

FLÁVIO PIMENTA DE FIGUEIREDO

**EFEITOS DE DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA SOBRE A PRODUÇÃO E
QUALIDADE DA BANANA ‘PRATA ANÃ’ CULTIVADA NO NORTE DE
MINAS GERAIS**

**Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós
Graduação em Engenharia
Agrícola para a obtenção do título
de “*Doctor Scientie*”**

**VIÇOSA
MINAS GERAIS-BRASIL
2002**

FLÁVIO PIMENTA DE FIGUEIREDO

**EFEITOS DE DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA SOBRE A PRODUÇÃO E
QUALIDADE DA BANANA ‘PRATA ANÃ’ CULTIVADA NO NORTE DE
MINAS GERAIS**

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

APROVADA: 21 de janeiro de 2002.

**Prof. Márcio Mota Ramos
Conselheiro**

Prof. Luiz Carlos Chamhum Salomão

Prof. Brauliro Gonçalves Leal

Prof. Rubens Alves de Oliveira

**Prof. Everardo Chartuni Mantovani
(Orientador)**

**Aos meus pais Francisco e Marta Pimenta
Dedico pelos exemplos de vida.**

**A minha esposa Antonieta.
A minha filha Marina.
Ofereço pelo apoio, carinho e amor.**

AGRADECIMENTO

A DEUS, pela presença em todos momentos de minha vida.

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

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa para realização do curso.

A Empresa de Consultoria de Engenharia Agrícola (PLENA) pelo suporte durante a realização dos trabalhos.

A Fundação de Apoio à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo auxílio financeiro na realização do curso.

Ao Centro Regional do Norte de Minas da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (CRNM-EPAMIG), pelo imenso apoio prestado na realização dos trabalhos de campo por meio de seus laboratórios, pessoal e dependências.

Aos meus pais Francisco Pimenta de Figueiredo e Marta D`Annuniação Pimenta de Figueiredo, que mesmo longe fisicamente, estiveram sempre do meu lado nos momentos mais difíceis.

A toda a minha família pelo apoio e amizade de sempre.

A Antonieta e Marina, minha esposa e filha, pela confiança, pela amizade e principalmente por serem a razão do meu viver.

Ao professor Everardo Chartuni Mantovani, pela orientação, amizade e compreensão nos momentos mais difíceis do curso.

Aos professores Márcio Mota, Luiz Cláudio Costa, Antônio Alves Soares pela amizade e conselhos durante a realização do trabalho.

Ao grande amigo Luiz Cambuim pela força durante a minha estadia em Viçosa.

A todos os professores e funcionários do DEA, pelos ensinamentos e pela oportunidade do convívio diário.

Aos amigos do curso, pela convivência, pela amizade, pelas horas de sono perdidas e pelos momentos de descontração, tornando mais agradável a realização do curso.

Enfim, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, ajudaram na realização do trabalho.

BIOGRAFIA

FLÁVIO PIMENTA DE FIGUEIREDO, filho de Francisco Pimenta de Figueiredo e Martha d`Annuniação Pimenta de Figueiredo, nasceu na cidade de Montes Claros, MG, em 22 de agosto de 1967.

Em julho de 1986, iniciou a graduação em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG, concluindo-a em julho de 1991.

Em 1996, iniciou-se o curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação e Drenagem, pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), finalizando-o em janeiro de 1998.

Em 1998, iniciou o curso de Doutorado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação e Drenagem, pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), finalizando-o em Janeiro de 2002.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPÍTULO I.....	3
DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS BÁSICOS NO MANEJO DA IRRIGAÇÃO DA BANANEIRA 'PRATA ANÃ' PARA A REGIÃO NORTE DE MINAS GERAIS	
1- INTRODUÇÃO.....	4
2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3- MATERIAL E MÉTODOS	15
4- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1- Índice de área foliar.....	19
4.2- Porcentagens de sombreamento.....	20
4.3- Graus-dia totais acumulados durante o ciclo das plantas mãe e filha.....	21
4.4- Análise da floração e da colheita das plantas mãe e filha.....	22
4.5- Coeficiente da cultura (Kc).....	26
5- RESUMO E CONCLUSÕES.....	30

CAPÍTULO II.....	32
EFEITOS DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO FRUTO DA BANANEIRA CULTIVAR PRATA-ANÃ PARA A REGIÃO NORTE DE MINAS GERAIS	
1- INTRODUÇÃO.....	32
2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	35
2.1- Cultura da bananeira.....	35
2.2- Importância sócioeconômica da bananicultura irrigada em Minas Gerais.....	38
2.3- Irrigação e manejo da irrigação na cultura da bananeira.....	39
2.4- Uniformidade e eficiência de irrigação.....	53
2.5- Qualidade do fruto da bananeira na colheita e pós-colheita.....	54
2.5.1- Relação polpa-casca.....	56
2.5.2- Textura.....	56
2.5.3- Potencial hidrogeniônico (pH).....	56
2.5.4- Acidez total titulável (ATT).....	57
2.5.5- Sólidos solúveis totais (SST).....	57
3- MATERIAL E MÉTODOS.....	59
3.1- Localização do experimento.....	59
3.2- Características do solo da área experimental.....	59
3.3- Delineamento experimental e tratamentos.....	60
3.4- Uniformidade de irrigação.....	62
3.5- Práticas culturais.....	62
3.6- Sistema de irrigação e manejo.....	63
3.7- Parâmetros avaliados.....	65
4- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
4.1- Caracterização do solo da área experimental.....	67
4.2- Caracterização da aplicação de água na área experimental.....	68
4.3- Condução e manejo da irrigação.....	69
4.4- Resultados das análises foliares nas plantas-filha da bananeira.....	75
4.5- Parâmetros de desenvolvimento vegetativo das plantas mãe e filha da bananeira.....	77
4.5.1- Altura das plantas.....	79
4.5.2- Perímetro do pseudocaule.....	80
4.5.3- Número de folhas emitidas.....	80

	Página
4.6- Produtividade.....	81
4.6.1- Produtividade das plantas mãe e filha em função dos tratamentos de irrigação.....	84
4.7- Qualidade das pencas das plantas mãe e filha.....	87
4.7.1- Qualidade na colheita e pós-colheita.....	87
4.8- Custo da água e energia elétrica em relação à renda bruta.....	90
4.8.1- Renda Bruta para as plantas mãe e filha da bananeira.....	91
5-RESUMO E CONCLUSÕES.....	96
6-BIBLIOGRAFIA.....	98
APÊNDICE.....	105

RESUMO

FIGUEIREDO, Flávio Pimenta de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, Janeiro de 2002. **Efeitos de diferentes lâminas de água sobre a produção e qualidade da banana ‘Prata anã’ cultivada no Norte de Minas Gerais.** Orientador: Everardo Chartuni Mantovani. Conselheiros: Márcio Mota Ramos, Luiz Cláudio Costa e Antonio Alves Soares.

Na região Norte de Minas Gerais o manejo da irrigação, quando realizado, é baseado em parâmetros de irrigação obtidos em condições edafoclimáticas distintas, repercutindo negativamente na rentabilidade, seja pela redução da produtividade final ou pelo aumento do consumo de água e energia elétrica. Neste trabalho estudou-se os efeitos de diferentes lâminas de irrigação sobre o desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade do fruto da bananeira e determinaram-se parâmetros básicos do manejo da irrigação para a bananeira, no primeiro e segundo ciclo da planta, na região. O experimento foi conduzido no projeto Jaíba utilizando-se a cultivar ‘Prata anã’, com espaçamentos de 3,0 x 2,5 m, irrigadas por microaspersão com um emissor para cada quatro plantas. As lâminas de irrigação aplicadas aos tratamentos foram 40, 60, 80, 100 e 120% da evapotranspiração de referência (ET_o), que foi estimada pela equação de Penman Monteith. Durante as fases fenológicas da cultura mediu-se o desenvolvimento foliar e determinou-se o índice de área foliar além dos graus-dia acumulados para cada fase fenológica e das porcentagens de sombreamento. Avaliaram-se o custo da água e energia na renda

bruta total. Os resultados indicam que o tratamento correspondente a 120% da ETo proporcionou maiores produtividades nos dois ciclos analisados. As lâminas de irrigação não influenciaram na qualidade dos frutos, na pós-colheita, porém foram marcantes na qualidade dos frutos, na colheita, mostrando que a lâmina de 120% da ETo foi superior às demais. Os custos da água e da energia elétrica em relação à receita bruta nos tratamentos de 40, 60, 80, 100 e 120% da ETo foram, respectivamente, 71,4%, 26,6%, 14,4%, 10,5% e 7,14% no primeiro e segundo ciclos. Comparando-se o manejo racional de irrigação com o usualmente adotado pelos irrigantes, observou-se uma economia em torno de 4% de água e energia elétrica durante o primeiro e segundo ciclos da cultura. A quantidade de água aplicada nos tratamentos de 100% e 120% da ETo promoveu a antecipação da floração e conseqüentemente da colheita em relação aos outros tratamentos. Os coeficientes da cultura (Kc) encontrados foram superiores aos indicados pela FAO em todas as fases fenológicas, com exceção da terceira fase, onde apresentou-se semelhante, indicando assim, para o primeiro ciclo, os valores de 0,71; 1,00; e 0,87 respectivamente para as fases fenológicas correspondentes a II, III e IV, e de 0,97 para a fase única correspondente ao segundo ciclo. A primeira fase, em função das altas precipitações, não foi possível determinar com precisão o coeficiente da cultura (Kc). A percentagem de sombreamento para as plantas-mãe e filha atingiu 69 e 100% no tratamento de 120% da ETo. Do plantio à colheita, a bananeira necessitou de 365 dias para as plantas-mãe e de 150 dias da colheita das plantas-mãe até a colheita das plantas-filha, correspondendo a 3176 e 1562 graus-dia, respectivamente.

ABSTRACT

FIGUEIREDO, Flávio Pimenta de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, January 2002. **Determination of the water needs and the effects of different water depths on the production components in banana plant cropping on northern Minas Gerais.** Adviser: Everardo Chartuni Mantovani. Committee members: Márcio Mota Ramos, Luiz Cláudio Costa and Antonio Alves Soares.

When the irrigation management is used on northern Minas Gerais, it is usually based on irrigation parameters that are obtained under different edaphoclimatic conditions, so negatively affecting the profitability, due either to the reduction in the final productivity and increase in water and electric energy consumption. This study evaluated the effects of different irrigation water depth irrigation on the vegetative development, yield and quality of the banana fruit, and the basic parameters of the irrigation management were determined for banana plant, at the first and second cycles of this plant in the region. The experiment was carried out in an area of the Jaíba project, on spacings of 3.0 x 2.5 m, with the cv. 'Prata anã' to which was applied the sprinkler irrigation, by using one emitter for each four plants. The irrigation water depths applied to the treatments were 40, 60, 80, 100 and 120% of the evapotranspiration reference (ET_o), that was estimated by Penman

Monteith equation. During the plant phenologic stages, the leaf development was measured and the leaf area index was determined, besides the degrees-day accumulated for each phenologic stage and the shading percentages. The water and energy costs were evaluated in the total gross income. The results show that the treatment corresponding to 120% ETo provided higher productivities for both analyzed cycles. The irrigation water depths did not affect the fruit quality at post-harvesting time, but they greatly affected the fruit quality at the harvesting time, so showing that the irrigation depth of 120% ETo was superior to the other ones. In relation to gross income, the costs of water and electric energy in the treatments with 40, 60, 80, 100 and 120% ETo were 71.4%, 26.6%, 14.4%, 10.5% and 7.14% respectively at the first and second cycles. In comparing the rational irrigation management with the one adopted by irrigators, an economy around 4% for water and electric energy was observed during the first and second cropping cycles. The amount of water applied on treatments of 100% and 120% ETo promoted the anticipation of flowering, therefore the harvest in relation to the other treatments. The crop coefficients (K_c) were shown to be superior to those indicated by FAO in all phenologic stages, except for the third stage when were similar, so indicating for the first cycle the values 0.71, 1.00, and 0.87 for the phenologic stages corresponding to II, III and IV respectively, and 0.97 for the only stage corresponding to the second cycle. Because the high precipitations, it was not possible to accurately determine the crop coefficient (K_c) at the first stage. The percent shading for mother and daughter plants attained 69 and 100% in the treatment with 120% ETo. From planting to harvesting time, the banana plant needed 365 days for mother plant crop and 150 days for daughter plant crop, corresponding to 3176 and 1562 degrees-day, respectively.

INTRODUÇÃO GERAL

O sucesso de qualquer empreendimento baseia-se no planejamento estratégico, que deve considerar de forma integrada todas as suas etapas. Em geral, esta estratégia não é adotada para a agricultura irrigada no Brasil, em especial para a região Norte de Minas Gerais, envolvendo os projetos Jaíba e Gortuba, em que o manejo da irrigação é quase sempre considerado de forma isolada e, invariavelmente, relegado a segundo plano, resultando numa irrigação com baixa eficiência técnica e econômico-financeira.

O manejo adequado da irrigação, componente básico do processo de produtividade na agricultura irrigada, complementa os requisitos exigidos para a eficiência do setor agrícola, minimizando os riscos de frustração e perdas de safra, estabilizando a produtividade, reduzindo possíveis necessidades de importações de alimentos e garantindo a possibilidade de exportação de alguns produtos agrícolas, tais como frutas tropicais, para o mercado mundial. Entretanto, apresenta certas peculiaridades, exigindo que sua aplicação seja feita de forma criteriosa para o sucesso do empreendimento agrícola. Em contrapartida, o manejo inadequado da irrigação é responsável pela baixa eficiência de uso de água dos sistemas de irrigação que, em alguns casos, não passa de 30%, proporcionando, além do excesso de consumo d'água, perdas de nutrientes, problemas de drenagem, degradação do solo, contaminação dos aquíferos, dentre outros problemas. Essas constatações evidenciam a importância do manejo eficiente da irrigação, principalmente na região Norte de Minas Gerais, onde localizam-se os maiores projetos de irrigação da América Latina.

A agricultura irrigada apresenta o maior consumo de água dentre os diversos usuários deste recurso natural, chegando, em muitos países, a totalizar 80% do consumo. No Brasil, estima-se que metade da água consumida ocorre na agricultura irrigada, daí a importância de um manejo da irrigação planejado e eficiente. Deve-se, entretanto, salientar que mesmo nos casos em que o manejo da irrigação é levado em conta por época da elaboração do projeto, a sua implementação, ou seja, a operacionalização da irrigação, quase sempre difere do planejado, em função das reais condições do sistema solo-planta-atmosfera, que prevalecem durante a condução da cultura (EPAMIG, 1999).

Para manejo da irrigação, um importante instrumento desenvolvido foi o software SISDA (Sistema de Suporte à Decisão Agrícola), um programa interativo que reúne informações sobre o clima, planta, solo e fitossanidade, permitindo o manejo da irrigação, além de ser de fácil instalação e utilização e acessível a todos os envolvidos na agricultura. O software tem como meta principal o manejo da irrigação em tempo real, embora também permita simulações de desenvolvimento da cultura durante todo o ciclo fenológico, para fins de planejamento de irrigação em qualquer local do País.

A utilização do SISDA, ou outro produto similar, está associada à disponibilidade de informações meteorológicas, que permitirão um manejo adequado e eficiente da irrigação em tempo real, com economia de água, de nutrientes, de mão-de-obra e energia elétrica.

As informações meteorológicas são obtidas de estações, sendo as automáticas mais adequadas, pois medem e registram essas informações em nível de superfície, de forma precisa e acurada, em intervalo de tempo programável.

O Brasil destaca-se como um dos países com maior produção e consumo de bananas, embora a qualidade inferior do produto cause limitação de sua exportação. A exploração em condições irrigadas tem sido uma solução para os locais onde as precipitações não são suficientes para suprir as necessidades hídricas da bananeira (FAO, 1994).

No Brasil, a principal região produtora de bananas é a Baixada Santista no litoral do Estado de São Paulo, onde a cultura encontra níveis de precipitação pluviométrica que normalmente satisfazem suas necessidades. Em outras regiões produtoras de banana no Brasil, registram-se índices pluviométricos superiores a 1200 mm por ano, o que seria suficiente em termos globais. Porém, em virtude da

precipitação estar concentrada entre seis e oito meses, existe um déficit, durante seis ou quatro meses do ano, bastante prejudicial à cultura.

A bananeira (*Musa sp.*) é a frutífera tropical mais difundida no mundo, apresentando grandes áreas cultivadas e grandes volumes de comercialização, sendo uma das frutas mais consumidas e exploradas nos países tropicais. No Estado de Minas Gerais, a região Norte constitui um dos principais núcleos de produtividade de banana, a qual tem grande importância sócioeconômica e é cultivada com alta tecnologia (EPAMIG, 1999).

Como a bananeira é uma frutífera bastante sensível ao déficit hídrico, que condicionando para o seu potencial produtivo, uma apreciável taxa de transpiração e uma boa uniformidade de distribuição de umidade durante todo o ano, não é fácil encontrar condições ecológicas naturais que satisfaçam todas suas exigências. A irrigação bem manejada é, portanto, uma prática de vital importância para a cultura, principalmente na região Norte de Minas Gerais, onde as precipitações são mal distribuídas, durante o ano, e a evapotranspiração atinge valores elevados durante alguns meses do ano.

A escassez de informações a respeito dos parâmetros básicos no manejo da irrigação da cultura da bananeira, aliada à sua importância econômica e social, principalmente no Norte de Minas Gerais, justificou a realização do presente trabalho relacionando às necessidades hídricas da bananeira irrigada e à definição dos efeitos de diferentes lâminas de irrigação sobre sua produtividade e qualidade dos frutos.

As informações geradas neste estudo possibilitarão uma melhor adequação da irrigação nas áreas em operação, um melhor dimensionamento e manejo nas áreas a serem contempladas no projeto, bem como servirão como referência para as demais áreas dos projetos em operação, ou a serem implantados, no vale do São Francisco.

Para melhor discussão do tema, dividiu-se o trabalho em dois capítulos apresentados a seguir.

Cap 1. Determinação dos parâmetros básicos no manejo da irrigação da bananeira, cultivar Prata anã, na região Norte de Minas Gerais.

Cap 2. Efeitos de diferentes lâminas de irrigação sobre o desenvolvimento vegetativo, produtividade e qualidade do fruto da bananeira, cultivar Prata-anã, para a região Norte de Minas Gerais.

CAPÍTULO I

DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS BÁSICOS NO MANEJO DA IRRIGAÇÃO DA BANANEIRA ‘PRATA ANÃ’ PARA A REGIÃO NORTE DE MINAS GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A banana, uma das frutas mais consumidas no mundo, é explorada na maioria dos países de clima tropical (ALVES, 1995). Sua produção mundial atingiu cerca de 52 milhões de toneladas, em 1994, sendo o Brasil responsável por cerca de 11,5% deste total, superado pela Índia que detém 15% da banana produzida no mundo (FAO, 1994).

A partir dos anos 90, em todo o País, houve uma expansão da fruticultura irrigada, principalmente nas regiões Nordeste e Sudeste, impulsionada pela abertura de mercado e a entrada de fabricantes mundiais de equipamentos de irrigação, com destaque para os norte-americanos, israelenses e espanhóis (MANTOVANI, 1998).

O cultivo da bananeira ocorre em todos os estados brasileiros e com grande influência sócioeconômica uma vez que a produção é contínua, contribuindo para

fixar o homem no campo. No vale do São Francisco, em 1999, a bananicultura ocupou o primeiro lugar em área plantada com 23.509 ha (EPAMIG, 1999).

A necessidade do aumento da produtividade, aliada aos elevados custos de produção, exige a aplicação de técnicas capazes de aumentar a produtividade, assegurando a produção mesmo em condições climáticas adversas, a fim de possibilitar maior margem de lucro para o agricultor. Como a escassez de água de chuva, principalmente nas fases fenológicas de maior demanda hídrica, ocasiona perdas significativas na produtividade, procura-se suprir esta deficiência com a irrigação. Entretanto, para otimizar a utilização da irrigação, seu manejo deve ser adequado, sendo necessário o conhecimento sobre os parâmetros básicos e a demanda hídrica da cultura ou evapotranspiração.

Para que o Brasil continue participando do mercado, torna-se essencial a geração de novas tecnologias que integrem de maneira racional as relações do solo, planta, água e condições climáticas, principalmente na região do Norte de Minas Gerais, onde encontram-se os Projeto Jaíba e o Gorutuba.

Quando utilizado, o manejo da irrigação na região Norte de Minas Gerais, é baseado em parâmetros de irrigação obtidos em outras condições edafoclimáticas, repercutindo-se nos resultados finais, seja na produtividade, seja em termos de custos com água e energia elétrica (PERÍMETRO, 1998).

Diante da importância sócioeconômica da cultura da bananeira na região Norte de Minas Gerais e da necessidade em obter parâmetros adequados de manejo de irrigação, este capítulo teve como objetivos:

- Definir critérios de manejo de irrigação da cultura da bananeira, determinando-se coeficientes de cultura para as diversas fases.
- Analisar parâmetros de desenvolvimento da bananeira, que afetam o manejo da irrigação (índice de área foliar (IAF) e a porcentagem de sombreamento (Ps)).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Crescimento contínuo e rápido é condição indispensável para obtenção de cachos de alto valor comercial. A seleção de áreas com condições climáticas favoráveis é, sem dúvida, um fator essencial à decisão sobre esta atividade.

Segundo SILVA (1997), os principais elementos climáticos que afetam o crescimento e a produtividade da bananeira são: temperatura, precipitação pluviométrica, umidade relativa, luminosidade, insolação, velocidade do vento e altitude.

Altas temperaturas são condições básicas ao cultivo da bananeira, sendo o ótimo em torno de 26°C. A faixa mais adequada para o cultivo é de 15 a 35°C. Abaixo de 15°C, o metabolismo da planta praticamente cessa e acima de 35°C o desenvolvimento é inibido, principalmente devido à desidratação dos tecidos. Abaixo de 12°C os tecidos são prejudicados, ocorrendo o fenômeno de “chilling” ou “friagem”, pois, as plantas são altamente susceptíveis a geadas (MARINATO, 1980).

A deficiência de água é muito prejudicial à bananeira, em particular quando ocorre no período de formação de inflorescência ou no início da frutificação. Chuvas em torno de 100 mm e bem distribuídas são satisfatórias, desde que os solos não sejam excessivamente arenosos. Segundo DOORENBOS e KASSAM (1994), as necessidades hídricas anuais da bananeira variam de 1200 mm, nos trópicos úmidos, a 2200 mm nos trópicos secos. Quando ocorre falta de água no solo, a bananeira paralisa suas atividades, as folhas amarelecem, o ciclo aumenta, os cachos são menores e produzem frutos de qualidade inferior.

A umidade do ar também exerce influência sobre o desenvolvimento da bananeira. Quanto maior a umidade relativa, mais rapidamente ocorre a emissão de folhas e maior será sua duração, além de maior facilidade no lançamento da inflorescência e maior uniformidade na coloração do fruto. Por outro lado, umidade superior a 80% favorece a ocorrência do mal-de-sigatoka.

Segundo DOORENBOS e KASSAM (1994), a umidade relativa ideal para a cultura da bananeira é, pelo menos, 60%.

Ainda DOORENBOS e KASSAM (1994), afirmam que a intensidade luminosa afeta o ciclo da bananeira, o tamanho do cacho e a qualidade e conservação do fruto. A fraca insolação retarda o desenvolvimento da planta, principalmente quando associada a um excesso de água.

Em regiões muito chuvosas e tempo nublado, bem como em densidades de plantio inadequadas, ocorre uma baixa taxa de fotossíntese e, conseqüentemente, redução no crescimento. Na ausência parcial e prolongada de luz, a bananeira interrompe seu contínuo desenvolvimento vegetativo e não sofre as diferenciações florais, alongando muito seu ciclo. Desta forma, qualquer sombreamento artificial ou natural é prejudicial à planta (DOORENBOS e KASSAN, 1994).

Os ventos podem causar o fendilhamento das folhas, torção da copa, rompimento do sistema radicular e tombamento das plantas. Ventos de 17,8 m/s causam danos consideráveis ao bananal e os de 27,8 m/s causam destruição é total. Plantas jovens tendem a quebrar-se sob a ação de fortes ventos, enquanto as mais velhas, principalmente se tiverem cachos, tendem a tombar. O plantio de bananeiras de porte baixo, o uso de quebra-ventos, a amarração, ou tutoragem, e a escolha de exposições adequadas são recursos utilizados para contornar a ação desfavorável dos ventos fortes DOORENBOS e KASSAM (1994).

Segundo esses autores, a altitude atua de maneira indireta, principalmente sobre a temperatura e a insolação, exercendo grande influência sobre o ciclo da bananeira. Em idênticas condições de solo, chuva, umidade relativa, dentre outros, foi verificado um aumento de 30 a 45 dias no ciclo da planta com o aumento de altitude em torno de 100 m..

A evapotranspiração (ET) refere-se ao total da perda de água para a atmosfera, da superfície do solo e das plantas pela combinação simultânea da evaporação com a transpiração.

Em 1989, pesquisadores de vários países, especialistas em evapotranspiração, concluíram que o conceito de evapotranspiração de referência (ET_o), até então empregado, apresentava problemas, principalmente relacionados à variabilidade das culturas de referência (grama e alfafa), levando a erros de sub e superestimativa dos principais métodos indiretos de estimativa, e à existência de dificuldades experimentais para contrastá-los. Como tais condições dificultavam a determinação padronizada da evapotranspiração de referência (ET_o) em escala global, os pesquisadores decidiram propor um novo conceito, o de evapotranspiração de referência hipotética (SMITH et al., 1991).

A metodologia para determinação da evapotranspiração de referência (ET_o), atualmente aceita pelos pesquisadores, é a evapotranspiração de uma cultura hipotética com uma altura de 0,12 m, resistência aerodinâmica da superfície de 70 sm^{-1} e albedo de 0,23. Foi introduzida, na equação de Penman (1948), a função de resistência da superfície foliar (r_c) para cada tipo específico de cultura, em adicional ao termo já existente de resistência aerodinâmica. A partir desta modificação, a equação de Penman-Monteith, ALLEN (1986) tornou-se mais precisa para ser utilizada no cálculo da ET_o, proporcionando bons resultados tanto em base mensal quanto diária e, até mesmo, horária (SEDIYAMA, 1996).

Segundo ALLEN (1986), estudos conduzidos por diferentes pesquisadores, em diferentes localidades e condições climáticas, indicam que o modelo de Penman-Monteith tem apresentado estimativas de ET_o para a grama de forma consistente e bem correlacionada com os valores medidos em lisímetros, tanto em escala mensal, decenal, quanto diária, indicando que este método pode ser utilizado, com sucesso, na determinação das necessidades de água das culturas como padrão de calibração de outros modelos empíricos, na ausência de dados de lisímetros. Já JENSEN et al. (1990), através da comparação de 19 métodos de estimativa da ET_o mundialmente utilizados, constataram que, em média, o método de Penman-Monteith apresentou o melhor desempenho na estimativa do erro para valores diários e mensais, em relação aos dados de lisímetros para 11 diferentes condições climatológicas.

Por definição, a evapotranspiração potencial da cultura (ET_{pc}) é a evapotranspiração de determinada cultura quando, se têm ótimas condições de umidade e nutrientes no solo, de modo a possibilitar a produtividade potencial das culturas nas condições de campo (BERNARDO, 1996).

A estimativa da evapotranspiração potencial da cultura (ET_{pc}) envolve, usualmente, um processo que se desenvolve em duas etapas. Na primeira etapa, estima-se a evapotranspiração de referência. Na segunda etapa, a ET_{pc} é obtida, multiplicando-se ET_o por um coeficiente de cultura (K_c) que integra as características da cultura e do clima local (DOORENBOS e PRUITT , 1986).

O coeficiente de cultura (K_c) é um parâmetro adimensional, proposto por VAN e DEVRIES (1954), e representa a razão entre a ET_c e a ET_o. Sob o ponto de vista de um balanço de energia, o K_c representa a fração de energia calorífica convertida em calor latente. A obtenção da ET_c e do K_c é realizada por meio das equações 1 e 2.

$$K_c = \frac{R_n + G + H}{R_{no} + G_o + H_o} \quad (1)$$

e

$$K_c = \frac{ET_{pc}}{ET_o} \quad (2)$$

em que

- K_c* = coeficiente da cultura, adimensional;
- R_n* = fluxo saldo de radiação, cal cm⁻²dia⁻¹;
- G* = fluxo de calor sensível no solo, cal cm⁻² dia⁻¹
- H* = fluxo de calor sensível no ar, cal cm⁻² dia⁻¹;
- o* = índice zero designa os valores concorrentes para a cultura de referência;
- ET_c* = evapotranspiração da cultura, mm dia⁻¹; e
- ET_o* = evapotranspiração de referência, mm dia⁻¹.

O K_c varia com a cultura, com o estágio de desenvolvimento, com o comprimento do ciclo vegetativo e com as condições climáticas locais. Por esta razão, os valores de K_c devem ser determinados, preferencialmente, para cada região.

No Quadro 1 são apresentados os coeficientes da cultura (K_c), obtidos por DOORENBOS e KASSAM (1994) para regiões de clima tropical.

No Quadro 1, observa-se que o coeficiente da cultura (K_c) aumenta até um certo ponto, diminuindo em seguida. Esse fato ocorreu porque, na última fase fenológica, correspondente à colheita, houve redução da exigência de água.

Quadro 1. Coeficientes de cultura (K_c) para bananeira em regiões de clima tropical segundo DOORENBOS e KASSAM (1994)

Meses após o plantio	1	2	3	4	5	6	7	8
K_c	0,4	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	0,85	1,1
Meses após o plantio	9	10	11	12	13	14	15	> 15
K_c	1,1	1,1	0,9	0,8	0,8	0,95	1,05	1,10

Segundo esses autores, as fases de rebrotos, floração e colheita variam em torno do primeiro ao sétimo mês, do oitavo ao décimo mês e do décimo primeiro ao décimo quinto mês, respectivamente.

Por definição, a evapotranspiração real da cultura (ET_{rc}) é a evapotranspiração de determinada cultura, em condições normais de cultivo, sem haver a obrigatoriedade de o teor de água no solo permanecer sempre próximo à capacidade de campo.

Para cálculo da ET_{rc} existem várias proposições, sendo as mais simples aquelas baseadas na disponibilidade de umidade no solo. A relação entre a ET_{rc} e a ET_{pc} é dada pela Equação 3, a seguir.

$$K_s = \frac{ET_{rc}}{ET_{pc}} \quad (3)$$

O K_s é um coeficiente adimensional, que depende da umidade do solo, e foi sugerido por PIZARRO (1987) para fins de conversão da ET_{pc} em ET_{rc} em função da disponibilidade de água no solo. O K_s pode ser expresso pelas equações 4 e 5.

$$K_s = \frac{\ln(LAA + 1)}{\ln(CTA + 1)} \quad (4)$$

em que

K_s = coeficiente de umidade do solo (adimensional);

LAA = lâmina atual de água no solo, em mm; e
 CTA = capacidade total de água no solo, em mm;

$$K_s = \frac{(UA - PMP)}{(CC - PMP)} \quad (5)$$

em que

UA = umidade atual do solo;
 CC = umidade na capacidade de campo; e
 PMP = umidade no ponto de murcha permanente.

BERNARDO (1996) cita três suposições sobre o efeito da umidade do solo no decréscimo da umidade na relação ET_{rc}/ET_{pc} . Uma das suposições foi formulada por VEIHMEYER e HENDRICKSON (1950). Esses pesquisadores afirmaram que a ET_{pc} ocorre na razão potencial, quando o teor de água no solo está com um valor acima do ponto de murcha, caindo abruptamente ao aproximar-se deste ponto.

As duas suposições foram formuladas por THORNTHWAITE e MATHER (1955) e por PIERCE (1958). Eles verificaram um decréscimo linear na relação ET_{rc}/ET_{pc} com o decréscimo na umidade do solo, enquanto PIERCE conclui que a ET_{rc} mantém-se acima de 90% da ET_{pc} , quando a umidade do solo está acima de um terço da água disponível. Abaixo deste valor, a ET_{rc} cairá rapidamente na forma exponencial até que a umidade do solo chegue ao ponto-de-murcha permanente.

Como na irrigação localizada a superfície do solo, normalmente, não é totalmente molhada, é necessário fazer uma correção na evapotranspiração potencial da cultura, determinada para os demais sistemas de irrigação. Assim a evapotranspiração é corrigida, multiplicando-a por um coeficiente K_l que, segundo alguns autores, pode ser obtido pelas equações apresentadas no Quadro 2.

Segundo PIZARRO (1987), existem numerosos procedimentos para corrigir a evapotranspiração da cultura. Dentre eles, aqueles baseados na fração de área sombreada pelas plantas são mais práticos e fáceis de serem obtidos.

Segundo esse autor, a porcentagem de sombreamento e área molhada pode ser obtida por meio das equações 6 e 7.

$$PS = \frac{ASC}{S_f S_p} \quad (6)$$

em que

PS = porcentagem de sombreamento;

ASC = área sombreada por cova; e

$S_f S_p$ = espaçamentos entre fileiras de plantas e entre plantas.

$$PW = \frac{AMM}{S_m S_l} \quad (7)$$

em que

PW = porcentagem de área molhada;

AMM = área molhada por microaspersor (m^2);

S_m = espaçamento entre microaspersores;

S_l = espaçamento entre linhas laterais.

De acordo com este método, os efeitos da evapotranspiração em uma área sombreada comporta-se quase igual a de uma superfície de um solo utilizando irrigação localizada, pois, a área não-sombreada elimina água com uma intensidade muito menor (PIZARRO, 1987).

Quadro 2. Coeficientes de localização (KL), citados por alguns autores, em função da porcentagem de área sombreada

Autores	Coeficiente de localização (KL)	
ALJIBURY et al (1974)	KL = 1,34 PS	
DECROIX (1971)	KL = 0,1 + PS	
HOARE et al (1984)	KL = PS + 0,5 (1-PS)	
KELLER (1974)	KL = 0,085 PS + 0,15	
FERERES (1981)	Se PS > 65	KL = 1
	Se PS ≤ 20	KL = 0,0194 PS + 0,1
	Se PS > 20 e PW ≤ 65	KL = 0,0108667 PS + 0,2998889

* Se PS < PW substituir PS por PW.

Segundo PIZARRO (1987), uma crítica que pode ser feita quanto a estas fórmulas é que todas elas fornecem uma relação linear entre o coeficiente de localização (KL) e a porcentagem de área sombreada (A). O autor descreve que, para

pequenas áreas de sombreamento, estas relações não funcionam. Neste caso, deve prevalecer a área molhada.

A duração de cada estágio vegetativo de uma cultura varia de acordo com a espécie e as condições climáticas. Diversos fatores climáticos condicionam o desenvolvimento das espécies agrícolas, sendo as condições térmicas e hídricas os dois parâmetros que mais afetam o estabelecimento e o desenvolvimento das culturas. Em cultivos irrigados, as condições térmicas assumem maior importância, já que as necessidades hídricas são supridas pela irrigação (MOTA, 1986).

De acordo com CHANG (1971), as plantas reagem diferentemente, ao longo do seu ciclo vital, a uma dada quantidade de energia disponível no meio. Apesar das adequadas condições de água e luz, o crescimento e o desenvolvimento de uma planta são reduzidos, significativamente, quando a temperatura ambiente torna-se menor que um valor mínimo ou excede a um valor máximo. Entre esses limites, há um valor de temperatura ótima à qual ocorre a maior taxa de crescimento.

De acordo com SILVA (2000), graus-dia é a ocorrência diária de uma energia térmica, medida e acumulada em graus Celsius, que ficou à disposição da planta dentro da faixa térmica adequada ao seu metabolismo, acima da condição mínima (temperatura-limite inferior ou mínima basal) e abaixo da condição máxima exigida pela planta (temperatura limite superior ou máxima basal). Portanto, uma vez conhecidos os valores em graus-dia necessários para completar cada estágio fenológico de uma determinada cultura (constante térmica) e as temperaturas máximas e mínimas diárias esperadas (valores médios) em determinada área, pode-se estimar, com facilidade, a duração do ciclo e estabelecer a época de plantio em função da época mais apropriada para a colheita.

Para obtenção da informação térmica, necessária à quantificação dos graus-dia, deve-se extraí-la mediante um estudo da marcha anual de temperatura local. Segundo NUNEZ (1986), após realizado um estudo das condições térmicas para um ou dois anos, tem-se a previsão dos anos subsequentes da marcha dos valores de graus-dia, possibilitando, assim, prever a data da maturação ou colheita de qualquer cultura.

Segundo OMETTO (1981), diversos pesquisadores utilizaram a idéia da constante térmica na tentativa de relacionar os processos fisiológicos das plantas à temperatura do ar, surgindo, então, diversos métodos para determinação das unidades

térmicas, podendo-se citar o método exponencial, o método direto, o método residual, dentre outros.

Atualmente, o método residual vem sendo a metodologia frequentemente utilizada. Neste, o acúmulo de graus-dia baseia-se na soma das diferenças entre as temperaturas médias diárias do ar e a temperatura basal mínima da cultura (T_b), temperatura mínima que é variável para cada cultura ou período, conforme pode ser visto na Equação 8.

$$GD = \frac{T_{m\acute{a}x} + T_{m\acute{i}n}}{2} - T_b \quad (8)$$

em que

GD = graus-dia, °C;

$T_{m\acute{a}x}$ = temperatura máxima do ar (°C); Se $T_{m\acute{a}x} > T_{b\acute{m}\acute{a}x}$ usa-se $T_{b\acute{a}s\acute{a}l\ m\acute{a}x}$;

$T_{m\acute{i}n}$ = temperatura mínima do ar (°C); Se $T_{m\acute{i}n} < T_{b\acute{m}\acute{i}n}$ usa-se $T_{b\acute{a}s\acute{a}l\ m\acute{i}n}$; e

T_b = temperatura mínima basal (°C).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Durante a realização do experimento (dezembro de 1999 a abril de 2001), fizeram-se as medições dos parâmetros básicos relativos à irrigação e à cultura da bananeira. Os parâmetros avaliados foram a ETo, ETpc, ETrc, o índice de área foliar (IAF), a porcentagem de sombreamento (%C) e o número de graus-dia (GD). Estes parâmetros foram estimados e analisados, paralelamente às medições do desenvolvimento vegetativo.

A evapotranspiração de referência (ETo) foi obtida da equação de Penman Monteith, utilizando-se o software SISDA, que necessita dos dados meteorológicos de entrada, tais como as temperaturas máxima, média e mínima, velocidade do vento, umidade relativa, insolação e radiação, para calcular diretamente a ETo (evapotranspiração de referência).

A evapotranspiração de referência, corrigida para a evapotranspiração da cultura em condições de irrigação localizada, conforme metodologia de KELLER e BLIESNER (1990), foi obtida no SISDA 3.0.

A evapotranspiração da cultura foi determinada por meio do balanço de água no solo, conforme a Equação 9 :

$$ET_{pc} = P + I \pm \Delta A - Pp - Es \quad (9)$$

em que

P = precipitação, mm;

I = irrigação, mm;

A = variação da umidade em determinado intervalo de tempo, em mm.

Pp = percolação profunda, em mm; e

Es = escoamento superficial, em mm.

A precipitação foi obtida de uma estação climatológica, na área experimental. A variação do armazenamento foi obtida semanalmente, com amostras de solo coletadas no bulbo molhado para verificar a umidade do solo pelo método gravimétrico (BERNARDO, 1996). A percolação profunda foi estimada pelo software SISDA por meio do balanço de água no solo. O escoamento superficial foi desconsiderado em função da topografia bastante plana e das características granulométricas do solo da área experimental.

A primeira etapa constou-se de avaliações relativas às plantas-mãe. Foram feitas as determinações dos graus-dia (GD) para as respectivas fases fenológicas da cultura e dos meses de avaliação, do índice de área foliar (IAF), da porcentagem de sombreamento (Ps) e do coeficiente da cultura (Kc) em função das lâminas de irrigação.

A segunda etapa baseou-se nos mesmos objetivos e metodologias da primeira fase, porém avaliando-se as plantas-filha da bananeira. A avaliação foi feita no período de junho a novembro de 2000, interrompendo-se apenas no momento da floração que ocorreu no mês de novembro do ano 2000.

Os valores dos coeficientes de cultura (Kc) foram obtidos da razão entre ETc e ETo (Equação 10).

$$Kc = \frac{ETc}{EToKsKl} \quad (10)$$

Neste trabalho, utilizou-se a irrigação localizada, com um turno de rega de dois dias, o que manteve a umidade do solo próxima da capacidade de campo, com o Ks próximo da unidade.

Para comparar dos valores obtidos experimentalmente com os valores sugeridos pela FAO, tirou-se a média dos coeficientes da cultura (K_c) para cada fase fenológica.

A área foliar foi obtida da média de três plantas de bananeira, em cada tratamento. Em cada planta, a área de todas as folhas foi estimada, utilizando-se a largura média e o comprimento. O índice de área foliar, para as plantas-mãe e filha, foi obtido da área foliar média e área de abrangência da planta, utilizando-se as equações 11 e 12.

$$Af = LmC \quad (11)$$

em que

Af = área foliar, m^2 ;

Lm = largura média, cm; e

C = comprimento da folha, cm.

$$IAF = \frac{(A_f)}{(S_f \cdot S_p)} \quad (12)$$

em que

A_f = área foliar média das plantas, m^2 ;

S_p = espaçamento entre plantas, m; e

S_f = espaçamento entre linhas de plantio, m.

A porcentagem de sombreamento foi estimada através da Equação 6 e utilizando cinco covas por tratamento, enquanto a porcentagem de área molhada foi estimada por meio da Equação 7.

As percentagens de sombreamento foram obtidas, no início, somente para as plantas-mãe, e depois para as plantas-mãe e filha.

A necessidades térmicas em graus-dia foram obtidas, utilizando-se a Equação 8, para cada fase fenológica e para todo o ciclo da cultura. A temperatura basal inferior foi considerada de 15°C e superior de 37°C .

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios mensais de temperatura máxima, média, mínima, umidade relativa, horas de sol, velocidade do vento e precipitações referentes às obtidas na estação meteorológica automática instalada na área experimental, durante a realização do experimento, estão apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3- Temperaturas, umidade relativa, insolação e vento medidos no Projeto Jaíba durante os anos 2000 e 2001

Datas	Temperaturas			UR	Insolação	Vento
	Máxima	Média	Mínima			
Dez/99	30,14	24,63	20,66	78,4	6,36	0,19
Jan/00	30,67	24,82	20,55	78,9	6,19	0,23
Fev/00	31,76	25,55	20,99	74,7	8,87	0,27
Mar/00	30,69	24,93	20,63	76,0	7,71	0,30
Abr/00	31,68	24,75	19,39	69,6	9,41	0,29
Mai/00	31,67	22,67	15,32	67,9	9,49	0,32
Jun/00	30,32	20,69	12,23	73,8	9,58	0,29
Jul/00	29,74	20,66	12,27	72,7	9,50	0,26
Ago/00	31,18	21,36	12,30	70,9	10,08	0,32
Set/00	31,11	23,60	16,00	69,8	9,58	0,23
Out/00	34,07	25,23	16,90	68,1	10,01	0,11
Nov/00	30,62	24,12	19,67	87,6	5,38	0,10
Dez/00	29,94	24,97	20,77	81,7	4,76	0,25
Jan/01	32,23	25,35	19,80	65,8	9,76	0,20
Fev/01	34,21	25,86	19,31	68,5	10,06	0,17
Mar/01	31,93	24,91	20,29	71,3	7,59	0,14
Abr/01	33,57	25,68	19,27	55,7	9,80	0,14
Média	31,50	24,10	18,02	72,43	8,47	0,22

4.1. Índice de área foliar

No Quadro 4, observa-se que as plantas do tratamento de 100% da ETo apresentaram um IAF superior àquelas dos demais tratamentos, o que pode explicar, em parte, a antecipação da floração e um desenvolvimento vegetativo relativamente superior nas primeiras fases fenológicas, promovido por este tratamento, principalmente o perímetro do pseudocaule, sendo que este é o que mais correlaciona com a produtividade (PEREZ, 1972; SIQUEIRA, 1984). Levanta-se a hipótese de que, na floração e enchimento dos frutos, a lâmina de irrigação correspondente ao tratamento de 100% da ETo não foi suficiente para satisfazer plenamente as necessidades hídricas e nutricionais da cultura, em função das características edafoclimáticas da área experimental.

No Quadro 4, observa-se que não houve um desenvolvimento significativo do IAF nos meses de abril, maio e junho, possivelmente devido às temperaturas baixas. O ponto máximo ocorreu no mês de junho de 2000, decrescendo, posteriormente, em função do início da fase de florescimento. Nesses meses, as plantas entraram numa fase estável, mantendo constante o número de folhas (Quadro 3).

O IAF menor nos tratamentos de 40% e 120% explica-se pelo fato de que na fase inicial, quando a planta está pequena, a menor quantidade de água aplicada, correspondente ao tratamento de 40% ETo, não foi suficiente para proporcionar um desenvolvimento adequado da planta. Já no tratamento de maior lâmina, correspondente ao 120% ETo, houve percolação de água e lixiviação de nutrientes, o que influenciou o desenvolvimento foliar e da planta (Quadro 4).

Para as plantas-filha, o máximo florescimento ocorreu no mês de outubro de 2000. Os valores encontrados do índice de área foliar foram proporcionais às lâminas aplicadas e maiores em relação aos das plantas-mãe (Quadro 5).

Observou-se o mesmo comportamento, no início das medições, em relação às plantas-mãe, ou seja, as plantas relativas ao tratamento de 100% da ETo apresentaram um comportamento superior, no início das fases fenológicas, em relação aos tratamentos com menores quantidades de água, porém, quando aproximou-se a floração e o enchimento dos frutos, as plantas relativas ao tratamento de 120% da ETo apresentaram valores superiores aos obtidos nos outros tratamentos (Quadro 5).

Quadro 4. Índice de área foliar das plantas-mãe em função dos tratamentos de irrigação e das épocas de avaliação no ano 2000

		Índice de área foliar (IAF)						
TRATAM.		Mar/00	Abr/00	Mai/00	Jun/00	Jul/00	Ago/00	Set/00
40%	ETo	0,95	1,65	1,65	1,67	1,45	1,30	1,28
60%	ETo	1,12	2,20	2,22	2,23	2,05	1,89	1,78
80%	ETo	1,08	2,24	2,23	2,25	2,14	1,92	1,85
100%	ETo	1,07	2,64	2,66	2,70	2,40	2,00	1,96
120%	ETo	1,05	1,87	1,90	1,92	1,72	1,45	1,37

Quadro 5. Índice de área foliar das plantas-filha em função dos tratamentos de irrigação e das épocas de avaliação obtidas nos anos 2000 e 2001

		Índice de área foliar das plantas- filha (IAF)							
TRATAM.		Jun/00	Jul/00	Ago/00	Set/00	Out/00	Nov/00	Dez/00	Jan/01
40%	ETo	0,69	0,84	0,92	1,12	1,33	1,24	1,10	0,96
60%	ETo	0,45	0,70	0,77	1,19	1,85	1,78	1,58	1,45
80%	ETo	0,60	0,70	1,14	1,56	2,41	2,35	2,30	2,10
100%	ETo	0,85	1,12	1,52	1,55	2,74	2,60	2,51	2,41
120%	ETo	0,69	0,85	1,03	1,81	2,95	2,80	2,75	2,63

4.2. Porcentagens de sombreamento

No Quadro 6, verifica-se que para as plantas-mãe da bananeira não houve recobrimento total da área, sendo que o tratamento de 120% foi o que proporcionou maior cobertura final (em torno de 69%).

Quadro 6. Porcentagem de sombreamento das plantas-mãe em função dos tratamentos de irrigação e das épocas de avaliação no ano 2000

		Porcentagem de sombreamento				
Tratamentos		Mar/00	Abr/00	Mai/00	Jun/00	Jul/00
40%	ETo	21	35	48	51	54
60%	ETo	17	23	38	42	48
80%	ETo	25	39	52	59	61
100%	ETo	25	40	54	63	66
120%	ETo	30	44	57	66	69

No Quadro 7, observa-se que, nos tratamentos de 100% e 120%, a partir do nono mês após o plantio (agosto), as plantas já tinham coberto toda a rua,

sombreado totalmente os carregadores. Para o tratamento de 80% verifica-se que a cobertura total só ocorreu a partir do décimo mês após o plantio (setembro). Para os tratamentos de 40% e 60%, o sombreamento da área através da copa não completou-se totalmente.

Quadro 7. Porcentagem de sombreamento influenciada pelas plantas mãe e filha em função dos tratamentos de irrigação e das épocas de avaliação na área experimental no ano 2000

		Porcentagem de sombreamento para as plantas mãe e filha - Ano 2000								
Tratamentos		Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
40%	ETo	21	35	48	51	56	76	84	90	91
60%	ETo	17	23	38	42	46	69	81	91	91
80%	ETo	24	39	52	60	74	99	100	100	100
100%	ETo	25	40	54	62	72	100	100	100	100
120%	ETo	30	43	57	66	89	100	100	100	100

4.3. Graus-dia totais acumulados durante o ciclo das plantas mãe e filha

Durante todo o ciclo da cultura, houve um acúmulo crescente de energia térmica chegando ao valor máximo de 4738 °C graus-dia até à colheita das plantas-filha da bananeira (abril de 2001). Nos cinco meses, correspondentes ao período de colheita da planta-mãe até à colheita da planta-filha houve um acumulado de 1562°C relativo aos graus-dia (Quadro 8).

O tratamento de 40% proporcionou um aumento de 714 °C e de 472 °C no acumulado dos graus-dia, para as fases de floração e desenvolvimento do cacho das plantas-mãe, respectivamente. Para as plantas-filha, houve um aumento de 837 °C correspondente à fase de desenvolvimento do cacho das plantas-filha. Para os outros tratamentos, não houve diferenças entre o acumulado dos graus-dia nas respectivas fases fenológicas.

Quadro 8. Graus-dia acumulados para as diferentes fases fenológicas das plantas mãe e filha

Fases	GD(°C)
Início	638
Desenvolvimento vegetativo das plantas- mãe	1784
Desenvolvimento do cacho das plantas- mãe	2584
Colheita das plantas- mãe	3176
Desenvolvimento do cacho das plantas-filha	1562
Total	4738

No Quadro 9, observa-se que o tempo transcorrido do plantio até o aparecimento do ramo floral foram seis meses, da floração até à maturação foram de quatro meses, para a colheita foram dois meses e para a safra seguinte foram cinco meses. Estes valores confirmam as afirmações feitas por DOORENBOS e KASSAM (1994) e PEREIRA (1997).

Quadro 9. Intervalo e duração em dias de cada fase fenológica para os dois ciclos

Fases Fenológicas	Intervalo	Duração em dias
I- Início (10% de cobertura)	Dez/99 a Jan/00	60
II- Desenvolvimento Vegetativo	Fev/00 a Mai/00	120
III-Floração/Desenvolvimento do cacho	Jun/00 a Set/00	120
IV-Colheita	Out/00 a Nov/00	60
Fase única-Planta-filha	Dez/00 a Abr/01	150

4.4. Análise da floração e da colheita das plantas mãe e filha

De acordo com o Quadro 10, o início da floração das plantas-mãe da bananeira ocorreu no mês de maio de 2000, prolongando-se até o mês de agosto do mesmo ano, totalizando 4 meses (120 dias). Os tratamentos de 100% e 120% anteciparam a floração em dois meses, destacando-se o tratamento de 100% da ETo. Para os tratamentos 40%, 60% e 80% da ETo transcorreram quatro meses, aproximadamente, para que todas as plantas estivessem iniciado a floração.

Estes resultados confirmam as afirmações feitas por MELLIN e MARSEUALT (1972), segundo os quais a irrigação em níveis maiores antecipa a floração em, aproximadamente, 30 dias.

No Quadro 11, observa-se que o início da colheita das plantas-mãe ocorreu em novembro de 2000 e terminou em fevereiro de 2001, totalizando cinco meses para os tratamentos 40%, 60% e 80% e três meses para os tratamentos de 100% e 120%. Observou-se que algumas pencas, correspondentes ao tratamento de 100% da ETo, começaram a amadurecer no pé, forçando a colheita antes que a maioria das pencas estivesse no ponto de colheita. Levanta-se a hipótese de que este tratamento, na época de floração e colheita, não supriu a demanda hídrica da cultura, causando um estresse hídrico nesta fase e proporcionando o amadurecimento precoce de alguns frutos. Já para os tratamentos de 40% e 60% da ETo, os cachos não apresentaram sinais de desenvolvimento devido à proliferação de fungos, raquitismo e não enchimento dos dedos, não atingindo o diâmetro mínimo recomendado para a colheita, fazendo com que aqueles fossem colhidos mesmo sem apresentar adequação de colheita.

A seqüência da colheita foi igual à da floração, em relação aos tratamentos em estudo, ou seja, para os tratamentos que iniciaram primeiro a floração (100% e 120%), a colheita ocorreu também antecipadamente. Nas primeiras plantas a iniciarem a floração, mês de maio do ano de 2000, a colheita ocorreu no mês de novembro do mesmo ano, totalizando, em média, um período de seis a sete meses entre a floração e a colheita. Para os outros tratamentos observou-se um atraso na colheita (Quadros 10 e 11). Para os tratamentos de 100% e 120% ETo, o atraso na colheita ocorreu em função do início do período de inverno (maio a julho), enquanto para os tratamentos de 40% e 60% ETo, além do período ter coincidido com o período de inverno, houve influências do déficit hídrico e, conseqüentemente, de doenças.

Foi observado que apesar do tratamento de 100% da ETo ter iniciado a floração antes e, conseqüentemente, ter antecipado a colheita, ele proporcionou cachos com qualidade inferior, quando comparado com o tratamento de 120% da ETo, o que pode ser comprovado nas análises da qualidade do fruto na colheita (Capítulo I).

Os tratamentos de 40% e 60% da ETo demoraram até nove meses da floração até a colheita. Além de ter atrasado a colheita, foi observado que os cachos eram

raquíticos e defeituosos e apresentavam uma grande incidência de fungos no engaço, provavelmente devido à queimadura pelo sol, em função da quantidade reduzida de folhas.

Com relação ao número de dias do plantio ao florescimento, HOTSONYAME (1975) observou que as bananeiras plantadas em período chuvoso levaram 223 dias para florescer. Os resultados encontrados por esse autor foram semelhantes ao obtido pelas lâminas de 100% e 125% da ETo (215 dias, de novembro de 1999 a junho de 2000), evidenciando que a disponibilidade de água fornecida por meio da irrigação, além da temperatura elevada, propiciou redução do ciclo do plantio ao florescimento.

Quadro 10. Quantidade de plantas-mãe que emitiram a inflorescência, em função dos tratamentos de irrigação e dos meses do ano 2000

Acumulado de plantas que emitiram a inflorescência					
Tratamentos	Mai/00	Jun/00	Jul/00	Ago/00	
40% ETo	0	9	34	40	
60% ETo	3	24	35	40	
80% ETo	10	30	39	40	
100% ETo	22	31	40	40	
120% ETo	1	24	40	40	

Quadro 11. Quantidade de cachos colhidos das plantas-mãe, em função dos tratamentos de irrigação e meses dos anos 2000 e 2001

Acumulado de cachos colhidos					
Tratamentos	Nov/00	Dez/00	Jan/01	Fev/01	
40% ETo	0	7	34	40	
60% ETo	1	15	36	40	
80% ETo	5	28	38	40	
100% ETo	18	34	40	40	
120% ETo	12	36	40	40	

A floração das plantas-filha da bananeira iniciou-se em novembro de 2000 e terminou em março de 2001 (Quadro 12).

Como o tratamento de 100% da ETo já havia emitido floração em mais de 40% das plantas no mês de novembro de 2000, em março de 2001 iniciou-se a

colheita, mês em que finalizaram as emissões da floração dos tratamentos com menores quantidades de água (40 e 60%) (Quadro 12).

A colheita das plantas-filha da bananeira iniciou-se em meados de março de 2001, prolongando-se até o início de julho do mesmo ano, conforme mostrado no Quadro 13.

As plantas-filha, relativas aos tratamentos de 100% e 120%, precisaram de quatro a seis meses a partir da floração para produzir, o que é confirmado por DOORENBOS e KASSAM (1994). Para os demais tratamentos, este intervalo foi de 8 a 9 meses (Quadros 12 e 13).

A incidência do mal-do-Panamá não permitiu a continuidade do experimento, não sendo possível a colheita das plantas neta.

O manejo da irrigação foi feito até o mês de abril de 2001, quando todos os cachos relativos aos tratamentos de 100% e 120% já haviam sido colhidos, o mesmo acontecendo com mais de 80% dos cachos relativos aos tratamentos de 40%, 60% e 80% da ETo. Cabe ressaltar que os cachos referentes aos menores tratamentos citados anteriormente, além de terem atrasado a colheita em função dos meses com temperaturas mais baixas (maio, junho e julho), apresentaram raquitismo e não se desenvolveram bem, tendo que ser cortados.

Quadro 12. Quantidade de plantas-filha que emitiram a inflorescência, em função dos tratamentos de irrigação e dos meses do ano de 2000 e 2001

Acumulado de plantas que emitiram a inflorescência						
Tratamentos	Nov/00	Dez/00	Jan/01	Fev/01	Mar/01	
40% ETo	0	4	8	28	40	
60% ETo	2	11	15	30	40	
80% ETo	4	25	29	36	40	
100% ETo	23	31	33	40	40	
120% ETo	9	29	33	40	40	

Quadro 13. Quantidade de cachos colhidos da plantas-filha, em função dos tratamentos de irrigação e meses do ano 2001

Tratamentos	Acumulado de cachos colhidos					Total
	Mar/00	Abr/00	Mai/00	Jun/00	Jul/00	
40% ETo	0	10	22	32	40	40
60% ETo	2	8	20	31	40	40
80% ETo	7	17	30	40	0	40
100% ETo	18	36	40	0	0	40
120% ETo	16	33	40	0	0	40

4.5. Coeficiente da cultura (Kc)

Os valores do coeficiente de cultura (Kc) foram superiores aos recomendados pela FAO, com exceção da terceira fase fenológica, em que apresentaram-se semelhantes (Quadro 14).

Na primeira fase, compreendida entre dezembro de 1999 a janeiro de 2000 e denominada inicial, não foi possível determinar o coeficiente da cultura em função das precipitações ocorridas no início do experimento. Na segunda fase, compreendida de fevereiro a maio de 2000, e denominada desenvolvimento vegetativo, prevaleceu o tratamento correspondente à lâmina de 100% da ETo. A lâmina correspondente ao tratamento de 120% da ETo destacou-se na terceira e quarta fases fenológicas, denominadas floração e maturação (junho a setembro) e colheita (outubro a novembro), respectivamente. A seleção das lâminas de irrigação, por fase, foi feita em função dos parâmetros avaliados, tais como o desenvolvimento vegetativo, a floração e a produtividade.

Quadro 14. Coeficientes de cultura (Kc) obtidos através dos tratamentos de irrigação e os indicados pela FAO, por fases fenológicas da cultura, para as plantas-mãe e filha

Estádios	Kc-FAO	Kc obtido
	Plantas- mãe	
I	0,40	*
II	0,56	0,71
III	1,01	1,00
IV	0,85	0,87
Plantas-filha		
Único	0,92	0,97

* Kc impossibilitado de ser medido.

Compararam-se as umidades do solo simuladas pelo software SISDA com as umidades reais obtidas na área experimental (Figuras 1 a 5).

As Figuras 1 a 5 apresentam a superestimativa das umidades calculadas pelo SISDA, em relação às umidades coletadas no solo. À medida que aumentou a lâmina de irrigação, a superestimação promovida pelo SISDA diminuiu. Isto pode ser explicado pelo fato de o SISDA simular as umidades, não levando em consideração os déficits hídricos. Quando existe déficit de umidade no solo, o SISDA considera a umidade próxima da capacidade de campo.

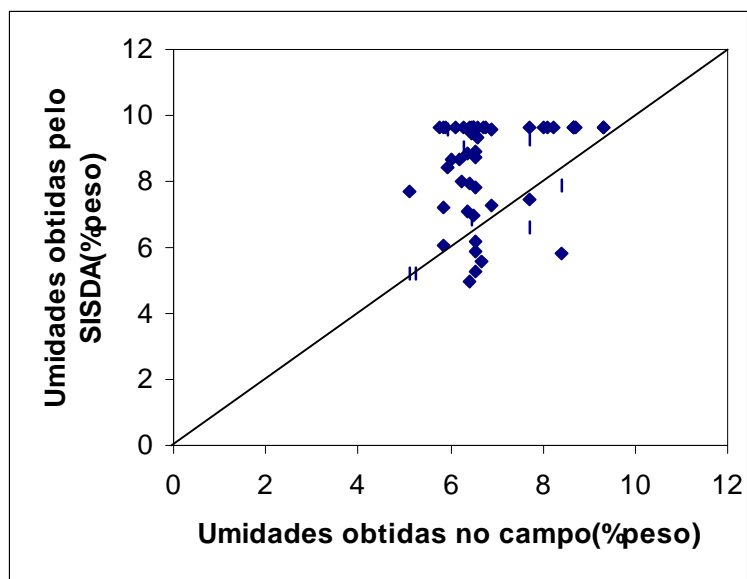


Figura 1. Comparação das umidades do solo coletadas no campo e das umidades simuladas pelo SISDA para o tratamento de 40% da ETo.

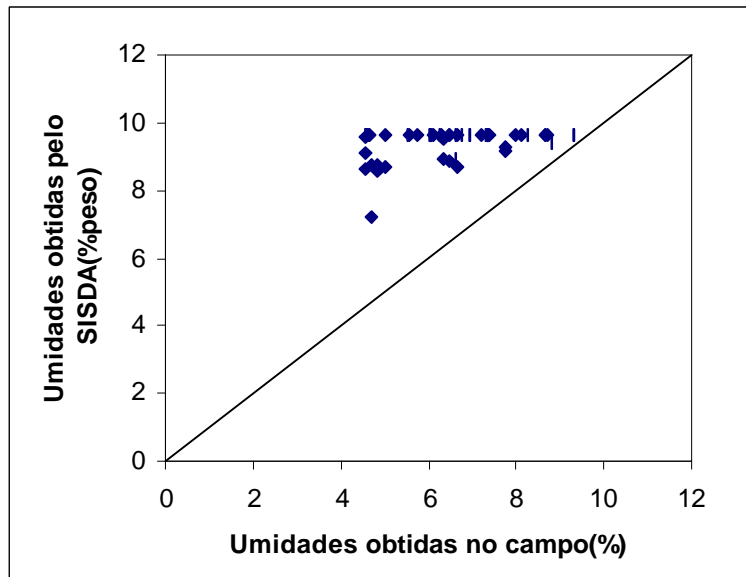


Figura 2. Comparação das umidades do solo coletadas no campo e das umidades simuladas pelo SISDA para o tratamento de 60% da ETo.

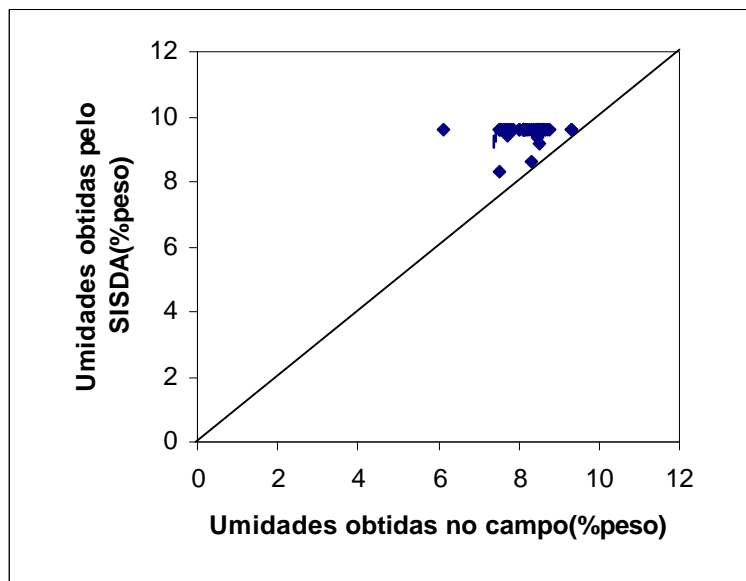


Figura 3. Comparação das umidades do solo coletadas no campo e das umidades simuladas pelo SISDA para o tratamento de 80% da ETo.

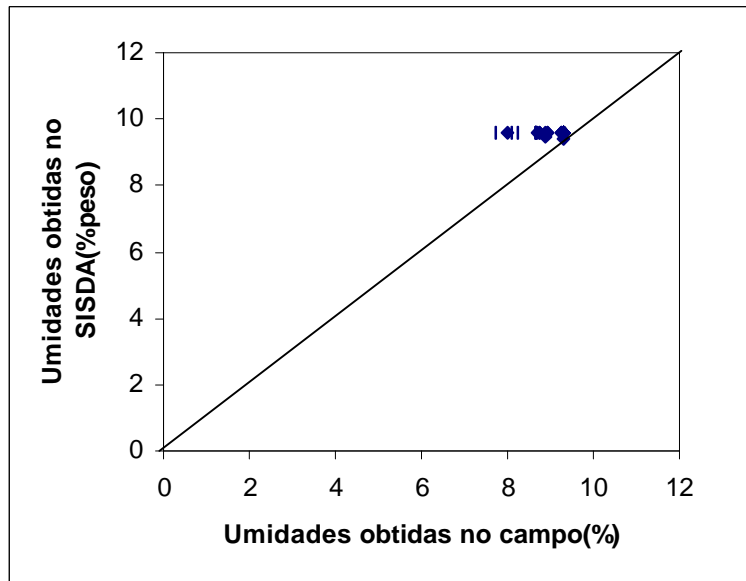


Figura 4. Comparação das umidades do solo coletadas no campo e das umidades simuladas pelo SISDA para o tratamento de 100% da ETo.

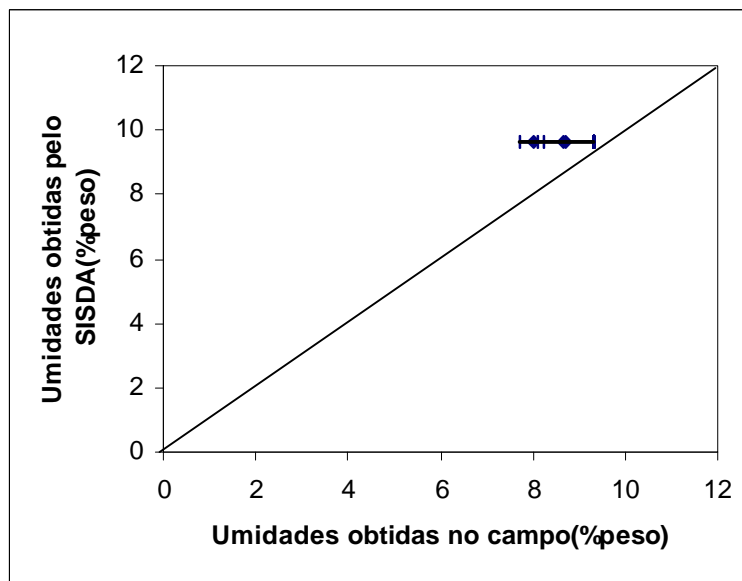


Figura 5. Comparação das umidades do solo coletadas no campo e das umidades simuladas pelo SISDA para o tratamento de 120% da ETo.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho foi realizado no Projeto Jaíba, localizado no Norte de Minas Gerais, e objetivou determinar parâmetros básicos do manejo de irrigação para a região Norte de Minas Gerais a fim de fornecer, aos irrigantes da região, parâmetros reais de manejo de irrigação da cultura da bananeira.

A região semi-árida do Norte de Minas Gerais não só apresenta problemas, mas também potencialidades para o desenvolvimento da agricultura irrigada, constituindo-se na nova fronteira para a expansão da fruticultura, com destaque para a bananeira, com grandes áreas plantadas.

Apesar de o empresário possuir tecnologias modernas disponíveis, na maioria das vezes ele não sabe utilizá-las de maneira racional, promovendo altos investimentos iniciais e não alcançando o retorno desejado.

O manejo da irrigação surge como uma alternativa para viabilizar as áreas irrigadas e proporcionar maior economia de água e energia elétrica com produtividades dentro do esperado.

Uma maneira para viabilizar as áreas irrigadas é a utilização de parâmetros de manejo, imprescindíveis para o sucesso do empreendimento, obtidos de outras fontes de pesquisa, conduzida em locais com condições edafoclimáticas diferentes das encontradas na área de estudo.

Em face da magnitude do potencial do Norte de Minas Gerais, principalmente para a fruticultura irrigada, em função de condições edafoclimáticas propícias, aliada ao problema de secas que têm atingido a região, verifica-se que o manejo correto e

racional da irrigação, utilizando parâmetros adequados de irrigação é uma alternativa para viabilizar projetos, além de fixar o homem ao campo.

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- A quantidade de água aplicada pelos tratamentos de 100% e 120% da ETo, durante a fase de floração, promoveu a antecipação da floração e, conseqüentemente, da colheita.
- Os coeficientes da cultura (Kc) obtidos foram superiores aos indicados pela FAO, em todas as fases fenológicas, com exceção da terceira fase.
- A porcentagem de sombreamento para as plantas-mãe atingiu 69%, proporcionada pelo tratamento de 120% da ETo; no entanto, para a plantas-filha, nos tratamentos de irrigação 100% e 120% da ETo, esse valor chegou a 100%.
- A bananeira, cultivar Prata anã, necessitou de 365 dias correspondentes a 3176 graus-dia, do plantio até a colheita das plantas-mãe, e de 150 dias da colheita das plantas-mãe até a colheita das plantas-filha, correspondente a 1562 graus-dia.

Recomendações:

Para realizar um manejo de irrigação utilizando-se o software SISDA, devem-se fazer verificações ocasionais da umidade do solo a fim de ajustar os valores simulados pelo programa.

CAPÍTULO II

EFEITOS DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO FRUTO DA BANANEIRA CULTIVAR PRATA-ANÃ PARA A REGIÃO NORTE DE MINAS GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A agricultura irrigada contribui de forma substancial para promover as transformações sócioeconômicas, mediante a geração de rendas e oportunidades de emprego, com o aproveitamento da mão-de-obra disponível no meio rural, em decorrência do uso intensivo de tecnologias. Constata-se, entretanto, que a realidade da agricultura irrigada brasileira tem demonstrado que não é raro encontrar projetos de irrigação, públicos ou privados, sem o apropriado planejamento e que, depois de implantados, são conduzidos sem a preocupação com o manejo e operação adequados à irrigação, resultando, com muita frequência, em baixa eficiência dos projetos, comprometendo, assim, a expectativa de aumento da produtividade.

A água é um dos principais fatores de produtividade na agricultura. Cada espécie de planta necessita de um adequado nível de água no solo, que atenda suas necessidades fisiológicas.

É comum a aplicação excessiva de água para compensar a falta de uniformidade de sua distribuição, sendo tal estratégia viabilizada quando a água não é fator limitante. A aplicação de quantidades superiores à necessária tem por objetivo permitir que apenas pequenas áreas do campo sejam subirrigadas (WALKER, 1979). Mesmo quando não existem limitações físicas e econômicas à aplicação excessiva de água, tal prática deve ser evitada, por razões ambientais, já que o excesso pode promover a lixiviação e a contaminação dos recursos hídricos.

A bananeira é a cultura mais importante, atualmente, na região Norte de Minas Gerais, enquanto a irrigação é o elemento essencial ao sucesso do empreendimento, com uma participação expressiva em termos mundiais. Cabe salientar que, segundo a FAO (1994), o Brasil vem se destacando como o segundo país produtor de bananas, com 11,45% do total mundial e, ainda, como seu maior consumidor, perdendo apenas para a Índia. Esta fruta destaca-se como um dos principais produtos de exportação de alguns países da Ásia, América Central e do Sul (FAO, 1991). Todavia, a baixa qualidade da banana, em condições brasileiras, faz com que sua exportação seja limitada, podendo a irrigação bem manejada ser uma possível solução nos locais onde as precipitações não são suficientes para suprir as necessidades hídricas da bananeira.

A região Norte de Minas Gerais detém a maior área plantada de banana em relação ao Vale do São Francisco, ocupando 12.936 ha, o que corresponde a 55% do total da área plantada (EPAMIG, 1999).

Quanto à irrigação no Vale do São Francisco, apenas 9% dos 81.063 ha com fruticultura não são irrigados. Estas áreas, em sua maioria, localizam-se na região Norte de Minas Gerais, onde a precipitação média anual está em torno de 975 mm, porém concentrada em três a quatro meses do ano (EPAMIG, 1999).

A irrigação na bananicultura contribui para o processo de qualificação do produto e sua utilização conduz a maiores produções e produtividades, mas o Brasil ainda possui uma precária estrutura comercial e baixa qualidade da produção. Quando se refere à qualidade, está explícita a classificação das pencas como de primeira, de segunda e descarte.

A cultivar Prata-anã vem tendo um bom incremento de plantio e uma boa aceitação no processo de comercialização, principalmente na região Norte do Estado de Minas Gerais. Em razão das características superiores desta variedade, novas fronteiras foram abertas para a fruticultura, sendo a banana comercializada principalmente nos grandes centros comerciais (SOUTO et al., 1997).

Quanto à importância social da cultura da bananeira, pode-se salientar que cada hectare gera três empregos diretos, em que, só na produção, existem quatro mil trabalhadores envolvidos com a bananicultura no Norte de Minas Gerais. Além disso, existe um comércio forte que envolve o deslocamento diário de cerca de 60 caminhões para os principais locais de consumo, o que significa um volume considerável de empregos em toda a cadeia produtiva (EPAMIG, 1999).

Uma importante ferramenta utilizada no manejo da irrigação é o software SISDA (Sistema de Suporte da Decisão Agrícola) que, a partir de informações meteorológicas locais, juntamente com o cadastro de dados edafoclimáticos da propriedade ou região a ser manejada, permite o manejo racional da irrigação visando à preservação do meio ambiente e altas produtividades com menores custos de água e energia elétrica.

Sendo a bananeira uma cultura que requer uma grande e permanente disponibilidade de água no solo, aplicada em quantidades adequadas, acredita-se que, com a interação do software SISDA associado às informações obtidas em uma estação meteorológica automática, é possível um manejo adequado e eficiente da irrigação em tempo real, propiciando ao agricultor um bom retorno financeiro com aumento de produtividade, economia de água, de mão-de-obra e nutrientes além de não causar prejuízos ao meio ambiente. Para tanto, deve-se dar condições para que a planta tenha um máximo crescimento vegetativo, mantendo suas atividades fisiológicas à capacidade potencial, de acordo com as condições climáticas existentes.

Em função da grande importância sócioeconômica da bananicultura, associada à necessidade de um manejo racional da irrigação no Norte de Minas Gerais, este trabalho objetivou determinar a lâmina mínima a ser adotada em cada fase fenológica da cultura da bananeira e determinar as funções de produção, bem como estudar os efeitos da lâmina de irrigação sobre a produtividade e rentabilidade da bananeira irrigada no Projeto Jaíba, instalado na região Norte de MG.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cultura da bananeira

Segundo PADOVANI (1986), a bananeira é uma fruteira tipicamente tropical, apresentando desenvolvimento e produtividade contínuos nessas condições. Portanto, seu comportamento é afetado pelas condições edafoclimáticas da área produtora, ocorrendo, às vezes, variações marcantes quanto às suas características morfológicas, produtividade e qualidade dos frutos.

Segundo SILVA (1997), a bananeira é considerada um vegetal herbáceo completo, constituída por sistema radicular, caule ou rizoma, pseudocaule, folhas, flores e, em alguns casos, sementes. A água entra em sua constituição em altas porcentagens, ou seja, mais de 90% na parte vegetativa e cerca de 60% nos frutos. O sistema radicular origina-se na parte central do rizoma, distribuindo-se em sua maior parte nas camadas superficiais do solo. Estima-se que acima de 70% do sistema radicular ativo estariam nos primeiros trinta centímetros do solo, embora, em condições favoráveis, algumas raízes possam atingir 4 m ou mais de profundidade. Nestas condições, uma muda, após 60 dias do plantio, poderá apresentar raízes com 1m de comprimento.

O rizoma ou caule subterrâneo da bananeira é a parte onde todas as demais estruturas da planta se apóiam, apresentando forma semi-esférica na região inferior, e na porção superior uma forma cônica que se alonga à medida que a planta desenvolve. É composto por duas partes, a primeira denominada córtex, que é mais externa, e o cilindro central que é bastante fibroso e envolvido pelo córtex, mais carnoso (MOREIRA, 1987).

No centro do colo da bananeira, implantado no cilindro central do rizoma, está situado um conjunto de células meristemáticas, denominado gema apical de crescimento. A gema é responsável por todo o desenvolvimento aéreo da bananeira, sendo sua primeira função a formação de todas as folhas que a planta vai emitir durante seu ciclo (PADOVANI, 1986).

Segundo esse autor, o pseudocaule da bananeira nada mais é que o embricamento das bainhas das folhas, que se inserem de maneira concêntrica no rizoma. Em seu interior, tem-se o “palmito” que é o resultado do alongamento do cilindro central e que conduz, em sua extremidade, a inflorescência até que ela seja emitida.

A folha é basicamente composta por bainha, pecíolo, limbo foliar, nervuras e aguilhão ou pavio; as bainhas embricadas formam o pseudocaule, sendo que a base da bainha mais externa envolve todo o pseudocaule e na altura da roseta foliar já se torna bastante “afilada” em forma de U. Próximo ao lançamento da inflorescência, a bananeira emite 3 a 4 folhas menores, as quais correspondem às últimas a serem lançadas. Após a emissão da inflorescência, o pseudocaule cessa seu crescimento (MOREIRA, 1987).

Após emitir todas as folhas e respectivas gemas laterais de brotação, a gema apical diferencia-se na inflorescência, que será responsável pela frutificação.

A penca, ou mão, é o conjunto de frutos reunidos através de seus pedúnculos e o mesocarpo à polpa que se come. O fruto pode apresentar formatos retos ou curvos, coloração de casca de tons esverdeados, amarelos ou vermelhos e polpa de coloração branca, creme, amarelo e róseo (PADOVANI, 1986).

As bananeiras são plantas monocotiledôneas pertencentes à ordem Scitaminea, em que incluem-se a subfamília *Musoidea* e o gênero *Musa*. SIMMONDS e WEATHERUP (1990) propuseram uma classificação para a bananeira, ou seja, grupo com 10 cromossomos e com 11 cromossomos, podendo ser diplóide, triplóide e tetraplóide. A distinção entre os grupos é feita através de

características morfológicas das plantas, além da contagem do número de cromossomos. O grupo de bananeiras possuindo o número básico de 11 cromossomos subdivide-se em duas espécies, isto é, *Musa acuminata* e *Musa balbisiana*, além dos híbridos entre as duas. Desta maneira, aquelas que têm interesse como produtoras de frutos comestíveis estão inseridas nestes grupos.

No Brasil, existe um grande número de variedades de bananeiras, muitas delas ainda não classificadas, bem como um grande número de sinonímias, o que dificulta em muito a identificação das mesmas. Os cultivares poderiam ser divididos em vários grupos, considerando-se, por exemplo, a forma de utilização, o porte da planta, dentre outros.

Segundo DOORENBOS e KASSAM (1994), a cultivar Prata-anã, também denominada de 'Enxerto ou Prata Santa Catarina', difere quanto a características morfológicas da Prata "comum", porém os frutos são semelhantes. A Prata anã, quando comparada com a Prata "comum", apresenta as seguintes vantagens: menor altura, maior produtividade, maior susceptibilidade ao Mal-de-Sigatoka e maior resistência ao vento.

As principais características da cultivar Prata anã, segundo DOORENBOS e KASSAM (1994), são: altura variando entre 3 e 3,5 m; peso do cacho entre 15 e 25 quilos; 80 a 140 frutos por cacho; 7 a 10 pencas por cacho; comprimento dos frutos de 12 a 15 cm; e produtividade variando entre 15 a 25 toneladas por hectare. Além destas características, esta cultivar é medianamente susceptível ao Mal-do-Panamá e ao Mal-de-Sigatoka.

Segundo DOORENBOS e KASSAM (1994), o desenvolvimento da bananeira pode ser dividido em três períodos: vegetativo, de floração, e da colheita. O tempo transcorrido desde o plantio até o aparecimento do ramo floral (crescimento vegetativo) varia entre 7 e 9 meses, sendo que da floração até à colheita do cacho o período é de aproximadamente 90 dias. Para a colheita da safra seguinte, o tempo é de aproximadamente 6 meses.

Dentre as características de desenvolvimento vegetativo, o diâmetro do pseudocaule é, provavelmente, o que mais pode correlacionar-se positivamente com as características de produtividade (PEREZ, 1972; SIQUEIRA, 1984). IUCHI et al (1979) encontraram correlações positivas entre diâmetro do pseudocaule e o peso do cacho para a bananeira Prata, aos 12 meses após o plantio. Os valores médios obtidos

por SIQUEIRA (1984), para os clones da cultivar Prata, para os parâmetros de altura e diâmetro do pseudocaule, foram 366 cm e 51cm , respectivamente.

O aumento da massa vegetal da planta-mãe durante a fase de crescimento vegetativo, leva ao aumento do diâmetro do pseudocaule, o que possivelmente explica a correlação entre diâmetro e rendimento da bananeira, como foi verificado por IUCHI et al. (1979) e SIQUEIRA (1984).

2.2. Importância sócioeconômica da bananicultura irrigada em Minas Gerais

A bananicultura é de extrema importância tanto para a economia agrícola quanto para a sociedade rural produtiva do Estado. Até pouco tempo, Minas Gerais tinha um papel de importador de bananas de outras regiões brasileiras. Nos últimos anos, a situação inverteu-se, o Estado passou a exportador de bananas tipo Prata. Esta cultura é plantada na quase totalidade dos municípios mineiros, sendo seu rendimento ainda considerado baixo. A região Metalúrgica/Campos das Vertentes, que era a primeira em produção, perdeu a liderança para a região Nordeste (EPAMIG, 1999).

Os índices de crescimento da cultura, em Minas Gerais, não apresentaram significativa evolução nos últimos 20 anos, especialmente em relação à produtividade, que cresceu apenas 3%. Contudo, o rendimento da cultura da bananeira no Estado situa-se no mesmo patamar do experimentado no Brasil, em 1997, atingindo 1.100 cachos ha⁻¹, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE , 1998). No mesmo período, em Minas Gerais, houve um acréscimo de 14% em área colhida e de 17% em produtividade.

Vale ressaltar que, apesar de o rendimento médio da cultura da bananeira em Minas Gerais não ter evoluído de maneira significativa, a bananicultura irrigada no Norte de Minas, especialmente no município de Jaíba, apresentou rendimento cerca de 80% superior à média do Estado, em 1995, ou seja, de 1.900 cachos ha⁻¹ (IBGE, 1998), colocando o Estado como grande promissor na produção desta cultura (EPAMIG, 1999).

Quanto à distribuição regional da produção mineira, de acordo com o Grupo de Coordenação Estatística Agropecuária (GCEA-MG), as regiões Nordeste, Metalúrgicas/Campos das Vertentes, Sul, Noroeste e Rio Doce são as principais

produtoras, participando com 76,5% da área colhida e 79,8% da produção, em 1997 (Levantamento 1978 a 1997).

Quanto à procedência por variedade, o Estado de Minas Gerais foi o principal fornecedor para a CEASA-MG, tendo contribuído com 96% da cultivar Marmelo, 56% da cultivar Nanica, 93% da cultivar Prata, 98% da cultivar Ouro e 48% da cultivar Terra. Minas Gerais ainda contribuiu com 73,4% do total de banana comercializada na CEASA-MG. Os restantes 26,6% distribuiu-se entre 13 unidades da Federação, sendo que o Estado de São Paulo foi o segundo maior fornecedor, com participação de apenas 7% do total comercializado CEASA (1998).

De maneira geral, os municípios de Porteirinha, Jaíba, Janaúba e Nova Porteirinha forneceram, aproximadamente, um terço do volume comercializado em 1997, nas seis unidades da Ceasa-MG.

Em função da grande importância econômica da cultura da bananeira, a questão social é diretamente relacionada com a expectativa de mão-de-obra e, conseqüentemente, melhoria das condições de vida.

2.3. Irrigação e manejo da irrigação na cultura da bananeira

Os dados de pesquisa disponíveis, relacionados à irrigação da bananeira, indicam um consumo anual variando de 1200 a 1800 mm, ou de 100 a 150 mm mês⁻¹ (LIMA e MEIRELLES, 1986). Esta variabilidade deve-se, basicamente, às diferentes condições edafoclimáticas, bem como aos métodos de irrigação e manejo adotado.

MEYER e SCHOCH (1986), confrontando os principais trabalhos sobre as necessidades de água da bananeira, concluem que os dados são bastante divergentes e que não é aconselhável generalização sobre o assunto. Fazem, ainda, as seguintes observações:

- muitos dados são difíceis de se comparar entre si ou extrapolar para outras regiões, pois, são pobres em informações climáticas, enquanto os trabalhos mais recentes apresentam referências à evaporação do tanque classe “A”, ou estimativas de evapotranspiração potencial; dentre os resultados disponíveis, os valores apresentam diferenças, mesmo quando as referências climáticas são comparáveis. As indicações, que dizem respeito à planta, são freqüentemente insuficientes e imprecisas.

Segundo DOORENBOS e KASSAM (1994), a bananeira é uma cultura que requer grande e permanente disponibilidade de água no solo. Para obtenção de

colheitas economicamente rentáveis, considera-se suficiente uma precipitação mensal entre 100 e 180 mm mês⁻¹. O crescimento e o rendimento da cultura são afetados, e inversamente proporcionais ao déficit hídrico. O suprimento regular de água, em condições irrigadas durante todo o período de crescimento, produz plantas mais altas e com maior área foliar, o que resulta em brotos mais precoces e rendimentos maiores. O intervalo entre irrigações tem influência marcante sobre os rendimentos, que são mais elevados quando os intervalos são mais curtos.

Segundo o mesmo autor, o período de estabelecimento e a fase inicial de crescimento vegetativo determinam o potencial de crescimento e frutificação, sendo os suprimentos adequados de água e nutrientes essenciais nesta fase. O déficit hídrico, nessas fases, poderá afetar o desenvolvimento das folhas e, conseqüentemente, influir no número de flores, pencas e produtividade do cacho. O mesmo poderá acontecer em condições de solo encharcado. A bananeira não suporta lençol freático alto, cuja profundidade mínima deve ser de 1,2 m.

Esse fato agrava-se em regiões áridas e semi-árida, com baixo índice pluviométrico, alta evaporação e solos propícios à salinização, em virtude de um manejo incorreto da irrigação. A cultura da bananeira é altamente sensível à salinidade e necessita de solos com valor de condutividade elétrica (CE) inferior a 1 ds m⁻¹. Portanto, o manejo da irrigação é um fator de grande importância para se obter sucesso nesta atividade agrícola. Ele visa maximizar a eficiência do uso da água, não se esquecendo da sintonia com as outras etapas do sistema produtivo, tais como variedades, densidade de plantio, fertilização, tratos culturais, colheitas e automação.

A bananeira, como planta das regiões tropicais e de elevada evapotranspiração, necessita continuamente de água para seu pleno desenvolvimento. Quando as chuvas faltam, ou são insuficientes às necessidades da cultura, recorre-se à irrigação. A quantidade de água a ser adicionada depende do tipo de solo, do clima e, principalmente, da quantidade e distribuição das chuvas durante o ano (DOORENBOS e KASSAM, 1994).

A irrigação tem como principal propósito suprir as necessidades hídricas das culturas. Não funciona isoladamente, mas, sim, conjugada com outras práticas agrícolas, sendo indispensável nas regiões onde a chuva não atende necessidades hídricas das plantas durante todo o seu ciclo vegetativo. Finalmente, permite não só

ampliar o tempo de exploração da planta e o número de colheitas, como também melhorar a produtividade.

A opção pela irrigação com vistas a solucionar esses problemas nem sempre é bem sucedida. Em alguns perímetros públicos irrigados, os baixos níveis de produtividade e qualidade do produto, muitas vezes, devem-se à escolha do método e, ou ao manejo da irrigação. Pesquisas têm mostrado que, nos perímetros irrigados por superfície, a bananeira cultivar Nanicão chegou a produzir 100 ton ha⁻¹ (BARRETO et al., 1983). Os colonos, entretanto, utilizando a mesma variedade, não produzem mais que 30 ton ha⁻¹. Nos dados mencionados está implícita uma diferença de 230%, correspondente a um acréscimo na safra conseguido sem uma oneração significativa do sistema tradicional de produtividade.

A bananeira é uma planta que exige grandes quantidades de água, pois, sua transpiração pode variar de 3,0 a 6,0 mm dia⁻¹, dependendo da velocidade do vento, da insolação, da umidade relativa, dentre outros (DOORENBOS e KASSAM , 1994).

Segundo MOREIRA (1987), a umidade do solo desempenha importante papel na produtividade do bananal, especialmente em relação ao lançamento do cacho. Sob severa deficiência de umidade, a roseta foliar comprime-se e, quando a inflorescência vai atravessá-la, há como que um estrangulamento, ou seja, ela fica “engasgada”, sem conseguir ganhar o exterior, da mesma forma como acontece em baixas temperaturas. Nestas condições adversas, a inflorescência continua desenvolvendo-se e as flores transformam-se em bananas dentro do pseudocaule, havendo um prematuro secamento de toda a planta. Se a seca não for muito intensa, a inflorescência consegue ultrapassar a roseta foliar e as flores desenvolvem-se naturalmente, mas produzem um cacho sem engajo, sem valor comercial, pois, ficam como que embutidas na roseta foliar. Segundo o mesmo autor, em regiões onde o período de seca não é crítico, porém não satisfaz às necessidades hídricas da cultura, pode acontecer um acentuado encurtamento do engajo e, conseqüentemente, o cacho produzido (denominado tipo japonês), apresenta um valor comercial muito baixo por ser compacto e ter frutas muito curtas.

Tendo em vista que o esgotamento da água disponível no solo além de 35%, durante todo o período vegetativo, é prejudicial ao crescimento e à produtividade de frutos, torna-se importante aplicar irrigações freqüentes. O intervalo de irrigação dependerá da ET máxima e da capacidade de retenção de água do solo, podendo

variar desde 3 dias, em condições de forte evaporação e solos arenosos, até 15 dias em condições de baixa evaporação e solos com alta capacidade de retenção de água. Quando as águas de chuva e de irrigação são limitadas, é conveniente reduzir a lâmina de água aplicada em cada irrigação, em vez de ampliar o intervalo de irrigação (DOORENBOS e KASSAM, 1994). Para esses autores, uma forma prática de avaliar a necessidade da irrigação consiste em observar a posição dos lóbulos foliares em relação à nervura principal. Quando estes estiverem caídos verticalmente, é sintoma de déficit hídrico da planta. Quando a bananeira está com seu sistema radicular bem desenvolvido e saudável, admite-se como sendo duas horas, por dia, o tempo máximo para que as folhas fiquem caídas sem causar prejuízos à produtividade. Se este tempo aumentar para 3 horas, é recomendável iniciar as irrigações.

As bananeiras não suportam encharcamento prolongado (por mais de três dias), pois, este causa asfixia no seu sistema radicular e conseqüente redução de sua capacidade de absorção de nutrientes (ALVES, 1995).

A cultura da bananeira pode ser irrigada por diversos métodos, mas, atualmente, a irrigação localizada vem se destacando, em particular a microaspersão, como demonstra o levantamento feito em 1997 (PERÍMETRO, 1998) no Projeto Gorutuba, localizado na região Norte de Minas Gerais, onde a cultura da bananeira é cultivada sob regime de irrigação em 1791 ha, sendo 923,45 ha (52%) irrigados por microaspersão, 223,93 ha (12%) por aspersão e 644,52 ha (36%) por sulcos, e onde o sistema por microaspersão apresentou maior uniformidade de distribuição de água (MANTOVANI et al., 1997).

De acordo com EPAMIG (1999), os sistemas de irrigação mais utilizados na cultura da bananeira apresentam desvantagens. O sistema de irrigação por sulcos apresenta uma série de inconvenientes tais com: baixa uniformidade de distribuição da água infiltrada ao longo do sulco, agravada pela interrupção desses canais por restos culturais, principalmente pseudocaule e folhas; menor controle da lâmina de água aplicada; falta de uma estrutura de canais e comportas para distribuição da água nas parcelas; maior utilização de mão-de-obra; e necessidade de adubação por cobertura, uma vez que faz parte do próprio processo de escoamento superficial da água arrasta parte do adubo e acarreta perdas. No sistema de irrigação subcopia, em virtude da necessidade de mudança de posição das linhas laterais, o trânsito de pessoas é grande dentro da área com o solo úmido. Este fato causa a compactação do

solo, diminuindo a infiltração da água na superfície do solo. Além disso, também pode ocorrer maior disseminação de doenças, provocando danos nas folhas e brotações. Por outro lado, o sistema de irrigação por microaspersão possibilita completa automação, proporcionando grandes vantagens como irrigar nos horários em que a tarifa de energia elétrica é reduzida, trabalhar maiores períodos por dia e, conseqüentemente, utilizar tubulações de menor bitola, menores vazões e sistemas de bombeamento com menor capacidade.

Segundo BERNARDO (1989), os sistemas de irrigação localizada distinguem-se em virtude das seguintes características:

- maior eficiência de uso da água decorrente da possibilidade de melhor controle da lâmina d'água aplicada; menores perdas por evaporação, por percolação e escoamento superficial, bem como maior eficiência geral da irrigação pelo fato de os métodos localizados não serem afetados nem pelo vento nem pela interferência direta do irrigante;

- maior eficiência no uso da adubação, ao permitir a fertirrigação, que concentra a aplicação do adubo diretamente no bulbo molhado, onde se encontra o sistema radicular da planta;

- maior eficiência no controle de pragas e doenças, pois, como a parte aérea da bananeira não é molhada, não há remoção dos defensivos porventura aplicados nas folhas ou frutos;

- adaptabilidade a diferentes solos e topografias, permitindo maior aproveitamento de áreas para cultivos irrigados.

- maior produtividade, uma vez que, por ser fixa, a irrigação localizada permite aplicações mais freqüentes de água e, conseqüentemente, menor variação nos níveis de umidade do solo, o que proporciona aumento na produtividade das plantas, principalmente no caso de culturas sensíveis a déficits hídricos como a cultura da banana. Para a bananicultura, além de maior produtividade, os frutos desenvolvem-se mais uniformemente, resultando melhor qualidade.

Na irrigação localizada, a freqüência das regas é definida, levando-se em consideração a evapotranspiração da cultura, a capacidade do solo em reter água e o volume de solo a ser molhado. O esquema traçado deve permitir um desenvolvimento radicular profundo, com exploração máxima dos nutrientes do solo, sem que ocorram perdas significativas de produtividade. Desse modo, evitam-se os freqüentes tombamentos de plantas em áreas de ventos fortes e o acúmulo de

produtos tóxicos e, ou patógenos com influência negativa na absorção de água e nutrientes (HERNANDEZ et al., 1987). Além disso, o produtor que adota a irrigação localizada dispõe de maior tempo para corrigir qualquer avaria que possa ocorrer no sistema de irrigação, pois, nas circunstâncias descritas, as plantas apresentam maior resistência ao déficit hídrico.

Existem divergências em relação à porcentagem de área molhada. KELLER e KARMELI (1974) sugerem os valores de 33% para regiões áridas e 20% para regiões úmidas. SAN JUAN (1988) afirma que é comprovado o aumento de produtividade, quando se irrigam mais de 40% da área sombreada. Já PIZARRO (1987) recomenda, como aceitável, um valor entre 30 e 40%.

Em relação ao manejo da irrigação, de acordo com o MARINATO (1980), o uso do tanque de evaporação Classe “A” tem popularizado quanto à estimativa da evapotranspiração potencial de referência (ET_o) porque, quando comparado com outros métodos considerados padrões pela comunidade científica, mostrou igual eficiência, além da vantagem de uma operacionalização muito mais simples.

A evaporação da água no tanque Classe “A” (EV) dá uma estimativa dos efeitos combinados da radiação solar, do vento, da temperatura e umidade relativa do ar (FACI e HERNANDEZ, 1981). Como a planta reage a estas mesmas variáveis climáticas, a simples medida da evaporação já representa grande parte da evapotranspiração potencial da cultura (ET_{pc}), pois, quando a cultura da bananeira está plenamente desenvolvida, requer uma quantidade de água correspondente a 90 a 80% da água evaporada de uma superfície livre, tipo tanque Classe “A” (MANICA, 1973).

Segundo a EPAMIG (1999), em condições de propriedade agrícola, tem-se observado que a estratégia de manejo de água, com base em medidas de evaporação, utilizando-se o tanque classe “A”, pode ser adotada pelo produtor sem grandes dificuldades, pois, o instrumental requerido é relativamente simples e de baixo custo. Neste caso, os requerimentos de água da cultura podem ser obtidos, com coeficientes apropriados, para transformar as leituras de evaporação de uma superfície livre de água do tanque em estimativas de consumo de água da cultura ao longo de seu ciclo de desenvolvimento, contemplando tanto a evaporação da água do solo quanto a transpiração das plantas, ou seja, a evapotranspiração.

BOVEE (1975), trabalhando com bananas cultivadas em lisímetros, encontrou uma taxa de evapotranspiração (ET) em torno de 1200 mm ano⁻¹

(observação em 1972). A relação evapotranspiração do tanque classe “A” foi de 0,82 para toda a estação de irrigação e de 0,78 para todo o ano, com uma máxima de 1,0 no período de pico de transpiração (julho a setembro).

OLIVEIRA et al. (1981), em ensaio de irrigação por gotejamento em bananeira cultivar Prata, obtiveram resultados preliminares que mostram que a reposição no solo de 60% da água evaporada em tanque Classe “A” (fator de consumo de água 0,60) foi a melhor para a bananeira até o 9º mês do ciclo vegetativo, por proporcionar maior porcentagem de floração (menor ciclo de cultura) e obtenção de plantas mais vigorosas. Este tratamento proporcionou maior crescimento vegetativo, medido pela altura e diâmetro do pseudocaule, e antecipação do início da floração e emissão de cachos.

Para a região dos tabuleiros costeiros no litoral paulista, recomenda-se a aplicação, nos plantios adultos, de 60% da água evaporada no tanque Classe “A”, o que equivale aproximadamente a 1200 mm anuais (OLIVEIRA et al., 1986).

OLIVEIRA et al (1994), em trabalho conduzido na área experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical, localizado no município de Cruz das Almas, BA, com base na evaporação do tanque Classe “A” onde adotaram-se cinco tratamentos (0, 60, 80, 100 e 120% da evaporação do tanque), concluíram que dentre os tratamentos estudados, recomenda-se o que correspondeu a uma reposição de 60% da evaporação do tanque Classe “A”. Ainda em relação a esse ensaio, os autores relatam que a irrigação elevou a produtividade acima de 40%, em relação à testemunha, e acima de 200% quando comparada à produtividade de cultivos tradicionais de banana Prata sem irrigação (5 a 6 ton ha⁻¹ ano⁻¹).

SANTOS (1996), em experimento conduzido na UFLA (Universidade Federal de Lavras), situada ao Sul de Minas Gerais, trabalhando com irrigação em bananeiras cultivar ‘Prata anã’, testou lâminas de irrigação e percentagens de umedecimento, utilizando um delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições. Encontrou valores médios de perímetro de pseudocaule para o tratamento de 100, 80, 60 e 40% da evaporação do tanque classe “A” iguais a 41,12 cm, 39,97 cm, 40,80 cm, 43,70 cm e 47,50 cm, respectivamente. Para o parâmetro altura o autor encontrou, para os devidos tratamentos, os valores 120,47 cm, 118,87 cm, 123,97 cm, 131,42 cm e 141,05 cm. Estes valores estiveram dentro do indicado

para a cultivar em estudo, porém não houve diferenças significativas entre os tratamentos utilizados.

Um déficit hídrico diminui a emissão de folhas da bananeira, acelera a morte das folhas mais velhas, além de retardar o desenvolvimento da planta, prejudicando sensivelmente a emissão e o desenvolvimento dos brotos que constituirão as mudas, produto básico de um viveiro EMBRAPA (1995).

Segundo SANTOS (1992), em trabalho desenvolvido em Catolé da Rocha, PB, num solo Aluvial Eutrófico, adotando um delineamento experimental inteiramente casualizado com 3 repetições, em esquema de parcelas subdivididas, testou lâminas de irrigação (100, 110 e 120% da água evaporada no tanque Classe “A”) no crescimento da bananeira ‘Nanica’ e constatou que essas lâminas não afetaram significativamente os parâmetros estudados (altura da planta, diâmetro do pseudocaule e área foliar), em observações quinzenais até os 7 meses de idade.

Quando se trata de manejo de irrigação, principalmente na região Norte de Minas Gerais, a primeira idéia que vem à mente do agricultor é a utilização do tanque classe “A”. Porém os erros decorrentes de leituras, de transbordamento, dentre outros, podem acarretar sérios problemas.

O que se verifica hoje em dia é a necessidade de buscar alternativas mais eficientes e produtivas, o que se consegue utilizando as estações meteorológicas automáticas associadas a programas computacionais como, por exemplo, o SISDA.

As estações meteorológicas, atualmente, surgem como uma alternativa prática, devido à facilidade de leitura e à precisão, principalmente por levar em consideração fatores climáticos em tempo real, tais como a umidade relativa, temperaturas, velocidade do vento, insolação, radiação e precipitação. Outra grande vantagem das estações meteorológicas é possibilitar o alcance de áreas representativas dentro de uma determinada região.

MELLIN e MARSEUALT (1972) realizaram experimento com dois plantios de bananeiras cultivar ‘Nanicão’ em Cameroun, um no início do período chuvoso e o outro quando as chuvas passaram a ser menores que 60 mm, em 15 dias consecutivos. Constataram que a irrigação antecipou a emissão da inflorescência e a porcentagem de plantas favorecidas nas bananeiras plantadas no início do período chuvoso. Numa média de cinco ciclos, constataram antecipação em 29,25 dias na colheita do cacho e cachos 10% maiores isto é, 2,16 kg a mais que as parcelas não-irrigadas. A irrigação proporcionou aumento no tamanho e peso dos frutos

individuais, sendo o peso médio dos cachos de 29,7 e 27,4 kg, com produtividade de 36,62 e 35,44 ton ha⁻¹, respectivamente, para parcelas irrigadas e não irrigadas. Segundo esses autores, experiências em vários locais indicam que 50 mm de chuvas nos meses de inverno (período frio) e 1200 mm no verão (período quente) seriam os níveis mínimos suportáveis pelas bananeiras para vegetarem, mas não o suficiente para obtenção de boa produtividade. Vale lembrar que esses índices variam com a densidade populacional do bananal. Além da densidade, deve-se levar em conta o compasso de plantio, que deve ser uniforme para que o sistema radicular possa explorar, devidamente, toda a área reservada à bananeira. Outro aspecto a considerar é o sistema de desbaste praticado pelo produtor isto é, se ele deixa uma, duas ou mais famílias por cova, o consumo de água será diferente devido à maior ou menor quantidade de raízes que exploram uma mesma área. Os autores recomendam que, em cada cova de banana, deve ficar apenas uma família para que haja uma distribuição uniforme de água para todas plantas.

TROCHOULIAS (1973), em experimento realizado com bananeiras irrigadas, relata que, no verão, foi aplicado o dobro do número de irrigações feitas no inverno, em resposta à demanda da evapotranspiração, e que as parcelas eram irrigadas quando o teor de água disponível atingia 90, 80, 60 e 30% do total, sendo a testemunha sem irrigação. Na primeira colheita, foram constatados aumentos na produtividade de 17 e 21% nos tratamentos com 90% e 80% da água disponível, e na segunda colheita houve um aumento de produtividade de 177%, 111%, 84% e 5% para os tratamentos 90%, 80%, 60% e 30% da água disponível, respectivamente. Como as irrigações foram complementares, aplicaram-se apenas 400 a 500 mm por ano.

O mesmo autor, trabalhando com a cultura da bananeira, em Piracicaba, avaliando níveis de umidade, cujos tratamentos eram elevados à capacidade de campo todas as vezes que a água disponível atingia os valores de 75, 50 e 25%, com mais um tratamento sem irrigação, chegou aos seguintes resultados:

- com o aumento da água disponível no solo, o número de dias entre o plantio e o florescimento, do plantio à colheita, bem como do florescimento à colheita do cacho, diminuíram linearmente;

- o número de folhas na época do florescimento, peso do cacho, número de pencas e frutos por cacho e produtividade de frutos por hectare aumentaram, linearmente, com o aumento da água disponível no solo;

- o diâmetro do pseudocaule, na época do florescimento e da colheita, foi maior nos tratamentos correspondentes a 75 e 50% da água disponível, quando comparados com os tratamentos 25 e 0%, e maior no tratamento 25% do que 0%;

- o peso do cacho, o número de pencas e a produtividade de frutos por hectare foram maiores no tratamento correspondente a 75% de água disponível.

Quando as condições edafoclimáticas são favoráveis, o intervalo entre a emissão de novas folhas varia de cinco a nove dias, nos cultivares 'Enano' (Nain) e 'Poyo', e de oito a 11 dias na 'Gros Michel' (CHAMPION, 1975), porém SUMMERVILLE, (1984) observou que, na Austrália, a emissão de uma folha ocorreu em quatro dias no verão, e em 40 dias no inverno. Nos trópicos, normalmente, este processo dura de seis a oito dias, porém passa para 14 a 15 dias em períodos de inverno. A taxa de emissão de folhas cresce linearmente com o aumento da temperatura, a partir da temperatura mínima (15), até a ótima (25°C). Embora a temperatura pareça determinar a taxa de emissão de novas folhas quando o suprimento de água é adequado, a fase de desenvolvimento da planta é também muito importante TURNER e DAKER, (1986). Esses autores verificaram que o tempo necessário para a emissão da primeira folha era, em média, de quatro dias, enquanto a última folha levava dez dias. Isso talvez seja devido maior tamanho da última folha e à maior distância a ser percorrida por ela (maior altura do pseudocaule nesse momento).

Segundo MOREIRA (1987), quando as bananeiras emitem 60% de suas folhas totais, ocorre a diferenciação da gema apical de crescimento, dando origem à inflorescência e ocorrendo paralisação da emissão das folhas.

RAVEN (1996) salienta que o padrão de distribuição de assimilados é, acentuadamente, alterado durante a passagem do crescimento vegetativo para o reprodutivo. Frutos em desenvolvimento são drenos altamente competitivos, causando, com frequência, um forte declínio do crescimento vegetativo.

STEVENSON (1974) observou que bananeiras irrigadas por gotejamento, mantendo o solo com umidade próxima à capacidade de campo, dobram a produtividade e apresentam frutos de melhor qualidade. Observou, ainda, que a mesma quantidade de água aplicada duas vezes por semana é mais eficiente do que aplicada de uma só vez.

Segundo HOLDER e GUMBS (1983), bananeiras da cultivar Robusta foram cultivadas sob três regimes de irrigação, sendo o solo levado à capacidade de campo

quando os níveis de umidade disponíveis do solo eram de 40%, 60%, e 80%. Significativos aumentos de produtividade foram obtidos, nos tratamentos irrigados a 80 e 60% de umidade disponível do solo.

Na região de Piracicaba-SP, em estudos realizados pela EMBRAPA (1995), os melhores resultados com relação ao peso do cacho, número de frutos, pencas por cacho e rendimento por hectare foram obtidos, quando se irrigava o solo que houvesse perdido entre 25% e 40% da água disponível. Para o primeiro caso (25%), foram feitas 33 irrigações por ano, num total de 378 mm, e para o segundo (40%) foram efetuadas 16 irrigações por ano, somando 455 mm. Como a precipitação anual foi de 1311 mm, a quantidade total de água somou 1689 mm e 1766 mm, respectivamente.

MEYER e SCHOCH (1986) observaram que em determinadas regiões do Equador, com solos cujas características físicas só permitem armazenamento de água nas camadas superficiais, a bananeira encontrou condições desfavoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular, devido à freqüente ocorrência de seca fisiológica mesmo com elevados teores de água no solo. Os autores explicam que, no caso de enraizamento superficial, ocorre brusca variação da pressão osmótica das raízes e folhas quando a porcentagem de água disponível cai a 2/3 do valor original. Em solos mais profundos, o fenômeno é menos brusco e a transpiração diminui gradativamente sem que a planta apresente sintomas de seca, mesmo quando a superfície do solo apresenta-se em estado de dessecação avançado.

ALMEIDA (1997), em trabalho realizado no Projeto Gortuba no Norte de Minas Gerais, observou excessos de aplicação de água na maior parte dos lotes irrigados por microaspersão. Segundo o autor, embora as irrigações fossem feitas dentro do período recomendado (35% da água disponível do solo) a lâmina aplicada nas irrigações dos lotes, cujo déficit é elevado, não permite a elevação da umidade do solo à umidade de capacidade de campo. Ocorreram na maioria dos sistemas de irrigação, cinco entre oito tratamentos avaliados, inclusive o sistema de microaspersão, excesso de aplicação de água, proporcionando assim perda por percolação. O tempo de irrigação projetado para o sistema em condições de máxima exigência da cultura é adotado durante o ano todo, independentemente das condições climáticas, e as lâminas de projeto, muitas vezes, são superiores à evapotranspiração da cultura da bananeira nos meses de maior demanda.

O coeficiente de uniformidade de Christiansen ajustado (CUCaj), proposto por ALMEIDA (1997), apresenta resultados mais adequados não só para a avaliação da uniformidade de irrigação de bananeiras como, também, para qualquer cultura irrigada em que ocorre a interceptação da água emitida pelos emissores. Os sistemas de irrigação por microaspersão apresentaram os melhores resultados, dentre todos os sistemas, possibilitando afirmar que é o mais adequado para irrigação de bananeiras, nas condições avaliadas. Foi verificada a uniformidade com que a planta recebeu água e não a uniformidade de aplicação, uma das formas de comparar a uniformidade entre sistemas de irrigação localizada e irrigação não-localizada.

O Quadro 1 mostra a justificativa da utilização do método de irrigação por microaspersão na fruticultura irrigada do Norte de Minas Gerais, ou seja, a microaspersão está permitindo uma boa uniformidade de irrigação, quando comparada com os outros tipos de sistemas de irrigação.

Quadro 1. Valores de coeficientes de uniformidade encontrados por ALMEIDA (1997), no Projeto Gorutuba situado no Norte de Minas Gerais

Sistemas	Microaspersão	Miniaspersão	Aspersão subcopa
Uniformidade (%)	87,9	78,5	68,5

A tecnologia de produção tem procurado aplicar parâmetros criteriosos na tomada de decisão, visando uma produtividade satisfatória e altos rendimentos. Para isso, são necessários conhecimentos adequados sobre os efeitos da água nos diferentes estádios de crescimento das culturas, bem como as relações com a água, o solo e o clima.

Nas regiões áridas e semi-áridas, onde a água é fator limitante, o planejamento da irrigação deve ser feito em termos de máxima produção por unidade de área plantada, consumo de energia ou mão-de-obra.

A região do Norte de Minas Gerais, que se enquadra nesta classificação, em áreas restritas onde são feitos os manejos da irrigação, os parâmetros de irrigação utilizados são de outras regiões do Brasil, do exterior ou até mesmo utilizando valores de outras culturas.

2.4. Uniformidade e eficiência de irrigação

As irrigações em que a água é aplicada diretamente sobre a região radicular, com pequena intensidade e alta frequência, de forma a fornecer quantidades necessárias de água e nutrientes às plantas, classificam-se como irrigação localizada ou microirrigação, incluindo também, nesta categoria, a microaspersão (PIZARRO, 1987 e BERNARDO, 1996). Esses autores comentam ainda que, por se tratar de sistemas cujo custo inicial é elevado, seu uso é limitado às para culturas nobres, sendo geralmente usados para fruteiras e para alguns hortigranjeiros de maior valor comercial, panorama este que vem sendo mudado devido à redução nos custos.

A eficiência de irrigação normalmente é expressa em termos da quantidade de água armazenada na zona radicular, como porcentagem do total de água na cabeceira do projeto, sendo dividida em três componentes: eficiência de condução (E_c), eficiência dos canais na área irrigada (E_b) e eficiência de aplicação na parcela (E_a), ou seja, eficiência do projeto $E_p = E_c \cdot E_b \cdot E_a$. Os principais fatores, que influem na eficiência de irrigação, são: o tamanho do projeto, número e tipo de culturas que necessitam de ajustes no suprimento de água, perda de água por infiltração nos canais, tamanho das parcelas individuais, métodos e as práticas de irrigação, e as condições técnicas e administrativas para o controle da água (DOORENBOS e KASSAM, 1994).

A estimativa precisa da uniformidade do sistema é o indicador mais importante da eficiência do uso da água em sistemas de irrigação e, provavelmente, o indicador mais importante de seu desempenho (BRALTS et al., 1987). Ainda, segundo BRALTS (1986), informações referentes à vazão dos emissores e sua uniformidade são essenciais ao dimensionamento e manejo dos sistemas de irrigação localizada.

Outro fator importante na avaliação de sistemas refere-se à uniformidade de distribuição de água no solo, na zona de absorção de água pelas raízes. Segundo BRALTS (1986), o crescimento uniforme das culturas irrigadas depende da uniformidade de aplicação de água na superfície e no interior do solo.

O dimensionamento inadequado, como também o manejo e a manutenção deficientes dos sistemas, é responsável pela variação de vazão ao longo das linhas nos sistemas de irrigação, fator este importante na uniformidade de distribuição de vazão. A recomendação mais usual é que a variação máxima da vazão na linha seja

de 10% da vazão média (KELLER e KARMELI, 1974). Entretanto, há autores que consideram como admissível uma diferença de vazão entre o primeiro e o último emissor na linha lateral de irrigação, da ordem de 20%, para algumas situações especiais (BERNARDO, 1996). Com o desenvolvimento tecnológico, há uma tendência no sentido de facilitar a implementação do limite de 10%.

O desempenho dos sistemas de irrigação localizada é, usualmente, analisado em função da uniformidade de aplicação de água pelos emissores. Apesar de vários métodos serem utilizados na avaliação de sistemas de irrigação localizada, para determinação do coeficiente de uniformidade, os mais utilizados baseiam-se nos conceitos de uniformidade de emissão (KELLER e KARMELI, 1974), da variação da vazão do emissor (WU e GITLIN, 1974) e de uniformidade estatística (BRALTS et al., 1986).

Para determinar a uniformidade de distribuição de água de um sistema de irrigação localizada, pelo método de Christiansen, é necessário medir a vazão dos emissores ao longo de todas as linhas laterais e a pressão de funcionamento no início das linhas de derivação, requerendo muito tempo e muita mão-de-obra. Para simplificar o trabalho e o tempo necessário, recomenda-se determinar o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) por linha lateral, escolhendo, ao acaso, quatro linhas laterais em cada unidade operacional, sendo o CUC do sistema a média dos CUC das linhas (BERNARDO, 1996).

De acordo com MERRIAN e KELLER (1978), para avaliação de um sistema de irrigação localizada, são necessárias as seguintes medições: deficiência hídrica no solo, antes da irrigação, tempo de aplicação, vazão dos emissores, taxa de infiltração e uniformidade de aplicação.

Usualmente, avaliam-se sistemas de irrigação por microaspersão através dos coeficientes de uniformidade, porque é também normal que se tenha um ou mais emissores por planta, importando, assim, também a uniformidade de distribuição de água pelos emissores. Todavia, a irrigação é realizada por meio de um emissor por quatro plantas, tornando-se importante não só a determinação da uniformidade como também a da eficiência, para expressar a mensuração de outros parâmetros importantes e como meio para comparações entre sistemas.

Assim, segundo MERRIAN e KELLER (1978), a avaliação dos sistemas de irrigação por microaspersão pode ser realizada por meio do parâmetro de eficiência de irrigação, em que se considera não só o coeficiente de uniformidade através da

eficiência de distribuição para uma área adequadamente irrigada como também as perdas por evaporação e arraste e por vazamentos, além dos coeficientes de déficit e percolação.

A análise da uniformidade de aplicação de água para o sistema é feita, utilizando-se o coeficiente de uniformidade de Christiansen determinado (CUC) e o coeficiente de uniformidade de distribuição determinado (CUD) (BERNARDO, 1996; LÓPEZ e ABREU, 1991) conforme as equações 1 e 2 apresentadas a seguir.

$$CUC = 100 \left(1 - \frac{\sum |Q_i - Q|}{nQ} \right) \quad (1)$$

$$CUD = 100 \frac{q}{Q} \quad (2)$$

em que

CUC = coeficiente de uniformidade de Christiansen determinado (%);

Q_i = vazão coletada em cada microaspersor (L h⁻¹);

Q = média das vazões coletadas de todos os microaspersores (L h⁻¹); e

n = número de microaspersores analisados.

CUD = coeficiente de uniformidade de distribuição determinado (%);

q = média de 25% do total de microaspersores com as menores vazões (L s⁻¹);

Segundo SMAJSTRLA e ZAZUETA (1988) e BERNARDO (1996), o CUC e o CUD na irrigação localizada podem ser classificados em distintos níveis, descritos no Quadro 2.

Quadro 2. Coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) e coeficiente de distribuição (CUD) para irrigação localizada

Classe	CUC ¹ %	CUD ² %
Excelente	acima de 90	acima de 84
Bom	80-90	68-84
Razoável	70-80	52-68
Ruim	60-70	36-52
Inaceitável	abaixo de 60	abaixo de 36

Fonte: (1) SMAJSTRLA e ZAZUETA (1988), (2) BERNARDO (1996).

Além das avaliações de uniformidade através das medições das vazões, BERNARDO (1996) e KELLER e BLIESNER (1990) sugerem algumas equações para obtenção dos coeficientes de uniformidade em função das pressões, ou seja, as equações 3 e 4 apresentadas a seguir.

$$CUC_s = CUC \cdot \left(1 + \frac{\left(\frac{Pn}{Pa}\right)^{0,5}}{2} \right) \quad (3)$$

$$CUD_s = CUD \cdot \left(1 + 3 \cdot \frac{\left(\frac{Pn}{Pa}\right)^{0,5}}{4} \right) \quad (4)$$

em que

Pn = pressão mínima nos aspersores (kPa);

Pa = pressão média nos aspersores (kPa);

CUC_s = coeficiente de uniformidade de Christiansen do sistema (%); e

CUD_s = coeficiente de uniformidade de distribuição do sistema (%);

2.5. Qualidade do fruto da bananeira na colheita e pós-colheita

A classificação da fruta deve iniciar no momento do despencamento. Assim, as pencas de frutos maiores são colocadas em locais diferentes daqueles das pencas de frutos menores. Para isto, utiliza-se a subdivisão dos tanques de lavação, ou a construção de duas ou mais linhas de operação. O despencador elimina pencas queimadas pelo sol, pencas atacadas por ponta-de-charuto e pencas com frutos gordos.

A seleção da fruta continua sendo feita pelos operários que confeccionam os buquês, descartam as pencas ou buquês que têm defeitos graves ou gerais, e eliminam frutos defeituosos. São considerados como frutos com defeitos graves: os rachados ou cortados, queimados pelo sol, com ponta de charuto, com lesões de traças, com podridões causadas por fungos ou outros agentes, e os intensamente

atacados por tripes. São considerados como defeitos gerais as lesões provocadas por insetos ou lesmas, pisaduras e outros danos mecânicos. A seleção e a classificação final são realizadas pelos operários, que realizam a pesagem da fruta. Esses funcionários devem conhecer, perfeitamente, as normas e padrões de classificação de bananas. Desta forma, cada bandeja de pesagem deve conter buquês de apenas uma classificação.

Em estudo realizado em diferentes lavouras da região Norte de Minas Gerais, pela RODRIGUES e NETO, 1999 (Associação dos Bananicultores do Norte de Minas Gerais) (Padrão ABANORTE de classificação de bananas), encontraram-se certas características quanto à fruta que está sendo comercializada atualmente, como a banana “Prata-anã” de primeira e segunda qualidades, chegando-se às seguintes conclusões (RODRIGUES e NETO, 1999):

- Frutas consideradas de primeira qualidade: o diâmetro oscilou entre 30,16 mm a 36,51 mm. O comprimento do fruto encontrado foi 13,5 cm a 18,00 cm.
- Frutas consideradas de segunda qualidade: o diâmetro oscilou entre 26,99 mm a 34,92 mm. O comprimento do fruto encontrado foi 12,0 cm a 16,5 cm.
- Frutas consideradas de primeira qualidade-Padrão exportação: comprimento mínimo de 16 cm para todos os frutos que formam os buquês dentro da caixa. Esta medida deve ser tomada na parte exterior do fruto, onde começa a polpa até à ponta do fruto. O diâmetro de frutas mínimo permitido, por cacho, é 31,8 mm, com um máximo de 38,1 mm.

Em função da presença ou ausência de alguns nutrientes, durante as fases fenológicas da bananeira, alguns frutos apresentam defeitos que impedem sua comercialização.

As transformações que ocorrem na constituição da banana, durante a maturação, têm sido objeto de constantes estudos nos diversos centros de pesquisa do mundo, procurando-se obter resultado satisfatório sobre o comportamento da fruta em todo o processo, desde o transporte até à maturação, o que é de grande importância tanto para o mercado de frutas frescas como para a indústria.

A qualidade pós-colheita dos frutos relaciona-se com o conjunto de atributos, ou propriedades, que os tornam apreciados como alimento. Esses atributos, por sua vez, dependem do mercado de destino, isto é, armazenamento, consumo “in natura” ou processamento. De modo abrangente, a qualidade pode ser definida como o conjunto de inúmeras características que diferenciam componentes individuais de um

mesmo produto e que têm significância na determinação do grau de aceitação pelo comprador. Os atributos de qualidade dos produtos referem-se à sua aparência, sabor e odor, textura, valor nutritivo e segurança. Estes atributos têm importância variada, de acordo com os interesses de cada segmento da cadeia de comercialização, ou seja, desde o produtor até o consumidor (CHARLES e TUNG, 1973).

2.5.1. Relação polpa-casca

Durante a maturação da banana, a polpa aumenta de maneira contínua o seu peso, devido à absorção da água proveniente da casca e, provavelmente, também do engaço, caso o cacho não seja colhido (LOESECKE, 1950). Com isto, a casca perde peso, podendo-se levar em consideração a relação polpa-casca como índice de maturação da banana. Esta relação também é conhecida como coeficiente de maturação e tem uma alteração muito rápida, pois, o valor entre 1,3 a 1,4 na banana verde pode significar, quando madura, valores acima de 2,0 (CHARLES e TUNG, 1973). ROSSIGNOLI (1983) e CARVALHO e PÁDUA (1984) indicam teores na banana Prata, para a relação de peso polpa/casca, variando entre 1,25 a 1,6 para banana verde, e entre 2,24 a 2,6 para banana madura.

2.5.2. Textura

A textura é um dos mais importantes atributos de qualidade. Está relacionada ao sabor porque a liberação de compostos presentes no produto, que são perceptíveis pelo paladar, também relaciona-se com a estrutura do tecido. A polpa da banana é composta por um grande número de pequenas células. Na banana verde, cada uma dessas células possui uma rígida parede celular, composta principalmente por substâncias insolúveis, conhecidas como protopectina. Internamente, encontram-se numerosos grãos sólidos de amido. ROSSIGNOLI (1983) e CARVALHO e PÁDUA (1984) indicam teores para a banana Prata para textura variando de 11,51 a 12,40 na banana verde, e de 1,2 a 1,62 na banana madura.

2.5.3. Potencial Hidrogeniônico (pH)

Segundo os mesmos autores, o pH da banana verde varia entre 5,0 e 5,6 e na banana madura entre 4,2 e 4,7. Dentro destes limites, podem ocorrer variações nos diferentes cultivares de banana. ROSSIGNOLI (1983) e CARVALHO e PÁDUA (1984) indicam, para a banana Prata um pH de 5,3 para o fruto verde e 4,5 para o fruto maduro.

2.5.4. Acidez total titulável (ATT-%)

A banana caracteriza-se por apresentar baixa acidez, quando verde, a qual aumenta com a maturação até atingir um máximo, quando a casca está totalmente amarela, e depois decresce. Em geral, a acidez cresce paralelamente à velocidade da hidrólise do amido. Possivelmente o aumento da acidez esteja relacionado ao processo de respiração da banana (LOESECK, 1950; BLEINROTH e COOPER, 1974).

Segundo ROSSIGNOLI (1983), as mudanças na acidez total titulável (ATT) da polpa associam-se com o processo de amadurecimento e, portanto, com o processo respiratório. O teor ácido é importante na determinação do estágio de maturação ou, ainda, é indicativo do sabor do fruto.

Há um pequeno decréscimo nos carboidratos totais em todos os cultivares, durante o amadurecimento, devido à utilização de parte da glicose na respiração (LOESECK, 1950). ROSSIGNOLI (1983) e CARVALHO e PÁDUA (1984) encontraram, para a ATT (%) na banana Prata, de 0,14 a 0,17 para fruto verde e 0,39 a 0,44 para fruto maduro.

2.5.5. Sólidos solúveis totais (SST-%)

Os sólidos totais da banana apresentam uma pequena redução à medida que a fruta amadurece, o que se atribui para a absorção de água pela polpa. No entanto, os sólidos solúveis aumentam rapidamente com a maturação da fruta, em decorrência de uma degradação do amido em açúcares solúveis. ROSSIGNOLI (1983) e CARVALHO e PÁDUA (1984) indicam, para a banana Prata, teores dos SST (%) variando de 1,5 a 5,2 na banana verde e de 20,3 a 21 na banana madura.

OLIVEIRA (1995), trabalhando com bananas cultivar “Prata” com o objetivo de mostrar o grau de maturidade dos frutos na colheita (frutos verdes), obteve alguns parâmetros, cujas médias são referentes a 25 buquês, assim obtidos: relação de peso polpa/casca= 1,20; pH= 5,71; ATT= 0,21%; SST= 4,31%; comprimento do fruto= 15,44 cm e diâmetro do fruto= 3,55 cm.

FIGUEIREDO (1997), trabalhando com irrigação em bananeiras no Sul de Minas Gerais, chegou aos seguintes resultados: textura (lb) de 9,71; relação polpa-casca de 1,30; pH de 5,67; ATT (%) de 0,17 e SST (%) de 1,52.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do experimento

O experimento foi conduzido no Projeto Jaíba, situado na região Norte do Estado de Minas Gerais, na gleba C2 empresarial, lote 52, setor Se-1, durante o período de dezembro de 1999 a abril de 2001. Esta área foi escolhida por apresentar características edafoclimáticas representativas do Projeto Jaíba. A área do projeto acha-se localizada à margem direita do Rio São Francisco, abrangendo os municípios de Jaíba e Matias Cardoso. A região situa-se a uma altitude de 449 m, Latitude sul de 15°20' e Longitude oeste de 43°40'.

3.2. Características do solo da área experimental

Foram coletadas amostras às profundidades de 0 a 20, 20 a 40 e 40 a 60 cm para caracterização textural do solo da área experimental. A capacidade de campo e o ponto-de-murcha permanente foram determinados através do método de extrator de Richards, com base em amostras deformadas retiradas às mesmas profundidades já citadas. Determinou-se também a massa específica do solo, utilizando amostrador tipo Uhland. Todas as análises foram realizadas no laboratório do Centro Tecnológico de Pesquisa do Norte de Minas Gerais - EPAMIG, situado em Nova Porteirinha-MG.

Para análise química, amostras alteradas foram coletadas em cinco posições da área e homogeneizadas. Estas análises serviram para indicar as adubações periódicas necessárias.

3.3- Delineamento experimental e tratamentos

Utilizou-se o delineamento estatístico em blocos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram sorteados dentro da área experimental, apresentada na Figura 1.

Foi feita a análise de variância através do teste F, juntamente com o teste de média de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, para comparar os tratamentos de irrigação em função dos parâmetros avaliados nas diferentes fases fenológicas da cultura. Foram feitas análises de variância para os parâmetros relativos ao desenvolvimento vegetativo, à produtividade e qualidade dos frutos, utilizando-se o programa estatístico SAEG.

Os tratamentos de irrigação foram definidos com base na evapotranspiração de referência, calculada a partir da equação Penman-Monteith-FAO (ALLEN, 1986). Os tratamentos foram os seguintes:

- T1: 40% da ETo,
- T2: 60% da ETo,
- T3: 80% da ETo,
- T4: 100% da ETo e
- T5: 120% da ETo.

Foram utilizadas 60 plantas em cada tratamento, sendo 40 plantas úteis e 20 plantas como bordadura. Avaliaram-se o desenvolvimento vegetativo, a floração, a produtividade e a qualidade do fruto. Nas análises de qualidade do fruto, utilizaram-se cinco plantas por tratamento, ou seja, uma planta de cada bloco.

O monitoramento dos dados climáticos foi feito, utilizando-se uma estação meteorológica automática instalada em um ponto estratégico da área, no centro dos carregadores e em uma posição tal que pudesse interceptar o vento durante todo o dia, além de acompanhar a trajetória do sol durante todo o dia.

3.4. Uniformidade de irrigação

A análise da uniformidade de aplicação de água para o sistema foi feita, utilizando-se o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) para o sistema e o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD).

3.5. Práticas culturais

Para plantio da cultura da bananeira, foi feito o desmate da área, a aração e gradagem e, com base na análise química do solo, foram feitas as adubações de plantio utilizando, primeiramente, 10 g de salitre do Chile em 150 mL de água/planta e, posteriormente, 7 g de salitre do Chile nas mesmas proporções da primeira.

Utilizaram-se mudas de cultura de tecido, cultivar Prata anã [*Musa sp.* (AAB)].

O plantio foi realizado no dia 27/11/1999, com as mudas apresentando altura média de 15 cm em todos os tratamentos, em covas espaçadas de 2,5 x 3,0 m e com dimensões 0,40 x 0,40 x 0,40 m. No enchimento das covas, as camadas de solo foram invertidas, colocando-se em primeiro lugar a terra da superfície misturada com os adubos (20 L de esterco de curral, 250 g de superfosfato simples, 5 g de sulfato de zinco e 5 g de bórax). No fundo das covas, fez-se a aplicação de 200 g de calcário dolomítico.

Foram utilizadas 300 mudas dispostas em 10 linhas, com 30 plantas em cada uma.

Após o plantio, foram aplicadas irrigações para garantir o pegamento das mudas. O controle da irrigação e das medições dos parâmetros em estudo iniciou-se em março de 2000.

As adubações, tanto no plantio como no decorrer dos meses, foram feitas de acordo com as análises do solo, fornecendo a mesma dosagem a todos os

tratamentos. A disposição dos adubos no solo, para as plantas, foi feita a 0,30 m do pseudocaule, formando um anel ao redor de cada planta.

O desbaste foi realizado, periodicamente, utilizando-se cortes dos rebentos junto ao solo. Deixou-se junto à planta-mãe apenas um seguidor, eliminando-se os demais. No desbaste subsequente deixou-se apenas uma terceira planta, compondo desta forma o sistema de condução tradicional de “mãe”, “filha” e “neta”.

A operação de desfolha foi realizada periodicamente, eliminando folhas velhas, secas e quebradiças a fim de melhorar o arejamento interno do bananal, acelerar o desenvolvimento dos filhos, facilitar a realização de tratamentos culturais e a colheita.

Como o sistema radicular da bananeira é esparso e superficial e, por esta razão, bastante sensível à concorrência de ervas daninhas, as capinas eram feitas sempre que necessário, sendo as das plantas daninhas eliminadas por meio de cultivos, utilizando-se roçadeiras. As capinas foram realizadas apenas no início, visto que o bananal encontrava-se ainda em fase de fechamento. Outra prática realizada foi a eliminação do “coração”, quando a última penca voltou-se para cima, ou seja, em torno de 30-45 dias após o aparecimento da inflorescência.

Para a cultivar Prata anã, não existem pesquisas disponíveis recomendando um método que indique o momento ideal para a colheita (SILVA, 1997). Neste experimento, a experiência prática dos funcionários da PLENA (Empresa de consultoria e projetos), serviu como base para se selecionar, com uniformidade, o ponto de colheita em todos os tratamentos.

A colheita das plantas-mãe iniciou-se em meados de novembro de 2000 e finalizou no final de fevereiro de 2001.

A colheita das plantas-filhas iniciou-se em março de 2001 e finalizou em julho do mesmo ano. As colheitas foram feitas por duas pessoas, sendo que uma cortava o pseudocaule e a outra recebia o cacho sobre o ombro a fim de evitar lesões nos frutos. Foram realizadas dez e doze colheitas, espaçadas em sete dias, para as plantas-mãe e filha, respectivamente.

3.6. Sistema de irrigação e manejo

Foi utilizado o sistema de irrigação localizada por microaspersão, com microaspersores de vazão nominal de 70Lh⁻¹ e pressão de serviço de 200 kPa,

fornecidos através de catálogos. Foram feitas avaliações no campo para averiguação destes valores.

A precipitação média dos microaspersores era de 2,33 mm h⁻¹. Através deste valor, fazia-se a reposição das lâminas de irrigação em função da evapotranspiração de referência diária.

Trabalhou-se com turno de rega de 2 dias e, algumas vezes, 3 e 4 dias, em função da manutenção dos equipamentos.

A irrigação real necessária máxima foi obtida empregando-se a equação 5.

$$IRNmáx = \left(\frac{CC - PMP}{10} \right) dsZf \quad (5)$$

em que

IRN máx= irrigação real necessária máxima, mm;

CC= umidade na capacidade de campo, g g⁻¹;

PMP= umidade no ponto-de-murcha permanente, g g⁻¹;

ds= densidade do solo, g cm⁻³;

Z= profundidade efetiva do sistema radicular, cm; e

f= fator de disponibilidade da cultura, %.

Utilizando a Equação 5, obteve-se a disponibilidade total de água e a capacidade total de água para as camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm.

Os microaspersores foram espaçados em 5,0 m e as linhas de irrigação em 6,0 m, formando uma malha de 30 m².

O controle da umidade do solo foi feito, semanalmente, antes das irrigações, para todos os tratamentos, às profundidades de 0 a 20 e de 20 a 40 cm, enquanto para as profundidades de 40 a 60 e de 60 a 80 cm foram coletadas amostras mensais.

Os valores de umidade foram utilizados como dados de entrada no SISDA, para realização do manejo da irrigação.

O controle da irrigação foi feita até o início de maio de 2001, embora a colheita das plantas-filha tenha sido prorrogada até início de julho. Isto ocorreu em virtude do aparecimento da doença do mal-do-Panamá que disseminou-se dentro da área e prejudicou o controle.

3.7. Parâmetros avaliados

A primeira etapa deste experimento consistiu em avaliar o comportamento das plantas-mãe da bananeira quanto ao crescimento, em função das lâminas de irrigação. As seguintes avaliações foram realizadas mensalmente, no período de fevereiro a julho de 2000, quando iniciou-se a floração:

- altura das plantas-mãe medida da superfície do solo até à inserção da última folha totalmente aberta (roseta foliar);
- perímetro do pseudocaule das plantas-mãe medido a 20 cm do solo.
- número de folhas emitidas pelas plantas-mãe.

O manejo foi conduzido com o auxílio do software SISDA, alimentado com os dados climáticos coletados pela estação meteorológica. O SISDA fornecia diariamente a evapotranspiração de referência que, juntamente com a intensidade de precipitação do microaspersor, permitia a determinação do tempo de irrigação para os tratamentos.

Foi feita a análise foliar a fim de verificar o estado nutricional da bananeira, em cada tratamento. Para esta análise, foi coletada a amostra internacional de referência (AIR), utilizando-se cinco folhas, correspondentes à terceira folha de cada planta em cada tratamento (5 repetições, perfazendo um total de 25 folhas avaliadas).

Foram obtidos parâmetros relativos à produtividade de cada membro da família, bem como as produtividades finais e a qualidade dos frutos na colheita e na pós-colheita

Para os parâmetros de produtividade, foram avaliados:

- Peso do cacho com engaço (kg);
- Peso do cacho sem engaço (kg);
- Número de pencas por cacho;
- Número de frutos por penca;
- Peso da segunda penca de cada cacho (kg).
- Comprimento do fruto central da segunda penca (cm); e
- Circunferência do fruto central da segunda penca (cm).

As avaliações de qualidade das pencas na colheita foram efetuadas, adotando-se os padrões da ABANORTE (Associação dos Bananicultores do Norte de Minas Gerais), (RODRIGUES e NETO, 1999). Para caracterizar a penca como de primeira, adotou-se um comprimento mínimo de 140 mm e diâmetro mínimo de 32 mm. Para pencas consideradas de segunda qualidade, considerou-se um comprimento mínimo de 120 mm e diâmetro mínimo de 28,57 mm. As pencas que não satisfaziam estes requisitos foram consideradas descarte.

Para caracterização das frutas, fizeram-se coletas da segunda penca das plantas úteis das parcelas para análises dos frutos verdes, retirando-se os quatro frutos centrais desta penca, obtendo-se, assim, a relação polpa-casca, a textura, o potencial hidrogeniônico (pH), a acidez total titulável (ATT), os sólidos solúveis totais (SST) e o açúcar.

A textura foi determinada com auxílio do texturômetro de Magness-Taylor com ponta de 7,94 mm de diâmetro, sendo realizada na porção central do diâmetro maior de cada fruto. O resultado da textura de cada tratamento foi constituído pela média de 8 leituras (duas em cada fruto).

A relação polpa-casca foi determinada por meio da pesagem individual da polpa e da casca dos frutos com quatro repetições, com auxílio de balança semi-analítica. Já os valores de SST, pH e ATT foram a média de duas leituras para cada fruto.

Para ATT, foram utilizados 10 mL do filtrado adicionado em 40 mL de água, fazendo-se a titulação com NaOH a 0,1 N . A tomada de ensaio foi de 2 g de polpa, sendo os resultados expressos em gramas de ácido málico por 100 g de polpa. Os sólidos solúveis totais foram determinados com um refratômetro digital, após filtragem do homogenato em gase, sendo os resultados expressos em porcentagem, segundo HELRICH (1990). O pH foi determinado após filtragem do homogenato em gase, utilizando-se um potenciômetro.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1- Caracterização do solo da área experimental

Os valores de umidade do solo na capacidade de campo, no ponto de murcha permanente e a massa específica para diferentes profundidades e amostragens estão apresentados no Quadro 3. Considerou-se a umidade à tensão de 10 kPa como capacidade de campo e 1500 kPa como ponto-de-murcha permanente.

Quadro 3 . Valores de capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP) e massa específica do solo (ρ_s), para diferentes profundidades e amostragens, obtidos na área experimental

Profundidade	Primeira amostragem		
	CC (%)	PMP (%)	ρ_s (g cm ³)
0-20 cm	7,7	2,5	1,35
20-40 cm	10,9	2,6	1,32
40-60 cm	13,6	3,5	1,30
Segunda amostragem			
0-20 cm	7,6	2,0	1,34
20-40 cm	10,8	2,6	1,23
40-60 cm	12,8	2,9	1,26

A capacidade de campo média às profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm foi 7,65, 10,85 e 13,2 % e o ponto-de-murcha permanente médio foi 2,25, 2,6 e 3,2 %, com base em peso, respectivamente.

A capacidade total de água disponível (CTA) às profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm foram 14,53 mm, 21,04 mm e 25,60 mm, respectivamente, caracterizando o solo como arenoso, em razão da baixa capacidade de retenção de água (Quadro 4).

Quadro 4. Análise granulométrica do solo da área experimental

Camada (cm)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Classificação textural
0-20	88,8	1,6	9,6	Areia franca
20-40	85,6	4,7	9,7	Areia franca

No Quadro 5, são apresentados os valores da análise química do solo.

Quadro 5. Elementos químicos presentes no solo após o desmatamento e antes da implantação da área cultivada

Camada (cm)	MO (%)	pH mg 100 cm ⁻³	Al mg 100 cm ⁻³	Ca mg 100 cm ⁻³	Mg mg 100 cm ⁻³	K ppm	P ppm
0-20	1,4	4,1	0,8	0,4	0,1	36	0,9
20-40	1,4	4,1	1,0	0,3	0,1	27	0,8
40-60	1,4	4,1	1,0	0,2	0,1	21	0,4
Classificação	baixo	elevada	baixo	baixo	baixo	baixo	baixo

4.2. Caracterização da aplicação de água na área experimental

As pressões foram obtidas em todos os microaspersores do experimento.

Os valores médios de uniformidade foram obtidos por meio das equações 3 e 4, resultando em 99,02 e 97,85 %, respectivamente, para CUC e CUD. Tais resultados indicam que a uniformidade de aplicação de água nos tratamentos foi classificada como excelente, não influenciando os tratamentos de lâmina de irrigação (SMAJSTRLA e ZAZUETA (1988) e BERNARDO (1986).

Como cada microaspersor irriga mais de uma planta, avaliou-se, no início do experimento, o CUC ajustado proposto por ALMEIDA (1997), obtendo o valor de

94%, indicando que existe não só uniformidade entre microaspersores, mas, também, adequada distribuição entre quadrantes.

4.3. Condução e manejo da irrigação

A capacidade total de água do solo (CTA) foi 19,67 mm, sendo a lâmina mínima recomendável de 12,78 mm. Considerou-se um fator de disponibilidade igual a 0,35 e uma profundidade efetiva do sistema radicular de 40 cm.

No campo, o diâmetro irrigado medido dos microaspersor foi 5,40 m, correspondendo a uma área molhada de 22,89 m².

A porcentagem de área molhada obtida para cada microaspersor foi 76 %, estando em conformidade com KELLER e KARMELI (1974), SAN JUAN (1988) e PIZARRO (1987).

A Figura 2 apresenta o comportamento da evapotranspiração de referência diária e média obtida, referente ao primeiro e segundo ciclo da bananeira.

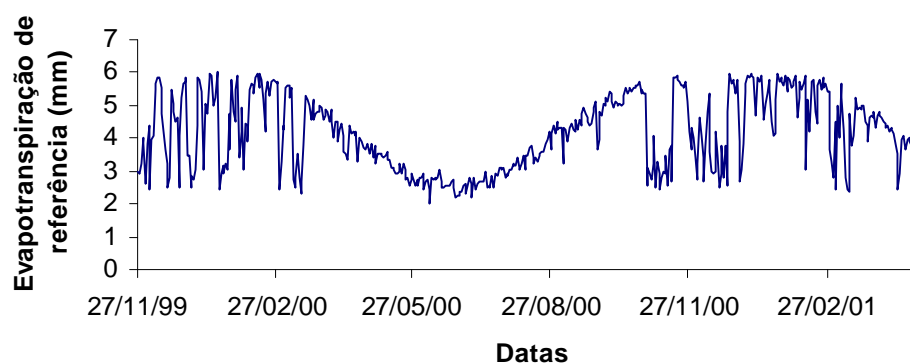


Figura 2. Valores diários de evapotranspiração de referência (ET_o), calculada pela equação de Penmam Monteith-FAO.

A evapotranspiração de referência (ET_o) média diária, observada durante os anos de realização do experimento, foi de 4,14 mm dia⁻¹, diferindo-se das normais obtidas para a região que é de 5,5 mm dia⁻¹.

As fases fenológicas foram divididas em quatro, em função da porcentagem de área sombreada e do acompanhamento diário do desenvolvimento da cultura no campo. A primeira fase, denominada inicial, estendeu-se do plantio até

aproximadamente 10% de cobertura do solo. A segunda fase iniciou-se com 10% de cobertura do solo e terminou com o início da floração. A terceira fase ocorreu do início da floração até o início da colheita. Já a última fase estendeu-se por todo o período de colheita de cachos das plantas-mãe (Quadro 6).

Quadro 6. Irrigações realizadas para cada tratamento nas diferentes fases fenológicas até o primeiro ciclo da cultura (plantas-mãe)

Fases	40% ETo (mm)	60% ETo (mm)	80% ETo (mm)	100% ETo (mm)	120% ETo (mm)
I	119	119	119	119	119
II	184	275	367	459	550
III	171	257	342	428	513
IV	111	166	222	277	333
Total	585	817	1050	1283	1515

As fases fenológicas e sua duração são apresentadas no Quadro 7.

Quadro 7. Fases fenológicas, intervalos e duração das fases obtidas para as plantas mãe e filha

Plantas- mãe		
Fases fenológicas	Intervalo	Duração em meses
I- Início (10% de cobertura)	Dez./1999 a Jan./2000	2
II- Desenvolvimento vegetativo	Fev./2000 a Mai./2000	4
III-Desenvolvimento do cacho	Jun./2000 a Set./2000	4
IV-Colheita	Out./2000 a Nov./2000	2
Plantas-filha		
Única	Dez./2000 a Abril./2001	5

Para melhor visualização da quantidade de água aplicada, por tratamento, traçou-se a Figura 3, que apresenta as lâminas mensais aplicadas durante o experimento (primeiro e segundo ciclos) em função dos tratamentos e dos meses de avaliação.

De acordo com a Figura 3, no período de dezembro de 1999 a fevereiro de 2000, as irrigações foram iguais para todos os tratamentos, em função das condições de precipitação ocorridas. A diferenciação das lâminas de irrigação ocorreu a partir do mês de março de 2000.

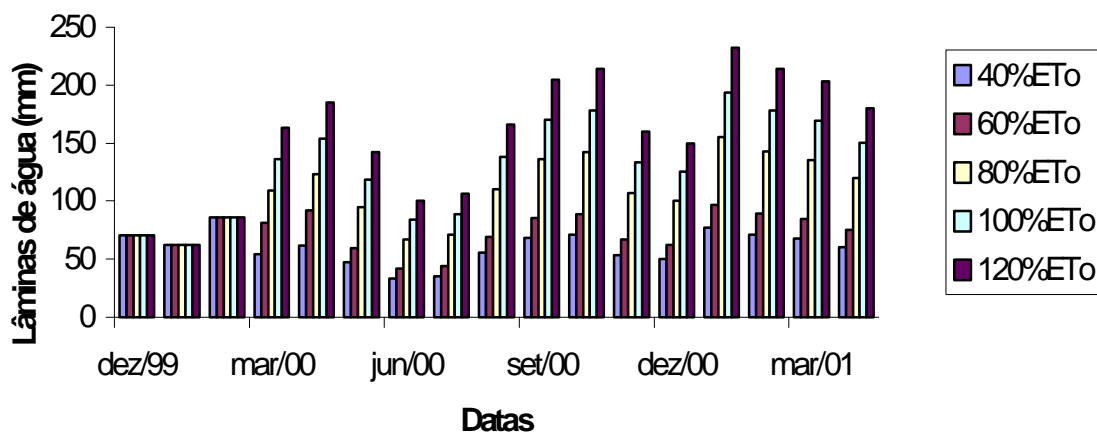


Figura 3. Lâminas de água mensais aplicadas em cada tratamento

No Quadro 10, verifica-se que as irrigações realizadas na primeira fase fenológica, em função de ter compreendido os meses de dezembro (1999) e janeiro (2000), foram iguais, não havendo diferenciações dos tratamentos de irrigação. Cabe ressaltar que a seleção do melhor tratamento de irrigação, nesta fase, ocorreu a partir de visualizações no campo e análises estatísticas. A segunda e terceira fases fenológicas foram as que mais demandaram irrigação, em função da sua duração e de ter compreendido um período sem chuvas. Para a primeira e quarta fases fenológicas, a quantidade de irrigação foi menor, devido sua pequena duração e às precipitações ocorridas.

As irrigações realizadas no segundo ciclo da bananeira (plantas-filha) são apresentadas no Quadro 8.

Quadro 8. Irrigação realizada para cada tratamento, no segundo ciclo da cultura da bananeira (plantas-filha), em função da evapotranspiração de referência total

Tratamentos	40% ETo	60% ETo	80% ETo	100% ETo	120% ETo
Lâminas (mm)	267	401	535	668	802

Nas figuras 4 a 8, são apresentados os comportamentos da umidade atual, lâmina mínima recomendável e excesso de umidade, para cada tratamento, em função das datas de avaliação, durante os meses de novembro de 1999 a abril de 2001.

Os valores de umidade medidos na área experimental foram inferiores aos obtidos através do SISDA.

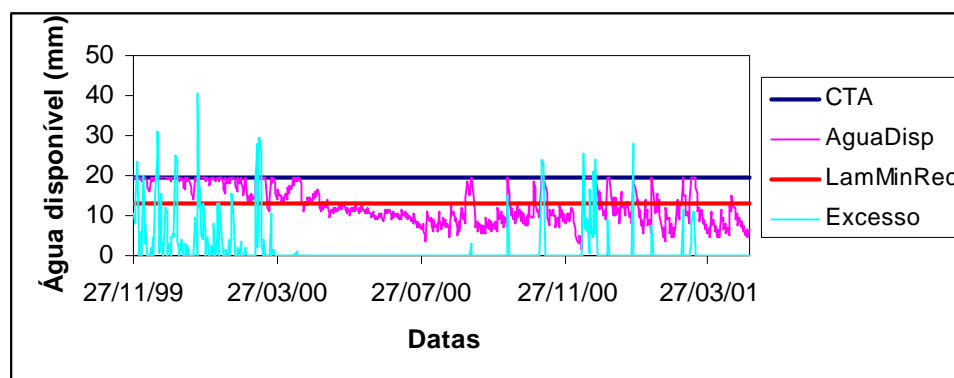


Figura 4. Balanço de água no solo para o tratamento de reposição de 40% da evapotranspiração de referência (ET₀).

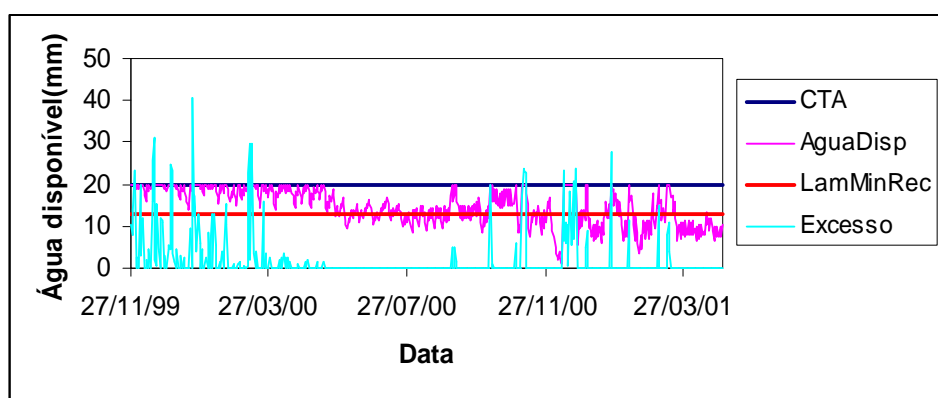


Figura 5 - Balanço de água no solo para o tratamento de reposição de 60% da evapotranspiração de referência (ET₀).

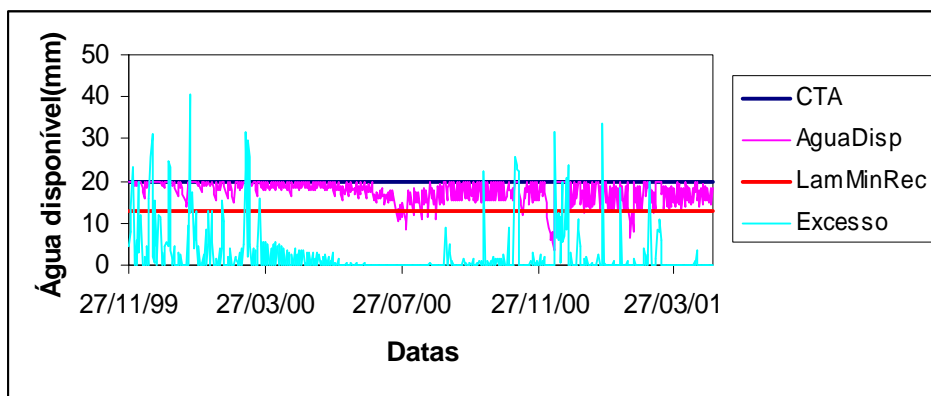


Figura 6. Balanço de água no solo para o tratamento de reposição de 80% da evapotranspiração de referência (ET_o).

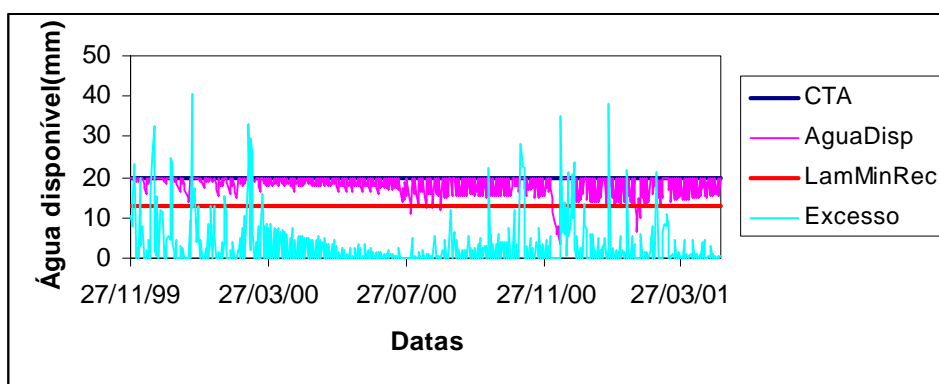


Figura 7 - Balanço de água no solo para o tratamento de reposição de 100% da evapotranspiração de referência (ET_o).

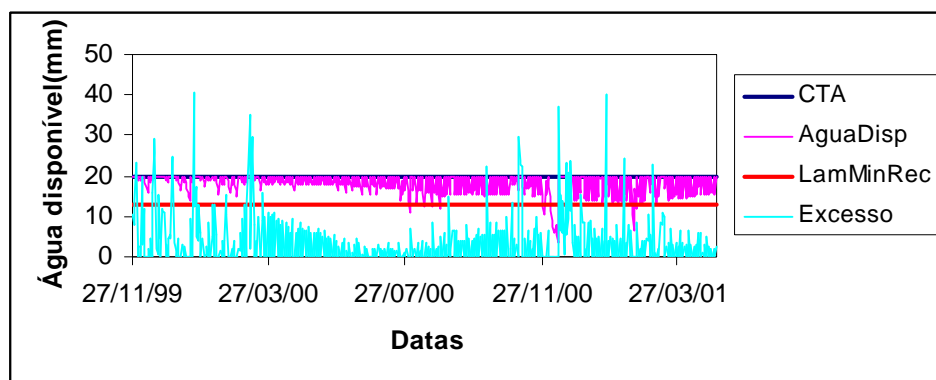


Figura 8. Balanço de água no solo para o tratamento de reposição de 120% da evapotranspiração de referência (ET_o).

Nas figuras 7 e 8, verifica-se que a água disponível do solo para os tratamentos de 40% e 60% da ET_o esteve, na maioria do tempo, abaixo do limite

mínimo recomendável. Nos períodos que compreenderam as fases de floração e crescimento dos frutos, para as plantas-mãe (junho a setembro de 2000), as variações da água disponível estiveram abaixo do limite mínimo recomendável.

Este déficit hídrico afetou muito mais a produção (Quadro 14) do que o crescimento vegetativo (Quadros 10 e 11). A produtividade foi afetada quanto ao peso do fruto e não quanto ao número de frutos ou pencas. A diferenciação floral ocorreu aproximadamente, em dois meses antes da visualização da inflorescência e, por esta razão o número de frutos não foi afetado. Por outro lado, o crescimento do fruto ocorreu sob deficiência de água, sendo drasticamente afetado. Sabe-se que as fases mais críticas de exigência de água pela bananeira são de diferenciação floral e crescimento inicial dos frutos. Os resultados encontrados neste trabalho mostram, claramente, que a segunda etapa foi a afetada, principalmente no que diz respeito ao comprimento e diâmetro do fruto.

Os déficits hídricos ocorridos nos tratamentos de 40% e 60% da ETo promoveram efeitos importantes nos parâmetros de desenvolvimento vegetativo (altura das plantas e perímetro do pseudocaule) e produtividade, para as plantas mãe e filha da bananeira.

Analisando as figuras 9 a 11, relativas aos tratamentos de 80%, 100% e 120% da ETo, verifica-se que a água disponível durante as fases de desenvolvimento vegetativo e floração manteve-se, grande parte do tempo, acima da umidade mínima recomendável. Apesar da água disponível manter-se entre o limite mínimo e a capacidade total de água, houve alguns meses em que ela oscilou próximo do limite recomendável, principalmente para o tratamento de 80% da ETo, com alguns picos abaixo deste limite.

Quanto ao excesso de água, verificou-se que, em todos os tratamentos, houve uma concentração maior nos meses de novembro a março de 1999 e de 2000, atribuída às chuvas e ao período antes do início do manejo, o que pode ser observado nas figuras 7 a 11.

Observa-se que, na fase de desenvolvimento vegetativo e de floração das plantas-mãe da bananeira (fevereiro a julho de 2000), houve déficits de umidade no solo, principalmente nos tratamentos de 40, 60, e 80% da ETo, nas fases em que a cultura mais precisava de água.

A água disponível no solo, no período de dezembro de 2000 a fevereiro de 2001, apresentou algumas quedas abaixo da umidade mínima, explicadas pelo turno

de rega maior e períodos sem irrigação, em função das altas precipitações ocorridas nesses meses e necessidade de manutenção dos equipamentos.

4.4. Resultados das análises foliares na planta filha da bananeira

No Quadro 9, são apresentados os valores da análise química foliar para cada tratamento de irrigação.

Quadro 9. Valores das análises químicas foliares, obtidas na planta filha, na área experimental realizada no mês de novembro de 2000

Macronutrientes						
Tratamentos						
	40% ETo	60% ETo	80% ETo	100% ETo	120% ETo	Adequados
N (%)	3,000	2,800	3,000	2,900	2,900	2,7-3,6
P (%)	0,194	0,187	0,191	0,187	0,188	0,18-0,27
K (%)	3,170	3,350	3,130	2,550	2,720	3,0-5,4
Ca (%)	0,343	0,554	0,757	0,612	0,585	0,25-1,2
Mg (%)	0,165	0,240	0,300	0,270	0,270	0,3-0,6
S (%)	0,123	0,188	0,225	0,203	0,159	0,2-0,3
Micronutrientes						
B (mg/kg)	23,02	23,85	25,79	23,85	23,99	10-25
Cu (mg/Kg)	5,40	5,70	5,30	5,80	5,20	6-30
Fe (mg/kg)	90,00	104,60	95,50	99,50	83,50	80-360
Mn (mg/kg)	322,00	404,10	515,70	587,00	497,60	20-200
Zn (mg/kg)	13,60	17,00	15,80	13,80	14,50	20-50
Na (mg/kg)	160,00	60,00	60,00	60,00	60,00	*

* Segundo PREZOTTI (1992) e MALAVOLTA e VITTE (1985).

O tratamento de reposição de 80% da ETo não apresentou nenhuma deficiência quanto aos macronutrientes, porém apresentou deficiências em relação aos micronutrientes (Cu, e Zn) e excesso de Mn (Quadro 12).

Analisando os resultados apresentados no Quadro 9 e comparando-os com os sintomas de deficiência de nutrientes, observa-se que os tratamentos de 120% e 100% da ETo apresentaram níveis de potássio (K) abaixo do recomendado para a banana Prata-anã. Pode-se explicar estes resultados pelo provável excesso de água aplicada, fazendo com que estes elementos ficassem fora de alcance do sistema radicular da bananeira; porém, não foi observada maturação irregular nem cachos

raquíticos, que são sintomas da falta deste elemento, não influenciando os frutos da bananeira para o tratamento de 120% da ETo.

Para o macronutriente magnésio (Mg), observaram-se sintomas visuais na plantas correspondentes aos tratamentos de 40, 60, 100 e 120% da ETo . Os tratamentos de 40 e 60% da ETo apresentaram cachos raquíticos e deformados, enquanto o tratamento de 100% apresentou uma maturação irregular com apodrecimento rápido do fruto. Apesar do tratamento de 80% da ETo não ter apresentado deficiências nutricionais quanto a este macronutriente, observou-se na colheita que os frutos também apresentaram maturação irregular e apodrecimento rápido, levantando a hipótese de que, em alguma fase fenológica os elementos nutricionais influenciaram determinantemente esta caracterização, enquanto para o tratamento correspondente à lâmina 120%, estes elementos não influenciaram os resultados de produtividade nem de qualidade.

Para o macronutriente enxofre (S), observa-se que os tratamentos de 40%, 60% e 120% apresentaram sintomas nas folhas. Os frutos do tratamento de 40% e 60% apresentaram-se pequenos, tanto em diâmetro quanto em comprimento. Já o tratamento de 120% não apresentou, em fruto algum, qualquer indicativo de deficiência de enxofre (S).

Para os micronutrientes, foram observadas variações fora dos níveis de adequação do cobre (Cu), do manganês (Mn) e do zinco (Zn). Para o cobre, nos tratamentos de 40%, 60%, 80% e 100%, observou-se o dobramento da nervura principal, com o limbo apresentando uma coloração verde-clara uniforme, o que não foi observado para o tratamento de 120% da ETo. Para o micronutriente manganês, observou-se um excesso em todos os tratamentos, porém, somente nos tratamentos de 40% e 60% da ETo foi observado enegrecimento marginal seguido de necrose, possivelmente devido à falta de água.

Para o micronutriente zinco, foram constatadas deficiências em todos os tratamentos, porém apenas nos tratamentos de 40% e 60% da ETo verificou-se fruto torto e pequeno.

É importante ressaltar que os níveis de alguns macronutrientes e micronutrientes, principalmente nos tratamentos de 100% e 120%, estiveram fora dos níveis recomendados, porém não causando danos ao desenvolvimento e produtividade da cultura. Em outros, os nutrientes apresentaram níveis adequados.

4.5. Parâmetros de desenvolvimento vegetativo das plantas mãe e filha da bananeira

4.5.1. Altura das plantas

No Quadro 10, verifica-se que, para as plantas-mãe, os tratamentos de irrigação tiveram influência tanto durante o crescimento quanto a altura final de plantas. As plantas-mãe foram menos afetadas em relação ao parâmetro altura em razão de seu crescimento menor. Já para as plantas-filha, os tratamentos de 80%, 100% e 120% proporcionaram resultados semelhantes entre si, e superiores em relação aos tratamentos de 60% e 40% para a altura final, porém houve diferenciações significativas durante a fase de crescimento.

De acordo com o Quadro 10, no início das medições (mês de fevereiro de 2000), as plantas-mãe dos tratamentos avaliados não apresentaram diferenças significativas em relação a este parâmetro, em função das precipitações ocorridas, o que foi constatado através do teste de média Tukey a 5% de probabilidade. A partir do mês de março, houve diferenciações entre os tratamentos.

Por meio do Quadro 10, na análise mensal do parâmetro altura para as plantas-mãe da bananeira, verifica-se que, o tratamento de 60% no início destacou-se em relação aos demais tratamentos. Apesar deste tratamento ter-se igualado a outros tratamentos, no início das medições, ele é indicado nesta fase, em virtude da economia de água e energia elétrica. Além disso, no campo, foi verificada semelhança, do tratamento de 60% com os demais, nesta fase. Ainda no Quadro 10, referente às plantas-filha da bananeira, verificou-se que o tratamento de 120% ETo foi sempre superior aos demais tratamentos. Apenas no último mês de avaliação (novembro de 2000) os tratamentos de 80%, 100% e 120% não se diferenciaram, o que se explica pelo fato que, neste mês, houve precipitações que satisfizeram a demanda hídrica, promovendo uma uniformidade dentro desses tratamentos, fazendo com que estatisticamente eles se igualassem. Observa-se que os tratamentos de 40% e 60% não se recuperaram em função dos meses de chuva, ficando inferiores aos demais.

Quadro 10. Altura dos pseudocauls das plantas mãe e filha em diferentes épocas de avaliação, em função dos tratamentos de irrigação

Plantas-mãe					
Lâminas de irrigação					
Épocas	40% ETo	60% ETo	80% ETo	100% ETo	120% ETo
Fevereiro	88 a	101 a	102 a	102 a	94 a
Março	111 c	119 a b c	130 a b	134 a	116 b c
Abril	164 b	172 a b	175 a b	181 a	162 b
Maiο	189 a	202 a	200 a	200 a	199 a
Junho	195 c	223 a b	226 a	232 a	205 b c
Julho	215 b	234 a	238 a	240 a	240 a

Plantas-filha					
Lâminas de irrigação					
Épocas	40% ETo	60% ETo	80% ETo	100% ETo	120% ETo
Junho	148 c	153 c	155 c	179 b	233 a
Julho	158 d	165 c d	176 c	199 b	249 a
Agosto	169 d	183 c d	198 c	221 b	270 a
Setembro	174 d	185 d	203 c	229 b	274 a
Outubro	180 d	198 c	210 c	245 b	276 a
Novembro	199 d	261 c	289 a	290 a	281 a

Médias acompanhadas da mesma letra nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

4.5.2. Perímetro do pseudocaul

N o Quadro 11, observa-se que as plantas-filha tiveram um desenvolvimento superior às plantas-mãe, em relação ao perímetro final do pseudocaul.

O comportamento do perímetro do pseudocaul foi inferior para alguns tratamentos, no início das medições, explicado pelas altas precipitações, além das características fisiológicas das mudas. No início, quando as plantas possuíam raízes menores, os nutrientes aplicados foram lixiviados para camadas mais profundas, impossibilitando sua assimilação. A partir do mês de maio, o tratamento de 120% da ETo recuperou-se em relação aos outros tratamentos (Quadro 11).

Observou-se uma superioridade, para as plantas-mãe, do tratamento de 100% da ETo em relação aos outros tratamentos, para praticamente todos os meses de avaliação. No início das medições, fevereiro e março de 2000, observou-se que os tratamentos de 60% e 80% apresentaram resultados semelhantes ao tratamento de 100%, porém demandando uma menor quantidade de água. O tratamento de 60%

proporcionou um desenvolvimento semelhante às demais lâminas com menores quantidades de água aplicada (Quadro 11).

Ainda em relação às plantas-mãe, observa-se uma tendência para indicação do tratamento de 60% para a fase inicial e o tratamento de 100% até o início da fase de floração. Cabe ressaltar que nas plantas correspondentes ao tratamento de 60% da ETo, observou-se a não diferenciação em relação ao tratamento de 80% da ETo.

Analisando os resultados obtidos para as plantas-filha, apresentados no Quadro 11, observa-se que o tratamento de 120% da ETo foi sempre superior aos demais tratamentos, ou seja, nas épocas de veranico (junho a setembro de 2000) e de chuva (novembro e dezembro de 2000) foi sempre o que se destacou em relação aos demais tratamentos. Observa-se que, apenas no mês de outubro de 2000, o tratamento de 100% igualou-se ao tratamento de 120%, voltando a prevalecer o de 120% no mês posterior.

Quadro 11. Perímetro do pseudocaule das plantas mãe e filha a 20 cm de altura do solo, em diferentes épocas de avaliação, em função dos tratamentos de irrigação

Perímetro das plantas-mãe (cm)					
Lâminas de irrigação					
Épocas	40%	60%	80%	100%	120%
Fevereiro	35 b	38 ab	41 a	42 a	37 b
Março	44 c	48 ab	50 a	50 a	45 b c
Abril	54 b	57 ab	56 a b	59 a	55 b
Maiο	59 c	61 b c	63 a b	65 a	62 a b c
Junho	60 c	65 b	67 a b	69 a	65 b
Julho	64 c	65 bc	67 a bc	69 a	68 ab
Perímetro das plantas-filha					
Lâminas de irrigação					
Épocas	40%	60%	80%	100%	120%
Junho	41 c	41 c	41 c	53 b	64 a
Julho	42 d	46 d	53 c	62 b	74 a
Agosto	44 e	51 d	58 c	65 b	75 a
Setembro	47 d	54 c	59 c	66 b	75 a
Outubro	53 c	57 c	63 b	74 a	79 a
Novembro	71 c	75 b c	77 b	78 b	85 a

Méidas acompanhadas da mesma letra nas linhas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

O perímetro do pseudocaule manteve-se, praticamente, constante durante os meses mais frios, para os dois ciclos. Isto se deve ao fato que durante esses meses, a temperatura manteve-se baixa, influenciando a evolução final deste parâmetro.

Durante os meses de outubro e novembro do ano de 2000, houve um aumento significativo no perímetro do pseudocaule, principalmente nos tratamentos de 40%, 60% e 80% da ETo, em função do início do período de chuvas.

Comparando os resultados, relativos ao perímetro e altura das plantas, com os resultados obtidos por SANTOS (1996), observa-se que os obtidos por SANTOS (1996) estiveram bem abaixo do encontrado, em função das características climáticas favoráveis do Norte de MG. Os resultados encontrados estão de acordo com os apresentados por DOORENBOS e KASSAN (1994), porém são superiores aos de SANTOS (1996).

4.5.3. Número de folhas emitidas

No Quadro 12, observa-se que os tratamentos de irrigação não influenciaram o número final de folhas emitidas para as plantas mãe e filha.

A partir do mês de junho de 2000, as plantas-mãe da bananeira cessaram a emissão de folhas, o que coincidiu com o período de inflorescência, confirmando as afirmações feitas por MOREIRA (1987), segundo o qual, a partir da emissão de 60% das suas folhas totais, a bananeira paralisa a produção das folhas.

No Quadro 12, observa-se que a quantidade total de folhas emitidas pelas plantas-mãe, durante todo o seu ciclo (em torno de 14 folhas), foi inferior às emitidas pelas plantas-filha (em torno de 22 folhas) o que pode explicar, em parte, as diferenças nos resultados de produtividade entre as duas.

PEREIRA (1997), em trabalho realizado no Projeto Jaíba, situado no Norte de Minas Gerais, trabalhando com mudas de bananeira cultivar 'Prata anã', afirma que, na época do plantio, as mudas possuíam cerca de seis folhas. No quarto mês, atingiram a metade do número de folhas totais emitindo a última folha no nono mês, aproximadamente, quando as plantas apresentavam 40 folhas, em média. Com relação à taxa de emissão de novas folhas, esse autor observou incremento contínuo até atingir o máximo, em torno do quinto mês (4,6 folhas/mês ou emissão de uma folha a intervalos de 6,5 dias).

Quando as condições edafoclimáticas são favoráveis, o intervalo entre a emissão de novas folhas varia de 5 a 9 dias, para as cultivares Enano (Nain) e Poyo, e de 8 a 11 dias para 'Gros Michel' (CHAMPION, 1975).

Confrontando o presente trabalho com aqueles realizados por TURNER e DAKER (1986) e PEREIRA (1997), os quais discutem a respeito da emissão de folhas durante as fases fenológicas, observou-se que o fato dos tratamentos não terem diferenciados, talvez seja devido à demora na emissão, justificada pela maior distância a ser percorrida (maior diâmetro e altura do pseudocaule nesse momento), além do menor número de dias do plantio ao florescimento.

De acordo com o Quadro 12, a média de folhas emitidas, para as plantas mãe e filhas, esteve dentro do esperado para um desenvolvimento ideal, considerando a emissão de 4 a 5 folhas mensais com intervalos de 4,6 folhas/mês, confirmando as afirmações feitas por PEREIRA (1997).

Quadro 12. Número de folhas vivas nos meses de avaliação (março a maio de 2000 para as plantas-mãe e junho a outubro de 2000 para as plantas-filha), em função dos tratamentos de irrigação

Tratamentos	Número de folhas vivas na planta mãe	Número de folhas vivas na planta filha
40% ETo	14,31	22,51
60% ETo	14,42	21,76
80% ETo	14,24	22,04
100% ETo	14,49	23,31
120% ETo	14,37	23,64
Média geral	14,36	22,65

* O teste F não foi significativo ao nível de 5% de probabilidade

4.6. Produtividade

No Quadro 13, observa-se que todos os parâmetros de produtividade, avaliados para as plantas-filha, apresentaram valores superiores aos encontrados para as plantas-mãe.

Para os parâmetros peso do cacho com e sem engaço, observou-se superioridade para as plantas mãe e filha, do tratamento de 120% da ETo, em relação aos demais tratamentos. Os tratamentos correspondentes a 80% e 100% da ETo mantiveram-se semelhantes, ao nível de 5% de probabilidade para as plantas-mãe, o mesmo acontecendo com os tratamentos de 40 e 60% da ETo. Para as plantas-filha, seguiu-se a mesma tendência, diferindo apenas quanto à diferenciação dos tratamentos de 40 e 60% da ETo (Quadro 13).

Para o parâmetro número de pencas por cacho, não houve diferenças estatísticas para as plantas mãe e filha, ou seja, todos os tratamentos apresentaram, em média, o mesmo número de pencas por cacho (Quadro 13).

Ainda no Quadro 16, para o parâmetro número de frutos por penca, observou-se o mesmo comportamento tanto para as plantas-mãe como plantas-filha, ou seja, o tratamento de 120% da ETo foi superior aos demais tratamentos, porém estatisticamente semelhante aos tratamentos de 40% e 80%, ficando os tratamentos de 60% e 80% inferiores ao de 120% porém semelhantes aos tratamentos de 40 e 80% da ETo. Pode-se explicar este fato em razão da quantidade de frutos raquíticos e maduros, encontrada nos tratamentos de 40%, 60% e 80%, ou seja, esses frutos foram incluídos na contagem geral. Às vezes os tratamentos de 40% e 60% possuíam mais frutos do que os de 80% e 120%, porém com medidas (comprimento e diâmetro) descartáveis comercialmente.

Quanto ao peso médio, comprimento do fruto central e circunferência da segunda penca, para as plantas-mãe, observa-se o mesmo comportamento em relação à maioria dos parâmetros estudados, ou seja, o tratamento de 120% foi superior, enquanto os tratamentos de 100% e 80% foram semelhantes, o mesmo acontecendo com os tratamentos e 60% e 40%. Na análise destes parâmetros, para as plantas-filha, observa-se que os tratamentos de 100% e 120% igualaram-se, exceto o comprimento do fruto central, mostrando uma tendência para futura diminuição de lâminas, nas famílias posteriores. Além disso, observou-se superioridade do tratamento de 60%, em relação ao de 40% da ETo (Quadro 13).

Quadro 13. Parâmetros médios de produtividade obtidos das plantas mãe e filha, em função dos tratamentos de irrigação

Plantas-mãe							
Tratamento	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
40% ETo	5,4 c	4,6 c	7,3 a	13,4 ab	0,5 c	13,4 c	8,6 c
60% ETo	6,8 c	5,1 c	7,6 a	13,3 b	0,7 c	14,3 c	9,1 c
80% ETo	10,1 b	8,8 b	7,7 a	13,5 ab	1,2 b	16,2 b	11,1 b
100% ETo	10,8 b	9,8 b	7,9 a	13,3 b	1,3 b	17,0 b	11,4 b
120% ETo	14,4 a	13,3 a	7,7 a	13,9 a	2,0 a	19,6 a	12,5 a
Média	9,36	8,36	7,66	13,48	1,16	16,11	10,52
CV (%)	10,89	11,66	5,13	2,21	14,19	4,93	5,12
Plantas-filha							
Tratamento	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
40% ETo	11,3 d	9,7 d	9,2 ab	14,1 ab	1,1 d	17,4 d	10,1 c
60% ETo	14,3 c	12,4 c	9,3 ab	14,5 a	1,5 c	19,3 c	11,4 b
80% ETo	16,9 b	14,9 b	9,1 ab	14,3 ab	1,9 b	19,8 bc	12,4 a
100% ETo	18,3 b	16,4 b	8,7 b	13,6 b	2,3 a	21,1 b	12,9 a
120% ETo	23,6 a	21,5 a	9,6 a	14,9 a	2,6 a	22,9 a	13,2 a
Média	16,88	15,00	9,19	14,31	1,88	20,10	11,99
CV (%)	6,10	7,49	4,05	2,96	7,80	4,02	3,82

* Médias acompanhadas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Realização das medições:

- (1)- Peso do cacho com engaço (kg);
- (2)- Peso do cacho sem engaço (kg);
- (3)- número médio de pencas por cacho;
- (4)- número médio de frutos por penca;
- (5)- peso médio da segunda penca, (kg);
- (6)- comprimento médio do fruto central da segunda penca, (cm); e
- (7)- circunferência média do fruto central da segunda penca, (cm).

4.6.1. Produtividade das plantas mãe e filha em função dos tratamentos de irrigação

De acordo com o Quadro 14, a lâmina de 120% foi a que apresentou uma maior produtividade para as plantas mãe e filha, seguida dos tratamentos de 100%, 80%, 60% e 40% da ETo. Os tratamentos de 80% e 100% apresentaram uma produtividade semelhante ao nível de 5% de probabilidade, para os dois ciclos, ficando os tratamentos com menores quantidades de água (40% e 60%) semelhantes para o primeiro ciclo e diferindo-se no segundo ciclo (Quadro 14).

O tratamento de 120% da ETo proporcionou uma produtividade dentro do esperado, para a região do Norte de Minas Gerais, semelhante ou até superior às médias obtidas nas áreas empresariais, em torno de 40 ton ha⁻¹ nos dois ciclos, onde se utiliza tecnologia de ponta, porém sem o manejo de irrigação RODRIGUES e NETO, (1999) e ABANORTE.

Observa-se que os resultados finais de produtividade estão coerentes com os encontrados nas análises do desenvolvimento vegetativo e parâmetros de produtividade.

O fato da produtividade ter sido superior na lâmina correspondente a 120% da ETo pode ser explicado, em parte, pelo fato de a umidade estar próxima à capacidade de campo. Considerando que a bananeira é bastante sensível ao déficit hídrico, as lâminas que mantiveram a umidade sempre próxima à capacidade de campo foram justamente aquelas que apresentaram maiores produtividades (100% e 120%). Os tratamentos em que a umidade do solo oscilou entre a umidade mínima recomendável e a capacidade de campo (CC) (40%, 60% e 80%) demonstraram inferioridade, em relação às maiores lâminas (Figuras 4 a 8).

Uma questão a ser levantada é que as características edafoclimáticas do local de estudo são representativas da região, que é caracterizada por solos bastante arenosos com baixa capacidade de retenção de água e temperaturas altas, promovendo déficits hídricos em pequenos intervalos de tempo.

Nas figuras 9 a 11, observa-se que não foi possível identificar a produtividade máxima, porém, apesar deste trabalho não ter alcançado o ponto ótimo, a produtividade obtida no primeiro e segundo ciclos, referentes ao tratamento de 120%, é superior à produtividade obtida pelos empresários que utilizam lâminas de

água superiores às aplicadas, com produtividades inferiores às encontradas neste trabalho.

Os resultados deste estudo, juntamente com os obtidos por STEVENSON (1974), CHAVAMI (1974), MELLIN e MARSEUALT (1972), evidenciam que as irrigações proporcionam aumentos significativos nos parâmetros de produtividade.

Quadro 14. Produtividade final obtida pelas plantas mãe e filha em função dos tratamentos de irrigação (ton ha⁻¹)

Tratamentos	Produtividade (ton ha ⁻¹)		
	Plantas-mãe	Plantas-filha	Plantas mãe e filha
40% ETo	6,14 c	12,95 d	19,1 d
60% ETo	6,85 c	16,52 c	23,4 c
80% ETo	11,80 b	19,88 b	31,1 b
100% ETo	13,11 b	21,96 b	35,1 b
120% ETo	17,80 a	28,73 a	47,5 a

Tratamentos acompanhados da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

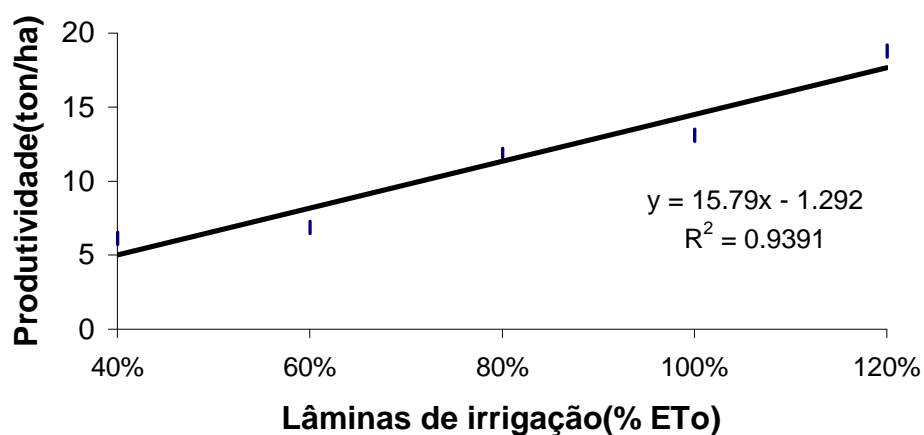


Figura 9. Produtividade (ton ha⁻¹) obtida pelas plantas-mãe em função dos tratamentos de irrigação.

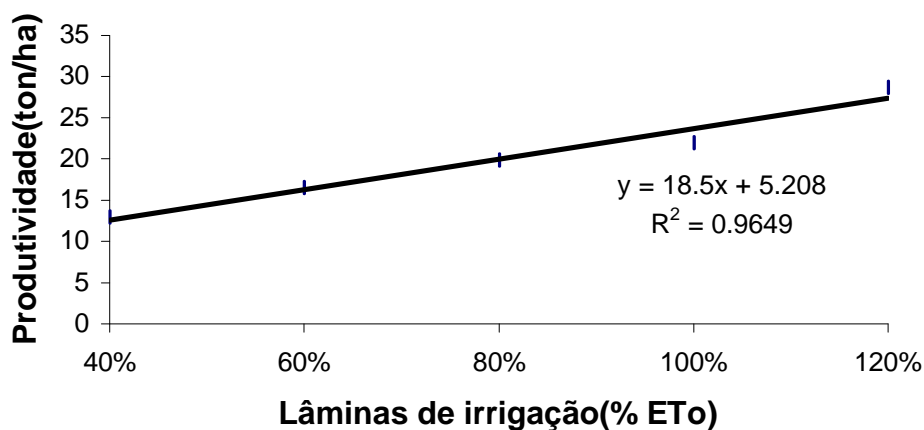


Figura 10. Produtividade (ton ha^{-1}) obtida pelas plantas-filha em função dos tratamentos de irrigação.

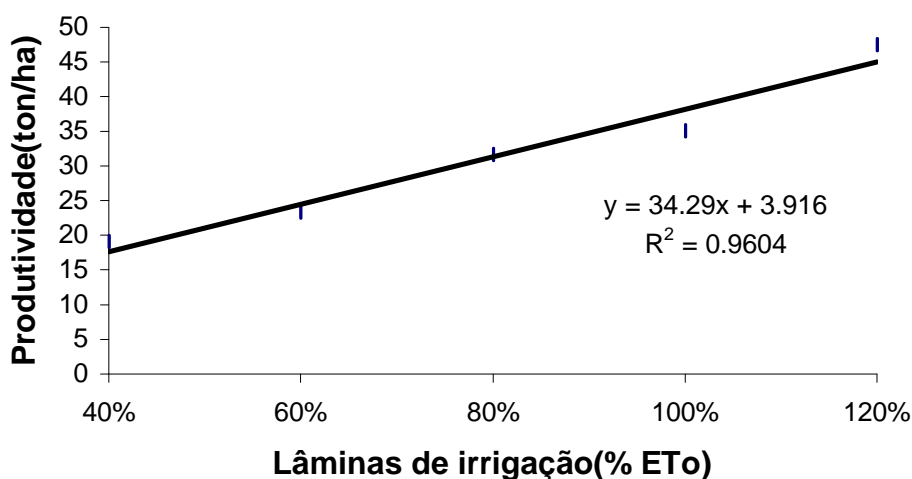


Figura 11. Produtividade do primeiro e segundo ciclos da bananeira (ton/ha) em função dos tratamentos de irrigação.

Estudo realizado na localidade de Jaíba-MG, por PEREIRA (1997), sobre o comportamento da bananeira (*Musa spp.*) Prata anã no primeiro ciclo de produção, submetida a sete espaçamentos com irrigação, demonstrou que as bananeiras plantadas em maiores densidades apresentaram maior produtividade, atingindo até $29,1 \text{ ton ha}^{-1}$. As plantas apresentaram, em média, ciclo do plantio à colheita de 411 dias, ciclo do florescimento à colheita de 141 dias, e cachos com 17,7 kg, 10 pencas e 134 frutos. Foi concluído que, para o primeiro ciclo de produção, o espaçamento mais apropriado foi 3,0 m x 2,0 m, em retângulo, para a região de Jaíba. O autor observou que as bananeiras tinham cerca de 0,16 m de altura, na época do plantio. No sexto mês, aproximadamente, as plantas atingiram a metade da altura máxima e,

aos nove meses, encontravam-se com 2,65 m, tendendo à estabilidade a partir daí, em razão da emissão de cachos. A taxa de crescimento teve incremento lento nos primeiros meses, atingindo o valor máximo em torno do sexto mês após o plantio ($0,48 \text{ m mês}^{-1}$) e, a partir daí houve decréscimo contínuo até o florescimento. O aspecto da curva de crescimento do pseudocaulo foi similar ao de incremento da altura das plantas. A circunferência do pseudocaulo das plantas era 0,04 m, na época do plantio. No sexto mês após o plantio, as bananeiras atingiram a metade do valor máximo e, no nono mês, 0,79 m, tendendo à estabilidade. A taxa de crescimento referente à circunferência do pseudocaulo foi lenta inicialmente, atingindo o máximo $0,14 \text{ m mês}^{-1}$ em torno do sexto mês.

Verifica-se que os resultados obtidos por PEREIRA (1997) estão de acordo com os resultados preliminares encontrados neste trabalho.

4.7. Qualidade das pencas das plantas mãe e filha

4.7.1. Qualidade na colheita e pós-colheita

Conforme se observa no Quadro 15, o tratamento que apresentou maior porcentagem de frutos de primeira, para os dois ciclos, foi o de 120% da ETo, seguindo-se os tratamentos de 100%, 80%, 60% e 40% ETo, respectivamente.

Verifica-se, no Quadro 15, que para as plantas-mãe, as quantidades de pencas colhidas relativas aos tratamentos de 120% e 100% estiveram próximas, o mesmo acontecendo com os tratamentos de 40% e 80%. Vale ressaltar que apesar de os tratamentos citados terem apresentado semelhanças quanto ao número de pencas colhidas, eles diferenciam-se em relação à qualidade das pencas na colheita (pencas de primeira, de segunda e descarte). Observa-se que os tratamentos de 40% e 60% da ETo apresentaram porcentagens de descarte acima de 90%, enquanto os tratamentos de 80% e 60% ficaram, em média, com 50% de pencas descartadas, seguindo-se o tratamento de 120% com porcentagem de descarte inferior a 4%. Já o tratamento de 100% apresentou uma grande quantidade de pencas de descarte, devido ao amadurecimento precoce e queda de alguns frutos antes da época de colheita, este devido a épocas de colheita errada, em razão de se utilizar critérios visuais. Se o tratamento de 100% da ETo antecipou o desenvolvimento do cacho, a colheita também deveria ter sido antecipada.

No Quadro 15, para as pencas correspondentes às plantas filha, observa-se um aumento no número de pencas colhidas, em relação às plantas-mãe, em que o tratamento de 120% da ETo aparece com uma maior quantidade de pencas colhidas, seguido pelos tratamentos de 60%, 40%, 80% e 100%, respectivamente.

Observa-se que, no segundo ciclo, as porcentagens de frutos de descarte diminuíram consideravelmente, para todos os tratamentos, em relação às plantas-mãe. Para o número de pencas de primeira, houve um aumento considerável. Em relação às pencas de primeira, houve um aumento para os tratamentos de 40, 60, e 80% e diminuição para os tratamentos de 100 e 120%.

Quadro 15. Quantidade de pencas de primeira, segunda e descarte, por hectare, obtidas nas plantas mãe e filha

		Plantas-mãe						
Tratamentos		Primeira	Segunda	Descartes	Total	%	%	%
						Primeira	Segunda	Descarte
40%	ETo	67	633	9133	9833	0,67	6,44	92,88
60%	ETo	100	300	8267	8667	1,15	3,46	95,38
80%	ETo	1167	2933	5767	9867	11,82	29,72	58,44
100%	ETo	1500	4500	4233	10233	14,65	43,97	41,36
120%	ETo	5500	4367	400	10267	53,57	42,53	3,89

		Plantas-filha						
Tratamentos		Primeira	Segunda	Descartes	Total	%	%	%
						Primeira	Segunda	Descarte
40%	ETo	567	2833	8600	12000	4,72	23,61	71,67
60%	ETo	1800	5333	5133	12266	14,67	43,48	41,85
80%	ETo	2767	6900	1767	11434	24,20	60,35	15,45
100%	ETo	6933	4233	233	11400	60,82	37,13	2,05
120%	ETo	9700	3033	100	12833	75,58	23,64	0,78

Observa-se, no Quadro 16, que o tratamento de 120% da ETo apresentou, no primeiro e segundo ciclos, quantidades de caixas de primeira superiores àquelas dos outros tratamentos, o que influenciou a renda bruta obtida, a ser apresentado posteriormente na análise de custos.

Quadro 16. Quantidade de caixas de primeira, segunda, e descarte, por hectare, para as plantas mãe e filha

		Plantas-mãe				
Tratamentos	Ton/ha	Caixas de primeira/ha	Caixas de segunda/ha	Caixas de descarte/ha	Total de caixas/ha	
40% ETo	6,14	1,52	14,39	207,57	223,48	
60% ETo	6,85	3,18	9,55	263,04	275,77	
80% ETo	11,8	63,65	159,98	314,56	538,20	
100% ETo	13,11	88,64	265,91	250,13	604,68	
120% ETo	17,8	500,00	397,00	36,36	933,36	
		Plantas-filha				
Tratamentos	Ton/ha	Caixas de primeira/ha	Caixas de segunda/ha	Caixas de descarte/ha	Total de caixas/ha	
40% ETo	12,95	28,35	141,65	430,00	600,00	
60% ETo	16,52	122,73	363,61	349,98	836,32	
80% ETo	19,87	238,97	595,91	152,60	987,48	
100% ETo	21,95	724,81	442,54	24,36	1191,71	
120% ETo	28,73	1146,36	358,45	11,82	1516,63	

Para os cálculos da quantidade de caixas de primeira, segunda e descarte, consideraram-se os valores médios do peso da segunda penca de cada cacho e o peso de 22 Kg para cada caixa.

Observa-se que não houve diferenças estatísticas, ao nível de 5% de probabilidade, quanto à qualidade dos frutos pós-colheita, ou seja, os tratamentos de irrigação não influenciaram a qualidade do fruto (Quadro 17).

Confrontando-se os resultados desta pesquisa, primeiro e segundo ciclos, com os resultados obtidos por STEVENSON (1974), ROSSIGNOLI (1983), OLIVEIRA (1995) e CARVALHO e PÁDUA (1984), observa-se que todos os elementos analisados quanto à qualidade pós-colheita estiveram dentro dos limites aceitáveis.

Quadro 17. Potencial hidrogeniônico (pH), acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST), textura, relação-polpa casca (RPC) e açúcar para os frutos verdes no estágio de cor 1 das plantas mãe e filha da bananeira, em função dos tratamentos de irrigação

Tratamentos	pH	ATT (%)	SST (%)	Textura (lb)	RPC	Açúcar (brix)
40% ETo	5,52	0,244	3,18	6,41	1,50	0,58
60% ETo	5,47	0,258	3,40	6,21	1,04	0,46
80% ETo	5,33	0,352	3,28	6,89	1,64	0,88
100% ETo	5,20	0,384	3,35	7,28	1,59	1,23
120% ETo	5,61	0,228	3,16	7,26	1,61	1,19
Média	5,43	0,29	3,25	6,81	1,48	0,87
CV (%)	6,36	45,63	34,94	10,74	18,93	43,05
Tratamentos	pH	ATT (%)	SST (%)	Textura (lb)	RPC	Açúcar (brix)
40% ETo	5,70	0,22	1,88	6,69	1,05	1,04
60% ETo	5,14	0,39	1,78	5,87	1,48	0,67
80% ETo	5,26	0,30	2,28	6,34	1,45	1,12
100% ETo	5,31	0,33	1,94	6,26	1,55	1,46
120% ETo	5,52	0,22	2,84	6,48	1,49	0,69
Média	5,38	0,29	2,14	6,32	1,41	0,99
CV (%)	6,36	45,63	34,94	10,74	18,93	43,05

* O teste F não foi significativo ao nível de 5% de probabilidade.

4.8. Custos da água e energia elétrica em relação à renda bruta

Para responder aos questionamentos sobre a relação entre a quantidade de água utilizada e a rentabilidade obtida, foram feitas análises de custos, envolvendo a água e energia elétrica como despesas e a venda das caixas de banana como renda bruta.

Nos custos de água e energia elétrica, no primeiro e no segundo ciclo da bananeira, foram considerados os seguintes itens:

Água

- 1 mm de água = R\$ 0,1782/ha.

Fonte:DIJ (Distrito de Irrigação do Jafba).

Energia Elétrica

- Preço de 1 Kw h⁻¹ = R\$ 0,12287.
- 1,537 Kw h⁻¹ por mm de água/ha.

Fonte: CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) e DIJ.

Preços das caixas de banana

- Preço da caixa de primeira: R\$ 6,08.
- Preço da caixa de segunda: R\$ 3,648 (60% da de primeira).

OBS: Preços médios praticados na ABANORTE em Janaúba-MG durante o ano de 2000 e 2001.

Fases Fenológicas consideradas para as plantas mãe e filha, para realização dos custos.

Plantas-mãe

I= Início- dezembro de 1999 a janeiro de 2000.

II= Desenvolvimento vegetativo- fevereiro de 2000 a maio de 2000.

III= Floração e crescimento do cacho- junho de 2000 a setembro de 2000.

IV= Colheita- outubro de 2000 a novembro de 2000.

Plantas-filha:

Novembro de 2000 a abril de 2001.

4.8.1. Renda bruta para as plantas mãe e filha da bananeira

No Quadro 18, relativo às plantas-mãe, observa-se uma seqüência entre as rendas brutas obtidas e os tratamentos, em que, em ordem crescente, ficaram os tratamentos de 40%, 60%, 80%, 100% e 120% da ETo. Observa-se que os tratamentos de 40% e 60% da ETo promoveram rendas brutas baixas, ficando o de 120% com uma renda significativamente maior.

Quanto aos valores obtidos para as plantas-filha, verifica-se que houve uma melhoria significativa na renda bruta obtida, principalmente em relação aos tratamentos de 40% e 60%, 80% e 100% da ETo, em que estes recuperaram-se em relação ao primeiro ciclo. Já o tratamento de 120%, destacou-se novamente neste ciclo, com uma renda bruta superior aos demais tratamentos (Quadro 18).

As rendas brutas obtidas, tanto para as plantas-mãe quanto filha, refletem os resultados obtidos no desenvolvimento vegetativo e qualidade do fruto na colheita, mostrando que as maiores lâminas proporcionaram maiores produtividades com maior qualidade das pencas, e o tratamento de 120% da ETo mostrou-se superior aos demais tratamentos, repercutindo em resultados satisfatórios para a região Norte de Minas Gerais.

Quadro 18. Rendas brutas obtidas da venda das caixas de banana das plantas mãe e filha, em função do preço médio obtido e da classificação padrão da ABANORTE

Tratamentos	Planta mãe	Planta filha
	Renda bruta total (R\$/ha)	Renda bruta total (R\$/ha)
40% ETo	61,74	689,11
60% ETo	54,17	2072,64
80% ETo	970,63	3626,80
100% ETo	1508,95	6021,26
120% ETo	4488,26	8277,50

* Considerou-se o peso da caixa de 22 kg.

As análises de custos envolvendo as despesas para o primeiro e segundo ciclos da bananeira estão apresentadas no Quadro 19. Neste Quadro constam o total das irrigações, o total de Kw h⁻¹ consumido e os preços de água e energia elétrica para o primeiro e segundo ciclos da bananeira, em função das lâminas de irrigação.

Para realização da análise de custos, para as plantas-filha, foi desprezada a água utilizada no primeiro ciclo da cultura (plantas-mãe), levando-se em consideração somente a água utilizada durante o período de dezembro de 2000 a abril de 2001, quando as plantas-filha dividia essa quantidade de água com as plantas-mãe, o mesmo acontecendo para as plantas-mãe em relação as plantas-filha.

Quadro 19. Custos totais relativos à água e energia elétrica, (R\$/ha), para o primeiro e segundo ciclos, em função dos tratamentos de irrigação

Custos de água e energia elétrica para as plantas-mãe						
Tratam.	Irrigação (mm)	Kw.h. mm ha ⁻¹	Kw/h total	Água R\$ ha ⁻¹	Energia R\$ ha ⁻¹	Água e energia R\$ ha ⁻¹
40% ETo	585	1,537	899,14	104,00	110,48	214,48
60% ETo	817	1,537	1255,73	146,00	154,29	300,29
80% ETo	1051	1,537	1615,39	187,00	198,48	385,48
100% ETo	1283	1,537	1971,97	229,00	242,30	471,30
120% ETo	1515	1,537	2328,56	270,00	286,11	556,11
Custos de água e energia elétrica para as plantas-filha (R\$.ha ⁻¹)						
Tratam.	Irrigação (mm)	Kw h ⁻¹ . mm.ha ⁻¹	Kw h ⁻¹ total	Água R\$ ha ⁻¹	Energia R\$ ha ⁻¹	Água e energia R\$ ha ⁻¹
40% ETo	267	1,537	410,379	48,00	50,42	98,42
60% ETo	401	1,537	616,337	71,00	75,73	146,73
80% ETo	535	1,537	822,295	95,00	101,04	196,04
100% ETo	668	1,537	1026,72	119,00	126,15	245,15
120% ETo	802	1,537	1232,67	143,00	151,46	294,46

No Quadro 20, relativo às plantas-mãe, observa-se que os tratamentos correspondentes aos tratamentos de irrigação de 40% e 60% da ETo proporcionaram despesas com água e energia elétrica maiores do que a renda bruta, enquanto os tratamentos de 80% e 100% proporcionaram rendas maiores do que as despesas, porém bem abaixo das expectativas. Já o tratamento de 120% proporcionou uma renda bruta expressiva (R\$4.488,26/ha para as plantas-mãe e R\$8.877,50/ha para as plantas-filha).

O tratamento de 60% ETo apresentou uma renda inferior ao tratamento de 40% ETo, em virtude de as pencas do tratamento de 40% apresentarem-se raquíticas, com menos quantidade de pencas, embora algumas pencas fossem aproveitadas. No tratamento de 60%, apesar de todas as pencas terem saído, elas não se desenvolveram. Além disso, os custos de água e energia elétrica foram maiores no tratamento de 60%.

Para as plantas-mãe, as porcentagens de participação das despesas com água e energia elétrica na renda bruta total atingiram valores altos para os tratamentos de 40% e 60%, valores estes que ficaram acima da capacidade de pagamento, na venda do produto, (347,39% e 554,34% respectivamente). Para os tratamentos de 80%, 100% e 120% a porcentagem de participação das despesas com água e energia elétrica na renda bruta foi 37%, 32% e 17,5%, respectivamente (Quadro 20).

No Quadro 20, relativo às plantas-filha, observa-se que, apesar da renda bruta ter superado as despesas com água e energia elétrica para todos os tratamentos, as lâminas de 40% e 60%, além de terem proporcionado valores baixos em relação aos outros tratamentos, proporcionaram despesas acumuladas em relação ao ciclo anterior. Considerou-se, porém, que essas rendas foram usadas para amortizar as despesas acumuladas obtidas anteriormente. As porcentagens de participação das despesas com água e energia elétrica na renda bruta foram 14,28%, 7,08%, 5,41%, 4,07% e 3,56%, respectivamente, para os tratamentos de 120%, 100%, 80%, 60% e 40% da ETo. Verifica-se que, neste segundo ciclo, os tratamentos de 100% e 120% apresentaram uma porcentagem aproximada de participação das despesas com água e energia elétrica na renda bruta.

Quadro 20. Rendas brutas e despesas com água e energia, (R\$/ha), obtidas para o primeiro e segundos ciclo da bananeira, para cada tratamento de irrigação

Rendas e despesas relativas às plantas-mãe				
Tratam.	(caixas de primeira e segunda)	Custos de água e energia elétrica	Renda – Despesas (água e energia)	C (%)
40% ETo	61,74	214,48	-152,74	347,39
60% ETo	54,17	300,29	-246,12	554,34
80% ETo	970,63	385,48	585,15	39,71
100% ETo	1508,95	471,30	1037,65	31,23
120% ETo	4488,26	556,11	3932,15	12,39
Rendas e despesas relativas às plantas-filha				
Tratam.	(caixas de primeira e segunda)	Custos de água e energia elétrica	Renda – Despesas (água e energia)	C (%)
40% ETo	689,11	98,42	590,69	14,28
60% ETo	2072,64	146,73	1925,91	7,08
80% ETo	3626,80	196,04	3430,76	5,41
100% ETo	6021,26	245,15	5776,11	4,07
120% ETo	8277,50	294,46	7983,04	3,56

C = Porcentagens de participação da água e energia na renda bruta.

De acordo com resultados apresentados no Quadro 21, o tratamento de 120% da ETo destaca-se como o melhor tratamento de irrigação, para os dois ciclos, proporcionando ao agricultor uma maior produtividade, com menores custos relativos à água e energia elétrica.

Quadro 21. Relação de custos, R\$ ha⁻¹, considerando o primeiro e segundo ciclos e a participação das despesas com água e energia elétrica nas rendas brutas totais

Trat.	1 ^o	2 ^o	1 ^o	2 ^o	Rec. totais R\$ ha ⁻¹	Des. totais R\$ ha ⁻¹	Rend. – Desp. R\$ ha ⁻¹	C (%)
	Ciclo Rec.	Ciclo Rec.	Ciclo Des.	Ciclo Des.				
40%	61,74	689,11	214,48	98,42	750,85	312,9	437,95	71,4
60%	54,17	2072,64	300,29	146,7	2126,81	447,02	1679,79	26,6
80%	970,63	3626,80	385,48	196,0	4597,43	581,52	4015,91	14,4
100%	1508,95	6021,26	471,30	245,1	7530,21	716,45	6813,76	10,5
120%	4488,26	8277,50	556,11	294,4	12765,8	850,57	11915,2	7,14

A diferença dos custos utilizando os melhores tratamentos para as fases fenológicas (CR\$ 817,07) e a irrigação usual no projeto Jaíba (CR\$ 850,47), nos dois ciclos, foi 3,93%, valor este baixo; porém, vale ressaltar que só houve diferenças

relativas à segunda fase, visto que na primeira fase houve influência das precipitações e a terceira, quarta fase e planta filha os tratamentos selecionados coincidiram com a lâmina aplicada usualmente na região (Quadro 22).

Os custos relativos à água e energia elétrica, em função dos tratamentos indicados para cada fase fenológica, tiveram uma participação de 7,42% (CR\$817,07/CR\$11.015,00) na renda bruta, para os dois ciclos, e 7,71% (CR\$850,47/CR\$11.015,00) com as irrigações usuais realizadas (Quadro 22).

Quadro 22- Custos de água e energia elétrica, R\$ ha⁻¹, considerando as irrigações usuais na região e as utilizando os melhores tratamentos para cada fase fenológica

Mãe	Tratamentos indicados	Custos tratamentos indicados	Custos da irrigação usual
I	60% ETo	43,68	43,68
II	100% ETo	168,48	201,88
III	120% ETo	188,30	188,30
IV	120% ETo	122,23	122,23
Total		522,69	556,09
Filha	120% ETo	294,38	294,38
Total		817,07	850,47

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Com o objetivo de avaliar os efeitos da irrigação sobre a qualidade e produtividade da bananeira Prata-anã, realizou-se um experimento no Projeto Jaíba, situado na região Norte do estado de Minas Gerais. Foi utilizada a cultura da bananeira, cultivar Prata anã, com espaçamentos de 3 m entre linhas de planta e 2,5 m entre plantas. Utilizou-se o sistema de irrigação por microaspersão, com espaçamento de cinco metros entre microaspersores e seis metros entre as linhas laterais.

Foram avaliados os tratamentos de irrigação correspondentes à reposição de 40, 60, 80, 100 e 120 % da evapotranspiração de referência (ET_o). O manejo da irrigação foi feito através de uma estação meteorológica instalada na área experimental e do software SISDA. Na estação, coletavam-se dados meteorológicos, sendo estes usados como dados de entrada no Sistema de Suporte a Decisão Agrícola (SISDA) a fim de obter, através da equação de Penman Monteith, a evapotranspiração de referência. Fizeram-se coletas semanais de umidade para fazer a calibração do SISDA. Em função destes tratamentos de irrigação, obtiveram-se os parâmetros de desenvolvimento vegetativo, produtividade e qualidade do fruto na colheita e pós-colheita. Para o desenvolvimento vegetativo, avaliaram-se a altura das plantas, o perímetro do pseudocaule e o número de folhas emitidas. Para a produtividade, avaliaram-se as produtividades finais, assim como os seguintes parâmetros de produtividade: peso do cacho com engaço, peso do cacho sem engaço, número de pencas por cacho, número de frutos por penca, peso médio da segunda

penca, e comprimento e circunferência do fruto central da segunda penca. Para as análises de qualidade, foram avaliados a textura, a relação polpa-casca, a acidez total titulável, os sólidos solúveis totais, o pH e açúcar. Avaliou-se quanto a classificação dos frutos (primeira, segunda e descarte) e quanto ao pH, a textura, a relação polpa-casca, a acidez total titulável, os sólidos solúveis totais e o açúcar). Estas análises foram para pós-colheita. Quanto a qualidade do fruto na colheita avaliaram-se os frutos como de primeira, segunda e descarte.

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Recomenda-se, para o primeiro ciclo, o tratamento de 100% ETo para a segunda fase fenológica, 120% para a terceira e para a última fase fenológica. Para o segundo ciclo, recomenda-se manter a lâmina de 120% da ETo.
- O tratamento correspondente à lâmina de 120% da ETo, nas condições em que foi realizado o trabalho, proporcionou uma maior produtividade superior aos demais tratamentos estudados.
- As lâminas de irrigação não influenciaram a qualidade dos frutos na pós-colheita, porém afetaram a qualidade dos frutos na colheita, sendo que a lâmina de 120% da ETo foi superior quanto às pencas de primeira e de segunda, em relação aos outros tratamentos.
- Mesmo utilizando uma maior quantidade de água e energia elétrica, o tratamento de 120% da ETo proporcionou uma renda bruta, nos dois ciclos, em torno de R\$ 12.000,00 por ha, enquanto os outros tratamentos proporcionaram rendas brutas bem inferiores ao tratamento de 120% da ETo, comprometendo o sucesso do empreendimento.
- Os tratamentos de 40%, 60%, 80%, 100% e 120% da ETo tiveram uma participação de 71,4%, 26,6%, 14,4%, 10,5% e 7,14%, respectivamente, na renda bruta para suprir os gastos com água e energia elétrica, levando-se em consideração o primeiro e segundo ciclos.
- Os custos relativos a água e energia elétrica, em função dos tratamentos indicados para cada fase fenológica, tiveram uma participação de 7,42% na receita bruta, para os dois ciclos da cultura, e 7,71% de participação nas irrigações usuais no Projeto Jaíba.

6- BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, R.G. Penman for all seasons. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, v.112, n.4, p.348-368, 1986.
- ALJIBURY.F.K. MARSH.A.W. y HUNTAMERJ.J., Water use with drip irrigation. En 2nd Internat. Drip Irrigation Congress Proceedings: 341-345. 1974. Califórnia, USA.
- ALMEIDA,F.T. Avaliação dos sistemas de irrigação pressurizados e do manejo da água na cultura da bananeira no projeto Gorutuba. Viçosa: UFV, 1997.100p.(Tese de mestrado).
- ALVES, E. J. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, Secretaria de Desenvolvimento Rural. **Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais**. Brasília : EMBRAPA- SPI, 1995. 106p. (Série publicações técnicas FRUPEX, 18).
- BARKER,A, Irrigação e Drenagem. 4.ed. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos, S.A, 1969.453p.(A água na Agricultura, 3).
- BARRETO, A. N.; GOES, E. S.; SILVA, J. F.; ALMEIDA, A. M. **Uso do tanque classe “A” na determinação da lâmina de irrigação para a cultura da banana**. Brasília: EMBRAPA-DID, 1983. p.694.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 5. ed. Viçosa:UFV, 1989. 596p.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**.6.ed. Viçosa: UFV/imprensa Universitária, 1996.657 p.

- BLEINROTH, E.W. ; COOPER, C.E.B. **Estudos sobre o armazenamento e maturação da banana**. Coletânea do Instituto de Tecnologia dos Alimentos, 5: 63-80, 1974.
- BOVEE, A.C. Lysimeter studies concerning the evapotranspiration of bananas in Lebanon. *Landouwk. Tijdschr*, v.87, n.7, p.174-180, July.1975.
- BRALTS,V.F. Field performance and evaluation.In: NAKAYAMA, F.S., BUCKS, D.A. (Eds.) **Trickle irrigation for crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1986.p.216-240. (Development in agricultural engineering, 9).
- BRALTS, V.F., EDWARD, D.M., WU, I.P. Drip irrigation design and evaluation based on statistical uniformity concept. In: HILLEL, D. (ED.). **Advances in irrigation**. Orlando: Academic, 1987.v.4, p.67-117.
- CARVALHO, V.D. de.; PÁDUA, T. Relação entre a classificação física da banana “prata”e os componentes físicos e químicos dos frutos, responsáveis por sua qualidade. In: EMPRESA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Projeto fruticultura: relatório anual 74/77**. Belo Horizonte, p.71-75, 1984.
- CEASA-MG. Origem e oferta da produção agrícola. Disponível: site Agridata (10 dez. 1998). URL: <http://www.agridata.mg.gov.br/Ceasa/owa/procedência> Consultado em 10 dez. 1998.
- CHANG, J. *Climate and agriculture*.2 ed. Chicago: Aldine Publishing Company, 1971.296p.
- CHAMPION, J.El Plantano/Trad. De fermen Palomeque. Barcelona: Editorial Blume, (Colección agricultura tropical) 1975, 247p.
- CHARLES, R.J. ; TUNG, M.A. Physical, rheological and chemical properties of bananas during ripening. **J. Food Sci**, v.3, n.38, p.456-459, 1973.
- CHAVAMI, M. Irrigation of valery bananas in Honduras. **Tropical Agriculture.**, Trinidad, v.51, n.3, p.443-6, July 1974.
- DAKER, Irrigação e Drenagem. 4^a ed. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos, S.A, 1970.453p. (A água na Agricultura, 3).
- DOORENBOS, J. e PRUITT, W.D. La necesidad de agua de los cultivos; riego e drenage, 24. Rome, FAO,1986. 194p.
- DOORENBOS,J.; KASSAM,A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**.Tradução por Damasceno, J.F de Medeiros. Campina Grande: UFPB, 1994. (Estudos da FAO: Irrigação e Drenagem, 33).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas. **Relatório técnico anual**

- do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas, 1986. p.96-102.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA. **Banana para exportação**. Piracicaba-SP, 1995.106p
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Informe Agropecuário. V.20.n.196. Banana: Produção, colheita e Pós-colheita. 1999.p.5-11.
- FÁCI, J.Ma HERNANDEZ, J.M. **Relaciones água-suelo-planta-atmósfera: necesidades hídricas de los cultivos**. CURSO INTERNACIONAL DE RIEGO LOCALIZADO, 2, Ilhas Canárias, 1981. Ilhas Canárias: Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias, 1981.p.280-349.
- FERERES. E., Papel de la fisiología vegetal en la microirrigación. Recomendaciones para el manejo mejorado. Ponencia em IV Seminário Latinoamericano de Microirrigación. Barquisimeto, 1981, Venezuela.
- FIGUEIREDO.F.P.,Efeito de diferentes lâminas d'água e porcentagem de molhamento sobre o desenvolvimento vegetativo e produtividade da bananeira cultivar Prata anã. 78p. 1997. (Tese de mestrado).
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. YEARBOOK PRODUCTION. ROME Production YEARBOOK-1990, Rome, V. 44, p.169-170, 1991.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. YEARBOOK PRODUCTION. ROME, 1994. V.48, P.164-165. (FAO STATISTICS SÉRIES,).
- HELDRICH. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15, ed. Arlington: AOAC,1990.
- HERNANDEZ.A J. M.; RODRIGO LOPEZ, J.; PEREZ REGALADO, A.; GONZALEZ HERNANDEZ, F. **El riego por goteo**. Madri, 1987. 317p.
- HOTSONYAME, G.K. The influence of pattern, density and season of planting on the growth and yield of the horn-type plantain cultivar Borodewuio (*Musa acuminata* and *M. balbisiana* AAB). **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v.59, n.4, p.245-254, 1975.
- HOLDER, G.D. E GUMBS, F.A. Effects of irrigation on the growth and yield of banana. **Tropicale Agriculture**., v.60, n.1, p.25-30, 1983.
- IBGE. Quantidade produzida e área colhida por produtos das lavouras permanentes e grupos de área total. Disponível:site IBGE (14 dez 1998). URL: <http://www.sidra.ibge.gov.br> Consultado em 14 dez.1998.

- IUCHI, V.L.; RODRIGUES,J.A.S.; MANICA, I.; OLIVEIRA,L.M. DE. Parcelamento do adubo nitrogenado e potássico em bananeira (*Musa sp*) Cv. Prata. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5, Pelotas, 1979. **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1979. v.1, p.109-117.
- JENSEN,M.E., BURMAN,R.D., ALLEN,R.G. **Evapotranspiration and Irrigation water requeriments**. (Manuals and reports on engineering practice, 70). New York:ASCE.1990.232p.
- KELLER,J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Glendora- CA: Rain Bird Manufacturing, 1974. 133p.
- KELLER,J., BLIESNER,R.D. Sprinkler and trickle irrigation. New york: Avibook, 1990.649p.
- LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA-GCEA-MG. [Belo Horizonte]: IBGE. Consulados os resultados finais dos anos de 1978 a 1979.
- LIMA,C.A.S. ; MEIRELLES, M.L. Irrigação da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.133, p.61-4, 1986.
- LOPEZ,J., ABREU..J.M.H. **Relaciones água-suelo-planta-atmósfera: necesidades hídricas de los cultivos**. CURSO INTERNACIONAL DE RIEGO LOCALIZADO, 2. Ilhas Canárias: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, p.280-349, 1981.
- LOESECKE,. H.W. **Bananas, chemistry, physiology, technology**. New York: INTERCIENCE, 1950. 189p.
- MANICA, I. **Irrigação em sulcos e sua influência no crescimento e produção da planta matriz de bananeira (*Musa cavendishi* Lambert) c.v Nanicão**. Piracicaba: ESALQ, 1973. 100p. (Tese- Doutorado em Irrigação e Drenagem).
- MANTOVANI, E.C., ALMEIDA, F.T.; SOARES, A. A.; RAMOS, M.M.; MAENO, P. Irrigação pressurizada na cultura da banana no Projeto Gorutuba II: uniformidade de aplicação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26, 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1997.cd-rom.
- MANTOVANI,E.C. Manejo da irrigação. Brasília, DF, ABEAS, 1998.81p. (Curso de Engenharia de Irrigação-módulo 8).
- MARINATO,R. Irrigação da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.6, n.63, p.42-45, mar. 1980.
- MELLIN, P ; J. MARSEUAULT, Interet de irrigation en bananeraie au ameroum. **Fruits**, Paris v.27, n.7-8. p.495-508, 1972.

- MERRIAN, J.L e KELLER, J. Farm irrigation system evaluation: A guide for management. Logan, Utah State University. Department of Agricultural and Irrigation Engineering, 1978.271p.
- MEYER, J.P. ; P.G. SCHOCH, 1986. Besoin en eau du bananier aux Antilles. Mesures de l'évapotranspiration maximale. **Fruits**, Paris, v.31, n.1, p.3-19, 1986.
- MOREIRA, R.S. **Banana**: Teoria e prática de cultivo. Campinas:Fundação Cargill, 1987. 335p.
- NUNEZ, J.G. Caracterização das fases fenológicas de três cultivares de milho utilizando o conceito de graus dias. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 1986. 54p.(Tese de mestrado).
- OLIVEIRA, S. L.; ALVES, E. J.; CALDAS, R. C. Evaporação do tanque classe "A" e a evapotranspiração da bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas- Bahia, v.7, p.67-73, 1986.
- OLIVEIRA, S.L.; ALVES, E.J.; CALDAS, R.C. Irrigação por gotejo em bananeira "Prata"- características vegetativas e floração. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1981.5p.
- OLIVEIRA, S.L.; ALVES, E.J.; CALDAS, R.C. Necessidades Hídricas da Bananeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 23, Campinas, 1994. **Anais...**Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola,1994.
- OLIVEIRA, L.O. Irrigação. In: **Banana para exportação**: aspectos técnicos da produção, Brasília: EMBRAPA - SPI, 1995, p.36-43 (Série Publicações Técnicas Frupex, 18).
- OMETO, J.C. Bioclimatologia vegetal/.São Paulo: Ceres, 1981.440p.
- PADOVANI, M.I. **Banana**: um mercado crescente para este alimento milenar. São Paulo: Ícone, 1986. 104p.
- PEREZ, F.P.Z. **A influência da época de seleção do rebento sobre o desenvolvimento das plantas matrizes em bananeira Musa cavendish Lamb. Cv. Nanicão**. Piracicaba: ESALQ, 1972.58p. (Tese- Mestrado em Fitotecnia).
- PEREIRA, M.C.T. **Crescimento e produção de primeiro ciclo da bananeira (Musa spp.) ' Prata anã' (AAB) em sete espaçamentos, em Jaíba e Visconde do Rio Branco (MG)**. Viçosa, MG: UFV, .56p.Dissertação. (Mestrado em Fitotecnia)- Universidade Federal de Viçosa, 1997
- PERÍMETRO Irrigado do Gorutuba. Montes Claros: CODEVASF-ATER, 1998. 50P.

- PIERCE, L.T. Estimating seasonal and short term fluctuation in evapotranspiration from meadow crops. Washington DC, American Meteorological Society, 1958. 78p. (Bulletin No.39).
- PIZARRO C. F. **Riegos localizados de alta frecuencia**. Madri: Mundi-Prensa, 1987.461p.
- RAVEN, P.H. *Biologia vegetal*. Rio de Janeiro: Guanagara Koogan, 1996.728p.
- RODRIGUES, F.E., NETO.M.A., Normas de qualidade e processo de embalagem para Banana ‘ Prata’ (Musa spp AAB ‘Prata’) in natura, para o norte de Minas Gerais/Brasil. ABANORTE. 51p. 1999
- ROSSIGNOLI, P.A. **Atmosfera modificada por filmes de polietileno de baixa densidade com diferentes espessuras para conservação de banana “Prata” em condições ambientais**. Lavras:ESAL, 1983. 81p. (Dissertação- Mestrado em Fitotecnia).
- SAN JUAN, J. A. M. **Riego por goteo**. Teoria y practica. 3.ed. Madrid : Mundi-Prensa, 1988. 256p. .
- SANTOS,M.V.M. **Efeitos de lâminas de água e áreas de umedecimento sobre a bananeira (Musa sp) cv.prata anã**. Lavras: UFLA, 1996. 55p.(Dissertação-Mestrado em Irrigação e Drenagem).
- SANTOS,J.G.R dos; GHEYI,H.R. Efeitos de diferentes qualidades de água nos teores de elementos na folha da bananeira. IN: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 9. **Anais...** Natal. ABID: Fortaleza. p.581-597,1992.
- SEDIYAMA, G.C. Necessidade de água para os cultivos. Brasília, DF, ABEAS, 1996. 143p. (Curso de Engenharia de Irrigação-módulo 2).
- SILVA.**Fruticultura Tropical**. UFLA/FAEPE, 1997. 378p.
- SILVA.V, M.A. *Meteorologia e Climatologia*. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)Brasília, DF, 2000.509p.
- SIMMONDS, N.W.; WEATHERUP, S.T.C. Numerical taxonomy of the cultivated bananas. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v.67, n.1, p.90-92, Jan.1990.
- SIQUEIRA,D.L. **Variabilidade e correlação de caracteres em clones de bananeira “Prata”**. Lavras: ESAL, 1984.66p. (Dissertação-Mestrado em Fitotecnia).
- SMAJSTRLA, A.G.,ZAZUETA, F.S. Simulation of irrigation requirements of Flórida Agronomic crops. *Soil and Crop Science*, Gainesville, 47;78-82, 1988.

- SMITH, M. (Ed.). Report on the expert consultation on procedures for revision of FAO guidelines for predictions of crop water requirements. Rome:GAO, 1991. 45p.
- SOUTO,R.F.; RODRIGUES,M.G.V. ; ALVARENGA,C.D.; SILVA, J.T. A DA; MAENO,P.; GONZAGA,V. **Sistema de produção para a cultura da banana-prata-anã no norte de Minas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1997. 32p.(EPAMIG. Boletim Técnico, 48).
- STEVENSON, D.R.G. Automatic irrigation of bananas. **Agricultural Gazette of New South Walles**. Sidney, v. 85, n.5, p.4-5. 1974.
- SUMMERVILLE, W.A.T. Studies on nutrition as qualifield by development in *Musa cavendishii* Lambert. **Queensland Journal of Agricultural Science**, v.1,n.1,p.1-127, 1984.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATTER, J.R. The water balance. Centerton, N.J., Drexed Institute of Technology, 1955.104p. (Publications in Climatology, v.8, n.1).
- TROCHOULIAS, T., The yield response of bananas to supplemebtary watering. In: Hort Abstr. Australian Journeal of Experimental Agriculture and Animal, Hesbandry, 1973., Austra.p.5118.
- TURNER, N.C. DAKER. Crop water déficits: a decade of progress. *Advances in Agronomy*, New York, v.41, p.91-145, 1986.
- VEIHMEYER, F.J.; HERDRICKSON, ^aH. Soil moisture in relation to plant growth. *Annes. Rev. Plant. Physiol.*, v.1, p.223-304.1950.
- WALKER.w.r., Aprinkler and Trickle Irrigation. 3^a Edicion. Department of Agricultural an Chemical Engineering Colorado State University, USA, 1979.
- WU, L.P., GITLIN, H.M. Hydraulics and uniformity of drip irrigation. *Journal of Irrigation and Drainage Division*, ASCE, v.99, n.IR3, p.157-168, 1974.

APÊNDICE

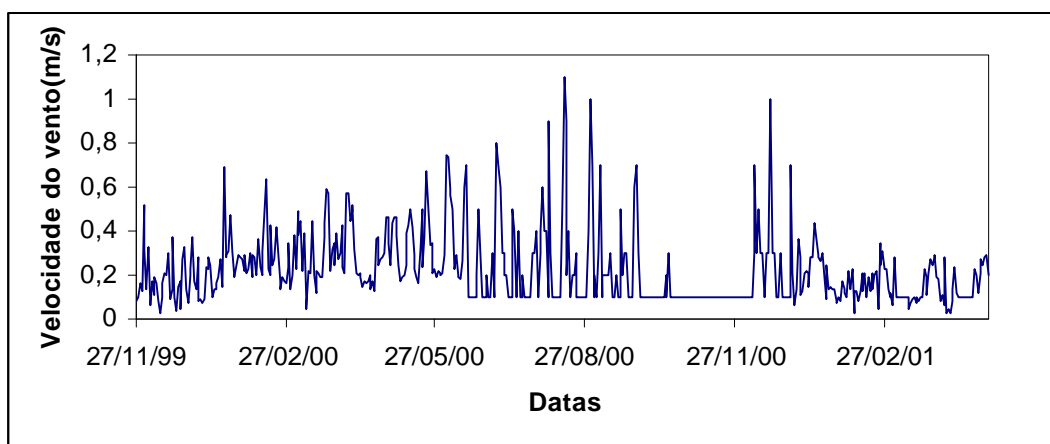


Figura 1A. Velocidade média do vento (m/s) obtida durante meses de novembro de 1999 a abril de 2001 no projeto Jaíba-MG.

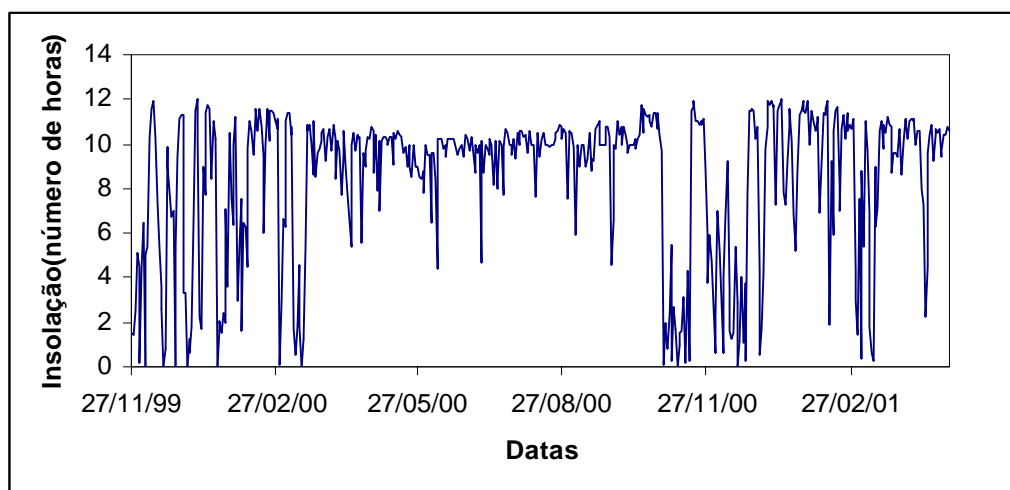


Figura 2A. Insolação média (número de horas de sol) obtida durante os meses de novembro de 1999 a abril de 2001 no Projeto Jaíba-MG.

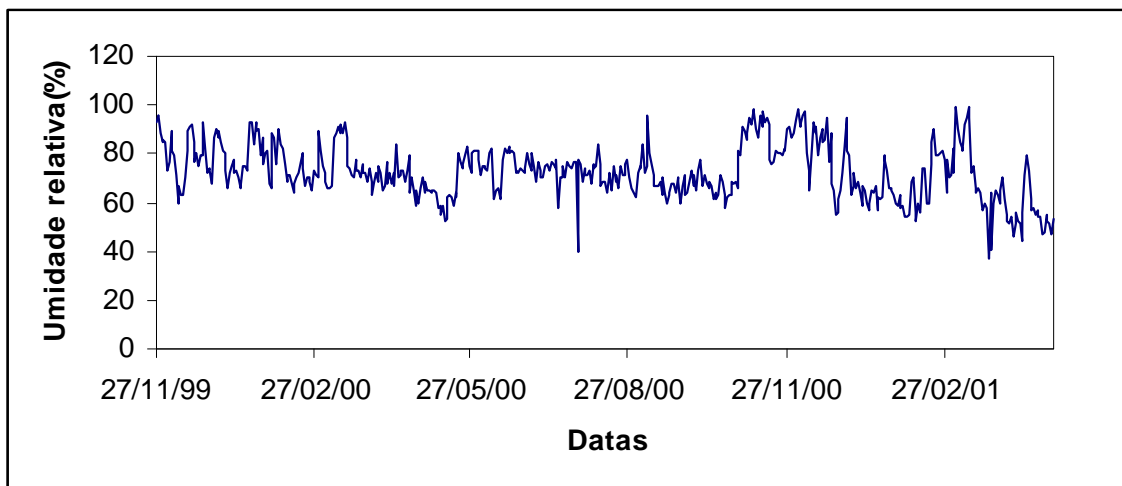


Figura 3A. Umidades relativas obtidas durante os meses de novembro de 1999 a abril de 2001 no Projeto Jaíba-MG.

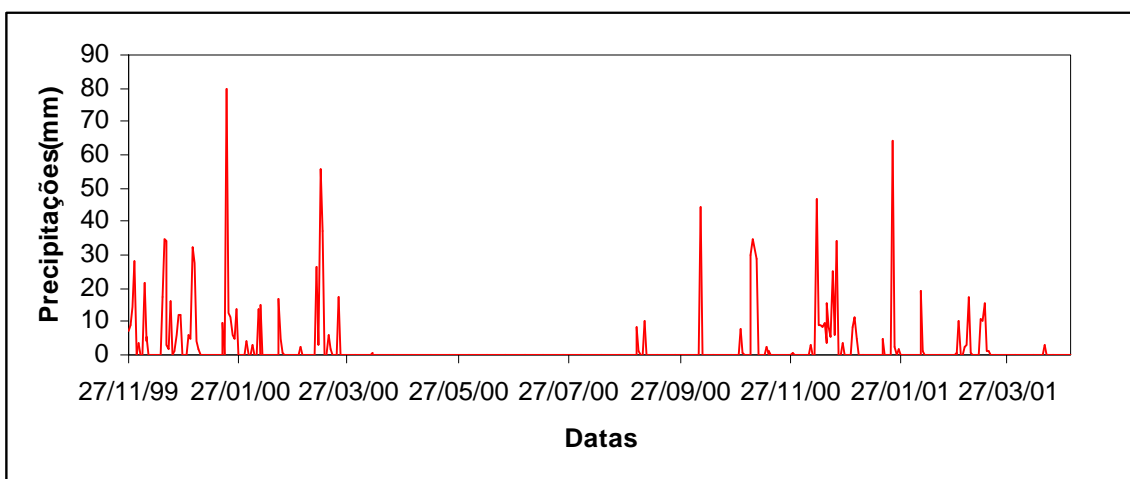


Figura 4A. Precipitações ocorridas (mm) durante os meses de novembro de 1999 a abril de 2001 no Projeto Jaíba.

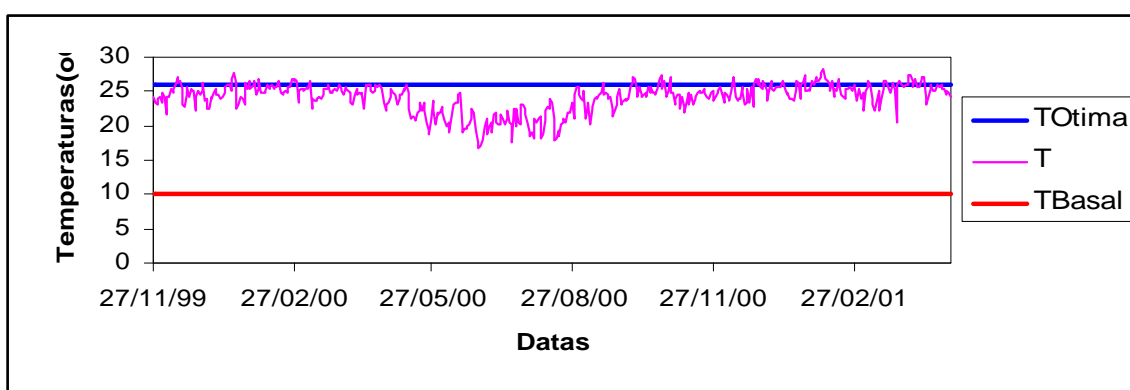


Figura 5A. Temperatura ótima, basal e registradas (graus centígrados) durante os meses de novembro de 1999 a abril de 2001 no Projeto Jaíba.

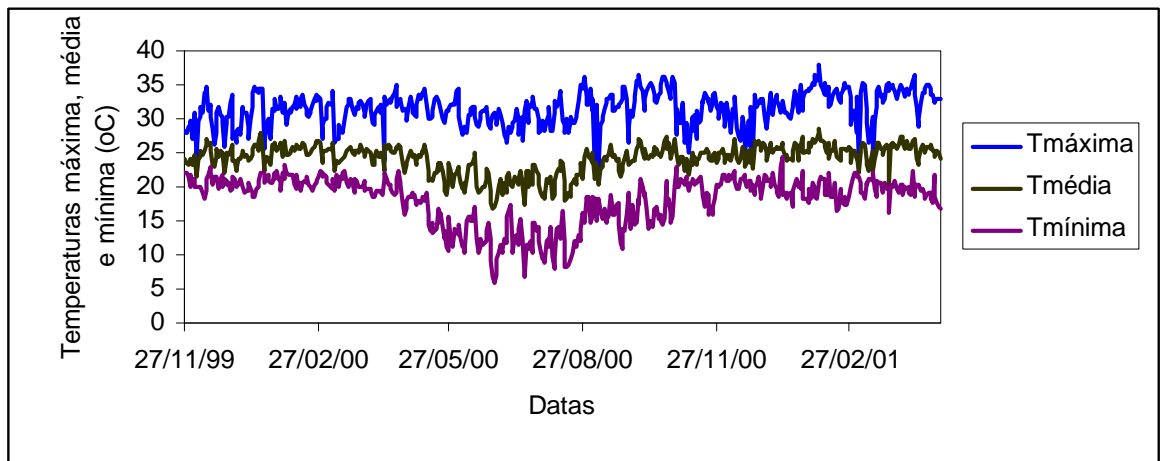


Figura 6A. Temperaturas máximas, médias e mínimas (graus centígrados) ocorridas durante os meses de novembro de 1999 a abril de 2001 no Projeto Jaíba.

Quadro 1 A. Balanço hídrico de água no solo para o tratamento de 40% ETo

40% ETo									
	PER	ESC	I	P	ARM	KL	ETo	ETc	Kc
dez/99	189	0	62,1	185,9	0	0,8	134,46	73,75	0.55
jan/00	163,7	0	55,2	208,4	0	0,8	134,51	124,88	0.93
fev/00	74,3	0	75,9	55,3	0	0,8	147,35	71,13	0.48
mar/00	125,97	0	47,87	175,3	0	0,8	135,94	59,90	0.44
abr/00	0	0	54,25	0,8	0,11	0,8	121,69	67,81	0.56
mai/00	0	0	42,3	0	0,07	0,8	96,42	52,96	0.55
jun/00	0	0	29,44	0	-0,11	0,8	77,46	36,80	0.48
jul/00	0	0	31,15	0	-0,03	0,85	85,00	36,65	0.43
ago/00	0	0	48,64	0	0,26	0,90	110,43	54,33	0.49
set/00	0	0	59,92	19,7	0,05	0,92	132,27	86,60	0.65
out/00	0	0	62,69	52,8	0	0,92	159,33	68,21	0.43
nov/00	45,2	0	46,99	129,5	0,47	0,92	121,73	143,22	1.18
dez/00	101,05	0	44,00	197,9	0,91	0,92	122,33	47,93	0.39
jan/01	0	0	68,13	89,7	-0,70	0,92	164,51	170,79	1.04
fev/01	0	0	62,81	30,7	-0,36	0,92	150,55	68,30	0.45
mar/01	0	0	59,62	63,7	0,15	0,92	131,78	64,87	0.49
abr/01	0	0	52,83	3,6	-0,22	0,92	119,61	61,10	0.51

Quadro 2 A. Balanço hídrico de água no solo para o tratamento de 60% ETo

60% ETo									
	PER	ESC	I	P	ARM	KL	ETo	ETc	Kc
dez/99	189.0	0	62,1	185,9	0	0,8	134,46	73.8	0.55
jan/00	163.7	0	55,2	208,4	0	0,8	134,51	124.9	0.93
fev/00	74.3	0	75,9	55,3	0	0,8	147,35	71.1	0.48
mar/00	148.9	0	71,81	175,3	0,24	0,8	135,94	123.1	0.91
abr/00	15.4	0	81,38	0,8	0,38	0,8	121,69	84.0	0.69
mai/00	3.5	0	63,45	0	-0,03	0,8	96,42	74.9	0.78
jun/00	0.0	0	44,16	0	-0,05	0,8	77,46	55.1	0.71
jul/00	0.0	0	46,73	0	0,09	0,82	85	57.1	0.67
ago/00	0.0	0	72,96	0	0,32	0,90	110,43	81.4	0.74
set/00	0.0	0	89,88	19,7	0,09	0,92	132,27	119.2	0.90
out/00	0.0	0	94,04	52,8	-0,13	0,92	159,33	159.5	1.00
nov/00	56.7	0	70,48	129,5	0,26	0,92	121,73	156.0	1.28
dez/00	103.9	0	66,00	197,9	0,11	0,92	122,33	174.0	1.42
jan/01	0.0	0	102,19	89,7	-0,03	0,92	164,51	208.5	1.27
fev/01	0.0	0	94,22	30,7	0,20	0,92	150,55	136.0	0.90
mar/01	0.0	0	89,43	63,7	-0,17	0,92	131,78	166.3	1.26
abr/01	0.0	0	79,245	3,6	-0,03	0,92	119,61	86.14	0.72

Quadro 3 A- Balanço hídrico de água no solo para o tratamento de 80% ETo

80% ETo									
	PER	ESC	I	P	ARM	KL	ETo	ETc	Kc
dez/99	189	0	62,1	185,9	0	0,8	134,46	73,75	0,55
jan/00	163,7	0	55,2	208,4	0	0,8	134,51	124,87	0,93
fev/00	74,3	0	75,9	55,3	0	0,8	147,35	71,12	0,48
mar/00	173,14	0	95,75	175,3	0,26	0,8	135,94	122,71	0,90
abr/00	42,85	0	108,51	0,8	0,01	0,8	121,69	83,08	0,68
mai/00	22,5	0	84,6	0	0,26	0,8	96,42	77,95	0,81
jun/00	1,76	0	58,89	0	0,22	0,8	77,46	71,68	0,93
jul/00	0	0	62,31	0	-0,05	0,93	85	66,94	0,79
ago/00	0	0	97,28	0	0,36	1	110,43	97,64	0,88
set/00	0	0	119,84	19,7	-0,02	1	132,27	139,52	1,05
out/00	10,67	0	125,39	52,8	0,13	1	159,33	167,65	1,05
nov/00	90,73	0	93,98	129,5	0,36	1	121,73	133,11	1,09
dez/00	151,37	0	88,01	197,9	0	1	122,33	134,54	1,10
jan/01	35,82	0	136,26	89,7	-0,42	1	164,51	189,72	1,15
fev/01	8,28	0	125,63	30,7	-0,05	1	150,55	148,00	0,98
mar/01	35,66	0	119,25	63,7	0,28	1	131,78	147,57	1,12
abr/01	0	0	105,66	3,6	0,09	1	119,61	109,35	0,91

Quadro 4 A. Balanço hídrico de água no solo para o tratamento de 100% ETo

100% ETo									
	PER	ESC	I	P	ARM	KL	ETo	ETc	Kc
dez/99	189	0	62,1	185,9	0	0,8	134,46	73,8	0,55
jan/00	163,7	0	55,2	208,4	0	0,8	134,51	124,9	0,93
fev/00	74,3	0	75,9	55,3	0	0,8	147,35	71,1	0,48
mar/00	197,33	0	119,687	175,3	0	0,8	135,94	122,1	0,90
abr/00	70,29	0	135,63	0,8	0	0,8	121,69	82,7	0,68
mai/00	43,65	0	105,75	0	0	0,8	96,42	77,6	0,81
jun/00	15,06	0	73,61	0	0	0,8	77,46	73,2	0,94
jul/00	5,34	0	77,88	0	0	0,93	85	78,0	0,92
ago/00	2,34	0	121,6	0	0	0,99	110,43	120,5	1,09
set/00	51,19	0	149,8	19,7	0	1	132,27	118,3	0,89
out/00	76,66	0	156,73	52,8	0	1	159,33	132,9	0,83
nov/00	134,77	0	117,47	129,5	0	1	121,73	112,2	0,92
dez/00	184,15	0	110,01	197,9	0	1	122,33	123,8	1,01
jan/01	80,84	0	170,3	89,7	0	1	164,51	179,2	1,09
fev/01	37,21	0	157,03	30,7	0	1	150,55	150,5	1,00
mar/01	87,9	0	149,06	63,7	0	1	131,78	124,9	0,95
abr/01	31,82	0	132,07	3,6	0	1	119,61	103,9	0,87

Quadro 5 A. Balanço hídrico de água no solo para o tratamento de 120% ETo

120% ETo									
	PER	ESC	I	P	ARM	KL	ETo	ETc	Kc
dez/99	189	0	62,1	185,9	0	0,8	134,46	73,75	0,55
jan/00	163,7	0	55,2	208,4	0	0,8	134,51	124,88	0,93
fev/00	74,3	0	75,9	55,3	0	0,8	147,35	71,13	0,48
mar/00	221,52	0	143,62	175,3	0	0,8	135,94	121,75	0,90
abr/00	97,71	0	162,76	0,8	0	0,8	121,69	82,31	0,68
mai/00	64,77	0	126,9	0	0	0,8	96,42	72,24	0,75
jun/00	25,59	0	88,33	0	0	0,9	77,46	64,68	0,84
jul/00	15,12	0	93,465	0	0	1	85,00	93,45	1,10
ago/00	30,96	0	145,92	0	0	1	110,43	114,96	1,04
set/00	81,46	0	179,76	19,7	0	1	132,27	138,10	1,04
out/00	108,35	0	188,08	52,8	0	1	159,33	132,53	0,83
nov/00	158,53	0	140,97	129,5	0	1	121,73	111,94	0,92
dez/00	206,44	0	132,01	197,9	0	1	122,33	123,47	1,01
jan/01	115,28	0	204,3	89,7	0	1	164,51	178,72	1,09
fev/01	66,82	0	188,44	30,7	0	1	150,55	152,32	1,01
mar/01	119,61	0	178,87	63,7	0	1	131,78	122,96	0,93
abr/01	61,91	0	158,49	3,6	0	1	119,61	100,18	0,84

Quadro 6 A. Pressão de operação dos microaspersores no início (abril de 2000) e final do experimento (abril de 2001)

Pressão (kPa) no início e final do experimento										
Posição	Tratamentos									
	40%		60%		80%		100%		120%	
	Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim
1	195	193	196	193	193	193	195	190	195	196
2	195	197	197	195	193	195	198	193	196	195
3	194	194	195	195	194	195	197	193	198	195
4	196	196	198	194	195	192	196	195	197	198
5	194	193	192	196	189	196	196	196	199	194
6	191	195	192	190	194	194	195	198	198	194
7	196	191	190	195	198	194	193	197	195	195
8	194	192	194	195	197	190	198	200	194	192
Médias	194	194	194	194	194	194	196	195	197	195
CUC (%)	97	97	97	97	97	97	98	98	98	97

Quadro 7 A. Vazão dos microaspersores de cada tratamento e os respectivos coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) e de distribuição (CUD da área experimental para o início (abril de 2000) e final (abril de 2001) do experimento

Posição	Vazão (L h ⁻¹)									
	Tratamentos									
	40% ETo		60% ETo		80% ETo		100% ETo		120% ETo	
	Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim
1	69,6	69,0	67,2	68,0	68,4	68,0	68,4	69,0	69,0	68,0
2	66,0	67,0	71,4	68,0	67,2	68,0	69,6	68,0	68,0	68,0
3	66,6	65,0	72,0	70,0	66,0	68,0	67,2	66,0	66,0	69,0
4	66,0	67,0	66,6	69,0	70,8	70,0	68,4	68,0	66,6	67,0
5	68,4	67,0	68,4	67,0	68,4	69,0	67,2	70,0	68,4	66,0
6	69,6	69,0	66,6	68,0	68,4	69,0	67,2	69,0	67,8	68,0
7	68,4	70,0	66,0	67,0	67,2	68,0	69,6	69,0	67,8	68,0
8	69,0	68,0	69,0	66,0	67,2	66,0	68,4	68,0	69,0	68,0
Médias	67,8	67,7	68,4	67,8	67,8	68,2	68,4	69,4	67,8	67,7
CUC	98,0	99,8	97,4	99,9	98,4	99,9	98,9	99,9	99,0	99,0
CUD	97,3	97,4	96,9	98,1	98,2	98,2	98,2	97,9	98,2	98,1

Quadro 8 A. Análises de variância referentes à altura das plantas mãe e filha da bananeira ‘Prata anã’ cultivadas em Jaíba, MG, sob diferentes lâminas de irrigação

Plantas-mãe					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Bloco	4	2006,47	501,61	0,611	0,660
Tratamento	4	8351,09	2087,77	2,542	0,080
Erro 1	16	13140,56	821,28		
Época	5	360419,0	72083,80	881,843	0,000
Erro 2	20	1634,84	81,74		
Época x Tratamento	20	2753,75	137,68	1,671	0,056
Erro 3	80	6593,20	82,41		
Total	149	394898,90			
Plantas-filha					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Bloco	4	5181,65	1295,41	1,233	0,336
Tratamento	4	152323,25	38080,81	36,249	0,000
Erro 1	16	16808,73	1050,54		
Época	5	120314,28	24062,85	317,598	0,000
Erro 2	20	1515,30	75,76		
Época x Tratamento	20	21959,58	1097,97	14,781	0,000
Erro 3	80	5942,80	74,28		
Total	149	324045,61			

Quadro 9 A- Análises de variância referentes ao perímetro do pseudocaule das plantas mãe e filha da bananeira 'Prata anã' cultivadas em Jaíba, MG, sob diferentes lâminas de irrigação

Plantas-mãe					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Bloco	4	155,56	38,890	0,664	0,625
Tratamento	4	621,97	155,494	2,656	0,071
Erro 1	16	16	58,543		
Época	5	15063,75	414,72	414,724	0,000
Erro 2	20	20	7,264		
Época x Tratamento	20	129,024	1,652	1,652	0,060
Erro 3	80	80	3,904		
Total	149	17364,65			
Plantas-filha					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Bloco	4	3224,067	806,016	3,423	0,0001
Tratamento	4	12699,21	3174,803	13,484	0,033
Erro 1	16	3767,065	235,441		
Época	5	12426,44	2485,289	172,496	0,000
Erro 2	20	288,15	14,407		
Época x Tratamento	20	1108,64	55,432	5,266	0,000
Erro 3	80	842,093	10,526		
Total	149	34355,68			

Quadro 10 A- Análises de variância referentes ao número de folhas emitidas das plantas mãe e filha da bananeira 'Prata anã' cultivadas em Jaíba, MG, sob diferentes lâminas de irrigação

Plantas-mãe					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Bloco	4	0,20732	0,0518	0,643	0,639
Tratamento	4	0,069	0,0173	0,215	0,926
Erro 1	16	1,289	0,0805		
Época	5	26,667	6,66	52,126	0,000
Erro 2	20	2,046	0,127		
Época x Tratamento	20	2,996	0,187	2,431	0,006
Erro 3	80	4,931	0,077		
Total	149	38,208			
Plantas-filha					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Bloco	4	1,254	0,313	3,892	0,021
Tratamento	4	2,606	0,651	8,083	0,001
Erro 1	16	1,289	0,080		
Época	5	4,164	1,041	21,611	0,000
Erro 2	20	0,770	0,048		
Época x Tratamento	20	0,868	0,054	0,995	0,473
Erro 3	80	3,491	0,054		
Total	149	14,446			

Quadro 11 A. Análises de variância referentes ao peso do cacho com engajo das plantas mãe e filha da bananeira 'Prata anã' cultivadas em Jaíba, MG, sob diferentes lâminas de irrigação

Plantas-mãe					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	268,608	67,152	64,586	0,000
Bloco	4	17,192	4,298	4,134	0,018
Erro	16	16,635	1,039		
Total	24	302,436			
Plantas-filha					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	426,794	106,695	100,615	0,000
Bloco	4	14,195	3,548	3,346	0,036
Erro	16	16,967	1,060		
Total	24	457,956			

Quadro 12 A. Análises de variância referentes ao peso do cacho sem engajo das plantas mãe e filha da bananeira ‘Prata anã’ cultivadas em Jaíba, MG, sob diferentes lâminas de irrigação

Plantas-mãe					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	259,210	64,802	68,211	0,000
Bloco	4	14,102	3,525	3,711	0,025
Erro	16	15,20	0,950		
Total	24	288,512			
Plantas-filha					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	398,965	99,741	78,886	0,000
Bloco	4	16,142	4,035	3,192	0,042
Erro	16	20,229	1,264		
Total	24	435,337			

Quadro 13 A Análises de variância referentes ao número de pencas por cacho das plantas mãe e filha da bananeira ‘Prata anã’ cultivadas em Jaíba, MG, sob diferentes lâminas de irrigação

Plants-mãe					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	1,028	0,257	1,665	0,207
Bloco	4	0,391	0,097	0,633	0,646
Erro	16	2,471	0,154		
Total	24	3,891			
Plantas-filha					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	2,0518	0,512	3,699	0,023
Bloco	4	0,322	0,080	0,581	0,680
Erro	16	2,218	0,138		
Total	24	4,593			

Quadro 14 A. Análises de variância referentes ao número de frutos por penca das plantas mãe e filha da bananeira ‘Prata anã’ cultivadas em Jaíba, MG, sob diferentes lâminas de irrigação

Plantas-mãe					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	259,210	64,802	68,211	0,000
Bloco	4	14,102	3,525	3,711	0,025
Erro	16	15,20	0,950		
Total	24	288,512			
Plantas-filha					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	4,203	1,050	5,838	0,004
Bloco	4	0,517	0,129	0,719	0,591
Erro	16	2,879	0,179		
Total	24	7,600			

Quadro 15 A. Análises de variância referentes ao peso da segunda penca das plantas mãe e filha da bananeira ‘Prata anã’ cultivadas em Jaíba, MG, sob diferentes lâminas de irrigação

Plantas-mãe					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	7,071	1,767	65,171	0,000
Bloco	4	0,328	0,082	3,032	0,048
Erro	16	0,434	0,027		
Total	24	7,835			
Planta filha					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	7,251	1,812	83,803	0,000
Bloco	4	0,615	0,153	7,115	0,002
Erro	16	0,346	0,021		
Total	24	8,213			

Quadro 16 A. Análises de variância referentes ao comprimento do fruto central da segunda penca das plantas mãe e filha da bananeira 'Prata anã' cultivadas em Jaíba, MG, sob diferentes lâminas de irrigação

Plants-mãe					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	119,140	29,785	47,131	0,000
Bloco	4	5,556	1,389	2,198	0,115
Erro	16	10,111	0,631		
Total	24	134,808			
Plantas-filha					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	84,532	21,133	32,454	0,000*
Bloco	4	19,167	4,791	7,359	0,002
Erro	16	10,418	0,651		
Total	24	114,119			

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

Quadro 17 A. Análises de variância referentes à circunferência do fruto central da segunda penca das plantas mãe e filha da bananeira 'Prata anã' cultivadas em Jaíba, MG, sob diferentes lâminas de irrigação

Plantas-mãe					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	52,849	13,212	45,530	0,000
Bloco	4	2,210	0,552	1,905	0,158
Erro	16	4,643	0,290		
Total	24	59,703			
Plantas-filha					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	33,502	8,375	39,836	0,000
Bloco	4	2,632	0,658	3,130	0,044
Erro	16	3,364	0,210		
Total	24	39,498			

Quadro 18 A. Análises de variância referentes à produtividade das plantas mãe e filha da bananeira ‘Prata anã’ cultivadas em Jaíba, MG, sob diferentes lâminas de irrigação

Plantas-mãe					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	436,07	109,018	13,640	0,000
Bloco	4	61,169	15,292	1,913	0,157
Erro	16	127,879	7,99		
Total	24	625,123			
Plantas-filha					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	709,432	177,358	78,876	0,000
Bloco	4	28,703	7,175	3,191	0,040
Erro	16	35,976	2,248		
Total	24	774,113			

Quadro 19 A. Análises de variância referentes ao potencial hidrogeniônico (pH) dos frutos das plantas mãe e filha da bananeira ‘Prata anã’ cultivadas em Jaíba, MG, sob diferentes lâminas de irrigação

Plantas-mãe					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	0,556	0,139	1,163	0,363
Bloco	4	0,671	0,167	1,402	0,277
Erro	16	1,915	0,119		
Total	24	3,143			
Plantas-filha					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	1,018	0,254	1,547	0,236
Bloco	4	0,848	0,212	1,289	0,315
Erro	16	2,633	0,164		
Total	24	4,499			

Quadro 20 A- Análises de variância referentes à acidez total titulável (ATT) dos frutos das plantas mãe e filha da bananeira ‘Prata anã’ cultivadas em Jaíba, MG, sob diferentes lâminas de irrigação

Plantas-mãe					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	0,098	0,024	1,370	0,288
Bloco	4	0,080	0,020	1,127	0,378
Erro	16	0,286	0,0179		
Total	24	0,465			
Plantas-filha					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	0,109	0,027	1,127	0,378
Bloco	4	0,122	0,030	1,265	0,324
Erro	16	0,387	0,024		
Total	24	0,620			

Quadro 21 A- Análises de variância referentes aos sólidos solúveis totais (SST) dos frutos das plantas mãe e filha da bananeira ‘Prata anã’ cultivadas em Jaíba, MG, sob diferentes lâminas de irrigação

Plantas-mãe					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	8,940	2,235	1,323	0,303
Bloco	4	5,008	1,252	0,741	0,577
Erro	16	27,032	1,689		
Total	24	40,980			
Plantas-filha					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	3,733	0,933	3,099	0,045
Bloco	4	1,529	0,382	1,270	0,322
Erro	16	4,818	0,301		
Total	24	10,081			

Quadro 22 A. Análises de variância referentes à relação polpa-casca dos frutos das plantas mãe e filha da bananeira ‘Prata anã’ cultivadas em Jaíba, MG, sob diferentes lâminas de irrigação

Plantas-mãe					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	1,228	0,307	3,945	0,020
Bloco	4	0,197	0,049	0,636	0,644
Erro	16	1,245	0,077		
Total	24	2,672			
Plantas-filha					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	0,825	0,206	3,813	0,023
Bloco	4	0,430	0,107	1,991	0,144
Erro	16	0,865	0,054		
Total	24	2,122			

Quadro 23 A. Análises de variância referentes à textura dos frutos das plantas mãe e filha da bananeira ‘Prata anã’ cultivadas em Jaíba, MG, sob diferentes lâminas de irrigação

Plantas-mãe					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	4,696	1,174	2,194	0,116
Bloco	4	0,380	0,095	0,178	0,946
Erro	16	8,562	0,535		
Total	24	13,640			
Plantas-filha					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	1,862	0,465	0,450	0,770
Bloco	4	3,045	0,761	0,737	0,580
Erro	16	16,538	1,033		
Total	24	21,446			

Quadro 24 A- Análises de variância referentes ao açúcar dos frutos das plantas mãe e filha da bananeira 'Prata anã' cultivadas em Jaíba, MG, sob diferentes lâminas de irrigação

Plantas-mãe					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	1,519	0,379	1,898	0,160
Bloco	4	0,102	0,025	0,129	0,969
Erro	16	3,202	0,200		
Total	24	4,824			
Plantas-filha					
CV	GL	SQ	QM	F	P>F
Tratamento	4	2,148	0,537	3,412	0,033
Bloco	4	0,388	0,097	0,617	0,656
Erro	16	0,518	0,157		
Total	24	5,055			