

MARCUS VINICIUS MENDES DOS SANTOS



EFEITO DE LÂMINAS DE ÁGUA E ÁREAS DE UMEDECIMENTO SOBRE A  
BANANEIRA (*Musa sp.*) cv. PRATA ANÃ.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação e Drenagem, para a obtenção do grau de "Mestre".

**Orientador**

Prof. Dr. MÂNOEL ALVES DE FARIA

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
1996



Table with multiple rows and columns, containing faint text and numbers. The text is mostly illegible due to fading.

	Initial of student

STATE OF

188

188

41565

**MARCUS VINICIUS MENDES DOS SANTOS**

**EFEITO DE LÂMINAS DE ÁGUA E ÁREAS DE UMEDECIMENTO SOBRE A  
BANANEIRA (*Musa sp.*) cv. PRATA ANÃ.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação e Drenagem, para a obtenção do grau de "Mestre".

**Orientador**

Prof. Dr. MANOEL ALVES DE FARIA

CDD-634.72587

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
1996**

**Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da  
Biblioteca Central da UFLA**

Santos, Marcus Vinicius Mendes dos

Efeito de lâminas de água e áreas de umedecimento sobre a bananeira  
(*Musa* sp.) cv. prata anã / Marcus Vinicius Mendes dos Santos. -- Lavras:  
UFLA, 1996.

55 p. : il.

Orientador: Manoel Alves de Faria.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Banana prata - Irrigação por gotejamento. 2. Solo - Característica físico-química. 3. Morfologia. 4. Taxionomia. 5. Irrigação. 6. Lâmina de água. 7. Umidade. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

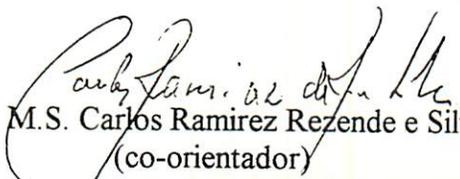
CDD-634.77287

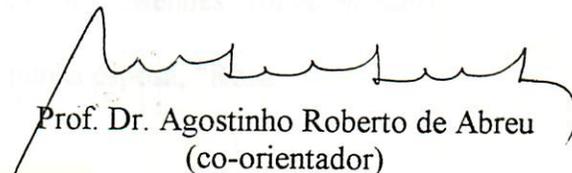
**MARCUS VINICIUS MENDES DOS SANTOS**

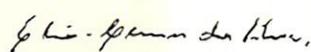
**EFEITO DE LÂMINAS DE ÁGUA E ÁREAS DE UMEDECIMENTO SOBRE A  
BANANEIRA (*Musa sp.*) cv. PRATA ANÃ.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação e Drenagem, para a obtenção do grau de "Mestre".

APROVADA em 26 de Março de 1996

  
Prof. M.S. Carlos Ramirez Rezende e Silva  
(co-orientador)

  
Prof. Dr. Agostinho Roberto de Abreu  
(co-orientador)

  
Prof. PhD. Elio Lemos da Silva

  
Prof. Dr. Manoel Alves de Faria  
(Orientador)

## **BIOGRAFIA**

Marcus Vinicius Mendes dos Santos, filho de José Maria dos Santos e Diva Lara dos Santos, nasceu em Lavras-MG, em 10 de Julho de 1964.

Cursou o 1º grau na Escola Estadual Padre Dehon e Escola Estadual Dora Matarazzo e o 2º grau no Instituto Gammon.

Em março de 1984 iniciou o curso de graduação na Escola Superior de Agricultura de Lavras, diplomando-se em Engenharia Agrícola em 17 de dezembro de 1988.

Em março de 1992 iniciou o curso de mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração Irrigação e Drenagem, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, atualmente Universidade Federal de Lavras.



## **AGRADECIMENTOS**

O autor expressa seus agradecimentos:

À Universidade Federal de Lavras e Departamento de Engenharia, pela oportunidade e ensinamentos proporcionados;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

À Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), por ter cedido o local para a instalação do experimento;

Aos funcionários da Fazenda Palmital, pela ajuda prestada no plantio e manutenção do bananal;

Aos alunos de graduação e bolsistas de Iniciação Científica, Newton, Rodrigo e Rogério, pela grande ajuda na instalação do sistema de irrigação, das leituras diárias de evaporação e precipitação e principalmente pelas avaliações mensais, sem as quais não seriam possível a elaboração deste trabalho;

Aos funcionários do Laboratório de Hidráulica, Oswaldo, Lindeberg, Fátima e Tânia, e a todos os alunos do curso de mestrado pelo excelente convívio e amizade durante o curso;

Aos Professores Alberto Colombo, Luiz Antônio Lima, Élio Lemos e Eli pelos ensinamentos e principalmente pela amizade;

Aos Professores Carlos Ramirez Rezende e Silva e Agostinho Roberto e Abreu pela co-orientação e ajuda nos momentos difíceis;

Ao Professor Antonio Marciano da Silva, pela co-orientação, ensinamentos e principalmente pela amizade;

Ao Professor Manoel Alves de Faria pela excelente orientação, pelos ensinamentos transmitidos, pela paciência e principalmente pela amizade.

## SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Taxonomia e Morfologia da Bananeira.....	3
2.2 Exigência Edafo-Climática da Bananeira.....	5
2.3 Irrigação em Bananeira.....	9
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Caracterização do Local do Experimento.....	18
3.2 Delineamento Experimental.....	18
3.3 Características Físico-Químicas do Solo.....	19
3.4 Irrigação.....	20
3.4.1 Teste para Determinação do Coeficiente de Variação de Fabricação .....	20
3.4.2 Teste para Determinação da Equação Característica do Emissor .....	21
3.4.3 Teste para a Avaliação da Uniformidade de Aplicação de Água .....	22
3.4.4 Avaliação do Bulbo Molhado Produzido pelo Gotejador.....	23
3.5 Coleta de Dados de Evaporação e Precipitação.....	24

3.6 Instalação e Condução do Experimento .....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1 Coeficiente de Variação de Fabricação (CVF).....	27
4.2 Equação Característica do Gotejador.....	28
4.3 Uniformidade de Aplicação de Água.....	29
4.4 Formação do Bulbo Molhado.....	30
4.5 Água Aplicada.....	32
4.6 Altura da Planta até a Roseta Foliar.....	33
4.7 Perímetro do Pseudocaulé.....	35
4.8 Número de Folhas Emitidas.....	38
5 CONCLUSÕES.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
ANEXOS.....	48

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro</b>		<b>Página</b>
1	Resultados da análise granulométrica do solo para a camada de 0-40 cm, conforme análise feita pelo Laboratório de Física do Solo, DCF/UFLA, Lavras-MG, 1994.....	19
2	Umidade (% base peso) retida no solo, em função da tensão (atm) para a camada de 0-40 cm conforme análise feita pelo Laboratório de Física do Solo, DCF/UFLA, Lavras-MG, 1994.....	19
3	Resultados do CVF do gotejador, em função da pressão de teste, UFLA, Lavras-MG, 1994.....	27
4	Resultados da vazão do gotejador, em função da pressão de teste, UFLA, Lavras-MG, 1994.....	28
5	Modelos de equações de vazão em função da pressão, encontradas para o gotejador com seus respectivos coeficientes de determinação, UFLA, Lavras-MG, 1994.....	28

<b>Quadro</b>		<b>Página</b>
6	Valores de uniformidade de distribuição (Novo Coeficiente de Distribuição) e vazões médias encontradas nos testes de campo, UFLA, Lavras-MG, 1994.....	29
7	Quantidade de água aplicada durante o experimento para 1 linha de emissores/fileira de plantas e 2 linhas linhas de emissores/fileira de plantas, UFLA, Lavras-MG, 1994.....	33
8	Resumo da análise de variância para altura da planta até a roseta foliar, quando comparada com as parcelas irrigadas.....	34
9	Médias da variável altura para cada trata-mento na última avaliação do experimento (Maio/94).....	35
10	Resumo da análise de variância para perímetro do pseudocaule, quando comparada com as parcelas irrigadas.....	36
11	Médias do perímetro do pseudocaule para cada tratamento na última avaliação do experimento (Maio/94).....	37
12	Resumo da análise de variância para nascimento de folhas.....	38

<b>Quadro</b>		<b>Página</b>
13	Valores de número de folhas emitidas, analisadas pelo efeito das áreas de umedecimento, dentro de cada lâmina de irrigação.....	39
14	Médias do número de folhas emitidas em função do número de linhas laterais (1 linha e 2 linhas de gotejadores por fileira de plantas.....	40

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Representação do bulbo molhado para o teste de 60 minutos.....	31
2	Representação do bulbo molhado para o teste de 105 minutos.....	31
3	Representação do bulbo molhado para o teste de 150 minutos.....	31
4	Representação gráfica do efeito das lâminas, analisadas em função das alturas dentro de cada época da avaliação.....	34
5	Representação gráfica do efeito das lâminas, analisadas em função dos perímetros dos pseudocauls dentro de cada época da avaliação...	36
6	Representação gráfica do efeito das áreas molhadas, analisadas em função do número de folhas emitidas, dentro de cada época da avaliação.....	39

## RESUMO

SANTOS, Marcus Vinicius Mendes dos. **Efeito de Lâminas de Água e Áreas de Umedecimento Sobre a Bananeira (*Musa sp*) cv. Prata Anã.** Lavras: UFLA, 1996. 55p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Agrícola / Irrigação e Drenagem).\*

Determinar a relação entre a evapotranspiração da bananeira e a evaporação do tanque classe A é de fundamental importância por ser a cultura exigente de alta umidade do solo e o evaporímetro de fácil utilização. O experimento foi conduzido na Fazenda Palmital, pertencente a Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), localizada no município de Ijaci, MG. As irrigações foram feitas com a utilização dos gotajadores da linha Irriga Drip da Tigre. As parcelas foram 40, 60, 80 e 100 % da evaporação do tanque classe A e as sub-parcelas sendo 1 linha e duas linhas de gotejadores por fileira de plantas, mais a parcela adicional sem irrigação. Para as variáveis altura da planta do solo até a roseta foliar e perímetro do pseudo-caule à 20 cm de altura, o estudo da regressão polinomial indicou como o melhor tratamento, aquele que utilizou 100% da evaporação do tanque classe A. Já para a variável nascimento de folhas, as lâminas não apresentaram efeitos significativos, porém as áreas de umedecimento se diferenciaram indicando superioridade quando se utiliza duas linhas de gotejadores por fileira de plantas em relação a uma linha de gotejadores por fileira de plantas.

---

\* Orientador: Manoel Alves de Faria. Membros da Banca: Agostinho Roberto de Abreu, Carlos Ramirez R. Silva, Elio Lemos da Silva.

## ABSTRACT

### EFFECTS OF WATER DEPTHS AND WETTED AREAS UPON THE BANANA CROP

(*Musa sp.*) cv. Prata Anã.

Assessing the relationship between the evapotranspiration of a banana crop and the evaporation from the Class A pan is very important once this crop requires large amounts of water and the determinations can be easily made. This experiment was carried out at the Palmital farm, belonging to the Foundation for Teaching, Research and Extension (FAEPE) at city of Ijaci, state of Minas Gerais. The irrigation were made by using emitters from the commercial line "irriga drip", manufactured by Tigre, a company in Brazil. The research plots were designed to receive 40, 60, 80 and 100% of the amount of water evaporated from the pan. These plots were split with plant lines having one or two drip laterals. An extra plot without irrigation (rain fed) was also planted as a control. For the variables plant height up to the leaf sheath basis and perimeter of the pseudostem at 20 cm height, polynomial regression analyses indicate that the best treatment level was the one that received an amount of water equivalent to 100% of the water evaporated from the class A evaporation pan. For the variable number of leaves, the treatment levels were not significantly different even though, when comparing wetted areas, the use of two laterals were better than one lateral only

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de bananas, com uma produção de 6.022.000 ton. no ano de 1994, com 11,45% do total mundial (FAO, 1994).

Com relação aos estados maiores produtores, tem-se a seguinte ordem: Bahia (18%), São Paulo (14%), Santa Catarina (9%), Pará (9%) e Minas Gerais (8%). A produção restante (42%) é originária dos demais estados. Praticamente toda esta produção é consumida dentro do país (Dantas e Soares Filho, 1995).

O sul de Minas Gerais se constitui num dos principais núcleos de produção de bananas do estado, através do cultivo tradicional e com baixos índices de produtividade devido as adversidades climáticas e o baixo uso de tecnologia.

A cultivar "Prata" é a mais disseminada em Minas Gerais, destacando-se o sul do estado como principal núcleo de produção desta cultivar, contribuindo com mais de 40% da banana comercializada e exportada para os demais estados da federação (Gomes, 1980).

A banana é apreciada por pessoas de todas as classes sociais e de todas as idades, que a consomem "in natura", frita, assada, cozida, em caldas, em doces caseiros, ou em produtos industrializados.

Por se tratar de uma planta tropical, a bananeira exige calor constante e elevada umidade, e por isso a irrigação tem sido empregada em diversos países como prática cultural importante no aumento da produtividade e qualidade dos frutos.

As características de exigências de grandes quantidades de água e a importância econômica e social desta cultura justificam esta pesquisa que teve por objetivo avaliar o desenvolvimento vegetativo da bananeira (*Musa* sp) cv. Prata Anã, irrigada por gotejamento sob diversos níveis de reposição de água e percentual de área molhada.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Taxonomia e Morfologia da Bananeira

A bananeira pertence à família Musaceae, gênero *Musa* e seções *Eumusa* e *Australimusa*. Do numeroso grupo de espécies de *Eumusa* a *Musa acuminata* e *Musa balbisiana*, separadamente ou mediante à formação de híbridos, têm originado a maioria das bananeiras de frutos comestíveis (Simmonds, 1966).

As bananeiras com frutos comestíveis pertencentes à seção *Eumusa*, tem 22, 33 ou 44 cromossomos, cujo número básico ( $n=11$ ) é representado pelas letras A (*Musa acuminata Colla*) e B (*Musa balbisiana Colla*), de modo que as cultivares correspondentes àquele número são diplóide, triplóide ou tetraplóide. As cultivares triplóides são as geralmente mais numerosas, as diplóides em menor número e as tetraplóides, raras.

A cultivar "Prata" é um triplóide de origem híbrida entre *Musa acuminata Colla* e *Musa balbisiana Colla*, cuja classificação botânica é *Musa* (grupo AAB) "Prata".

A bananeira "Prata Anã", conhecida também como "Enxerto" ou "Prata Santa Catarina", é uma planta de porte baixo em torno de 3,0 metros, o que permite espaçamentos menores e, conseqüentemente, um maior número de plantas por hectare. Apresenta pseudo-caule de coloração verde claro, com folhas bem compridas que proporcionam grande área sombreada.

Os frutos de banana são o resultado do desenvolvimento patenocárpico ou polinizado dos ovários das flores femininas de uma inflorescência. O cacho é constituído por engajo, pencas, ráquis e coração. O engajo ou pedúnculo da inflorescência é o alongamento do cilindro central do rizoma, iniciando-se no ponto de fixação da última folha e terminando na inserção da primeira penca. A ráquis, continuação do engajo, é definida botanicamente como "eixo onde se inserem as flores de uma inflorescência". Inicia-se a partir do ponto de inserção da primeira penca e termina no coração. Pode ser dividida em ráquis feminina e ráquis masculina (ou "rabo"), conforme o sexo da penca de flores que nele se insere.

Na extremidade da ráquis encontra-se o coração, que é o conjunto de pencas de flores masculinas ainda em desenvolvimento, com as suas respectivas brácteas.

A penca ou Mão de banana é o conjunto de frutos ou dedos reunidos pelos seus pedúnculos em duas fileiras horizontais e paralelas. O ponto de reunião dos frutos de cada penca na ráquis recebe o nome de almofada. As almofadas se fixam na ráquis sempre em níveis diferentes, descrevendo três linhas helicoidais e paralelas. Partindo da primeira penca para a última (a mais inferior), verifica-se que o sentido de cada linha helicoidal é contrário ao movimento dos ponteiros do relógio, portanto, levógiro (Moreira, 1976).

O conhecimento do número de folhas emitidas mensalmente por um bananal é importante sob vários aspectos, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento vegetativo das plantas, portanto, o seu ciclo vegetativo. Barker (1969) relata que plantas já definidas mantêm um lançamento mensal de 3 a 4 folhas.

Defini-se o ciclo vegetativo de uma bananeira como o período compreendido entre o aparecimento do rebento (ou perfilho) na superfície do solo e a colheita da sua produção.

O ciclo de produção é o intervalo de tempo que decorre entre a colheita do cacho de uma colheita e a colheita do cacho de seu "filho".

Segundo Padovani (1986), as bananeiras atingem 3 a 6 metros de altura, formando-se em grandes touceiras, com folhas grandes e pecíolos muito ricos em cera. Toda a parte inferior da folha é revestida também com esta cera. Os cachos pesam de 6 a 12 quilos, com 6 a 8 pencas de 50 a 90 frutos, que são angulosos, pontudos e sem restos florais, de extremidade bem pronunciada.

O fruto da "Prata Anã" é bastante semelhante a "Prata Comum", onde, a casca da banana quando madura apresenta cor amarelada e bem mais grossa do que a "Nanica". O fruto tem aroma suave, doce, com sabor agradável.

Moreira (1987), cita que a Banana "Prata Comum", produz cachos relativamente pequenos, com peso de 8 a 12 Kg, podendo atingir em ótimas condições de irrigação até 28 Kg.

## **2.2 Exigência Edafo-Climática da Bananeira**

Tanto o ciclo vegetativo quanto o ciclo de produção são afetados por todos os fatores edafoclimáticos e técnicas culturais, além da idade do próprio bananal e da cultivar plantada. Bananais com mais de três safras, com elevadas densidades (mais de 2.500 plantas por hectare), insolação deficiente (menos de 1.500 horas/ano), estabelecidos em latitudes elevadas (mais de 20 graus N ou S) ou em altitudes superiores a 200 m, em solos de baixa fertilidade e elevada acidez (pH abaixo de 5), mal drenados (lençol freático a menos de 60 cm) e em locais de baixos índices pluviométricos mensais (menos de 100 mm), sujeitos a eventuais baixas de temperatura (menos de 15 graus C), sem os devidos cuidados com as operações de desbastes e

controle das plantas daninhas, moléstias e pragas, podem ter os referidos ciclos aumentados de até mais do dobro, com graves prejuízos de produtividade e, portanto, na economia dessa atividade agrícola (Moreira, 1976).

A bananeira é uma planta perene cujo ciclo vegetativo se desenvolve num ritmo contínuo e acelerado. Por isso, é planta exigente de condições climáticas cujos principais fatores, que podem afetar o seu desenvolvimento vegetativo causando efeitos diretos na produção, quantitativa e qualitativamente, são a temperatura e a umidade.

A bananeira é planta com distribuição geográfica de cultura econômica, compreendida entre as latitudes de 25° N e 25° S, embora sejam encontrados ainda bananais até 34° N em Israel e 30° S em Natal, na África. Nem todas as regiões dentro dessa faixa, contudo, apresentam condições favoráveis ao plantio comercial da bananeira, quer por questões de temperatura em função da altitude, quer por escassez ou má distribuição da precipitação pluvial.

Como outras espécies tropicais, a bananeira é uma planta estenotérmica apresentando limites térmicos bastante estreitos. Mesmo em clima quente e úmido, permanece sensível às mudanças de temperatura (Aubert, 1971). Os limites mais favoráveis de temperatura para bom desenvolvimento da bananeira situam-se entre 20 e 34° C, sendo a ótima em torno de 26° C. À medida que baixa a temperatura, a bananeira reduz progressivamente seu crescimento. Abaixo de 16° C., a emissão foliar é paralisada nas cultivares tropicais. Este limite térmico seria entretanto mais baixo em clima subtropical (Aubert, 1971).

Segundo Gomes (1980) a cultivar triplóide, é susceptível ao Mal-de-Sigatoka e à broca e medianamente resistente ao Mal-do-Panamá.

Padovani (1986) informa que a banana além de constituir uma inestimável fonte de carboidratos, sendo portanto um alimento altamente energético, é rica ainda em potássio,

sódio, fósforo, cloro, magnésio, enxofre, silício, cálcio, vitaminas A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, niacina, vitamina C, que são todos elementos e microelementos essenciais para o funcionamento do organismo humano.

Segundo Moreira (1987), por ser uma planta de região tropical a bananeira demanda grande quantidade de água, ao redor de 100 mm mensais bem distribuídos. A deficiência de água é muito prejudicial à bananeira, particularmente quando ocorre na fase da diferenciação floral ou no início da frutificação. Isto porque a umidade do solo desempenha importante papel na produção do bananal, especialmente com relação ao lançamento de cachos. Sob severa deficiência de umidade, a roseta foliar se comprime e quando a inflorescência vai atravessá-la há como que um estrangulamento, sem conseguir ganhar o exterior, da mesma forma como acontece com as baixas temperaturas. O mesmo autor diz que, há várias fórmulas para se calcular as necessidades de água para a bananeira desenvolvidas em diversas regiões do mundo, mas no Brasil há apenas estudos em fase inicial. Igualmente ainda não se fizeram estudos relativos ao ponto de murchamento da bananeira. Tendo em conta a situação de fato existente, impõem-se a utilização de dados aproximados, adaptados segundo às nossas condições, tomando-se por base os estudos feitos para outros climas. Uma forma prática de se avaliar a necessidade de irrigação é observando a posição dos lóbulos foliares em relação a nervura principal. Sempre que eles estiverem caídos verticalmente é sintoma de que a planta está precisando de água.

A quantidade de água exigida pela bananeira é elevada, variando de 3 a 8 mm por dia, o que corresponde de 900 a 2.400 m<sup>3</sup>/ha mensais, conforme as condições de clima (temperatura, insolação) e solo (capacidade de retenção e percolação), ou ainda, teoricamente, a uma precipitação pluvial de 1.100 a 2.900 mm anuais.

A bananeira é, de modo geral, bastante resistente a períodos de seca, às vezes até mesmo bem acentuados, como demonstram as culturas comerciais localizadas nas regiões Centro Oeste, Sudeste (no Planalto Paulista) e Nordeste do Brasil. Isso não significa que a planta exija períodos secos. Ao contrário, plantações comerciais são vantajosamente estabelecidas em áreas úmidas sem qualquer estação seca normal, como acontece no Litoral Sul do Estado de São Paulo.

O excesso de chuvas também pode ser prejudicial, obrigando a proceder à drenagem do terreno e ao controle da erosão.

A resistência à seca da bananeira varia muito com a cultivar. A banana-ouro é medianamente resistente e a maçã e prata são muito resistentes à seca (Camargo et al, 1974).

A bananeira é cultivada com êxito em solos das mais diversas origens geológicas e de propriedades físicas e químicas as mais variadas. A riqueza química não é o mais importante fator para a cultura da bananeira, pois as deficiências podem ser corrigidas por meio de adubações. As características físicas, por outro lado, são muito importantes, já que dificilmente podem ser modificadas ou, quando possível, isso somente será conseguido com grande dispêndio de tempo e dinheiro.

Somente uma exigência é geral em qualquer solo, qual seja: boa drenagem no horizonte onde se desenvolve o sistema radicular absorvente da bananeira (ITAL, 1993).

Na repartição das raízes no solo, segundo Moreau, citado por ITAL (1993), as raízes da camada superficial de 30 cm representam cerca de 60% do número total. Entre 30 a 60 cm de profundidade, encontram-se 20% das raízes.

### 2.3 Irrigação em Bananeira

Barreto (1986) informa que, de acordo com os dados disponíveis, o sistema de irrigação por gotejamento proporciona grande economia de mão-de-obra e custo do equipamento, além de possibilitar maiores produções, em relação aos sistemas de irrigação por sulcos de infiltração ou de aspersão. Já Withers e Vipond (1977) observaram que a maior vantagem do gotejamento em relação aos outros sistemas consiste no excelente controle na aplicação da água. Esta é distribuída diariamente na quantidade mais próxima possível à do consumo da planta. A evaporação da superfície do solo é mínima e a percolação profunda é quase inteiramente eliminada.

Ainda segundo estes autores, o déficit de umidade no solo permanece em nível muito baixo pela irrigação diária, sendo mantido o arejamento do solo. Adicionando-se fertilizantes à água, eles são transportados diretamente as raízes das plantas e, na forma solúvel, são absorvidos prontamente pela cultura. Os dois efeitos combinam-se para dar um ambiente altamente favorável ao crescimento, produção e qualidade de numerosas culturas.

Segundo Campos, citado por Lima e Meirelles (1982), uma das características importantes para determinar a necessidade de água de uma planta é a profundidade que atingem as suas raízes no perfil do solo. As raízes de sustentação da bananeira podem chegar a uma profundidade superior a 1,5 metros, enquanto que a maioria das raízes de alimentação ou superficiais permanecem nos primeiros 40 cm de profundidade e a mais de 1,5 metros de distância do pseudocaule.

Lima e Meirelles (1982), citando trabalho de Campos, relatam que o consumo de água da bananeira, como o da maioria das fruteiras, cresce durante o período de florescimento,

devido ao aumento da atividade fisiológica da fotossíntese. Quando há déficit de umidade, ocorre o fechamento dos estômatos durante o dia, diminuindo a atividade fotossintética e, em consequência, há o retardamento na emissão de folhas e diminuição no crescimento dos órgãos foliares e florais, além do dessecamento das folhas mais velhas. Padovani (1986) também afirma que a bananeira é de baixa resistência a falta de água e que mesmo naqueles casos onde existem chuvas fracas e superficiais, a falta de irrigação pode afetar o desenvolvimento. Isso porque as chuvas não abundantes, além de não fornecer o suprimento hídrico adequado, ainda contribuem para a queda de temperatura. Quando a temperatura cai, fica prejudicada a transpiração da planta, com efeitos indesejáveis em todo o seu desenvolvimento. Assim, a falta de água mesmo que não seja severa afeta todo o crescimento, uma vez que fechados os estômatos das folhas, diminui a atividade fotossintética e conseqüentemente o desenvolvimento geral da bananeira. A irrigação, quanto se fizer necessária e for bem dirigida, diminui o ciclo vegetativo e o ciclo de produção mínima da planta, proporcionando um aumento no seu número de folhas e maior produtividade de frutos que também se apresentam com melhor qualidade.

Padovani (1986) ainda informa que a irrigação por gotejo, embora apresente as vantagens de ser extremamente eficiente e economize bastante água, é bastante cara e exigente quanto a boa qualidade de água. Experiências levadas a efeito em vários cantos do Brasil, no entanto mostram que no balanço final é muito favorável a este tipo de método.

Os métodos de irrigação localizada atingem seu ponto ótimo quando é empregado nas seguintes condições: cultura de espaçamento grande, igual ou superior a 2 metros entre linhas, onde se possa usar de preferência uma tubulação com emissores para duas fileiras de plantas; cultura muito sensível a pequenas variações de umidade no solo, respondendo com perdas acentuadas na produtividade; quantidade d'água limitada, comparado ao tamanho da

área a irrigar, exigindo uma aplicação d'água eficiente para, em consequência, irrigar-se uma área maior; culturas que exigem doses frequentes de fertilizantes, uma vez que o método possibilita a aplicação do adubo através da água de irrigação; culturas com alta rentabilidade por unidade de área a exemplo de banana, mamão e uva; mão de obra escassa e cara; topografia com qualquer declividade desde que seja uniforme.

À medida que cada fator não se enquadra nas condições apresentadas, o método de irrigação localizada, quando empregado, perde proporcionalmente as suas vantagens comparado com os outros métodos (Azevedo, 1986).

A principal característica da irrigação localizada é a aplicação de água apenas aos locais de interesse. Estes locais podem representar proporções variáveis entre 20 a 80% da área total, o que resulta em grande economia de água que pode ser aplicada através de diversos tipos de emissores pontuais (gotejadores, tubulações perfuradas), lineares (tubulações porosas), ou superficiais (microaspersores, jato pulsante). São também sistemas com elevado grau de automação, capazes de aplicar produtos químicos dissolvidos na água de irrigação. Ao mesmo tempo, exigem água de boa qualidade e um eficiente sistema de filtragem para reduzir a possibilidade de obstrução dos emissores (Scaloppi, 1986).

Segundo Gurovich (1985) um sistema típico de irrigação por gotejamento molha somente uma parte da superfície do solo em um cultivo plantado em um espaçamento grande como no caso das frutas. Este molhamento parcial tem muitos benefícios e alguns problemas. As diferenças em potencial da água no solo permite o movimento da água desde o emissor até uma profundidade do perfil do solo. Em geral as raízes das plantas tendem a se concentrar onde as condições de absorção de água são as melhores, ou seja, onde se encontra um adequado potencial de água no solo, com boa aeração e baixa salinidade.

Telles (1986) informa que o molhamento de mais de 55% da área sombreada pela planta, descaracteriza o método, eliminando uma das suas principais vantagens que é a economia de água.

Ainda segundo Telles (1986), com a utilização deste sistema há um aumento significativo na densidade das raízes na zona irrigada, chegando a ser 3 a 4 vezes superior à densidade normal. Em condições de pouca disponibilidade de água e ou do seu alto custo pode-se não molhar toda a profundidade da zona das raízes, apenas um volume do solo onde se encontra 90% do sistema radicular. O desenvolvimento de um sistema radicular bastante ativo compensa a redução do volume explorado, através do uso mais eficiente da água e nutrientes no volume do solo abrangido pelo emissor.

Keller e Karmeli (1974) afirmam que a quantidade máxima de água a ser aplicada em cada ciclo de irrigação depende da profundidade a ser umedecida, da capacidade de armazenamento do solo, do nível de depleção permitida ou desejada e da proporção ou volume do solo umedecido. Os autores apresentam um gráfico onde é mostrado a produção relativa, em função da porcentagem da área molhada pelos gotejadores, e uma tabela onde se pode estimar a porcentagem da área molhada em função do tipo de solo e da vazão do gotejador.

Segundo Lozano (1975) citado por Olitta (1984), no gotejamento irriga-se somente parte da superfície total coberta pela cultura. Para compensar esta diferença, procurou-se uma redução na área irrigada através de um fator de cobertura, que deve indicar a superfície de ação do sistema radicular da cultura. Para árvores frutíferas de grande espaçamento, este fator pode ser determinado no campo pela medição da área de influência da copa.

Pizarro Cabello (1987), afirma que a área molhada na irrigação localizada é menor, em relação aos outros métodos, em consequência a evaporação direta do solo é menor,

entretanto Fereres et al citados pelo mesmo autor, apresentaram um gráfico relacionando a porcentagem de cobertura com a porcentagem de evapotranspiração onde, para um sombreamento acima de 50%, o percentual de evapotranspiração é de 100%.

Existem divergências em relação a porcentagem de área molhada. Keller e Karmeli (1974) aconselham os valores de 33% para regiões áridas e 20% para regiões úmidas. San Juan (1985) afirma que é comprovado o aumento de produção quando são irrigados mais de 50% do volume ocupado pelas raízes. Pizarro Cabello (1987) recomenda como aceitável de 30 a 40%.

Na determinação do valor da porcentagem de área molhada, têm-se dois casos distintos : (i) quando se irriga uma faixa contínua do solo, o que é mais comum na irrigação por gotejamento, principalmente nos cultivos em fileiras; (ii) quando se irriga por árvore isolada (Bernardo, 1989).

Pizarro Cabello (1987) propõe um procedimento de campo para a determinação do bulbo molhado, que consiste de vários emissores aplicando volumes diferentes, tomando-se o cuidado de espaça-los para se evitar a sobreposição dos bulbos. Depois de vários ciclos de umedecimento e secagem, escava-se o terreno anotando, para cada caso, o raio e a profundidade do bulbo molhado.

Este procedimento de campo, que mais se aproxima das condições reais, não é muito utilizado nos trabalhos de pesquisa. Nascimento e Soares citados por Salles (1990), recomendam que a porcentagem de área molhada na irrigação por gotejamento seja obtida com base em bulbos molhados produzidos por gotejadores, em condições de campo. Entretanto muitos sistemas são dimensionados utilizando-se dados tabelados pela inexistência de equipamentos para a medição dos bulbos.

Champion (1978) informa que os bananais necessitam receber quantidades de água com frequência, destinadas a manter o solo em tal estado que as raízes possam absorver o que precisam para a turgescência dos tecidos e para sua transpiração.

Morello e Shmueli citados por Champion (1978) têm posto em evidência que a transpiração varia segundo a superfície foliar, sua exposição e o estado hídrico do solo.

O controle da irrigação de uma cultura pode ser feito com boa precisão e bastante facilidade operacional, utilizando-se dos dados de evaporação diária da superfície livre das águas, desde que se tenha determinado experimentalmente a relação existente entre a evapotranspiração da cultura e a evaporação do tanque, para as diferentes fases climáticas durante o ano (Possido, 1984).

Sediyama (1972) afirma que para Viçosa, MG, a utilização do tanque USWB Classe "A" é um método de estimativa de evapotranspiração potencial que apresenta menor variação para todas as épocas do ano, quando comparado com um evapotrans-pirômetro de Thornthwaite.

Bovee, citado por Possidio (1984), trabalhando no Líbano, com bananas cultivadas em lisímetros, encontrou uma taxa de evapotranspiração (Et) em torno de 1200 mm/ano. A relação Et/Tanque Classe "A" foi de 0,82 para toda a estação de irrigação e de 0,78 para todo o ano. Para um planejamento prático de irrigação, um tanque Classe "A" e tensiômetro podem dar indicações úteis de perda de água. A provisão ótima de água pareceu ser garantida por uma tensão de umidade máxima de 50 centibares a 40 cm de profundidade.

Zampieri (1984) concluiu que a lâmina de água de irrigação correspondente a 80% da evaporação do tanque Classe A, foi a mais indicada para servir de apoio às recomendações de irrigação da cultura de banana, em condições de clima e solo idênticos ao da

região de Piracicaba. O consumo de água de irrigação para produzir uma tonelada de banana foi de 194,67 mm até a primeira colheita e 76,60 mm até a segunda colheita e que o número de folhas é uma característica vegetativa que serve de base para estimar a capacidade produtiva da cultura.

Oliveira, Alves e Caldas (1981) mostraram que o fator 0,60 do tanque classe "A", proporcionou maior crescimento vegetativo medido pela maior altura e diâmetro do pseudo-caule, a 30 e 100 cm respectivamente, e antecipação do início da floração e emissão de cachos.

Oliveira, Alves e caldas (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 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".

Silva e colaboradores citado por ITAL (1993), conduziram um ensaio objetivando determinar os efeitos da evapotranspiração sobre a produção da bananeira cultivar Nanicão, do qual concluíram que o cálculo da quantidade de água de irrigação multiplicando a evaporação do tanque Classe "A" por um fator igual a 0,55 foi o que mostrou ser o mais econômico, com um consumo de água de 1452 mm por ano. Segundo o mesmo autor, resultados semelhantes foram encontrados por Rishell (1958) e Morello (1953).

Sendo a bananeira uma cultura permanente, as necessidades hídricas totais da banana são elevadas. Com relação à evapotranspiração de referência ( $E_{to}$ ), as necessidades hídricas máximas ( $E_{tm}$ ) podem ser determinadas mediante o coeficiente de cultivo ( $K_c$ ), que

para o caso da cultura da banana, representa o coeficiente de 0,85 a 0,95, quando considerado para o período vegetativo total segundo Doorenbos e Kassam, 1994.

Nas condições do Nordeste Brasileiro, utilizando-se métodos de irrigação por superfície, o coeficiente de cultura ( $K_c$ ) recomendado é 0,80 (Barreto et al, citado por Oliveira et al, 1994).

Na região Norte de Minas, segundo Marinato (1980), em trabalhos experimentais desenvolvidos em solo aluvial eutrófico franco-arenoso, permitiram concluir que é suficiente a aplicação de 100 mm mensais, para manter a cultura em pleno desenvolvimento ativo, nos meses secos do ano (Abril a Setembro). No período chuvoso (Outubro a Março), deve-se fazer irrigação complementar e, nos casos de veranico comprovou-se a necessidade de 120 mm/mês. Os intervalos de aplicações variam em torno de 7 a 10 dias, sendo 8 o mais frequente.

Manica (1973), trabalhando em um Latossolo "Luiz de Queiroz", em Piracicaba-SP, num trabalho de níveis de umidade, cujos tratamentos eram elevados à capacidade de campo todas as vezes que a água disponível baixava a 75, 50 e 25%, com mais um tratamento sem irrigação, chegou aos seguintes resultados:

- o número de dias do plantio ao florescimento, do plantio à colheita, bem como do florescimento à colheita do cacho diminuíram linearmente, com o aumento da água disponível no solo;
- o número de folhas na época do florescimento, peso do cacho, número de pencas e frutos por cacho e produção de frutos por hectare, aumentaram linearmente, com o aumento da água disponível no solo;

- o diâmetro do pseudo-caule na época do florescimento e da colheita foi maior nos tratamentos correspondentes a 75 e 50% em relação aos tratamentos 25 e 0%, e maior no tratamento 25% do que 0%;

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

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Caracterização do Local do Experimento**

O experimento foi instalado e conduzido em uma área de 4.000 m<sup>2</sup>, cedida pela Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), que fica localizada na fazenda Palmital, município de Ijaci-M.G., à 13 km de Lavras. As coordenadas geográficas do local são 21° 14' latitude Sul e 45° 00' longitude Oeste. Segundo Koppen, o clima da região é o Cwb, temperado suave, mesotérmico. A temperatura média anual é 19,3° C e a precipitação média anual de 1400 mm (Garrido, 1992).

#### **3.2 Delineamento Experimental**

O delineamento utilizado foi blocos casualizados em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições e um tratamento adicional. Os tratamentos das parcelas consistiu-se de quatro lâminas de reposição de água (40%, 60%, 80% e 100% da evaporação do tanque classe A) e os tratamentos das subparcelas de duas áreas umedecidas (1 linha e 2 linhas de gotejadores por linha de plantas). O tratamento adicional foi representado por parcela que não recebeu irrigação.

### 3.3 Características Físico-Químicas do Solo

A caracterização físico-química do solo da área experimental, foi feita através da retirada aleatória de amostras deformadas em quatro pontos distintos da área em quantidades iguais e posteriormente misturadas, sendo que apenas para a determinação da massa específica aparente é que foram utilizadas amostras indeformadas. Os resultados da análise física se encontram no Quadro 1 e Quadro 2. As análises foram feitas no Departamento de Ciências do Solo, da Universidade Federal de Lavras.

QUADRO 1. Resultados da análise granulométrica para a camada de 0-40 cm, conforme análise feita pelo Laboratório de Física do Solo, DCS/UFLA, Lavras-MG, 1994.

Amostra	Areia (%)	Limo (%)	Argila (%)
Área experimental	26	10	64

QUADRO 2. Umidade(% base peso) retida no solo, em função da tensão (atm.), para a camada de 0-40 cm, conforme análise feita pelo Laboratório de Física do Solo, DCS/UFLA, Lavras-MG, 1994.

Amostra	Tensão (atm.)						
	15	5	1	0,33	0,10	0,06	0,04
0,02							
Área experimental	19,6	22,1	28,2	32,4	37,6	43,6	48,5
58,1							

A densidade aparente do solo foi determinada através do cilindro de Uhland, para cada um dos quatro blocos, apresentando uma densidade aparente média de  $1,28 \text{ g/cm}^3$ .

### **3.4 Irrigação**

O método de irrigação utilizado neste trabalho foi a irrigação por gotejamento, utilizando-se linha de irrigação com gotejadores integrado a tubulação durante o processo de extrusão, com espaçamento de 60 cm entre os mesmos. Para a caracterização do gotejador e da qualidade da irrigação feita, avaliou-se o coeficiente de variação de fabricação do gotejador, a equação característica do mesmo, a uniformidade de aplicação de água do sistema montado, bem como o bulbo molhado pelo gotejador. O gotejador utilizado é do tipo labirinto, de fluxo turbulento (Número de Reynolds  $> 4.000$ ), que é uma vantagem, uma vez que para emitir uma mesma vazão, os emissores em regime turbulento necessitam de um menor diâmetro de passagem para a água, quando comparados com os de regime laminar. Em princípio, o menor diâmetro é uma vantagem, do ponto de vista da prevenção de obstrução, uma vez que a velocidade da água no regime turbulento é muito superior e o risco de sedimentação diminui, principalmente quando utilizado a fertirrigação (Pizarro, 1987).

#### **3.4.1 Teste Para a Determinação do Coeficiente de Variação de Fabricação**

Este teste teve por objetivo avaliar as variações existentes na fabricação de um emissor para outro, tendo por base as variações ocorridas nas vazões entre os emissores para uma mesma pressão de serviço. A amostra foi coletada ao acaso, seguindo o projeto de normas da ABNT (1986a e 1986b), com um número mínimo de 50 emissores. O ensaio foi realizado em banca de teste, localizado no Laboratório de Hidráulica da Universidade Federal de Lavras.

Os Coeficientes de Variação de Fabricação foram calculados para cada uma das oito pressões testadas (50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 e 400 kPa), conforme equação 1.

$$CVF = \frac{[(\sum q_i^2 - n q_m^2) / n - 1]^{1/2}}{q_m} \quad (1)$$

em que:

CVF = coeficiente de variação de fabricação

$q_i$  = vazões individuais de cada emissor

$q_m$  = vazão média dos emissores

$n$  = número de emissores do lote de amostragem

### 3.4.2 Teste para Determinação da Equação Característica do Emissor

As linhas laterais devem ser dimensionadas, de tal forma que a variação entre a vazão do primeiro e do último gotejador, não exceda a 10% da vazão média dos gotejadores, ao longo da linha lateral (Bernardo, 1989). Em função desta variação de vazão permissível entre os emissores é que se torna necessário o conhecimento da equação característica do emissor, ou curva vazão versus pressão.

Para gerar a equação característica, foram analisados 52 gotejadores. As vazões foram obtidas para cada gotejador e a cada valor de pressão (50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 e 400 kPa) com uma média de 3 repetições, sendo a água coletada em uma proveta de 250 ml e o tempo marcado através de cronômetro.

Os pares de valores obtidos de pressão e vazão foram ajustados através de regressão linear para uma equação potencial, do tipo da equação 2.

$$q = k \cdot H^x \quad (2)$$

em que:

$q$  = vazão do gotejador (l/h)

$H$  = carga hidráulica a que o gotejador está submetido (mca)

$k$  = constante empírica que depende do gotejador

$x$  = expoente de descarga

### 3.4.3 Teste para Avaliação da Uniformidade de Aplicação de Água

A uniformidade é uma magnitude que caracteriza todo o sistema de irrigação e também afeta o projeto, tanto no agrônômico, pois afeta o cálculo da necessidade total de água, como no hidráulico, pois é em função da uniformidade que se define os limites de variações de vazão dos emissores (Pizarro, 1987).

O método de determinação da uniformidade de distribuição adotado neste trabalho, foi o NOVO COEFICIENTE, proposto por Deniculi (1979), que sugere a coleta de oito pontos diferentes, por linha lateral. Os gotejadores analisados foram, o primeiro gotejador, os gotejadores localizados a 1/7, 2/7, 3/7, 4/7, 5/7, 6/7 e o último gotejador.

A uniformidade de distribuição foi calculada separadamente para os blocos I e II e para os blocos III e IV, com o auxílio da equação 3.

$$NC = \frac{100 \times q}{Q} \quad (3)$$

em que:

NC = Novo Coeficiente de Uniformidade

q = Média de 25% das menores vazões

Q = Média de todas as vazões

#### **3.4.4 Avaliação do Bulbo Molhado Produzido pelo Gotejador**

Os testes para a obtenção dos bulbos molhados, foram feitos em campo, com a utilização do mesmo emissor utilizado na aplicação das lâminas de irrigação.

O teste consistiu na aplicação de três lâminas distintas. Os tempos utilizados para o teste foram, 60, 105 e 150 minutos, sendo que o último corresponde a lâmina média aplicada pelo tratamento de 100% da evaporação do tanque classe A, quando analisada todas as irrigações.

Após a irrigação, aguardou-se um período de 1 hora para a redistribuição da água no solo. Em seguida foram coletadas amostras do solo com a utilização de trado, até uma profundidade de 60 cm e raio de 50 cm a partir do ponto de emissão do gotejador, em quatro direções distintas, levando-se em consideração a declividade do terreno.

### 3.5 Coleta de Dados de Evaporação e Precipitação

Os dados de evaporação foram coletados diariamente no próprio local, colhidos do evaporímetro tipo classe A instalado em área sem vegetação.

Os dados referentes às precipitações foram obtidos com um pluviômetro do tipo Ville de Paris, com área de recepção de 400 cm<sup>2</sup>. As leituras foram feitas através de uma proveta graduada em ml e as lâminas calculadas dividindo-se o volume coletado na proveta em litros, dividido pela área do pluviômetro em m<sup>2</sup>.

### 3.6 Instalação e Condução do Experimento

O solo da área experimental foi preparado com uma aração e uma gradagem e abertura de sulcos em nível, espaçados de 4,0 metros. Dentro dos sulcos foram feitas as covas, com aproximadamente 20,0 cm de profundidade e espaçadas em 2,0 metros, umas das outras.

O plantio foi realizado no dia 1 de fevereiro de 1993, e foram utilizadas mudas de bananeira do tipo rizoma da cultivar Prata Anã. Em cada cova foi feita a adubação com 300 g de superfosfato simples e 100 g de cloreto de potássio, conforme comunicação pessoal do professor Carlos Ramirez Rezende e Silva do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Lavras.

Foram utilizadas na área experimental um total de 490 mudas, dispostas em 14 linhas com 35 plantas cada uma, correspondendo a uma população de 1250 plantas/ha.

Posteriormente, no dia 03 de agosto de 1993 foi feita uma adubação nitrogenada, com a aplicação de 30 g de sulfato de amônia por cova e no dia 20 de outubro de 1993 foi

realizada uma nova adubação, que consistiu na aplicação de 50 g de adubo da formulação 20-5-20. Nas aplicações o adubo era colocado em semi-círculo, ao redor de cada planta e afastado cerca de 20 cm do pseudocaule.

Como o sistema radicular da bananeira é rizomatoso e superficial e, por isso, a planta é bastante sensível à concorrência de ervas daninhas, as capinas foram feitas sempre que necessárias, com a eliminação das plantas daninhas, por meio de cultivos manuais com enxada.

Também a eliminação das folhas velhas e secas foi feita sistematicamente no bananal, permitindo melhor arejamento no interior da plantação.

O desbaste foi feito por meio da ferramenta denominada "lurdinha", desenvolvida no Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, e que se assemelha a um vazador de couro, porém com maiores dimensões, sendo que o diâmetro interno do cano tem 1 polegada.

Do plantio, em 01 de Fevereiro de 1993, até o início dos tratamentos em 06 de Novembro de 1993<sup>4</sup>, todos os cuidados com a cultura foram feitos por igual. Na data de 06 de Novembro de 1993<sup>4</sup>, foi feita uma medição geral de altura da planta até a roseta foliar, diâmetro do pseudo-caule da planta a 20 cm de altura e o número de folhas. Nesta data foi feita uma irrigação de uniformização e a partir daí, a diferenciação dos tratamentos.

O momento da irrigação foi determinado em função do potencial matricial ótimo para a cultura da banana, o qual segundo Millar (1984), fica entre -30 a -150 kPa.

Adotou-se um potencial matricial médio de -70 kPa que plotado na curva de retenção de umidade forneceu o percentual de umidade base em peso ideal para o momento da irrigação (30,15%).

A lâmina de irrigação necessária foi calculada pela equação 4 e o valor ótimo para o início da irrigação correspondeu a uma evaporação acumulada do tanque classe “A” de 27 mm para o tratamento de 100% da evaporação do tanque.

$$L = (U_{cc} - U_{pmp}) \times dg \times p \times 10 \quad (4)$$

em que:

$L$  = Lâmina (mm);

$U_{cc}$  = Umidade na capacidade de campo (g/g);

$U_{pmp}$  = Umidade no ponto de murcha permanente (g/g);

$dg$  = densidade global (g/cm<sup>3</sup>);

$p$  = profundidade do sistema radicular (cm).

A área molhada considerada de cada gotejador foi de 0,36 m<sup>2</sup>. O espaçamento entre cada gotejador era de 0,60 metros e foi considerado uma faixa molhada de 0,60 metros de largura.

Os efeitos dos tratamentos na cultura da banana cv. Prata Anã, foram analisados mensalmente pelas variáveis, altura da planta do solo até a roseta foliar, perímetro da planta à 20 cm de altura e o número de nascimento de folhas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos foram analisados e mostraram os resultados que se seguem.

### 4.1 Coeficiente de Variação de Fabricação (Cvf)

A partir da vazão média de cada gotejador analisado, em cada pressão estudada, obteve-se os coeficiente de variação de fabricação, cujos valores podem ser observados no Quadro 3. Comparando-se os valores encontrados com a classificação apresentada pela ABNT (1986), verifica-se que todos os CVF são classificados como “BOM”, mostrando que o gotejador empregado apresentava baixa variação de fabricação o que contribui para uma boa uniformidade de aplicação de água.

QUADRO 3. Resultados do CVF do gotejador, em função da pressão de teste. UFLA, Lavras-MG, 1994.

Pressão (kPa)	50	100	150	200	250	300	350	400
C.V.F. (%)	4,74	2,88	2,02	2,30	2,20	2,27	1,84	1,96

## 4.2 Equação Característica do Gotejador

Para a determinação da equação característica dos gotejadores, foram analisados, quatro modelos diferentes de equação. Os modelos estudados foram o linear, exponencial, logaritmo e potencial. Os pares de valores usados para o ajuste dos modelos encontram-se no Quadro 4.

QUADRO 4. Resultados da vazão do gotejador, em função da pressão de teste. UFLA, Lavras-MG, 1994.

Pressão (kPa)	50	100	150	200	250	300	350	400
Vazão (l/h)	2,98	4,15	5,14	6,07	6,80	7,54	8,05	8,49

Os resultados dos quatro modelos ajustados encontram-se no Quadro 5. Verifica-se que o modelo potencial, foi o que melhor representou os dados, com um coeficiente de determinação de 0,9989.

QUADRO 5. Modelos de equações de vazão em função da pressão, encontradas para o gotejador com seus respectivos coeficientes de determinação. UFLA, Lavras-MG, 1994.

Tipo de Equação	Equação (H em mca e Q em l/h)	R <sup>2</sup>
Equação Linear	$Q = 2,6168 + 0,1571 \times H$	0,9778
Equação Exponencial	$Q = 3,0861 \times \exp(0,0283 \times H)$	0,9183
Equação Logarítmica	$Q = -1,8699 + 2,7333 \times \ln H$	0,9758
Equação Potencial	$Q = 1,2890 \times H^{0,5147}$	0,9989

O expoente da equação potencial, indica qual o regime hidráulico a que está submetido o emissor. Portanto o gotejador testado pode ser classificado como de regime “TURBULENTO”, segundo Pizarro (1987), indicando uma baixa sensibilidade a entupimentos.

### 4.3 Uniformidade de Aplicação de Água

Os resultados dos valores do Novo Coeficiente de Uniformidade, proposto por Deniculi (1979), se encontram no Quadro 6, juntamente com as vazões médias, feitas para cada dois blocos. As análises foram feitas durante a irrigação nas parcelas, o que indica, em função dos valores obtidos, que as lâminas aplicadas nos tratamentos foram bem uniformes.

QUADRO 6. Valores de Uniformidade de distribuição (Novo Coeficiente de Distribuição) e vazões médias encontradas nos testes de campo. UFLA, Lavras-MG, 1994.

Amostra	N. C. U. (%)	Vazão média(l/h)
Área experimental	93,23	4,12

Deniculi (1979) e Bernardo (1989), indicam uma grande confiabilidade dos resultados, obtidos através do Novo Coeficiente de Uniformidade quando comparado com o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen e também uma maior facilidade de cálculo, uma vez que o sistema é avaliado no campo, e este método reduz sensivelmente as quantidades de emissores a serem avaliados. Pelos valores dos coeficientes de uniformidade encontrados conclui-se que a distribuição de água ao longo das parcelas foi feita de forma uniforme proporcionando as mesmas condições de umidade ao longo das parcelas.

#### 4.4 Formação do Bulbo Molhado

Quando os emissores, mesmo a baixas vazões, começam a molhar uma superfície reduzida de solo, forma-se um “charco”, em que seu raio vai aumentando a medida que a irrigação se prolonga (Pizarro, 1987). Este “charco”, ou seja, área molhada, ao qual pode ser vista na superfície do solo, as vezes não acompanha no interior do mesmo as mesmas formas. Os emissores utilizados se propunham a formar uma faixa molhada ao longo das linhas de plantas, e vistos da superfície do solo, o mesmo não acontecia, ou seja os bulbos molhados não se encontravam.

Os resultados obtidos na formação dos bulbos se encontram nas Figuras 1, 2 e 3, que correspondem aos tempos de 60, 105 e 150 minutos.

Após análise dos resultados obtidos, na formação do bulbo molhado, percebe-se que apenas para o teste com o menor tempo (60 min.), não se conseguiu atingir o raio proposto de 30 cm. Os demais testes (105 e 150 min.), apesar de não serem visíveis na superfície do solo, observa-se pelos resultados que na camada de 30 cm de profundidade, houve a formação da faixa molhada. Pelo teste, verifica-se que a irrigação na faixa molhada está localizada nos 30 cm, onde a maior proporção de raízes finas se localiza (ITAL, 1993) e 60% do número total de raízes segundo Moreau citado por ITAL (1993).

Através destes resultados, verificou-se que 1 linha de gotejadores por linha de plantas, proporcionou 15% de área molhada e 2 linhas de gotejadores por linha de plantas, proporcionou 30% de área molhada quando comparados com o espaçamento entre as plantas.

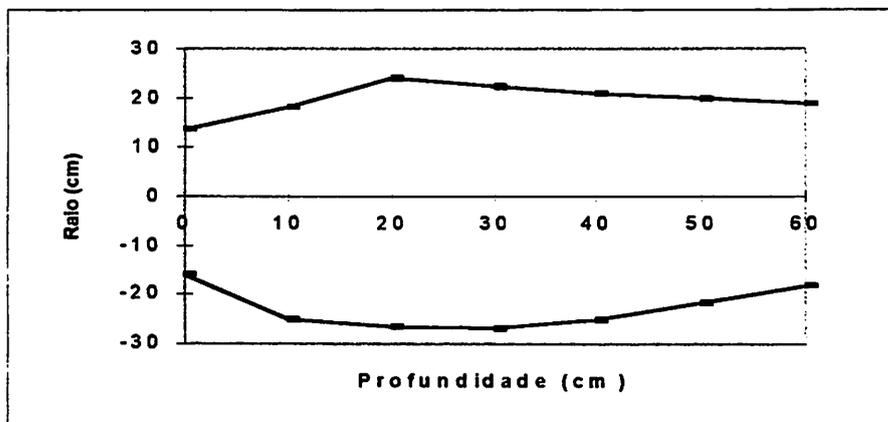


FIGURA 1. Representação do bulbo molhado para o teste de 60 minutos.

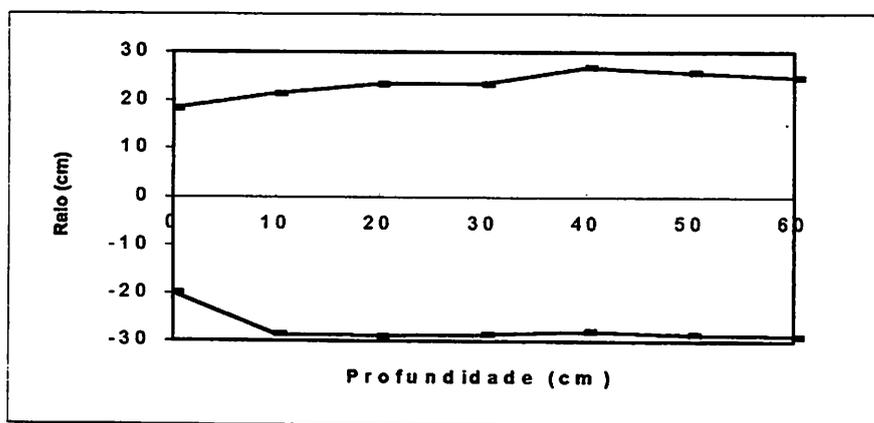


FIGURA 2. Representação do bulbo molhado para o teste de 105 minutos.

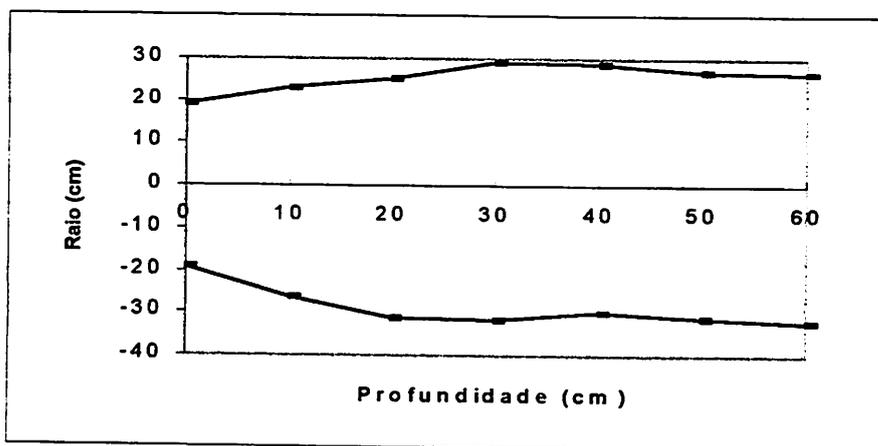


FIGURA 3. Representação do bulbo molhado para o teste de 150 minutos.

## 4.5 Água Aplicada

Durante o período de avaliação do experimento que foi de Novembro de 1993 a Maio de 1994, com uma avaliação mensal, foram feitas 11 irrigações, sendo que foram aplicadas as quantidades de água conforme Quadro 7.

QUADRO 7. Quantidade de água aplicada durante o experimento para 1 linha de emissores/fileira de plantas e 2 linhas de emissores/fileira de plantas. UFLA, Lavras-MG, 1994.

Lâmina	Qtde (mm)	Qtde (litros/planta)	
		1 linha/fileira	2 linhas/fileira
100%	320,5	384,60	769,20
80%	256,4	307,68	615,36
60%	192,3	230,76	461,52
40%	128,2	153,84	307,68

A água disponível no momento da irrigação para o tratamento de 100% da evaporação do tanque classe A, foi de 62%, atendendo as recomendações de Manica(1973), onde, analisando o desenvolvimento vegetativo através da variação do diâmetro, não encontrou diferenças entre os tratamentos que utilizavam 75 e 50% de água disponível no solo no momento da irrigação.

As precipitações que ocorreram durante a aplicação dos tratamentos, ou seja, no período em que foram feitas as irrigações, foram bem distribuídas, sendo que de 15 de dezembro de 1993 até 4 de fevereiro de 1994 e de 22 de fevereiro de 1994 até 8 de abril de 1994, não foi feita nenhuma irrigação, como pode ser visto nos Quadros do balanço, no Anexo 1-A.

#### 4.6 Altura da Planta até a Roseta Foliar

Devido aos problemas de uniformização do bananal, onde os tratamentos 40% da evaporação do tanque classe “A” e tratamento adicional (testemunha), quando da casualização das lâminas, apresentavam plantas desuniformes em relação as plantas dos demais tratamentos, optou-se por descartar estes tratamentos na análise estatística e analisar apenas os tratamentos 60, 80 e 100% da evaporação do tanque classe “A”, para todas as variáveis testadas (altura da planta até a roseta foliar, perímetro do pseudo-caule a 20 cm de altura e número de nascimento de folhas).

A análise de variância, conforme Quadro 8, mostrou efeito significativo (Prob.<0,01705) para o efeito da lâmina de água aplicada dentro da época da avaliação. Desdobrando lâmina de água aplicada dentro de época, através da análise de regressão polinomial, obteve-se pela regressão linear, apenas para lâmina dentro do último mês da análise (Maio/94), uma ótima significancia para o teste (Prob.<0,11692), uma vez que as chuvas foram bem distribuídas e, com o descarte de tratamentos, reduziu-se bastante os graus de liberdade dos erros. Pela regressão linear ( $r^2=0,9946$ ), o tratamento 100% da evaporação do tanque classe A, foi o que obteve melhor resposta da cultura quando comparada com os demais tratamentos.

As médias de todos os tratamentos, inclusive os tratamentos descartados na análise estatística, se encontram no Quadro 9, onde apesar dos problemas de desuniformização no início de aplicação dos tratamentos, pode-se observar que houve uma ordenação dos valores em função do aumento da quantidade de água aplicada.

A variável altura da planta até a roseta foliar, quando analisada através do efeito das áreas de umedecimento não mostrou significância.

QUADRO 8. Resumo da análise de variância para a variável altura, quando comparada com as parcelas irrigadas.

Causas da variação	G.L.	Q.M.	Valor F	Prob>F
Bloco	3			
Lâmina	2	808,91	0,35	0,72139
Resíduo (A)	6	2316,30		
Parcelas	11			
Área	1	1625,66	1,83	0,20743
Lâmina x Área	2	1821,08	2,05	0,18392
Resíduo (B)	9	888,24		
Subparcelas	23			
Época	6	127728,07	21288,04	0,00001
Lâmina x Época	12	86,47	2,19	0,01705
Área x Época	6	57,29	1,45	0,20211
Lâm.x Área x Época	12	12,39	0,31	0,98531
Resíduo (C)	108	39,55		
Total	167	1040,88		
CV(A)= 13,59%	CV(B)= 11,90%	CV(C)= 6,64%		

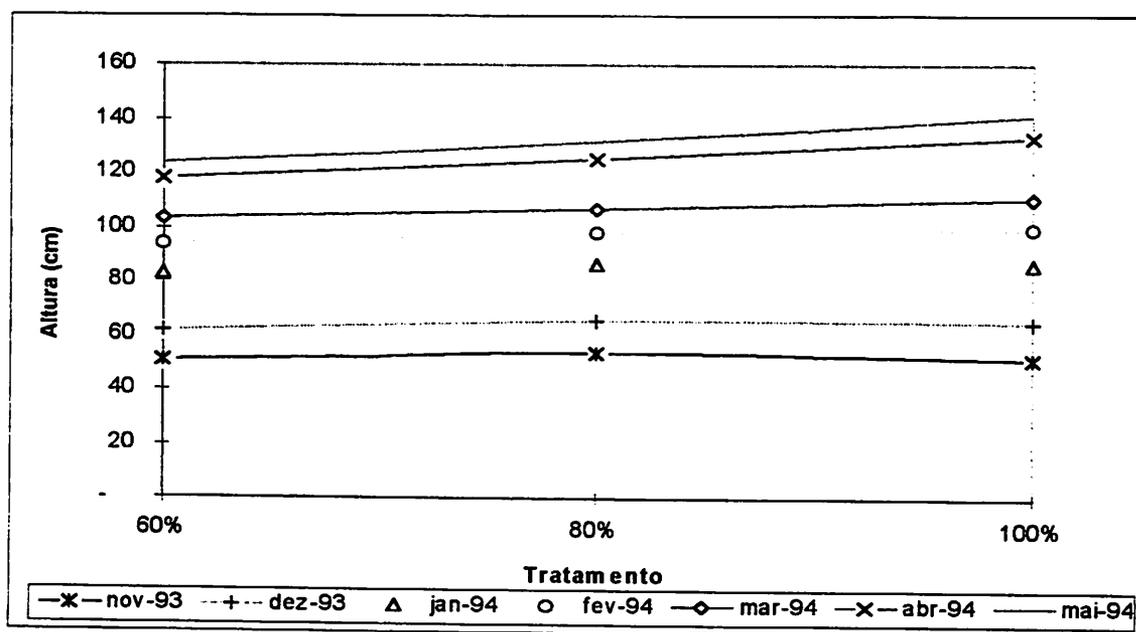


FIGURA 4. Representação gráfica do efeito das lâminas, analisadas em função das alturas dentro de cada época da avaliação.

QUADRO 9. Médias da variável altura para cada tratamento na última avaliação do experimento (Maio/94).

Tratamentos	Médias
Testemunha	120,47
40% da evap. do tanque	118,87
60% da evap. do tanque	123,97
80% da evap. do tanque	131,42
100% da evap. do tanque	141,05

Os resultados obtidos podem ser considerados como válidos, uma vez que, as lâminas que estavam uniformes responderam aos tratamentos, indicando como ideal o fator de 100% da evaporação do tanque Classe "A", resultados estes que diferem dos encontrados por Zampieri (1984), Barreto citado por Oliveira, Alves e Caldas (1994) e também de Bovee citado por Possídio (1984), que recomendam 80% da evaporação do tanque.

#### 4.7 Perímetro do Pseudocaule

A análise de variância, conforme Quadro 10, mostrou efeito significativo (Prob.<0,00122), para o efeito da lâmina de água aplicada dentro da época da avaliação, quando analisado o desenvolvimento da bananeira, pelo perímetro do pseudo-caule à 20 cm de altura do solo.

Desdobrando lâmina de água aplicada dentro de época, através da análise de regressão polinomial, obteve-se pela análise da regressão linear, para os meses de Abril e Maio de 1994 (respectivamente  $r^2=0,9868$  e  $r^2=0,9940$ ), significância para o teste (Prob.<0,08879 e

Prob<0,05820). O tratamento 100% da evaporação do tanque classe A, foi o que obteve melhor resposta da cultura quando comparada com os demais tratamentos.

QUADRO 10. Resumo da análise de variância para a variável perímetro do pseudocaule, quando comparada com as parcelas irrigadas.

Causas da variação	G.L.	Q.M.	Valor F	Prob>F
Bloco	3			
Lâmina	2	101,01	0,44	0,6657
Resíduo (A)	6	228,86		
Parcelas	11			
Área	1	83,58	0,72	0,5776
Lâmina x Área	2	156,74	1,35	0,3071
Resíduo (B)	9	116,03		
Subparcelas	23			
Época	6	2075,95	432,09	0,00001
Lâmina x Época	12	14,70	3,06	0,00122
Área x Época	6	7,96	1,66	0,13823
Lâmina x Área x Época	12	2,88	0,60	0,83919
Resíduo (C)	108	4,80		
Total	167	103,75		
CV (A)= 12,95%	CV(B)= 13,05%	CV(C)= 7,03%		

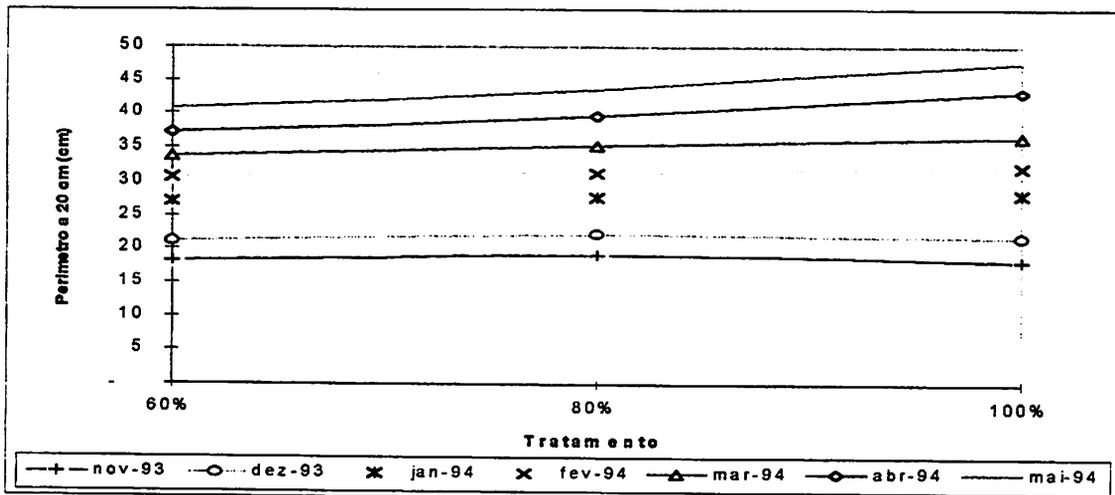


FIGURA 5. Representação gráfica do efeito das lâminas, analisadas em função dos perímetros dos pseudocaules dentro de cada época da avaliação.

Pela Figura 5, observa-se claramente que houve uma melhor resposta para o tratamento 100% da evaporação do tanque, já que o incremento entre as avaliações é maior quanto maior for a lâmina de água aplicada, como foi observado também para a altura da planta do solo até a roseta foliar.

As médias do perímetro do pseudocaule de todos os tratamentos, inclusive os tratamentos desconsiderados na análise estatística, se encontram no Quadro 11, onde, apesar dos problemas de desuniformização no início de aplicação dos tratamentos, pode-se observar que houve uma ordenação dos valores em função do aumento da quantidade de água aplicada, mesmo com a boa distribuição das chuvas no período de condução do experimento, como já foi observado quando do estudo através da variável altura da planta até a roseta foliar.

QUADRO 11. Médias do perímetro do pseudocaule para cada tratamento na última avaliação do experimento (Maio/94).

Tratamentos	Médias
Testemunha	41,12
40% da evap. do tanque	39,97
60% da evap. do tanque	40,80
80% da evap. do tanque	43,70
100% da evap. do tanque	47,50

A variável perímetro, quando analisada através do efeito das áreas de umedecimento não se mostrou significativo.

As lâminas aplicadas responderam aos tratamentos, indicando como ideal o fator de 100% da evaporação do tanque Classe "A", como pode ser observado na Figura 5. Resultados estes que também diferem dos encontrados por Zampieri(1984), Barreto citado por

Oliveira, Alves e Caldas (1994) e também com Bovee citado por Possídio (1984), que recomendam 80% da evaporação do tanque classe A.

#### 4.8 Número de Folhas Emitidas

A análise de variância, conforme Quadro 12, mostrou efeito significativo ( $\text{Prob} < 0,0403$ ) para o efeito das áreas de umedecimento, através do desenvolvimento da bananeira, pela contagem do número de folhas nascidas.

Pelo Quadro 13, pode-se observar que o efeito das áreas de umedecimento quando analisada em função das lâminas aplicadas, apresentou um aumento significativo para os tratamentos 60 e 100% da evaporação do tanque, enquanto que para o tratamento 80% da evaporação do tanque classe A, praticamente não houve aumento.

QUADRO 12. Resumo da análise de variância para nascimento de folhas.

Causas da variação	G.L.	Q.M.	Valor F	Prob>F
Bloco	3			
Lâmina	2	0,55	0,13	0,8761
Resíduo (A)	6	4,12		
Parcelas	11			
Área	1	5,29	5,62	0,0403
Lâmina x Área	2	2,24	2,38	0,1469
Resíduo (B)	9	0,94		
Subparcelas	23			
Época	5	813,19	4208,56	0,00001
Lâmina x Época	10	0,32	1,68	0,09754
Área x Época	5	0,11	0,59	0,70759
Lâm.x Área x Época	10	0,16	0,85	0,58426
Resíduo (C)	90	0,19		
Total	143	28,98		
CV(A)= 4,90%	CV(B)= 3,31%	CV(C)= 3,67%		

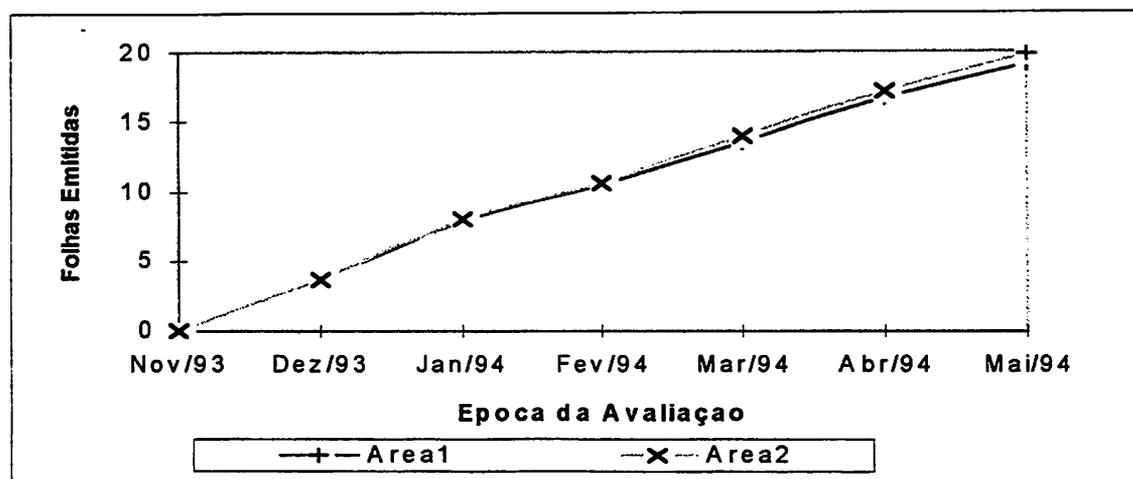


FIGURA 6. Representação gráfica do efeito das áreas molhadas, analisadas em função do número de folhas emitidas, dentro de cada época da avaliação.

QUADRO 13. Valores de número de folhas emitidas, analisadas pelo efeito das áreas de umedecimento, dentro de cada lâmina de irrigação.

SubParcelas	Tratamentos		
	60%	80%	100%
1 linha de got./fileira de plantas	11,5	11,9	11,4
2 linhas de got./fileira de plantas	12,2	12,0	12,3

A análise da regressão polinomial para os níveis de áreas de umedecimento, foi significativo (Prob.<0,0403) para a regressão linear, indicando como melhor a utilização de duas linhas de gotejadores por fileira de plantas, em relação a apenas uma linha de gotejadores por fileira de plantas.

As médias dos valores de nascimento de folhas de todas os tratamentos, quando separadas em função das áreas de umedecimento se encontram no Quadro 14.

QUADRO 14. Médias do número de folhas emitidas em função do número de linhas laterais (1 linha e 2 linhas de gotejadores por fileira de plantas).

Número de linhas laterais	Médias
1 Linha	11,77
2 linhas	12,15

Quando analisado os efeitos entre os tratamentos pela variável nascimento de folhas, nenhuma análise foi significativa quando o objeto de estudo foi a lâmina de irrigação. Já para a análise do percentual de área molhada, contrariando o acontecido nas análises anteriores, foi significativo, indicando como o melhor quando se utiliza duas linhas de gotejadores por fileira de plantas. Vários autores indicam a necessidade de se calcular qual o percentual de área molhada é o mais indicado para a cultura a ser irrigada, como Keller e Karmeli(1974), Bernardo(1989), Pizarro(1987) e Nascimento e Soares citados por Salles(1990), porém efetivamente não se encontram trabalhos onde este estudo é feito, analisando o seu efeito no rendimento das culturas.

## 5 CONCLUSÕES

Pela revisão de literatura feita neste trabalho e pelos resultados obtidos, pode-se chegar as seguintes conclusões.

1. A bananeira é muito sensível a falta de água, pois mesmo nos sete meses de avaliação deste trabalho, onde as chuvas foram bem distribuídas, houve diferenciação entre os tratamentos.

2. Em função dos testes estatísticos obtidos para as variáveis: altura da planta, do solo até a roseta foliar, e perímetro do pseudo-caule a 20 cm de altura, em relação ao solo, pode-se concluir que para as condições do experimento, o fator de tanque mais adequado para a região foi o de 100% da evaporação do tanque classe "A".

3. Os percentuais de área molhada apesar de terem tidos diferenças significativas, para uma das variáveis (nascimento de folhas), necessita de mais avaliações , afim de comprovar sua influência na produção final da bananeira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Emissores para sistema de irrigação localizada: avaliação de características operacionais.** Projeto: 12:02.08-021, abr, 1986a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Requisitos mínimos para a elaboração de projetos de sistema de irrigação localizada.** Projeto: 12:02.08-022, mai, 1986b.

AUBERT, B. Action du climat sur le comportement du bananier en zones tropicale et subtropicale. **Fruits**, Paris, v.26, n.3, p. 175-188, 1971.

AZEVEDO, H.M. Irrigação localizada. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.139, p.40-53, jul. 1986.

BARKER, W.G. Growth and development of the banana plant. **Annual Botanical**, London, v.33, n.131, p.523-535, 1969.

BARRETO, G.B. **Irrigação: princípios, métodos e prática.** Campi-nas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. 186p.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação.** Viçosa: UFV, 1989. 596p.

CAMARGO, A.P.; PINTO, H.S.; PEDRO JR, M.J.; BRUNINI, O.; ALFONSI, R.R.; ORTOLANI, A.A. Aptidão climática para a cultura da bananeira. In: Zoneamento agrícola do Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria da Agricultura. 1974, v.1, p. 130-133.

CHAMPION, J. **El plátano: técnicas agrícolas y producciones tropicales.** Barcelona: Blume, 1978. 247p.

DANTAS, J.L.L.; SOARES FILHO, W.S. Classificação botânica, origem e evolução. In: Bananas para exportação: aspectos técnicos da produção, Brasília: EMBRAPA/SPI, 1995. p. 9-18. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 18)

DENICULI, W. **Uniformidade de distribuição de água em condições de campo, num sistema de irrigação por gotejamento.** Viçosa: UFV, 1979, 42p. (Tese - Mestrado em Irrigação e Drenagem)

DOORENBOS, J. e KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Campina Grande-PB: UFPB, 1994, 306 p. (Estudos FAO)

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAO yearbook production**. Rome, 1994. v. 48, 243 p. (FAO Statistics Series, 125)

GARRIDO, M.A.T. **Influencia do regime de fluxo sobre infiltração e avanço de água em sulcos de irrigação**. Lavras: ESAL, 1992, 92 p. (Tese - Mestrado em Irrigação e Drenagem)

GOMES, W.R. Exigências climáticas da cultura da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 63, p. 14-15, mar, 1980.

GUROVICH, L.A. **Fundamentos y diseño de sistemas de riego**. San José: Instituto Interamericano de Cooperacion Para La Agricultura, 1985. 433p.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS **Banana**: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. Campinas, 1993, 302p.

KELLER, J. e KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Glendora-CA: Rain Bird Manufacturing Cortporation, 1974. 133p.

LIMA, C.A.S.; MEIRELLES, M.L. Irrigação da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n. 133, p. 32-35, jan, 1986.

- 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)
- MARINATO, R. Irrigação da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.6, n. 63, p.42-45, mar. 1980.
- MILLAR, A.A. **Manejo racional da irrigação: uso de informações básicas sobre diferentes culturas**. Brasília: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 1984, 57p.
- MOREIRA, R.S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 335p.
- MOREIRA, R.S. **Bananicultura, Fruticultura Tropical**. Curso de Especialização. Florianópolis: Secretaria de Agricultura e abastecimento do Estado de Santa Catarina, 1976. 175p.
- MOURÃO, P. Fruto tropical por todo lado. Estado de Minas, Belo Horizonte, 17 ago. 1994. **Agropecuário**, p.9.
- OLITTA, A.F.L. **Os métodos de irrigação**. São Paulo: Nobel, 1984. 267p.
- OLIVEIRA, S.L.; ALVES, E.J.; CALDAS, R.C. **Irrigação por gotejo em bananeira 'Prata' - características vegetativas e floração**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 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.
- PADOVANI, M.I. **Banana**: um mercado crescente para este alimento milenar. São Paulo: Ícone, 1986. 104p.
- PIZARRO CABELLO, F. **Riegos localizados de alta frecuencia**. Madrid: Mundi-Prensa, 1987, 461p.
- POSSÍDIO, E.L. **Demanda de água na cultura da bananeira**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1984. 36p. (Documento, 22)
- RODRIGUEZ, J.A.; MANICA, I. Efeito da seleção e preparo da muda no desenvolvimento e produção da bananeira (*Musa sp.*) cv. Prata. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5, Pelotas, Anais...Pelotas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1979. v.1, p 81-87.
- SALLES, E.S. **Efeito da vazão e do volume de água aplicados por um emissor puntual nas dimensões do bulbo molhado em um Latossolo Vermelho-Escuro Álico**. Viçosa: UFV, 1990, 66p. (Tese - Mestrado em Irrigação e Drenagem)

SCALOPPI, E.J. Critérios básicos para seleção de sistemas de irrigação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.139, p 54-63, jul. 1986.

SEDIYAMA, G.C. **Estudos de métodos para a estimativa da evapotranspiração potencial em Viçosa**. Viçosa: UFV, 1972, 42 p. (Tese - Mestrado em Engenharia agrícola)

SIMMONDS, N.W. **Bananas**. London, Longmans: Green and Co , 1966. 512p.

TELLES, D.A. Equipamento: características, operação e manutenção. In: \_\_\_\_\_. **Elaboração de projetos de irrigação**. Brasília: Programa Nacional de Irrigação e Fundação CTH, 1986. p.108-162.

VILELLA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw Hill do Brasil, 1975. 245p.

WITHERS, B.; VIPOND, S. **Irrigação: projeto e prática**. São Paulo: EPU e Editora da Universidade de São Paulo, 1977. 339p.

ZAMPIERI, R.H. **Efeito da irrigação localizada na produção da bananeira (*Musa cavendishii* Lambert) cv. Nanicão**. Piracicaba: ESALQ, 1984. 70 p. (Tese - Mestrado em Irrigação e Drenagem)

**ANEXOS**

QUADRO 1A. Dados de evaporação (mm), precipitação (mm) e do balanço hídrico (mm) para controle da irrigação, para os meses de Novembro de 1993 à Maio de 1994, UFLA, Lavras-MG, 1994,

Novembro/93						
Dia	Evaporação	Precipitação	Evap. - Precip.	Balanço	Irrigação	Total
1	6,00	0,00	6,00	29,00	0,00	29,00
2	6,00	0,00	6,00	35,00	0,00	35,00
3	10,20	5,20	5,00	40,00	0,00	40,00
4	1,00	0,00	1,00	41,00	0,00	41,00
5	9,00	0,00	9,00	50,00	0,00	50,00
6	6,00	0,00	6,00	56,00	56,00	0,00
7	3,50	2,50	1,00	1,00	0,00	1,00
8	8,50	2,50	6,00	7,00	0,00	7,00
9	2,00	0,00	2,00	9,00	0,00	9,00
10	5,00	0,00	5,00	14,00	0,00	14,00
11	6,00	0,00	6,00	20,00	0,00	20,00
12	6,00	0,00	6,00	26,00	26,00	0,00
13	8,00	0,00	8,00	8,00	0,00	8,00
14	6,00	0,00	6,00	14,00	0,00	14,00
15	6,00	0,00	6,00	20,00	0,00	20,00
16	8,00	0,00	8,00	28,00	28,00	0,00
17	7,50	0,00	7,50	7,50	0,00	7,50
18	6,75	5,75	1,00	8,50	0,00	8,50
19	7,50	1,50	6,00	14,50	0,00	14,50
20	3,25	4,75	-1,50	13,00	0,00	13,00
21	7,40	3,40	4,00	17,00	0,00	17,00
22	5,50	0,00	5,50	22,50	22,50	0,00
23	6,00	0,00	6,00	6,00	0,00	6,00
24	7,30	0,30	7,00	13,00	0,00	13,00
25	4,50	0,00	4,50	17,50	0,00	17,50
26	7,00	34,50	-27,50	0,0	0,00	0,00
27	5,68	0,18	5,50	5,50	0,00	5,50
28	5,00	0,00	5,00	10,50	0,00	10,50
29	4,50	0,00	4,50	15,00	0,00	15,00
30	11,00	0,00	11,00	26,00	0,00	26,00
<b>Total</b>	<b>186,08 mm</b>	<b>60,58 mm</b>				
<b>Média</b>	<b>6,20 mm/dia</b>	<b>2,02 mm/dia</b>				

## Dezembro/93

<b>Dia</b>	<b>Evaporacao</b>	<b>Precipitação</b>	<b>Evap. - Precip.</b>	<b>Balanço</b>	<b>Irrigação</b>	<b>Total</b>
1	10,00	0,00	10,00	36,00	36,00	0,00
2	6,00	0,00	6,00	6,00	0,00	6,00
3	8,00	33,50	-25,50	0,00	0,00	0,00
4	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	4,00	0,00	4,00	4,00	0,00	4,00
6	4,00	0,00	4,00	8,00	0,00	8,00
7	7,28	3,28	4,00	12,00	0,00	12,00
8	6,00	0,00	6,00	18,00	0,00	18,00
9	6,00	0,00	6,00	24,00	0,00	24,00
10	6,63	0,63	6,00	0,00	30,00	0,00
11	5,60	2,60	3,00	3,00	0,00	3,00
12	2,00	0,00	2,00	5,00	0,00	5,00
13	4,38	2,38	2,00	7,00	0,00	7,00
14	5,00	0,00	5,00	12,00	0,00	12,00
15	8,00	0,00	8,00	0,00	20,00	0,00
16	7,00	0,00	7,00	7,00	0,00	7,00
17	6,75	4,75	2,00	9,00	0,00	9,00
18	5,90	16,90	-11,00	-2,00	0,00	0,00
19	5,00	16,00	-11,00	-11,00	0,00	0,00
20	5,00	16,00	-11,00	-11,00	0,00	0,00
21	8,75	28,75	-20,00	-20,00	0,00	0,00
22	4,00	0,00	4,00	4,00	0,00	4,00
23	3,00	0,00	3,00	7,00	0,00	7,00
24	3,00	0,00	3,00	10,00	0,00	10,00
25	2,00	5,00	-3,00	7,00	0,00	7,00
26	0,00	5,00	-5,00	2,00	0,00	2,00
27	3,75	7,75	-4,00	(2,00)	0,00	0,00
28	3,78	3,78	0,00	0,00	0,00	0,00
29	2,00	23,00	-21,00	-21,00	0,00	0,00
30	0,00	23,00	-23,00	-23,00	0,00	0,00
31	3,40	38,40	-35,00	-35,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	136,20 mm	44,20 mm				
<b>Média</b>	4,54 mm/dia	1,47 mm/dia				

<b>Janeiro/94</b>						
<b>Dia</b>	<b>Evaporação</b>	<b>Precipitação</b>	<b>Evap. - Precip.</b>	<b>Balanco</b>	<b>Irrigação</b>	<b>Total</b>
1	0,00	5,00	-5,00	0,00	0,00	0,00
2	1,00	5,00	-4,00	0,00	0,00	0,00
3	4,50	9,50	-5,00	0,00	0,00	0,00
4	2,75	52,75	-50,00	0,00	0,00	0,00
5	2,88	15,88	-13,00	0,00	0,00	0,00
6	2,00	0,00	2,00	2,00	0,00	2,00
7	4,88	1,88	3,00	5,00	0,00	5,00
8	0,00	8,00	-8,00	0,00	0,00	0,00
9	1,00	8,00	-7,00	0,00	0,00	0,00
10	1,25	8,25	-7,00	0,00	0,00	0,00
11	1,05	0,05	1,00	1,00	0,00	1,00
12	0,00	5,75	-5,75	0,00	0,00	0,00
13	0,00	5,75	-5,75	0,00	0,00	0,00
14	4,62	25,63	-21,00	0,00	0,00	0,00
15	3,62	25,63	-22,01	0,00	0,00	0,00
16	3,00	0,00	3,00	3,00	0,00	3,00
17	2,00	0,00	2,00	5,00	0,00	5,00
18	10,00	0,00	10,00	15,00	0,00	15,00
19	2,38	2,38	0,00	15,00	0,00	15,00
20	3,88	0,88	3,00	18,00	0,00	18,00
21	7,20	28,20	-21,00	0,00	0,00	0,00
22	8,25	56,25	-48,00	0,00	0,00	0,00
23	4,00	5,00	-1,00	0,00	0,00	0,00
24	3,25	5,25	-2,00	0,00	0,00	0,00
25	4,25	6,25	-2,00	0,00	0,00	0,00
26	2,00	0,00	2,00	2,00	0,00	2,00
27	4,00	0,00	4,00	6,00	0,00	6,00
28	5,00	0,00	-2,00	4,00	0,00	4,00
29	5,00	22,00	-17,00	0,00	0,00	0,00
30	4,50	2,50	2,00	2,00	0,00	2,00
31	5,65	2,65	3,00	5,00	0,00	5,00
<b>Total</b>	<b>103,91 mm</b>	<b>315,43 mm</b>				
<b>Média</b>	<b>3,35 mm/dia</b>	<b>10,18 mm/dia</b>				

<b>Fevereiro/94</b>						
<b>Dia</b>	<b>Evaporação</b>	<b>Precipitação</b>	<b>Evap. - Precip.</b>	<b>Balço</b>	<b>Irrigação</b>	<b>Total</b>
1	4,38	4,38	0,00	5,00	0,00	5,00
2	8,00	0,00	8,00	13,00	0,00	13,00
3	8,00	0,00	8,00	21,00	0,00	21,00
4	6,00	0,00	6,00	27,00	0,00	27,00
5	9,00	0,00	9,00	36,00	36,00	36,00
6	6,50	17,50	-11,00	0,00	0,00	0,00
7	8,40	1,40	7,00	7,00	0,00	7,00
8	8,40	1,40	7,00	14,00	0,00	14,00
9	7,00	0,00	7,00	21,00	0,00	21,00
10	8,20	12,20	-4,00	17,00	0,00	17,00
11	3,85	2,85	1,00	18,00	0,00	18,00
12	7,88	1,88	6,00	24,00	0,00	24,00
13	6,03	2,03	4,00	28,00	0,00	28,00
14	6,05	2,05	4,00	32,00	0,00	32,00
15	6,10	4,10	2,00	34,00	0,00	34,00
16	5,30	16,30	-11,00	23,00	0,00	23,00
17	4,00	0,00	4,00	27,00	0,00	27,00
18	6,00	0,00	6,00	33,00	0,00	33,00
19	8,00	0,00	8,00	41,00	0,00	41,00
20	7,00	0,00	7,00	48,00	0,00	48,00
21	8,00	0,00	8,00	56,00	0,00	56,00
22	9,00	0,00	9,00	65,00	65,00	0,00
23	5,00	0,00	5,00	5,00	0,00	5,00
24	8,00	0,00	8,00	13,00	0,00	13,00
25	5,00	0,00	5,00	18,00	0,00	18,00
26	7,35	10,35	-3,00	15,00	0,00	15,00
27	12,00	61,00	-49,00	0,00	0,00	0,00
28	4,00	0,00	4,00	4,00	0,00	4,00
<b>Total</b>	<b>192,44 mm</b>	<b>137,44 mm</b>				
<b>Média</b>	<b>6,87 mm/dia</b>	<b>4,91 mm/dia</b>				

<b>Março/94</b>						
<b>Dia</b>	<b>Evaporação</b>	<b>Precipitação</b>	<b>Evap. - Precip.</b>	<b>Balanço</b>	<b>Irrigação</b>	<b>Total</b>
1	5,00	3,00	2,00	6,00	0,00	6,00
2	6,07	11,08	-5,01	1,00	0,00	1,00
3	5,00	10,00	-5,00	0,00	0,00	0,00
4	3,00	10,00	-7,00	0,00	0,00	0,00
5	5,00	0,00	5,00	5,00	0,00	5,00
6	3,00	10,00	-7,00	0,00	0,00	0,00
7	3,00	23,00	-20,00	0,00	0,00	0,00
8	2,00	0,00	2,00	2,00	0,00	2,00
9	3,00	0,00	3,00	5,00	0,00	5,00
10	6,00	0,00	6,00	11,00	0,00	11,00
11	3,00	0,00	3,00	14,00	0,00	14,00
12	3,00	5,00	-2,00	12,00	0,00	12,00
13	2,00	5,00	-3,00	9,00	0,00	9,00
14	0,00	5,50	-5,50	3,50	0,00	3,50
15	1,00	0,00	1,00	4,50	0,00	4,50
16	7,13	0,13	7,00	11,50	0,00	11,50
17	4,00	0,00	4,00	15,50	0,00	15,50
18	0,38	2,38	-2,00	13,50	0,00	13,50
19	7,95	22,95	-15,00	0,00	0,00	0,00
20	3,50	12,50	-9,00	0,00	0,00	0,00
21	2,50	10,50	-8,00	0,00	0,00	0,00
22	3,40	4,40	-1,00	0,00	0,00	0,00
23	4,38	2,38	2,00	2,00	0,00	2,00
24	3,25	11,25	-8,00	0,00	0,00	0,00
25	4,25	11,25	-7,00	0,00	0,00	0,00
26	1,55	6,55	-5,00	0,00	0,00	0,00
27	2,00	30,00	-28,00	0,00	0,00	0,00
28	2,00	30,00	-28,00	0,00	0,00	0,00
29	2,00	0,00	2,00	2,00	0,00	2,00
30	2,00	0,00	2,00	4,00	0,00	4,00
31	5,00	0,00	5,00	9,00	0,00	9,00
<b>Total</b>	105,36 mm	226,87 mm				
<b>Média</b>	3,40 mm/dia	7,32 mm/dia				

Abril/94						
Dia	Evaporação	Precipitação	Evap. - Precip.	Balanço	Irrigação	Total
1	5,00	0,00	5,00	14,00	0,00	14,00
2	3,65	19,65	-16,00	0,00	0,00	0,00
3	6,00	0,00	6,00	6,00	0,00	6,00
4	6,00	0,00	6,00	12,00	0,00	12,00
5	2,00	0,00	2,00	14,00	0,00	14,00
6	6,00	0,00	6,00	20,00	0,00	20,00
7	3,00	0,00	3,00	23,00	0,00	23,00
8	7,00	0,00	7,00	30,00	30,00	0,00
9	7,00	0,00	7,00	7,00	0,00	7,00
10	4,00	0,00	4,00	11,00	0,00	11,00
11	4,00	0,00	4,00	15,00	0,00	15,00
12	5,00	0,00	5,00	20,00	0,00	20,00
13	7,00	0,00	7,00	27,00	0,00	27,00
14	4,00	0,00	4,00	31,00	0,00	31,00
15	6,00	8,00	-2,00	29,00	0,00	29,00
16	5,30	14,30	-9,00	20,00	0,00	20,00
17	3,00	0,00	3,00	23,00	0,00	23,00
18	4,00	0,00	4,00	27,00	0,00	27,00
19	3,25	2,25	1,00	28,00	0,00	28,00
20	3,00	0,00	3,00	31,00	0,00	31,00
21	3,00	0,00	3,00	34,00	0,00	34,00
22	4,00	0,00	4,00	38,00	0,00	38,00
23	3,00	0,00	3,00	41,00	41,00	0,00
24	3,00	0,00	3,00	3,00	0,00	3,00
25	4,00	0,00	4,00	7,00	0,00	7,00
26	4,00	0,00	4,00	11,00	0,00	11,00
27	5,00	0,00	5,00	16,00	0,00	16,00
28	6,00	0,00	6,00	22,00	22,00	0,00
29	6,00	0,00	6,00	6,00	0,00	6,00
30	4,00	0,00	4,00	10,00	0,00	10,00
<b>Total</b>	136,20 mm	44,20 mm				
<b>Média</b>	4,54 mm/dia	1,47 mm/dia				


  
**Maio/94**

<b>Dia</b>	<b>Evaporação</b>	<b>Precipitação</b>	<b>Evap. - Precip.</b>	<b>Balanço</b>	<b>Irrigação</b>	<b>Total</b>
1	4,00	0,00	4,00	14,00	0,00	14,00
2	4,00	0,00	4,00	18,00	0,00	18,00
3	4,00	0,00	4,00	22,00	0,00	22,00
4	4,00	0,00	4,00	26,00	0,00	26,00
5	3,00	0,00	3,00	29,00	29,00	0,00
6	7,00	0,00	7,00	7,00	0,00	7,00
7	3,00	0,00	3,00	10,00	0,00	10,00
8	3,00	0,00	3,00	13,00	0,00	13,00
9	4,00	0,00	4,00	17,00	0,00	17,00
10	5,00	0,00	5,00	22,00	0,00	22,00
11	4,00	0,00	4,00	26,00	26,00	0,00
12	5,00	0,00	5,00	5,00	0,00	5,00
13	4,00	0,00	4,00	9,00	0,00	9,00
14	4,00	0,00	4,00	13,00	0,00	13,00
15	1,00	50,00	-49,00	0,00	0,00	0,00
16	1,55	71,55	-70,00	0,00	0,00	0,00
17	1,25	3,25	-2,00	0,00	0,00	0,00
18	6,00	0,00	6,00	6,00	0,00	6,00
19	6,00	0,00	6,00	12,00	0,00	12,00
20	3,00	0,00	3,00	15,00	0,00	15,00
21	4,00	0,00	4,00	19,00	0,00	19,00
22	1,00	0,00	1,00	20,00	0,00	20,00
23	2,00	0,00	2,00	22,00	0,00	22,00
24	4,00	0,00	4,00	26,00	0,00	26,00
25	2,00	0,00	2,00	28,00	28,00	0,00
26	4,00	0,00	4,00	4,00	0,00	4,00
27	2,00	0,00	2,00	6,00	0,00	6,00
28	2,00	0,00	2,00	8,00	0,00	8,00
29	2,00	0,00	2,00	10,00	0,00	10,00
30	2,00	0,00	2,00	12,00	0,00	12,00
31	3,00	5,00	-2,00	10,00	0,00	10,00
<b>Total</b>	104,80 mm	129,80 mm				
<b>Média</b>	3,38 mm/dia	4,19 mm/dia				



Year	1980	1981	1982	1983	1984
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00
23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00
27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00
29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00
30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00
32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00
33.00	33.00	33.00	33.00	33.00	33.00
34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00
35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00
38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00
39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00
40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
41.00	41.00	41.00	41.00	41.00	41.00
42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00
43.00	43.00	43.00	43.00	43.00	43.00
44.00	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00
45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
46.00	46.00	46.00	46.00	46.00	46.00
47.00	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00
48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00
49.00	49.00	49.00	49.00	49.00	49.00
50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00

