem ser observadas nas Figuras 29, 30,31 e 32, respectivamente, sendo que para todas as avaliações as médias não foram estatisticamente diferentes pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

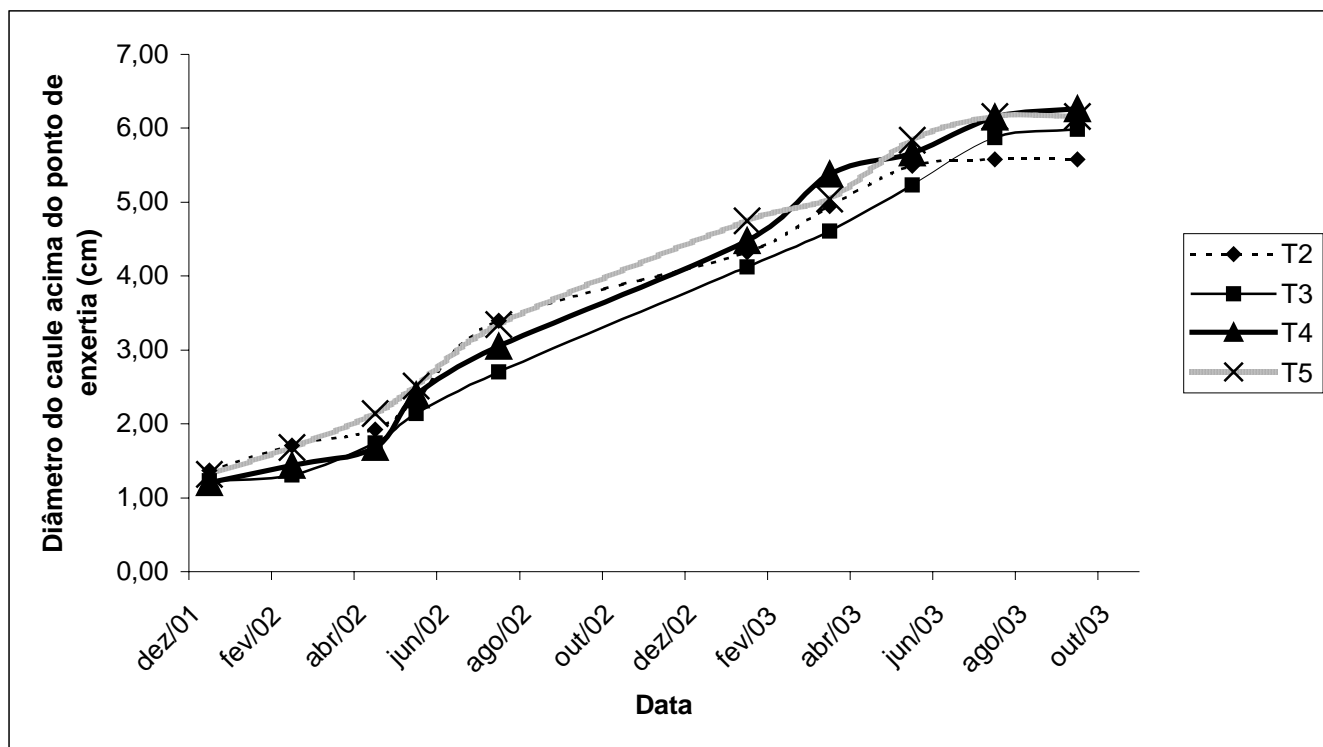


Figura 29: Diâmetro do caule acima do ponto de enxertia para a cultura da mangueira nas dez avaliações.

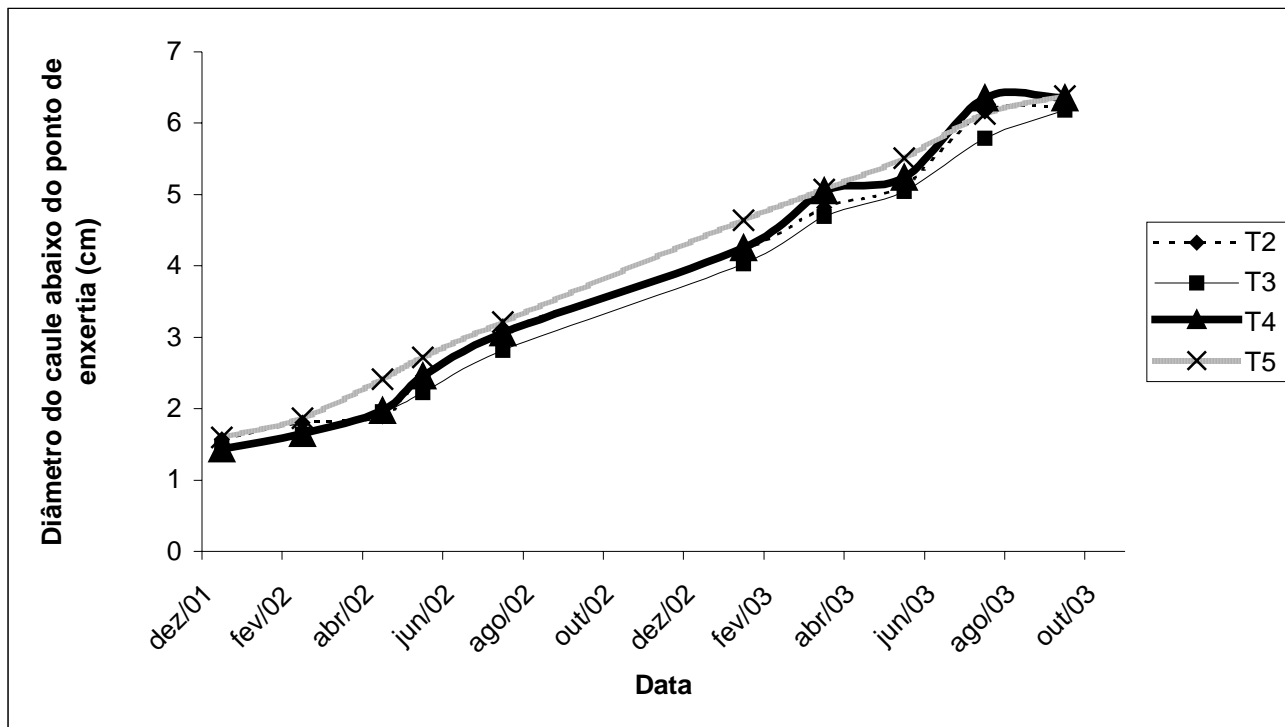


Figura 30: Diâmetro do caule abaixo do ponto de enxertia para a cultura da mangueira nas dez avaliações.

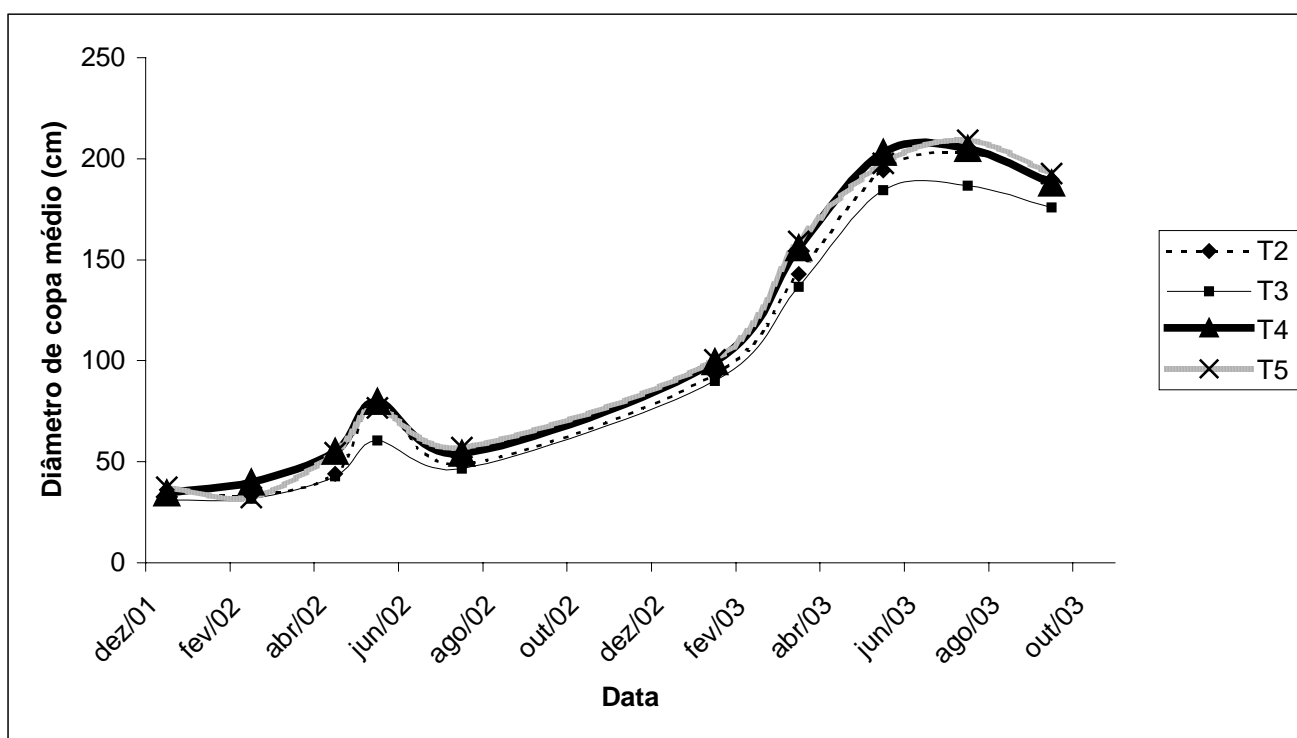


Figura 31: Diâmetro da copa para a cultura da mangueira nas dez avaliações.

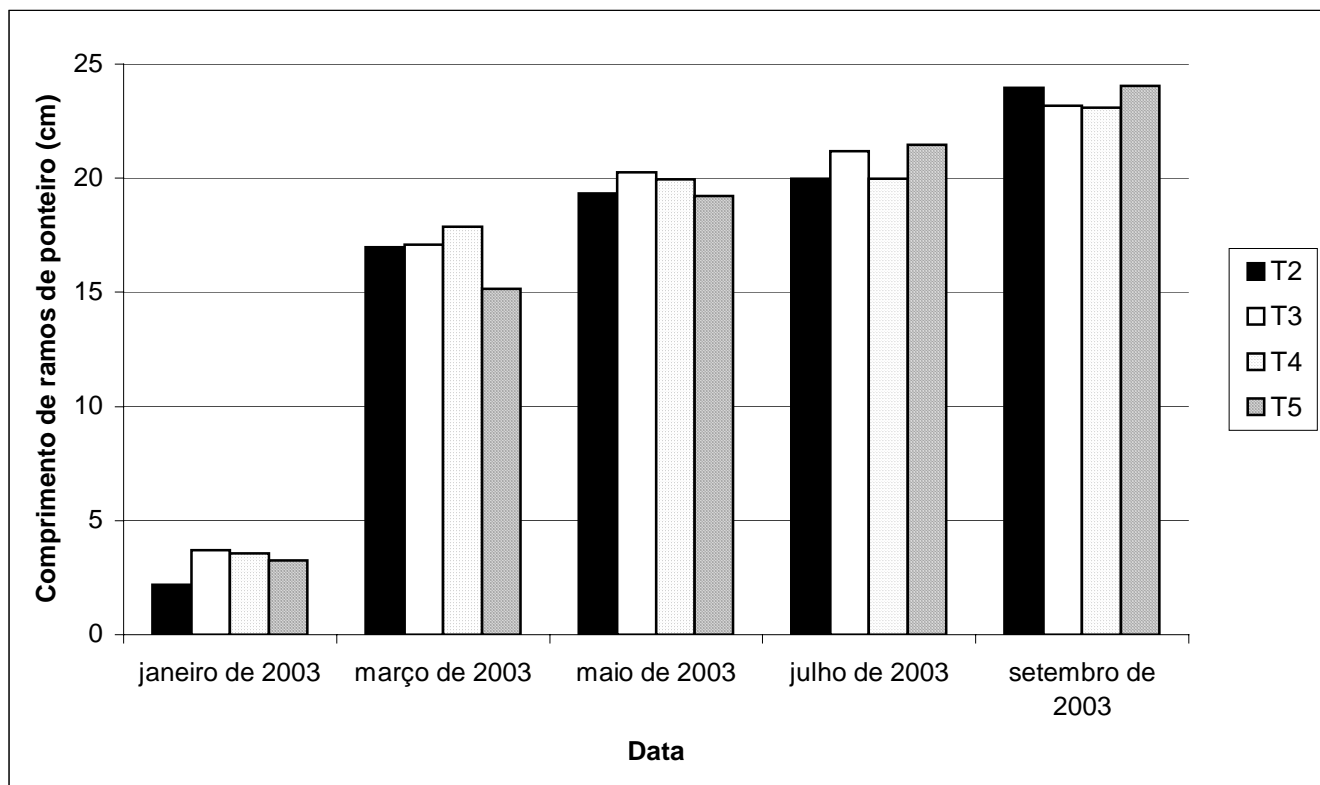


Figura 32: Comprimento de ramos de ponteiro para a cultura da mangueira.

Semelhante ao realizado nas culturas da atemóia e da goiaba, foram realizadas análises de variância e regressões nas características vegetativas da última avaliação, cujos resumos podem ser vistos no Quadro 22. O F tabelado foi de 3,49.

Para todas as características avaliadas, não houve significância para a análise de variância dos tratamentos, pelo teste F, e para as regressões, ao nível de 5% de probabilidade. Pode-se inferir, portanto, que para a cultura da mangueira, em todo o período de estudo, a necessidade hídrica foi suprida pelo tratamento que resultou em menor volume, ou seja, pelo tratamento dois (KI por KELLER -25%), provavelmente isto pode ser atribuído à rusticidade desta espécie e ao fato das plantas não terem entrado na fase produtiva, quando aumenta significativamente a necessidade hídrica das plantas.

Quadro 22: Resumo das regressões das características vegetativas diâmetro do caule acima (Dac) e abaixo do ponto de enxertia (Dab), diâmetro médio de copa (Dco) e comprimento médio de ramos de ponteiro (Crp) avaliadas na cultura da mangueira

Característica	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	F reg	Ftr	Sig. tr	$r^2$	$r^2_{aj}$	CV (%)
<b>Dac</b>	2,7320	0,1453	-0,0015	0,97 n.s.	0,66 n.s.	-	97,77	97,49	13,93
<b>Dab</b>	5,8883	0,0132	-0,0001	0,19 n.s.	0,16 n.s.	-	82,26	80,04	8,74
<b>Dco</b>	219,4584	-1,9204	0,0248	0,93 n.s.	1,40 n.s.	0,29157	44,53	37,60	7,49
<b>Crp</b>	29,7796	-0,3176	0,0037	0,19 n.s.	0,12 n.s.	-	94,22	93,49	13,35

n.s. = diferença não significativa a 5% de probabilidade

\* = diferença significativa a 5% de probabilidade

#### 4 .5. Cultura da pinheira

Informações sobre as irrigações realizadas nesta cultura podem ser observadas no Quadro 23.

Quadro 23: Vazão média dos emissores (Ve), volume de água total aplicado por planta (Vt), lâmina de irrigação total aplicada (Lt), coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e evapotranspiração total da cultura estimada (ETc) dos tratamentos da cultura da pinha do plantio até setembro de 2003 (aproximadamente 26 meses)

Tratamento	Ve (L/h)	Vt (m <sup>3</sup> /planta)	Lt (mm)	CUC (%)	CUD (%)	ETc (mm)
<b>T1 (50% K)</b>	28	22	1108	94,1	92,4	943
<b>T2 (75% K)</b>	43	31	1549	92,0	88,6	1414
<b>T3 (K) = T4 (F)</b>	56	40	1981	95,5	93,6	1885
<b>T5 (F +25%)</b>	82	55	2773	95,6	93,5	2356

Conforme os valores observados de CUC e CUD, a uniformidade de distribuição de água em todos os tratamentos pode ser classificada como excelente.

As médias obtidas nas avaliações do diâmetro do caule podem ser observadas na Figura 33, sendo que não houve diferença estatística no teste F, ao nível de 5% de probabilidade, durante todas as avaliações (Quadro 24) o que pode ser atribuído à rusticidade da espécie e ao fato das plantas não terem entrado na fase produtiva, semelhante ao que ocorreu com a cultura da mangueira. Assim, as necessidades hídricas desta cultura foram supridas pelo tratamento T1 (KI por KELLER -25%) que resultou em menor lâmina total aplicada.

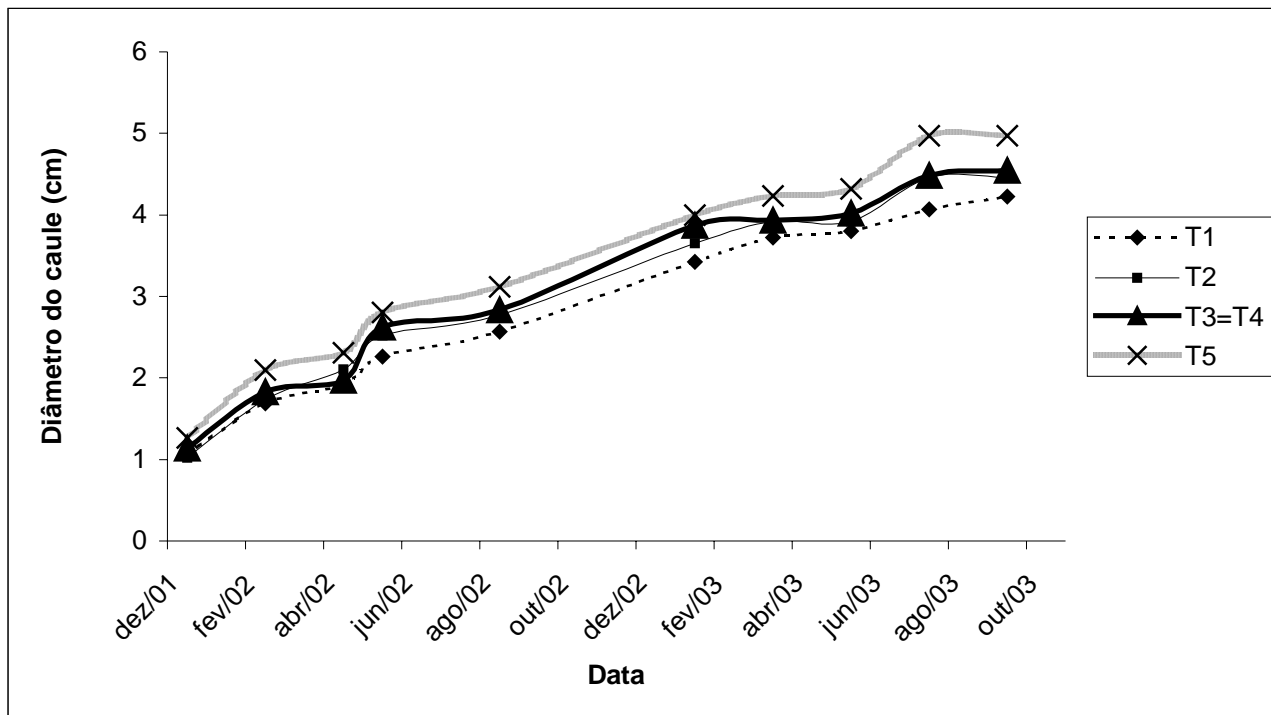


Figura 33: Diâmetro do caule para a cultura da pinheira nas dez avaliações.

As médias obtidas nas avaliações do diâmetro de copa podem ser observadas na Figura 34, sendo encontradas diferenças estatísticas, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade, em setembro de 2003 (Quadro 24). As reduções no diâmetro da copa das plantas ao longo do período experimental são devidas às podas de formação das plantas.

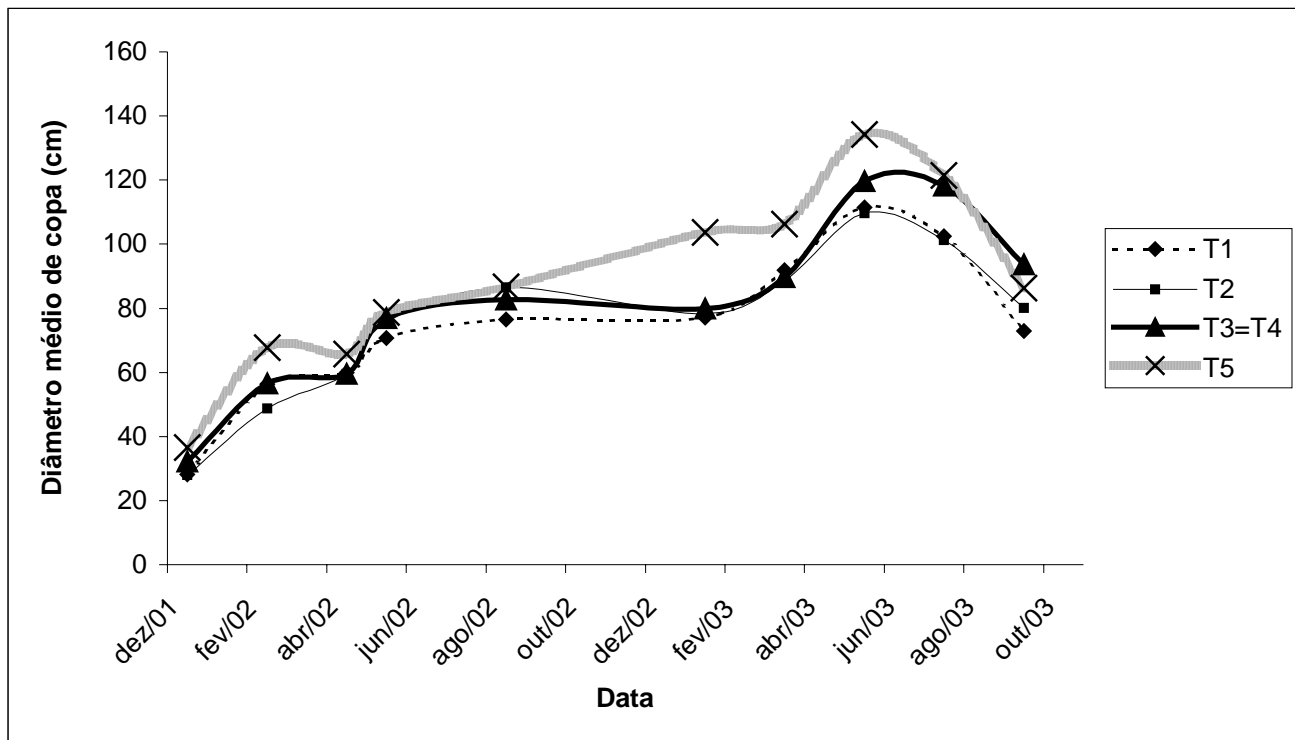


Figura 34: Diâmetro da copa para a cultura da pinheira nas dez avaliações.

As médias obtidas nas avaliações dos comprimentos de ramos de ponteiro podem ser observadas na Figura 35, sendo encontrada diferença estatística entre as médias, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade, apenas na avaliação de maio de 2003, quando plantas dos tratamentos T4 (KI por FERERES) e T5 (KI por FERERES +25%) superaram as plantas dos demais tratamentos para esta característica.

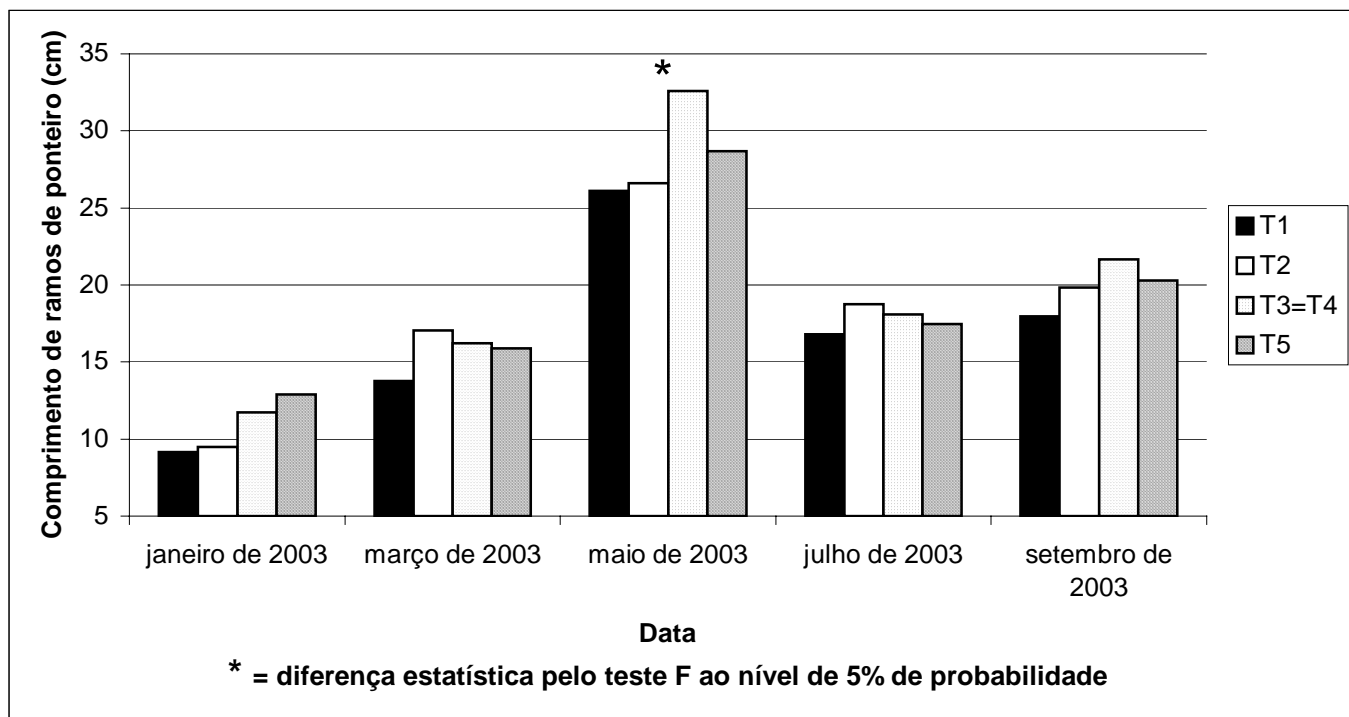


Figura 35: Comprimento de ramos de ponteiro para a cultura da pinheira.

Semelhante ao realizado nas culturas da atemóia, goiabeira e mangueira foram realizadas análises de variância e regressões nas características vegetativas da última avaliação, estando os resultados resumidos no Quadro 24. O F tabelado foi de 3,49.

Pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade, foi considerada diferença estatística para os tratamentos para a característica diâmetro de copa e foram consideradas significantes as regressões feitas para esta característica e para o diâmetro do caule. As curvas das regressões podem ser vistas nas Figuras 36 e 37.

Quadro 24: Resumo das regressões das características vegetativas diâmetro do caule (Dca), diâmetro médio da copa (Dco) e comprimento médio de ramos de ponteiro (Crp) avaliadas na cultura da pinha

Característica	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	F reg	Ftr	Sig. tr	$r^2$	$r^2$ aj	CV (%)
Dca	3,9155	0,0122	0,0001	8,37 *	1,24 n.s.	0,33977	98,41	98,22	13,70
Dco	12,2990	3,5550	-0,0399	5,94 *	4,52 *	0,02420	87,53	85,97	11,16
Crp	6,2864	0,6988	-0,0080	2,99 n.s.	2,08 n.s.	0,15712	95,98	95,47	11,89

n.s. = diferença não significativa a 5% de probabilidade

\* = diferença significativa a 5% de probabilidade

A regressão indica que o diâmetro do caule cresce com o volume de água, sendo o máximo obtido com o tratamento cinco (KI por FERERES +25%). Por outro lado, a regressão indica que o diâmetro da copa atinge máximo desenvolvimento para volume total próximo a 45 m<sup>3</sup> por planta. Neste caso, provavelmente as podas realizadas visando a formação de plantas com arquitetura adequada podem ter

influenciado os resultados, que podem não expressar a realidade. A característica comprimento de ramos de ponteiro provavelmente não apresentou diferença estatística nas avaliações de julho e setembro de 2003, devido a danos causados pela broca dos ponteiros (que ocorreu na área) e pela poda.

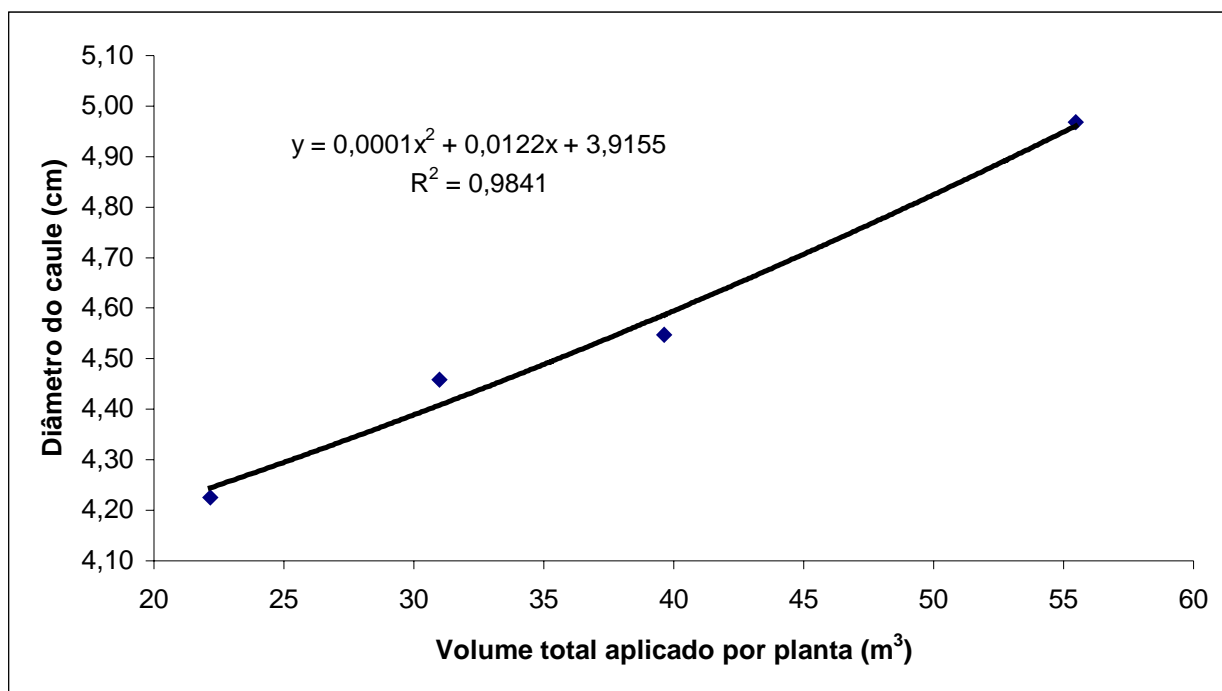


Figura 36: Relação entre o diâmetro do caule e o volume aplicado por tratamento para a cultura da pinheira.

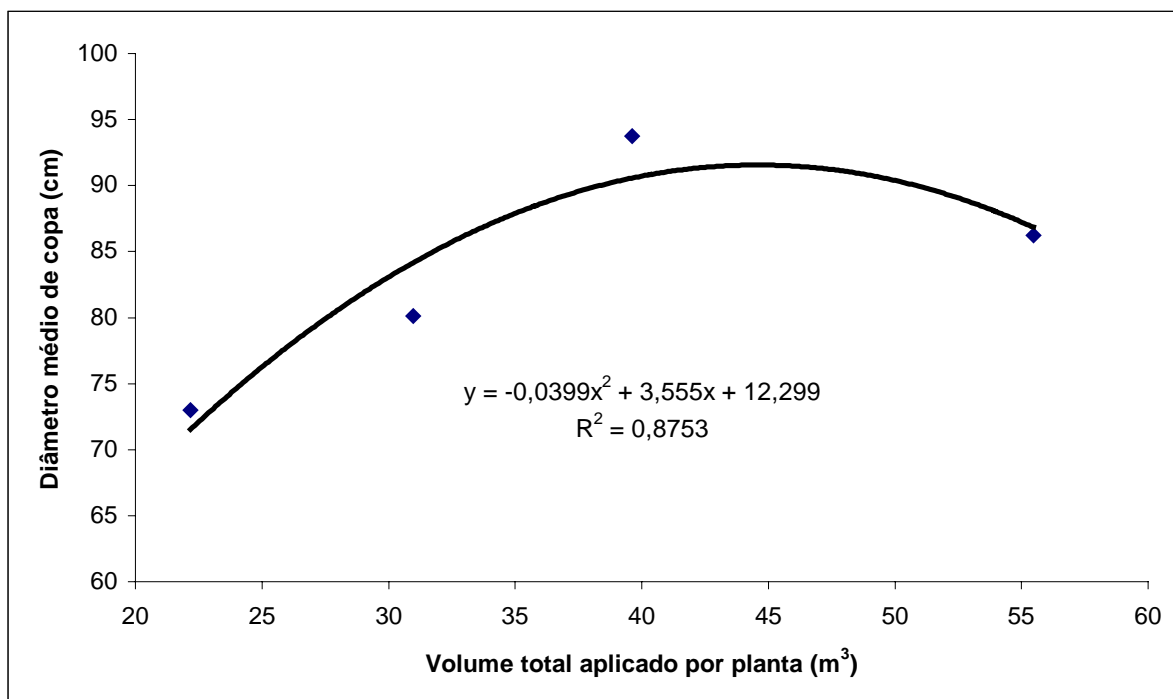


Figura 37: Relação entre o diâmetro da copa e o volume aplicado por tratamento para a cultura da pinheira.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo comparar diferentes métodos de determinar a evapotranspiração, com auxílio do software Irriga, para as culturas da banana, manga, goiaba, pinha e atemóia, que apresentam grande importância econômica e social para a região norte de Minas Gerais.

O experimento foi realizado no projeto Jaíba. As diversas fruteiras foram irrigadas por microaspersão. Os tratamentos representavam a utilização das metodologias de redução da evapotranspiração para irrigação localizada (KI) propostas por KELLER (1978) e FERERES (1981) ou diferentes coeficientes de cultura (Kc). Foram avaliadas características vegetativas (perímetro do pseudocaule das plantas mãe, filha, neta e bisneta, altura das plantas, para a cultura da bananeira e diâmetros do caule e da copa, e comprimento dos ramos de ponteiro para as culturas da atemóia, goiabeira, mangueira e pinheira) e avaliações das características da produção (peso do cacho e das pencas, comprimento, diâmetro e peso do fruto central da segunda penca e número de pencas e de frutos por penca para os dois primeiros ciclos da cultura da bananeira e número de frutos por planta, duração do ciclo produtivo, comprimento diâmetro, peso e teor de sólidos solúveis totais dos frutos da cultura da goiabeira).

Devem ser cadastrados coeficientes adequados para se utilizar, de maneira precisa, o software Irriga para manejo de irrigação.

A partir dos resultados obtidos podemos concluir que:

- ✓ Na cultura da atemóia foi constatado crescimento da copa e dos ramos de ponteiro com o volume aplicado, sendo superiores os tratamentos quatro (KI por FERERES) e cinco (KI por FERERES +25%) na avaliação final.
- ✓ Na cultura da banana o tratamento cinco (KI por FERERES +25%) se mostrou estatisticamente superior aos demais para a maioria das

características vegetativas e de produção avaliadas nos dois ciclos produtivos.

- ✓ Para a cultura da goiaba o maior volume aplicado (KI por FERERES +25%) proporcionou maior crescimento do caule e maior número de frutos por planta.
- ✓ Não foram encontradas diferenças significativas em todas as características avaliadas na cultura da manga no período de análise indicando que a necessidade hídrica das plantas foi suprida pelo tratamento que resultou em menor volume de água aplicado (KI por KELLER -25%).
- ✓ Para a cultura da pinha, o máximo desenvolvimento do diâmetro do caule, na avaliação final, foi obtido com a utilização de tratamento T5 (KI por FERERES +25%).
- ✓ O efeito dos tratamentos sobre as fruteiras foi mais marcante nas avaliações finais, exceto para a cultura da bananeira, cujas plantas se desenvolveram mais rapidamente.

## **6. RECOMENDAÇÕES**

Para que se possa recomendar, com segurança, os coeficientes ideais para o manejo da irrigação, de culturas perenes como atemóia, pinheira, goiabeira e mangueira, é necessário que tais culturas sejam estudadas em estádios de desenvolvimento avançados, de preferência que estejam na fase produtiva, quando a necessidade hídrica das plantas aumenta significativamente. Também é recomendável que se realize análises econômicas para identificar tratamentos que resultem em maior benefício financeiro para o produtor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, J.M.H., REGALADO, A.P., LOPEZ, J.R. e HERNANDEZ, J.F.G. **El riego localizado**. Curso internacional de riego localizado. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias, 1987, 317p.
- ALJIBURY, F. K., MARSH, A. W. e HUNTAMER, J. Water use with drip irrigation. **En 2nd International Drip Irrigation Congress Proceedings**: p.341-345. California, USA, 1974.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements**. Rome, FAO, 1998, 305p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ALMEIDA, F. T. de. **Avaliação dos sistemas de irrigação pressurizados e do manejo da água na cultura da banana no Projeto Gorutuba**. Viçosa, MG:UFV, 1997. 100p. Tese (Mestrado em Eng. Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- ARAÚJO, J.F. ARAÚJO, J.F.; ALVES A.A.C. **Instruções para o cultivo da pinha *Annona squamosa* L.**. (Circular técnica nº 7) Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S/A – Salvador, BA, 1999, 44p.
- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – Minas Gerais, 1996, 339 p.
- CASTRO NETO, M.T., Efeito do déficit hídrico na transpiração e da resistência estomática da mangueira In: **Revista Brasileira de Fruticultura** v.25 n.1, 2003, p.93-95
- CEMIG. **Estudo de Otimização Energética**. Belo Horizonte, 1993. 22p.
- COSTA, E.L.; COELHO, E.F. Necessidade Hídrica e Produtividade das Bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘Grand Naine’ sob irrigação para as Condições da Região Norte de Minas Gerais In: **XIII Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem: Sumário XIII CONIRD** Juazeiro-BA, 2003, 9p.

- CUNHA, G.A.P.; SAMPAIO, J.M.M.; NASCIMENTO, A.S.; SANTOS FILHO, H.P.; MEDINA, V.M. **Manga para exportação: Aspectos técnicos da produção.** EMBRAPA-SPI, Brasília – D.F., 1994, 35p.
- DISTRITO DE IRRIGAÇÃO DO JAÍBA **Projeto Jaíba** In: [www.projetojaiba.com.br](http://www.projetojaiba.com.br) acesso em 17/11/2003.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water.** Rome: FAO, 1979. 193p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 33).
- DOORENBOS, J. e PRUITT, W. O. **Las necesidades de agua de los cultivos.** Roma: FAO, 1977. 194p. (FAO. Riego e Drenaje, 24).
- FERERES, E. Papel de la fisiología vegetal en la microirrigación. Recomendaciones para el manejo mejorado. **Ponencia en IV Seminario Latinoamericano de Microirrigación.** Barquisimeto, Venezuela, 1981.
- FIGUEIREDO, F. P. **Determinação das necessidades hídricas e efeito de diferentes lâminas de água nos diferentes componentes de produção da cultura da bananeira na região norte de Minas Gerais.** Viçosa – M. G., 2002 113p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- FREITAS, G. B. Produção Orgânica de Fruteiras Tropicais In: ZAMBOLIM, L. **Produção Integrada de Fruteiras Tropicais.** Viçosa – Minas Gerais, 2003, p.61-94
- GONZAGA, L. **O cultivo da goiaba.** Frutal 97, Sindicato dos produtores de frutas do estado do ceará, 1997, 42 p.
- GONZAGA NETO, L. **Cultura da goiabeira.** Petrolina, PE: Embrapa – CPATSA, (Embrapa – CPATSA. Circular técnica, 23). 1990. 26p.
- GONZAGA NETO, L. **Goiaba – Produção: Aspectos Técnicos.** Embrapa – Semi-Árido (Petrolina, PE) – Brasília: Embrapa – Informação Tecnológica, 2001, 72p.
- HOARE, E. R., GARZOLI, K. V. e BLACKWELL, J. Plant water requirements as related to trickle irrigation. In: **2nd International Drip Irrigation Congress Proceedings:** California, USA, 1974. p.323-328
- KELLER, J. Trickle irrigation. In **Soil Conservation Service National Engineering Handbook.** Colorado, 1978, 129p.
- KELLER, J. e BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation.** Van Nostrand Reinold, New York, 1990. 652p.
- KELLER, J. e KARMELI, D. **Trickle irrigation design.** Rain Bird Sprinkler. Glendora, California: s.n., 1975, 133p.

- LEMOS, E.E.P., MARINHO, G.A., ALMEIDA, M.C., Efeito das desfolhas de ramos sobre a indução de brotos e folhas em atemóia (*Annona cherimola* Mill x *Annona squamosa* L.) In: **Revista Brasileira de Fruticultura** v. 25 Jabotibal, São Paulo, 2003 p.170-171
- 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 In: **Revista Brasileira de Fruticultura** v. 24 Jabotibal, São Paulo, 2002 p.273-276
- LÓPEZ, J. R.; ABREU, J. M. H.; REGALADO, A. P.; HERNÁNDEZ, J. F. G. **Riego Localizado**. Madrid, España: Mundi-Prensa, 1992. 405p.
- LUNA, J.V.U. **Manual de Fruticultura Tropical**. (Circular técnica nº 4) Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S/A – Salvador, BA, 1997, 91p.
- MANTOVANI, E. C. A Irrigação do Cafeeiro. In: **Trabalhos apresentados no IV Simpósio Brasileiro de Pesquisa em Cafeicultura Irrigada, Araguari-MG, pela Equipe da Universidade Federal de Viçosa – Resumos Expandidos**. (Boletim Técnico n.4). Viçosa, MG. 2001 p. 2-23.
- MANTOVANI, E. C. Apostila: Manejo da Irrigação (Agronomia de Irrigação de Sistemas Pressurizados) In: **I Curso de Atualização em irrigação na visão do agronegócio**. Fortaleza – CE , 2002a 59p.
- MANTOVANI, E.C. **Manual do SISDA**. Viçosa – Minas Gerais, 2002b, 85p.
- MANTOVANI, E.C. **Manual do MANEJO**. Viçosa – Minas Gerais, 2003a, 63p.
- 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 – Minas Gerais, 2003b, p.331-379
- MANTOVANI, E.C.; VICENTE, M.R.; MUDRIK, A. Irrigação do Cafeeiro – Em que condições é Necessária e Como Irriga-lo Nestas Condições? In: ZAMBOLIM, L. **Produção Integrada de Café**. Viçosa – Minas Gerais, 2003c p.279-318
- MANTOVANI, E.C. Apostila: **Curso de Manejo da Irrigação Utilizando o Programa Irriga**. Viçosa – Minas Gerais, 2003d 59p.
- MEDINA, J.C. Cultura In: **Goiaba: Cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos** ITAL – Campinas – São Paulo, 1991, p.1-120
- MERRIAN, J.L. e KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. Logan: Utah State University, 1978, 271p.
- OLIVEIRA, S.L. Irrigação In: ALVES, E.J. **A cultura da Banana: Aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Embrapa Mandioca e Fruticultura – Cruz das Almas, BA, 1999 p.317-334
- PIZARRO, F. **Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF): goteo, microaspersión, exudación**. 2.ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1990, 471p.

- PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, Piracicaba-SP, 1997 183p.
- QUARESMA FILHO, M. I. M. **Avaliação dos sistemas de irrigação por microaspersão na fruticultura dos projetos Gorutuba e Jaíba**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 85 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- SANTANA, G.S. **Efeitos de lâminas de irrigação e de doses de nitrogênio na cultura do maracujazeiro amarelo**. Viçosa – M.G., 2002 99p. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- SOARES, A.A. Irrigação por aspersão e localizada. In: **Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior**. Curso de Engenharia e Manejo de Irrigação, módulo4. Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: UFV, Departamento de Engenharia Agrícola, 1998, 86p.
- SIMÃO, A.H. **Influência da percentagem de área molhada no desenvolvimento da cultura da bananeira irrigada por microaspersão**. Viçosa – M. G., 2002 80p. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- SIMÃO, F.R.; MANTOVANI, E.C.; SIMÃO, A.H. Determinação da necessidade hídrica da bananeira nos dois primeiros anos de cultivo In: **XI Simpósio de Iniciação Científica – Resumos** Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – M.G. 2002, p15.
- 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: **XIII Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem: Sumário XIII CONIRD Juazeiro-BA**, 2003, 9p.
- SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. São Paulo: Ed. Agronômica “Ceres”, 1971, 530 p.
- VERMEIREN, L. e JOBLING, G. A. **Localized irrigation**. Rome: FAO, 1980. 203p. (Irrigation and Drainage Paper, 36).

## APÊNDICE

A partir das observações e avaliações realizadas podemos sugerir, para a situação em estudo, considerando a metodologia de cálculo de KI proposta por KELLER, a adoção dos valores de Kc encontrados nos Quadros 1A a 5A.

Quadro 1A: Valores de Kc sugeridos para a cultura da atemóia na região norte de Minas Gerais

<b>Fase</b>	<b>Kc</b>
0 a 5 meses	0,29
6 a 11 meses	0,29 a 0,31
12 a 15 meses	0,31 a 0,34
16 a 23 meses	0,34 a 0,41
24 a 25 meses*	0,41 a 0,82
27 a 48 meses	0,82 a 0,95
48 meses em diante	0,95

\* período pós-poda

Quadro 2A: Valores de Kc sugeridos para a cultura da banana na região norte de Minas Gerais

<b>Fase</b>	<b>Kc</b>
01 e 02 meses	0,30
Mês 03	0,30 a 0,33
Mês 04	0,33 a 0,38
Mês 05	0,38 a 0,60
Mês 06	0,60 a 0,75
Mês 07	0,75 a 1,06
Mês 08	1,06 a 1,40
09 e 10 meses*	0,76
11 e 12 meses	0,77 a 0,80
13 e 14 meses	0,81 a 0,82
15 e 16 meses	0,83 a 1,40
16 meses em diante	1,40

\* período após início da colheita

Quadro 3A: Valores de Kc sugeridos para a cultura da goiaba na região norte de Minas Gerais

<b>Fase</b>	<b>Kc</b>
0 a 5 meses	0,29
6 a 11 meses	0,29 a 0,33
12 e 13 meses	0,33 a 0,68
14 a 19 meses	0,68 a 0,81
20 a 21 meses*	0,81 a 0,89
22 a 23 meses	0,89 a 0,94
24 a 36 meses#	0,75 a 0,80
37 a 48 meses	0,80 a 0,95
48 meses em diante	0,95

\* período pós-poda

# período após o início da colheita

Quadro 4A: Valores de Kc sugeridos para a cultura da pinha na região norte de Minas Gerais

<b>Fase</b>	<b>Kc</b>
0 a 9 meses	0,29
10 a 13 meses	0,29 a 0,31
14 a 21 meses	0,31 a 0,35
22 a 23 meses	0,35 a 0,38
24 a 25 meses*	0,38 a 0,60
26 a 36 meses	0,60 a 0,65
36 a 48 meses	0,65 a 0,90
48 meses em diante	0,90

\* período pós-poda

Quadro 5A: Valores de Kc sugeridos para a cultura da mangueira na região norte de Minas Gerais

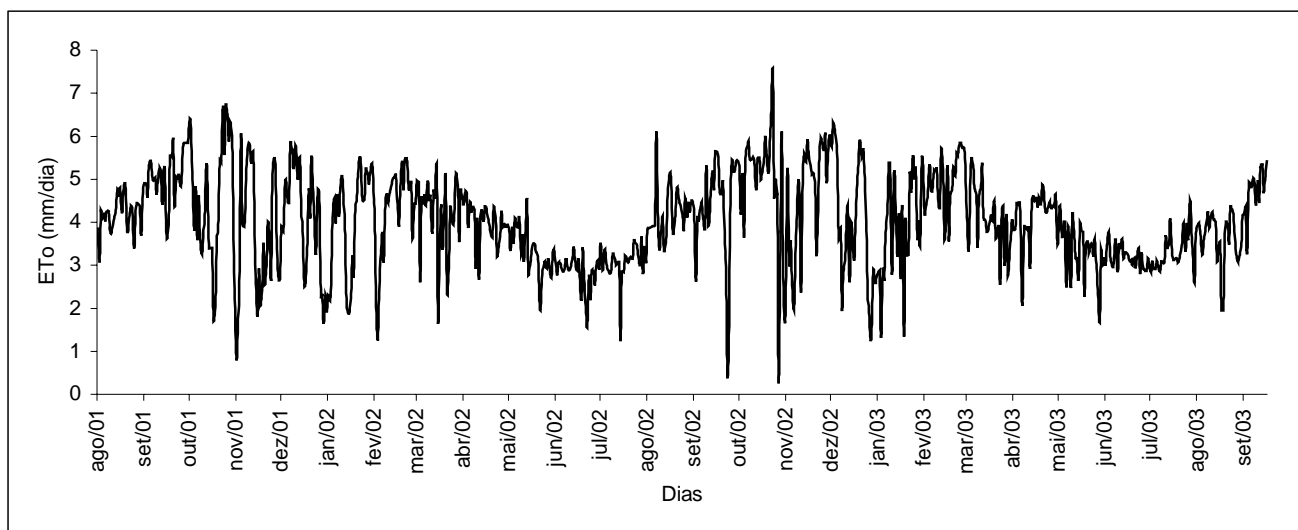
<b>Fase</b>	<b>Kc</b>
0 a 13 meses	0,29
14 a 15 meses	0,29 a 0,30
16 a 19 meses	0,30 a 0,31
20 a 25 meses	0,31 a 0,35
25 a 36 meses	0,35 a 0,60
36 a 48 meses	0,60 a 0,85
48 meses em diante	0,85

Um resumo dos dados climáticos coletados durante a condução do experimento pode ser observado no Quadro 6A, sendo que os dados coletados entre agosto e dezembro de 2001 também foram utilizados no trabalho de SIMÃO (2002).

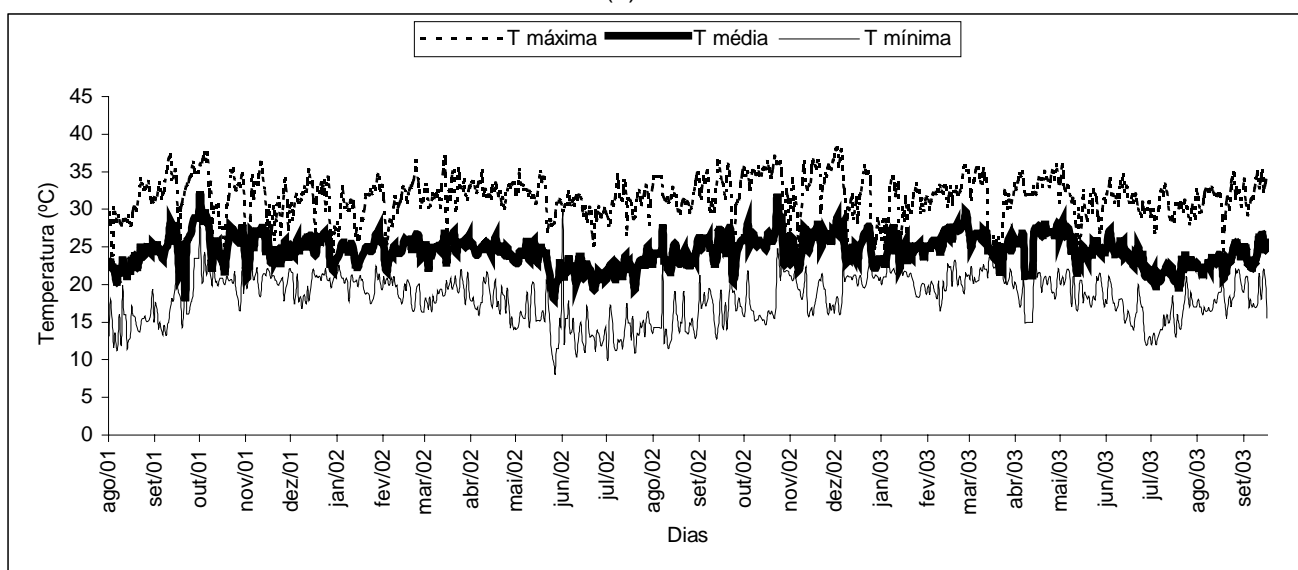
Quadro 6A – Médias mensais dos parâmetros evapotranspiração de referência calculada pela equação de Penman-Monteith (ET<sub>o</sub>), temperatura máxima (Tx), média (T<sub>m</sub>) e mínima (T<sub>n</sub>), velocidade do vento (Vv) e umidade relativa média (UR) e totais mensais de precipitação (Prec) e radiação (Rad)

Mês/Ano	ET <sub>o</sub> (mm/dia)	T <sub>x</sub> (°C)	T <sub>m</sub> (°C)	T <sub>n</sub> (°C)	Vv (m/s)	UR (%)	Prec (mm)	Rad (w/m <sup>2</sup> )
Ago/01	4,17	30,0	23,0	14,8	1,15	57,4	0,0	6709
Set/01	5,04	33,2	25,4	17,6	1,04	53,0	0,0	7514
Out/01	4,67	32,4	26,2	20,9	1,24	64,4	40,4	7026
Nov/01	3,70	30,3	24,8	20,7	0,51	85,2	193,7	6024
Dez/01	4,13	31,2	25,1	20,1	0,62	82,1	117,4	7038
Jan/02	3,95	30,4	24,6	20,2	0,68	88,9	337,8	6927
Fev/02	4,27	31,3	24,8	19,2	0,48	86,0	118,6	6788
Mar/02	4,21	32,2	25,0	19,1	0,46	83,0	36,0	7405
Abr/02	4,02	32,6	24,6	17,9	0,60	77,9	24,6	7056
Mai/02	3,35	31,7	23,1	15,3	0,44	73,2	0,8	6882
Jun/02	2,86	30,0	21,6	14,1	0,60	72,9	0,0	5939
Jul/02	3,08	30,9	22,2	13,7	0,54	69,7	0,4	6230
Ago/02	4,17	32,0	23,5	14,6	0,64	61,4	0,0	7609
Set/02	4,32	32,2	24,9	17,3	0,78	64,7	29,8	6825
Out/02	5,09	34,3	26,3	17,9	0,41	59,4	33,0	8357
Nov/02	4,51	33,0	25,4	18,9	0,40	75,4	144,4	7353
Dez/02	4,07	31,9	25,3	20,2	0,32	84,1	451,8	6885
Jan/03	3,83	30,1	24,6	20,9	0,28	91,6	67,4	6364
Fev/03	4,96	32,5	26,5	20,1	0,26	74,8	35,0	7524
Mar/03	4,11	30,5	25,2	21,6	0,21	79,4	11,4	7172
Abr/03	4,17	33,6	25,7	19,1	0,27	66,8	42,8	7027
Mai/03	3,35	30,6	25,0	19,4	0,31	72,3	4,0	6228
Jun/03	3,19	31,5	24,1	16,6	0,31	69,6	0,0	6434
Jul/03	3,32	30,0	21,6	15,5	0,72	64,3	0,0	6965
Ago/03	3,64	31,5	23,1	18,1	0,47	65,2	5,2	6957

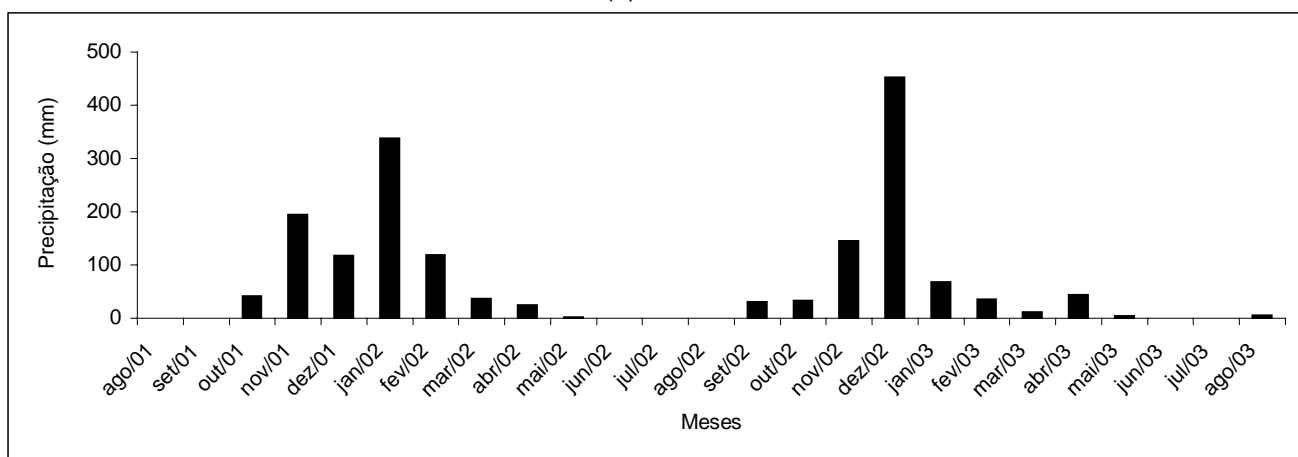
O comportamento diário de alguns dos parâmetros climáticos pode ser observado na Figura 1A.



(a)



(b)



(c)

Figura 1A – Valores diários da evapotranspiração de referência (ETo) (a) e das temperaturas (T) máxima, média e mínima (b) e ocorrência de precipitações (c) durante a condução dos experimentos.

Quadro 7A - Doses dos principais fertilizantes utilizadas no ano agrícola 2003/2004 no lote 29M (parcelados em 12 meses), definidos em função de análises de solo e foliares

<b>Fertilizante(Kg/ha)</b>	<b>Atemóia</b>	<b>Banana</b>	<b>Goiaba</b>	<b>Manga</b>	<b>Pinha</b>
<b>Calcário</b>	25	417	30	42	67
<b>Uréia</b>	32	200	175	-	50
<b>Cloreto de Potássio</b>	63	500	405	25	83
<b>Sulfato de Amônio</b>	71	-	352	50	67
<b>SuperSimples</b>	183	-	260	83	300
<b>MAP</b>	-	38	-	-	-
<b>Sulfato de Zinco</b>	-	33	-	-	-
<b>Sulfato de Magnésio</b>	-	58	62	-	-