

**AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS
FISIOLÓGICAS DA BANANEIRA IRRIGADA
POR GOTEJAMENTO SOB DIFERENTES
CONDIÇÕES DE MANEJO**

JACINTO PEREIRA SANTOS

1999

JACINTO PEREIRA SANTOS

**AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DA
BANANEIRA IRRIGADA POR GOTEJAMENTO SOB DIFERENTES
CONDIÇÕES DE MANEJO**

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 obtenção do título de “Mestre”.

Orientador:

Prof. Elio Lemos da Silva

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1999



**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Santos, Jacinto Pereira

Avaliação de características fisiológicas da bananeira irrigada por gotejamento
Sob diferentes condições de manejo / Jacinto Pereira Santos. – Lavras : UFLA,
1999.

45 p. : il.

Orientador: Elio Lemos da Suilva.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Banana. 2. Irrigação. 3. Potencial hídrico foliar. 4. Teor relativo de água na
Folha. 5. Resistência estomática. 6. Potencial matricial da água no solo. 7. Angulo
Foliar. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.77287

JACINTO PEREIRA SANTOS

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE PARÂMETROS
FISIOLÓGICOS E ASPECTO VISUAL DA BANANEIRA (*Musa sp*)
CULTIVAR PRATA ANÃ, IRRIGADA POR GOTEJAMENTO

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 obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 05 de fevereiro de 1999

Prof. Ângela Maria Soares

UFLA

Prof. Antônio Marciano da Silva

UFLA

Elio Lemos da Silva

Prof. Elio Lemos da Silva

UFLA

(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

A Deus.

OFEREÇO

A meus pais, Felipe de Araújo Santos e Antônia Pereira Santos que recebendo de Deus a tarefa de conduzir nossa família, procurou sempre nos conduzir no caminho do amor e da dignidade.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

Aos meus pais e familiares, pela Carinho, compreensão e amor, em todos os momentos de minha vida.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao Departamento de Engenharia, pela oportunidade concedida para realização do curso.

A minha querida Namorada Marcelle, minha maior incentivadora nesse mestrado e responsável direta por todos os meus sucessos desde que eu a conheci.

A FAPEMIG, pelo apoio financeiro na aquisição do material utilizado no experimento.

A FAPEMIG e CNPQ pela concessão de bolsa de estudo.

Ao professor Elio Lemos da Silva, pela orientação, dedicação e amizade.

Aos professores Manoel Alves de Faria, Jacinto de Assunção Carvalho, Roberto Braga, Gilberto Lajes, Luiz Antônio Lima, Carlos Ramirez e Ângela Maria Soares, pelos ensinamentos, companheirismo e amizade durante nossa convivência na UFLA.

Aos amigos Helton, Gustavo, Fernando, Alysson, Bruno, Adriano, Cláudio e Braulio, pelo convívio, amizade e momentos de descontração.

Aos colegas de curso Leonardo, Luiz Vieira, Patrícia, Flávio, Miguel, Eduardo, Eliezer e Marco (*in memoriam*), pela amizade e pelo convívio durante o curso.

Aos funcionários Lindeberg (Seu Berg), Oswaldo (Neném), e Tânia pela ajuda material e, principalmente, pela amizade.

A todos que de alguma forma, contribuíram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Manejo da irrigação em bananeiras.....	3
2.2 Potencial hídrico foliar.....	4
2.3 Teor relativo de água na folha.....	5
2.4 Resistência estomática.....	6
2.5 Ângulo foliar.....	7
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1 Unidade experimental e tratamentos.....	9
3.2 Sistema de irrigação.....	9
3.3 Características avaliadas.....	10
3.3.1 Potencial de água no solo.....	11
3.3.2 Potencial hídrico foliar.....	11
3.3.3 Teor relativo de água na folha.....	12
3.3.4 Resistência estomática e características microclimáticas.....	13
3.3.5 Ângulo foliar.....	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4.1 Variação diurna das características estudadas.....	16
4.2 Comportamento das características estudadas antes, entre e após as irrigações.....	26
5 CONCLUSÕES.....	36
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
ANEXOS.....	43

RESUMO

SANTOS, Jacinto Pereira. Avaliação de características fisiológicas da bananeira irrigada por gotejamento sob diferentes condições de manejo. Lavras: UFLA. 1999. 40p. (Dissertação – Mestrado em Engenharia Agrícola – Irrigação e Drenagem)¹

O objetivo do presente estudo foi avaliar o comportamento da bananeira cultivar Prata Anã quando submetida à irrigação por gotejamento com diferentes lâminas de reposição e diferentes percentagens de área molhada. O estudo foi conduzido no campus da Universidade Federal de Lavras, submetendo a bananeira às lâminas de irrigação correspondentes à reposição de 100%, 80%, 60% e 40% da evaporação do Tanque Classe A . As lâminas foram aplicadas em subparcelas com uma e duas linhas de gotejadores por linha de plantas, de modo a permitir a avaliação do efeito de área molhada. As características avaliadas foram: potencial hídrico foliar, teor relativo de água na folha, resistência estomática e ângulo formado pela duas metades do limbo foliar em relação à nervura principal. Essas características foram inicialmente avaliadas ao longo do dia com o objetivo de se determinar o horário mais adequado para suas avaliações diárias. Posteriormente, fizeram-se as avaliações das mesmas características no período entre duas irrigações consecutivas no horário definido anteriormente. Os resultados obtidos permitiram concluir que o horário das 10:00 às 12:00 horas foi o mais adequado para se fazerem as avaliações diárias das características estudadas e que não foram evidenciadas diferenças dessas características como efeito das diferentes lâminas de reposição ou percentagem de área molhada.

¹ Comitê orientação: Elio Lemos da Silva (Orientador), Ângela Maria Soares -UFLA, Carlos Ramirez de Resende e Silva -UFLA e Manoel Alves de Faria -UFLA

ABSTRACT

SANTOS, Jacinto Pereira. Evaluation of physiological characteristics of the dripping-irrigated banana plant under different management conditions Lavras; UFLA. 1999. 40 p. (Dissertation- Master in Agricultural Engineering- Irrigation and Drainage)¹.

The objective of the present work was to evaluate the behavior of the banana plant cv. Prata Anã when submitted to dripping-irrigation with different reposition levels and different percentages of wet area. The study was conducted on the campus of the Universidade Federal de Lavras, submitting the banana plants to the irrigation levels corresponding to the reposition of 100 % , 80 % , 60 % and 0 % of the Class A pan evaporation. The levels were applied in subplots with either lines of drippers per row of plants one or two so as to enable the evaluation of the effect of wet area. The characteristics evaluated were: leaf water potential, relative water potential in the leaf, stomatic resistance and angle formed by the two halves of the leaf blade relative to the main rib . Those characteristics were at first evaluated along the day with the purpose of determining the time more suitable for their daily evaluations. Afterwards, evaluations were proceeded of the same characteristics in the schedule between two consecutive irrigations in the time period established earlier. The results obtained enabled to conclude that the period from 10:00 to 12:00 P.M was the most suitable to perform the daily evaluations of the characteristics investigated and that no differences of these characteristics as effect of the different reposition levels or percentage of wet area were stressed

¹Guidance committee: Elio Lemos da Silva (Major Professor), Ângela Maria Soares – UFLA, Carlos Ramirez de Rezende Silva – UFLA and Manoel Alves Faria – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

Sendo uma das frutas mais consumidas no mundo, a banana é explorada na maioria dos países tropicais. Sua produção mundial foi de aproximadamente 55,8 milhões de toneladas em 1996. O Brasil se destaca como o segundo maior produtor de banana, com 10,2% do total mundial (o que significa um volume de produção em torno de 5,7 milhões de toneladas/ano), e, ainda, como seu maior consumidor (FAO, 1996).

A banana é cultivada em todos os estados brasileiros, desde a faixa litorânea até os planaltos do interior; entretanto, o seu plantio pode ser limitado em função de fatores climáticos, tais como temperatura e precipitação. A banana é cultivada em 517.076 hectares do território nacional, ocupando, assim, o segundo lugar entre as fruteiras em relação à área colhida (IBGE, 1996).

Em Minas Gerais a bananicultura se estende por quase todo o território estadual, sendo o Sul de Minas, Alto Rio Doce e Zona da Mata as regiões de maior concentração, porém, a expressão desta cultura no estado, com exceção das áreas irrigadas, tem sido assentada com base em baixa tecnologia, inclusive no que diz respeito ao material de propagação utilizado.

Sendo uma planta de região tropical, que demanda grandes quantidades de água, a irrigação tem sido empregada em diversos países como prática cultural importante no aumento da produtividade e qualidade dos frutos; porém, a carência de informações básicas sobre o comportamento desta cultura submetida a diferentes condições hídricas, impossibilita que se tomem decisões no sentido de manejar adequada e eficientemente a irrigação. Desta forma, torna-se de fundamental importância avaliar os efeitos dos diferentes tipos de manejo de irrigação sobre o desenvolvimento e produtividade desta cultura.

A maioria dos métodos utilizados para programar ou determinar a frequência de irrigação são baseados principalmente nas condições climáticas e no déficit de umidade do solo, métodos estes que necessitam de cuidadosas calibrações, e estão sujeitos a limitações devido à ausência de estações meteorológicas em muitas regiões. No entanto, o comportamento de algumas características fisiológicas pode indicar o estado hídrico e a tensão de água no interior da planta, e conseqüentemente o momento de se irrigar.

2 Segundo Bernardo (1995), a avaliação do comportamento de algumas características fisiológicas é a maneira mais direta e real para saber quando a planta está com deficiência de água, e isto pode ser feito através da turgescência, do teor de água em uma parte do vegetal, da abertura estomática, da intensidade de transpiração do vegetal e da concentração osmótica do suco celular. Porém, os valores determinados por esses métodos variam de acordo com a parte da planta selecionada, com a sua idade e com a hora do dia em que se faz a medição.

1 A importância e a carência de informações sobre o assunto exposto foram os principais motivos para a realização do presente trabalho, que teve como objetivo avaliar o comportamento diurno de algumas características fisiológicas da bananeira (*Musa sp*) submetida a diferentes lâminas de irrigação e a duas porcentagens de área molhada, visando, assim, verificar se existe ao longo do dia um horário mais adequado para se fazerem essas avaliações e possíveis correlações entre essas características e o potencial matricial da água no solo no período entre duas irrigações.

2 REFERENCIAL TEORICO

2.1 Manejo da irrigação em bananeira

Sendo a bananeira uma cultura que exige grande quantidade de água, dificilmente encontra condições ecológicas que satisfaçam completamente suas necessidades hídricas (Marinato, 1980). Tratando-se de uma cultura bastante sensível ao déficit hídrico, condicionando para seu potencial produtivo uma apreciável taxa de transpiração, bem como uma boa distribuição de umidade durante todo o ano, a irrigação é, pois, uma prática de vital importância para o atendimento da necessidade hídrica exigida pela cultura da bananeira (Possidio, 1984).

Para cultura da bananeira, não há restrições à maioria dos métodos de irrigação. A escolha da forma de aplicação de água está ligada às condições locais de cultivo, tais como: solo e relevo, custo de implementação, manutenção e manejo da irrigação, quantidade e qualidade da água, mão-de-obra disponível, dentre outros aspectos (Oliveira 1995). Segundo Stevenson (1974), a bananeira, quando irrigada por gotejamento mantendo-se a umidade do solo próxima à capacidade de campo, dobra a produção e apresenta frutos de melhor qualidade. Esse autor observou que a mesma quantidade de água, quando aplicada duas vezes por semana, é mais eficiente que quando aplicada de uma só vez.

De acordo com Shamueli (1953), em experimento realizado em Israel, o solo com umidade entre a capacidade de campo e 2/3 da água disponível mostrou-se ideal para a cultura da bananeira, quanto ao rendimento e atividade fisiológica. Millar (1984), com base em revisão bibliográfica sobre manejo de irrigação das diversas culturas, informa que o potencial matricial ótimo para a cultura da bananeira está compreendido entre -30 e -150 kPa.

2
Manica (1973), manejando a irrigação com uso de evaporímetro, informa que a bananeira, quando está plenamente desenvolvida, requer uma reposição de água correspondente a 100% da lâmina d'água evaporada no tanque Classe "A". Segundo Alves (1997), uma maior eficiência do uso da água de irrigação é obtida quando esta é feita de maneira a repor de 60 a 70% da água evaporada no tanque Classe "A".

2.2 Potencial hídrico foliar

O estado da água na planta é uma propriedade dinâmica que está relacionado com o balanço entre a perda de água na folha pela transpiração e a absorção de água pela raiz. Alterações no potencial hídrico da água na folha afetam diretamente a transpiração, a fotossíntese e o crescimento. Nas últimas décadas o uso do potencial de água na folha tem sido bastante estudado por se tratar de uma medida simples e rápida para indicar o estado da água no vegetal. Os valores absolutos de potencial são confiáveis como indicadores do estresse hídrico; no entanto, é necessário que se pondere com cuidado o seu uso, uma vez que a adaptação evolutiva e fisiológica ao meio ambiente pode influenciar, de forma marcante, o nível de potencial no qual o estresse se estabelece (Klar, 1984).

A evolução diária do potencial hídrico foliar tem sido extensivamente estudada nas últimas décadas em relação aos processos fisiológicos (Hsiao 1973; Begg & Turner, 1976). O estudo do potencial hídrico foliar como critério para se quantificar o estresse hídrico nas plantas, tem sido realizado por duas técnicas: a técnica da câmara de pressão (Scholander *et al.*, 1965) e a técnica da psicrometria de termopar (Campbell Campbell, 1974; Walker *et al.*, 1984). Para propósitos práticos, como projetos de irrigação, a técnica da câmara de pressão tem sido a melhor alternativa em virtude do adiantamento das informações.

Segundo Hoffman *et al.* (1992), a flutuação diurna do potencial hídrico na folha reflete o desequilíbrio resultante do excesso de transpiração sobre absorção. Seu mínimo diário ocorre no período do meio dia , enquanto seu máximo é medido próximo ao nascer do sol e depois do restabelecimento da noite. Conforme a umidade do solo se torna um fator limitante, há uma mudança nos valores máximo e mínimo do potencial hídrico foliar: o valor máximo, também chamado de valor básico ou potencial “predawn”, decresce dia após dia após a irrigação; já o valor mínimo tende a ser atingido mais cedo durante o dia, porque a resistência estomática aumenta rapidamente para um valor limiar de potencial hídrico

De acordo com Passos (1996), o uso da bomba de pressão para avaliar as relações hídricas em tecidos vegetais foi estabelecido por Scholander e colaboradores em 1965. O método requer a aplicação de pressão ao tecido, para aumentar artificialmente seu potencial. A pressão necessária para elevar o potencial do tecido para zero é aceita como o negativo do potencial do tecido antes da pressurização. Se for assumido que os gradientes de potenciais em um dado órgão são desprezíveis, então pode-se também admitir que o potencial do xilema é igual ao potencial da parede celular, que é igual ao potencial dentro do tecido.

2.3. Teor relativo de água na folha

Segundo Garcia *et al.* (1974), o conceito de teor relativo de água (TRA), desenvolvido por Weatherley 1950, é a medida da deficiência de água de um tecido vegetal, e consiste basicamente em comparar o teor de água do tecido de uma folha recém colhida (PF), com o teor de água do mesmo tecido quando túrgido (PT), expressando-se, assim, o resultado em base percentual e fazendo-se necessária a obtenção do peso seco (PS), de modo que:

$$\text{TRA} = (\text{PF} - \text{PS}) / (\text{PT} - \text{PS}) * 100 \quad (1)$$

Weatherley 1950, propôs ainda o uso de pequenos discos de folha substituindo as folhas inteiras, aumentando com isso o número de repetições.

Faria (1990), cita Garcia (1973) o qual relata que para o tomateiro os resultados do TRA, correlacionados com os potenciais da água no solo, proporcionam uma relação útil para cálculo da água da irrigação.

Del-Amico *et al.* (1991), estudando o comportamento hídrico em cafeeiros, por meio do potencial de água na folha, teor relativo de água na folha (TRA) e do potencial de água no solo, observaram que o teor relativo de água na folha não pode indicar o status da água na planta em relação ao conteúdo de água no solo, para essa cultura.

Neumaier e Farias (1996), estudando o comportamento do teor relativo de água (TRA) e a perda relativa de água através da cultura (PRAcut) em quatro cultivares de soja submetidas a déficits hídrico crescente, determinaram que o TRA pode ser um bom parâmetro para avaliar a tolerância à seca.

3.5 Resistência estomática

A folha de bananeira, fisiologicamente é uma grande superfície submetida a vários gradientes de luz, temperatura, umidade, transpiração, déficit hídrico e respiração (Aubert, 1973).

Hennzell *et al.* (1975) relatam que a alta sensibilidade dos estômatos ao déficit hídrico é uma característica relacionada com a adaptação à seca. Entretanto, (Begg e Turner, 1976) afirmam que os estômatos não respondem à

mudança de potencial hídrico na folha até que um nível crítico tenha sido alcançado, quando estes, se fecham rapidamente.

De acordo com Klar (1984), o déficit hídrico só começa a afetar a abertura dos estômatos quando este atinge um valor crítico, e, à medida que o déficit aumenta, após o valor crítico, o fechamento progressivo começa a ocorrer até completar-se.

De acordo com Meyer e Green (1981), ao longo do dia ocorre a diminuição da umidade relativa do ar e aumento da temperatura, ocasionando maior modulação da abertura estomática pelo déficit de pressão de vapor do que pela radiação solar, podendo variar do início da tarde ao anoitecer. Entretanto, muitas espécies independentes do potencial hídrico foliar fecham os estômatos em resposta ao aumento no déficit de pressão de vapor entre a folha e ar atmosférico, (Jones 1986; Laffray e Louguet 1990).

O fechamento dos estômatos é um mecanismo utilizado pela planta para diminuir a transpiração, através do aumento da resistência estomática, que ocorre principalmente através dos estômatos e gera um gradiente de potencial hídrico desde as folhas até as raízes. Este gradiente é responsável pelo fluxo de água no interior da planta (Guimarães, 1988).

3.2 Ângulo foliar

Morello (1953), citado por Zampiere (1985), em experimento com a variedade nanica, em São Paulo, determinou que as duas metades do limbo foliar da bananeira, dispostas num mesmo plano durante a noite, permaneciam na mesma posição nas primeiras horas da manhã, inclinando-se para baixo nas horas quentes do dia, formando assim um ângulo variável. Essa mudança de posição foi considerada devido à alteração da turgescência das células de articulação, fazendo com que houvesse correspondência entre os valores dos

ângulos e os déficits de água na folha. Assim, os ângulos de 130° a 150° , 50° e 0° correspondem a déficits hídricos foliares de 1,5 a 3,0%, 6,0 a 7,0% e 20% respectivamente.

O fechamento dos semilimbos é um mecanismo de defesa; visto que não é raro encontrar em plantas de bananeira uma superfície foliar de 2 m^2 por folha; ao apresentarem tais dimensões, têm elas de possuir um sistema de proteção. O mecanismo de flexão dos semilimbos em relação à nervura central permite resguardar parcialmente a folha da radiação solar direta. O movimento dos semilimbos, "abertura e fechamento," pode ser executado entre 14 e 20 minutos e esta sincronizado com os períodos nublados (Aubert, 1973).

Segundo Possidio (1984), a posição das duas metades do limbo da folha da bananeira está estreitamente relacionada com o déficit de água nas folhas das plantas. O autor afirma ainda que aberturas angulares de 50 graus coincidem com o déficit de 6 a 7%, e os estômatos ainda não regulam sensivelmente a perda de água. Aberturas de zero grau coincidem com estômatos fechados e os déficits de água na folha devem oscilar ao redor de 20%. Aberturas de 130 a 150 graus coincidem com déficits hídricos foliares entre 1,5 e 3%.

2 { De acordo com Moreira (1987), uma forma prática para se avaliar a necessidade da irrigação em bananeiras é observar a posição dos lóbulos foliares em relação à nervura principal. Sempre que eles estiverem caídos verticalmente é sintoma de que a planta está precisando de água.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Unidade experimental e tratamentos

Este estudo foi conduzido numa unidade experimental constituída de uma área de 0,5 ha cultivada com bananeira (*Musa sp.*) cv. Prata Anã, instalada no Campus da Universidade Federal de Lavras, a uma altitude de 912 metros, latitude sul 21° 14' e longitude oeste de 45° 00'. O clima da região é caracterizado como sendo Cwb segundo Köppen, temperado suave, mesotérmico, com verões brandos e invernos secos (Brasil 1969). A temperatura e precipitação média anual são 19,3°C e 1400 mm, respectivamente (Vilela e Ramalho, 1979; Castro Neto e Silveira, 1981).

3 O delineamento experimental utilizado foi o de bloco ao acaso, com parcelas subdivididas. Cada bloco foi constituído de quatro parcelas irrigadas relativas aos coeficientes aplicados sobre a evaporação do tanque Classe "A" (ECA), mais uma parcela adicional sem irrigação. Cada parcela irrigada era composta de duas subparcelas com distintas percentagens de área irrigada. As lâminas de irrigação (parcela) resultaram do emprego de coeficientes iguais a 0,4; 0,6; 0,8 e 1,0 sobre a evaporação do tanque classe "A". Em anexo, apresenta-se um croqui da área experimental.

3.2 Irrigação

Usou-se o sistema de irrigação por gotejamento e o momento de irrigar foi determinado em função da água evaporada no tanque Classe "A", ou seja, toda vez que o acumulado do tanque classe "A" correspondesse a 30 mm iniciava-se a irrigação repondo as lâminas correspondentes aos tratamentos estudados. No tratamento 100% aplicou-se uma lâmina de 30 mm; no

tratamento de 80%, 24 mm; no tratamento de 60%, 18 mm, e no tratamento de 40% aplicou-se uma lâmina de 12 mm.

O momento de irrigar foi determinado em função do potencial matricial ótimo para cultura da bananeira, o qual, segundo Millar (1995), está compreendido entre - 30 a 150 kPa, sendo adotado um potencial de - 60 kPa, correspondendo a uma umidade com base em volume de $0,33\text{cm}^3 / \text{cm}^3$.

A tensão usada para a capacidade de campo foi de -10 kPa, correspondendo a uma umidade com base em volume de $0,42 \text{cm}^3 / \text{cm}^3$.

3.3 Características avaliadas

Foram avaliadas as seguintes características:

- Potencial de água no solo
- Potencial de água na folha
- Teor relativo de água na folha
- Resistência estomática
- Ângulo formado pelas duas metades do limbo foliar

As características acima foram primeiramente avaliadas ao longo do dia no período de setembro a outubro de 1997. As avaliações foram feitas com intervalo de uma hora entre medições e tiveram como objetivo, além de determinar o comportamento desses parâmetros ao longo do dia, verificar se existe um horário mais apropriado para se fazerem essas avaliações diariamente, no período entre duas irrigações.

Depois de feitas as avaliações para determinação do comportamento diurno das características estudadas, deu-se início às avaliações das mesmas no período entre duas irrigações consecutivas, onde se procurou determinar o comportamento das características avaliadas em relação aos tratamentos aplicados e variação do potencial matricial da água no solo. As avaliações dos

características estudadas no período entre duas irrigações foram feitas de janeiro a junho de 1998.

3.3.1 Potencial de água no solo

O potencial matricial da água no solo foi determinado a partir dos dados de umidade do solo, obtidos pelo método do “Time Domain Reflectometry” (TDR), com o equipamento modelo TRASE SYSTEMS da empresa Soilmoisture Equipment Corporation, calibrado para o solo em estudo. A equação de calibração obtida foi:

$$\theta = 1.0152 * TDR + 0.0083 \quad (2)$$

em que: θ corresponde à umidade volumétrica de campo e TDR à umidade volumétrica dada pelo equipamento.

Para determinação da umidade, foram instalados, junto a cada planta avaliada três pares de haste do TDR de 35 cm de comprimento, instalados a uma distância de 30 cm, sendo que dois pares foram colocados no sentido da linha de gotejadores e o terceiro par foi instalado perpendicularmente à linha de gotejadores.

De posse dos dados de umidade e da curva característica do solo, determinaram-se os valores do potencial matricial da água no solo. A curva característica do solo do experimento foi determinada no Laboratório de Relação Água-Solo-Planta da Universidade Federal de Lavras – MG. Para tal, foram coletadas no experimento amostras na profundidade de 0 a 30 cm (anexo).

3.3.2 Potencial hídrico foliar

O potencial hídrico foliar foi determinado através de câmara de pressão (Scholander *et al.*, 1965), esquematizado na Figura 1.

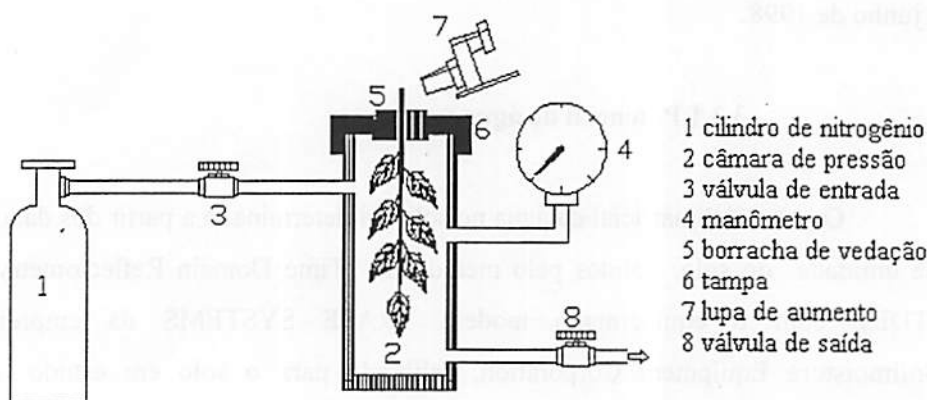


FIGURA 1 - diagrama esquemático da câmara de pressão correntemente usado no estudo de campo, para determinação do potencial hídrico foliar

A avaliação do potencial hídrico foliar foi feita na terceira folha mais nova e totalmente desenrolada. Para isso, foi retirada nessa folha uma tira de aproximadamente um centímetro, perpendicular à nervura central e posteriormente colocado na câmara de pressão, como indica a Figura 1. A taxa de entrada do gás (N_2) na câmara foi de $0,065 \text{ MPa}\cdot\text{s}^{-1}$. De acordo com Klar (1984), a câmara de pressão mede o potencial da água no xilema, diferentemente dos psicrômetros que medem os potenciais totais da água na folha.

3.3.3 Teor relativo de água na folha

O teor relativo de água na folha foi avaliado no mesmo dia e horário das avaliações do potencial de água na folha e com o seguinte procedimento: Foram retirados 5 discos de 16,3 mm de diâmetro de uma parte central da folha (terceira folha mais nova e totalmente desenrolada), e pesados para obtenção do peso seco. Em seguida, esses discos foliares foram colocados em

pequenos recipientes de vidro, hermeticamente fechados, contendo água destilada e levados à geladeira à temperatura de aproximadamente 5 °C por 24 horas. Decorrido esse tempo, os discos foram levemente enxugados com lenço de papel e posteriormente pesados para obtenção do peso túrgido. Em seguida, foram colocados numa estufa de circulação forçada de ar a ± 70 °C, por aproximadamente 48 horas (tempo necessário para atingir peso constante), sendo novamente pesados, para obtenção do peso seco. Com os dados necessários, determinaram-se os valores de TRA pela Equação 1.

3.3.4 Resistência estomática e características microclimáticas

A resistência estomática, a transpiração, a temperatura foliar e as características microclimáticas: radiação fotossinteticamente ativa, temperatura do ar e umidade relativa, foram medidas sempre na segunda folha mais nova totalmente aberta, com o porômetro de difusão modelo LI-1600 M (LI-COR Inc., Nebraska, USA), equipado com sensores apropriados. A temperatura da cubeta foi considerada representativa da temperatura do ar. O déficit de pressão de vapor (DPV) foi estimado a partir dos dados dos valores encontrados de temperatura e umidade relativa do ar, segundo Reichardt (1990), ou seja:

$$DPV = (e_s - e) \quad (3)$$

em que:

DPV = déficit de pressão de vapor da atmosfera (kPa)

e_s = pressão de saturação à temperatura do ar (kPa) definido pela expressão:

$$e_s = 0,61078 \exp \left[\frac{17,269 * t}{t + 237,3} \right] \quad (4)$$

em que:

t = temperatura (°C)

e = pressão de vapor atual da atmosfera (kPa) ou seja,

$$e = \frac{UR * e_s}{100} \quad (5)$$

em que UR, é a umidade relativa (%)

3.3.5 Ângulo foliar

A determinação do ângulo formado pelas duas metades do limbo foliar foi feita sempre na segunda folha mais nova totalmente desenrolada, conforme Possidio (1984), como ilustra a Figura 2.

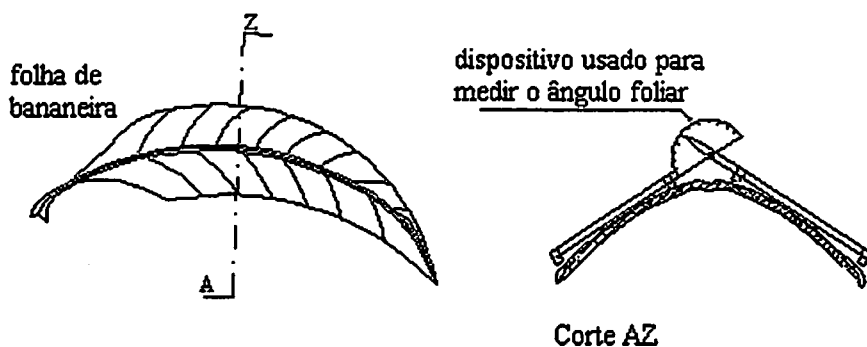


FIGURA 2 – Representação do dispositivo utilizado na determinação do ângulo foliar da bananeira

A Figura 2 mostra uma folha de bananeira e o dispositivo usado na determinação do ângulo formado pelas duas metades do limbo foliar (ângulo

foliar). A figura mostra, ainda, como deve ser posicionado o dispositivo em relação a folha para que seja determinado o ângulo foliar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Evolução diurna das características estudadas

Para se avaliar o comportamento das características fisiológicas em função dos tratamentos aplicados e da variação do potencial matricial da água no solo, foi necessário primeiramente avaliar o comportamento diurno das características estudadas para um único tratamento e verificar o horário do dia que estas apresentassem a menor variação em relação as condições microclimáticas (temperatura, DPV e RFA). A avaliação do comportamento diurno das características avaliadas foi feita no tratamento irrigado com 100% de reposição do tanque classe A e duas linhas de gotejadores.

Na avaliação do comportamento das condições microclimáticas (temperatura, radiação fotossinteticamente ativa e déficit de pressão de vapor), verificaram-se os baixos níveis de radiação a que estavam expostas as plantas avaliadas (Figura 3), indicando uma situação de sombreamento. Este sombreamento não pode ser evitado devido às características da cultura e ao espaçamento de plantio adotado no experimento que já se encontrava implantado.

Quanto ao comportamento da temperatura ambiente e do déficit de pressão de vapor, verificou-se que os valores desses dois parâmetros oscilaram no intervalo de 25 a 29°C e 2.0 a 3,2 kPa respectivamente, tendo sido medido seus valores mínimos pela manhã (horário da primeira avaliação) e no final da tarde. Os valores máximos desse dois parâmetros foram observados próximo às 14:00 h, como mostra a Figura 4.

Na Figura 5, pode-se observar que o potencial matricial da água no solo se manteve praticamente constante o dia todo, com valores próximos a -60 kPa,

valores esses, que se encontram dentro da faixa ótima de potencial para bananeira, segundo Milar (1989).

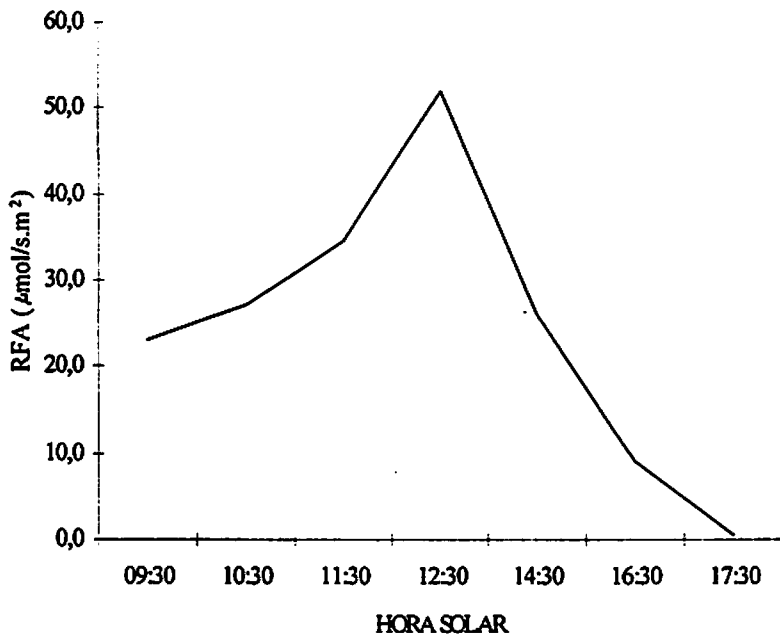


FIGURA 3 – Variação diurna da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) (média de três observações realizadas nos dias 08, 09 e 10 de outubro de 1997)

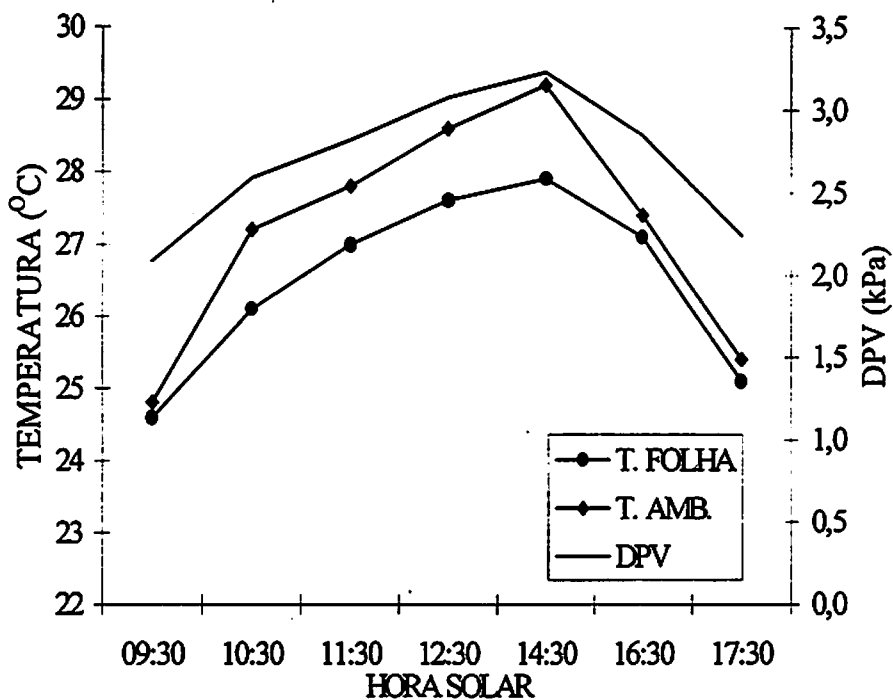


FIGURA 4 – Variação diurna das temperaturas foliar e ambiente e do déficit de pressão de vapor no experimento (média de três observações realizadas nos dias 08, 09 e 10 de outubro de 1997)

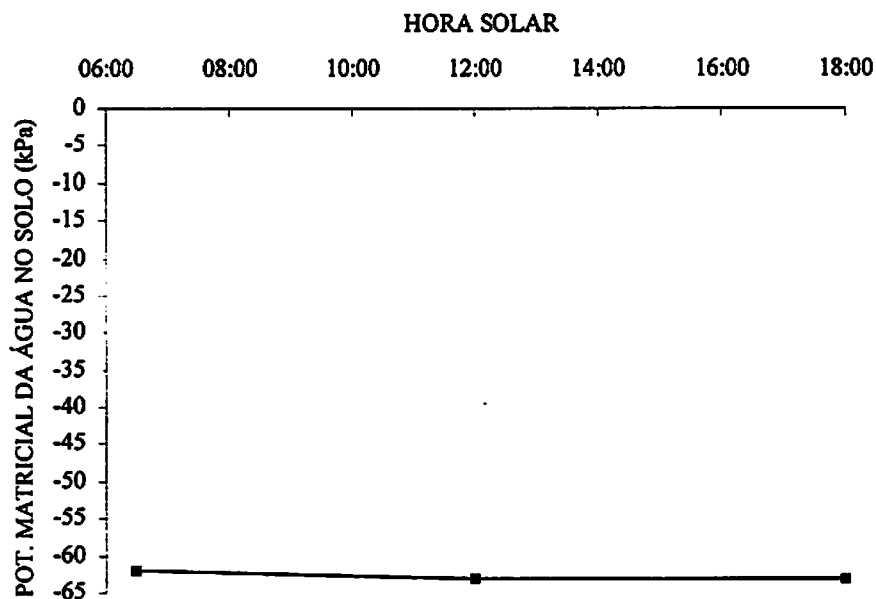


FIGURA 5 – Variação diurna do potencial matricial da água no solo (média de três observações realizadas nos dias 08, 09 e 10 de outubro de 1997)

Quanto ao comportamento da resistência estomática, notou-se que no período da manhã esta se manteve praticamente constante (Figura 6), enquanto os valores da RFA e do DPV apresentavam uma sensível variação; partindo de seus valores mínimos no começo da manhã e atingindo seus valores máximos às 12:30 e 14:30, respectivamente (Figuras 3 e 4). A pequena variação nos valores da resistência estomática no período da manhã pode estar relacionada aos baixos valores de DPV e RFA que, nesse horário, podem não ter atingido os valores limites a partir dos quais os estômatos começam a se fechar conforme descrito por (Klar, 1984). Já no período das 12:30 às 16:30 a variação da resistência estomática mostrou-se mais acentuada, o que pode ter acontecido devido à alta demanda atmosférica (valores mais elevados de DPV) nesse mesmo horário. No final da tarde, após às 16:30 h os valores de resistência estomática começam a decrescer acompanhando a mesma tendência dos valores do RFA e DPV, como mostram as Figuras 3 e 4.

Embora os valores de RFA sejam baixos, indicando que as plantas se encontravam sombreadas, notou-se que no final da tarde a resistência estomática foi diretamente relacionada com a variação da RFA, o que pode indicar que, mesmo sendo baixos, esses valores podem afetar a abertura estomática.

Pela avaliação do comportamento diurno da resistência estomática, nota-se que o período que vai das 9:30 as 12:30 h é o horário de menor variação dessa característica ao longo do dia, sendo, desta forma, o horário mais adequado para se fazerem as avaliações diárias dessa característica no período entre duas irrigações consecutivas, visto que o que se deseja é que no horário de avaliação dessa característica, esta varie o mínimo possível em relação aos fatores microclimáticos.

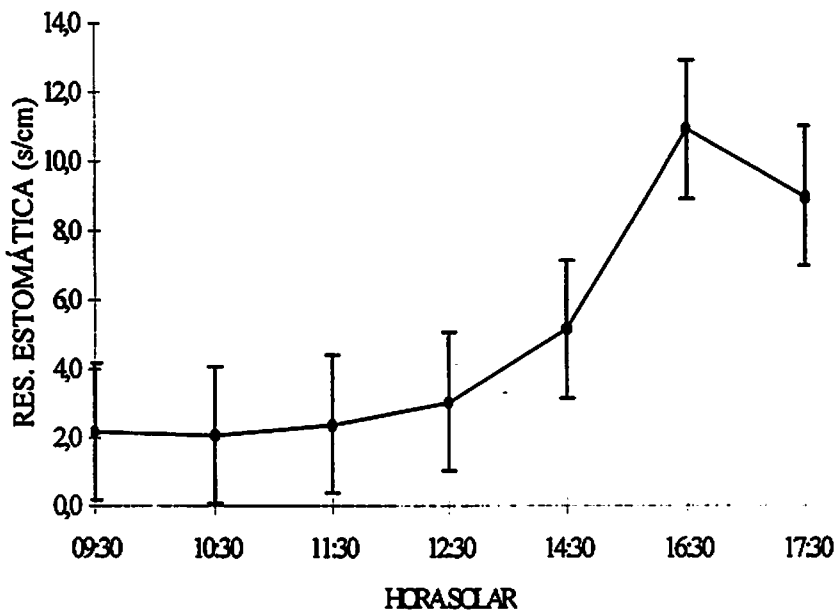


FIGURA 6 - Variação diurna da resistência estomática da bananeira (média de três observações realizadas nos dias 08, 09 e 10 de outubro de 1997).

Quanto ao potencial hídrico foliar, observa-se na Figura 7 que os seus valores máximos foram obtidos pela manhã, próximo ao nascer do sol e no final da tarde (horário da última avaliação). Nota-se também que o valor do potencial sofre uma variação brusca nas primeiras horas da manhã, atingindo seu mínimo próximo às 9:00 h e manteve-se com seus valores baixos até próximo às 14:00 h.

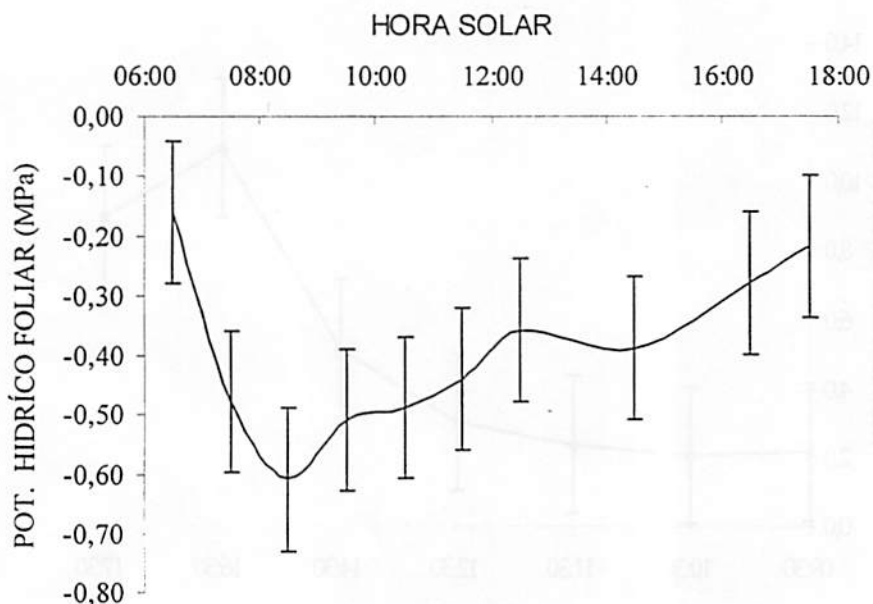


FIGURA 7 – Variação diurna do potencial hídrico foliar da bananeira (média de três observações realizadas nos dias 08, 09 e 10 de outubro de 1997)

Na avaliação do comportamento diurno do potencial hídrico foliar da bananeira, verificou-se que o horário das 9:00 às 14:00 h foi o de menor variação desse parâmetro, apresentando uma diferença de valores de aproximadamente 0,10 Mpa; porém, antes de tomar qualquer decisão quanto a definição do horário mais apropriado para se fazerem as avaliações diárias desse

parâmetro no intervalo entre duas irrigações, foi levado em consideração a variação dos resultados obtidos em literatura para outras culturas.

Na avaliação para se determinar a variação diurna do teor relativo de água na folha, pode-se constatar que a padronização na retirada dos discos foliares foi um fator de difícil controle, devido as características da folha, o qual, por ser muito aquosa, já apresentava uma pequena exsudação na retirada dos discos foliares, o que pode ter sido uma fonte de erro.

Conforme pode-se verificar na Figura 8, o teor relativo de água na folha de bananeira (TRA) manteve seu valor elevado e praticamente constante durante todo o dia. Esse comportamento pode ter sido causado pelos baixos níveis de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) (Figura 3), aliado aos altos valores de potencial matricial de água no solo, como pôde ser visto na Figura 5; desta forma, a avaliação diária desse parâmetro no período entre duas irrigações pode ser feita a qualquer hora do dia, visto que este não apresentou nenhuma tendência de variação ao longo do dia.

Quanto à variação do ângulo formado pela duas metades do limbo foliar da bananeira (ângulo foliar), notou-se que seus valores máximos foram atingidos nas primeiras horas da manhã e no final da tarde; já os seus valores mínimos foram medidos próximo ao meio dia. Tais valores correspondem aos citados por Morello (1953). Notou-se também que a diferença entre os valores máximo e mínimo durante o dia foi de aproximadamente 40° (Figura 9).

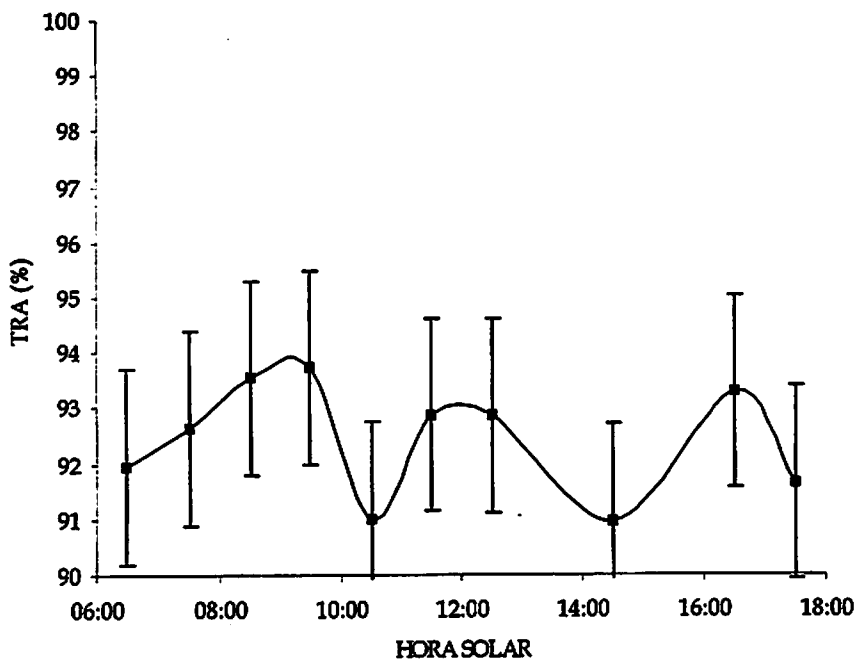


FIGURA 8 – Variação diurna do teor relativo de água da folha (TRA) em bananeira (média de três observações realizadas nos dias 08, 09 e 10 de outubro de 1997)

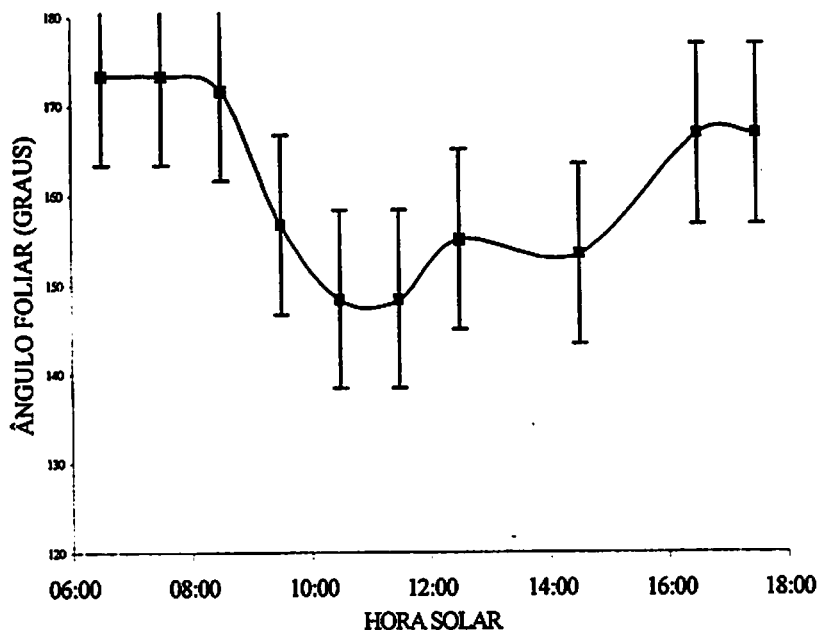


FIGURA 9 – Variação diurna do ângulo foliar da bananeira (média de três observações realizadas nos dias 08, 09 e 10 de outubro de 1997)

Na Figura 9 observa-se ainda, que o horário das 09:00 às 15:00 h, foi o período no qual o ângulo foliar apresentou sua menor variação (aproximadamente 5 graus). Sendo desta forma, horário mais adequado para se fazerem as avaliações desse parâmetro em função de tratamentos aplicados no período entre duas irrigações, visto que a variação desse parâmetro em função dos fatores ambientais nesse horário é mínima.

4.2 Comportamento das características estudadas antes, entre e após as irrigações

Depois de feitas as avaliações do comportamento diurno das características estudadas para determinação do horário mais adequado para se fazerem as avaliações diárias dessas características no período entre duas irrigações, verificou-se que o horário das 10 às 12:00 h foi o de menor variação das características estudadas em função dos fatores microclimáticos, sendo desta forma o horário mais adequado para se realizarem as avaliações no período entre duas irrigações.

Nas avaliações para se determinar o comportamento das características estudadas no período entre duas irrigações, verificou-se que a temperatura fornecida pelo porômetro e o déficit de pressão de vapor do ar determinado permaneceram praticamente constantes e com seus valores próximos a 27 °C e 2,7 kPa respectivamente (Figuras 11 e 12). Desta forma, pode-se afirmar que a ação desses dois fatores sobre variação das características fisiológicas estudadas foi a mesma durante todo o período de avaliações e nos diferentes tratamentos aplicados.

A Figura 13 mostra os diferentes níveis de RFA a que estavam expostos os tratamentos estudados, o que dificultou uma análise mais precisa do comportamento dos parâmetros fisiológicos e visual avaliados em relação aos tratamentos aplicados e à variação do potencial matricial da água no solo. Essas diferenças nos níveis de RFA nos tratamentos estudados não puderam ser evitadas devido às características da cultura e ao espaçamento adotado no experimento que já se encontrava implantado no local.

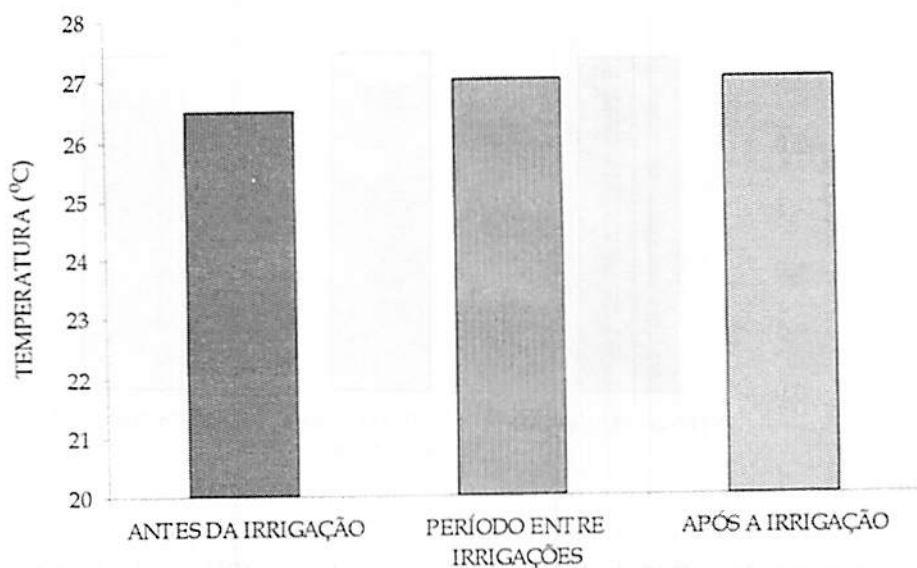


FIGURA 11 – Temperatura média do ambiente, obtida junto à segunda folha, avaliada entre 10:00 e 12:00 h; antes, entre e após as irrigações nos tratamentos estudados (avaliações feitas de 13 a 20 de abril de 1998, média de três observações)

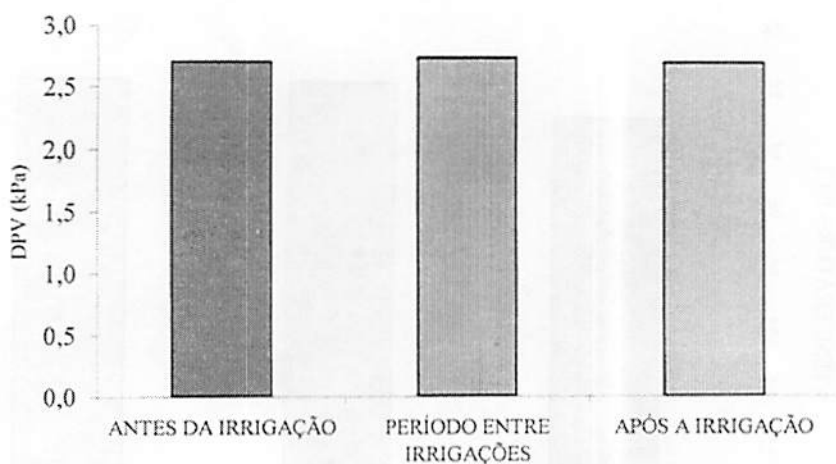


FIGURA 12 – Déficit de pressão de vapor do ar (DPV) avaliado entre 10:00 e 12:00 h; antes, entre e após as irrigações nos tratamentos estudados (avaliações feitas de 13 a 20 de abril de 1998, média de três observações)

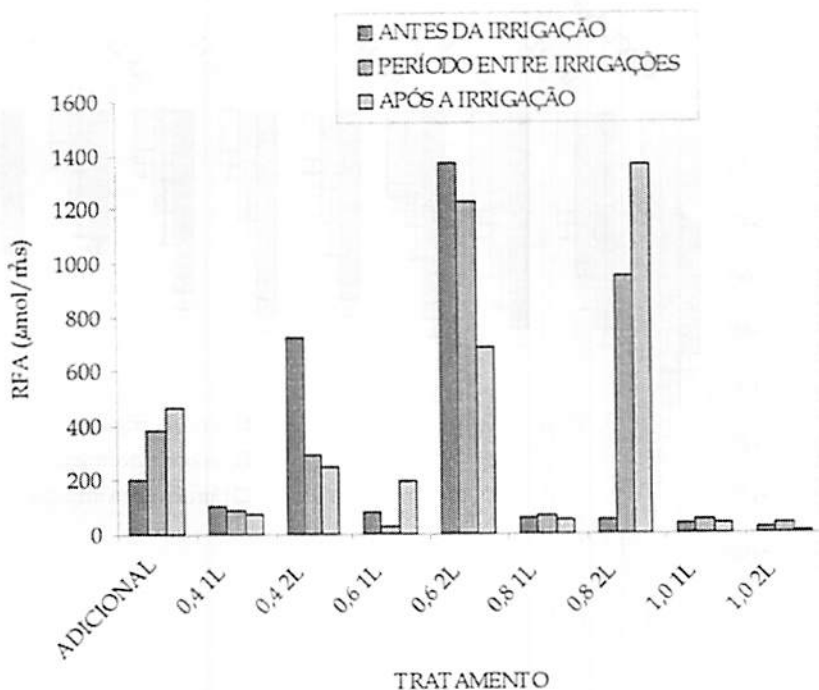


FIGURA 13 –Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) avaliado entre 10:00 e 12:00 h; antes, entre e após as irrigações nos tratamentos estudados (avaliações feitas de 13 a 20 de abril de 1998, média de três observações)

A Figura 14 mostra que os valores de potencial matricial da água no solo apresentaram uma variação muito pequena entre os tratamentos irrigados, apresentando uma diferença de aproximadamente 20 kPa entre os tratamentos extremos. A parcela adicional (não irrigada) se diferenciou dos demais tratamentos, alcançando valores menores de potencial matricial da água no solo.

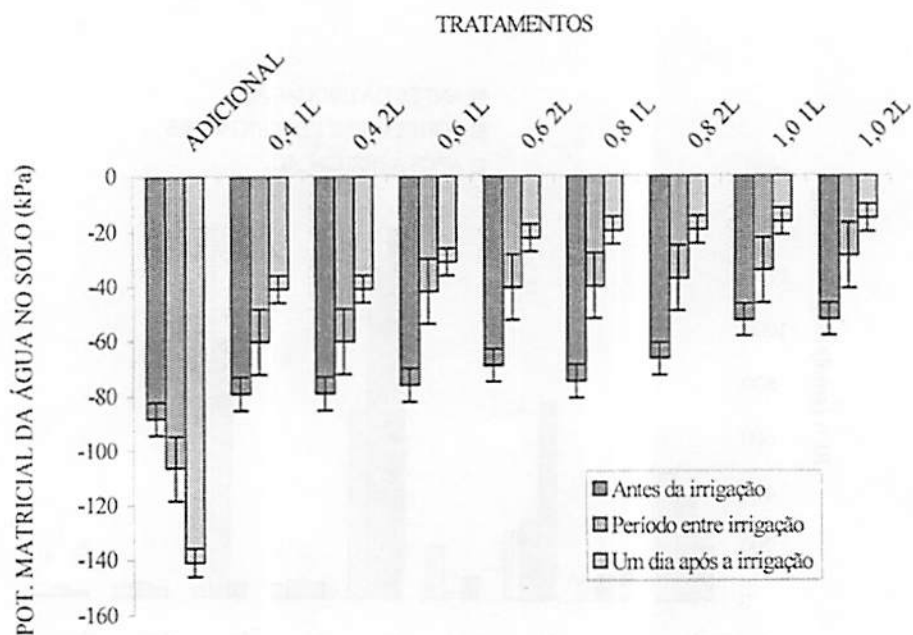


FIGURA 14 – Potencial matricial de água no solo avaliado entre 10:00 e 12:00 h; antes, entre e após as irrigações nos tratamentos estudados (avaliações feitas de 13 a 20 de abril de 1998, média de três observações)

Quanto à distribuição pluviométrica no período das avaliações entre duas irrigações consecutivas, a Figura 15 mostra que do dia 3 ao dia 28 foi praticamente isento de precipitação, apresentando apenas duas pequenas precipitações de 1,4 e 3,2 mm nos dias 11 e 19, respectivamente. Desta forma,

pode-se dizer que o efeito das precipitações no sentido de uniformizar os diferentes tratamento foi praticamente nulo.



FIGURA 15 – Representação gráfica da distribuição pluviométrica no mês de abril de 1998 na cidade de Lavras – MG (dados da Estação Climatológica da UFLA)

Pode-se verificar ainda que a variação do potencial matricial da água no solo, ao longo do tempo nos tratamentos irrigados, manteve características semelhantes em todos os tratamentos, apresentando uma variação de aproximadamente 40 kPa . Esta variação pode ser considerada pequena, pois segundo (Millar, 1984), a tensão ótima do momento de irrigar para cultura da bananeira está compreendida entre -30 e -150 kPa. Com isso, podemos afirmar que o potencial matricial da água no solo, mesmo na parcela não irrigada, se manteve dentro de uma faixa ótima. O que pode ser ressaltado aqui é que, para uma melhor avaliação dos parâmetros estudados em função do potencial matricial da água no solo, seria necessário um intervalo de tempo maior entre irrigações, visando a uma maior variação do potencial matricial da água no solo.

A Figura 16 mostra que a resistência estomática não apresentou nenhuma tendência de variação em relação aos tratamentos estudados, o que pode ter sido causado pelos diferentes níveis de RFA a que estavam expostos os tratamentos estudados e a pequena variação do potencial matricial da água no solo no período entre duas irrigações.

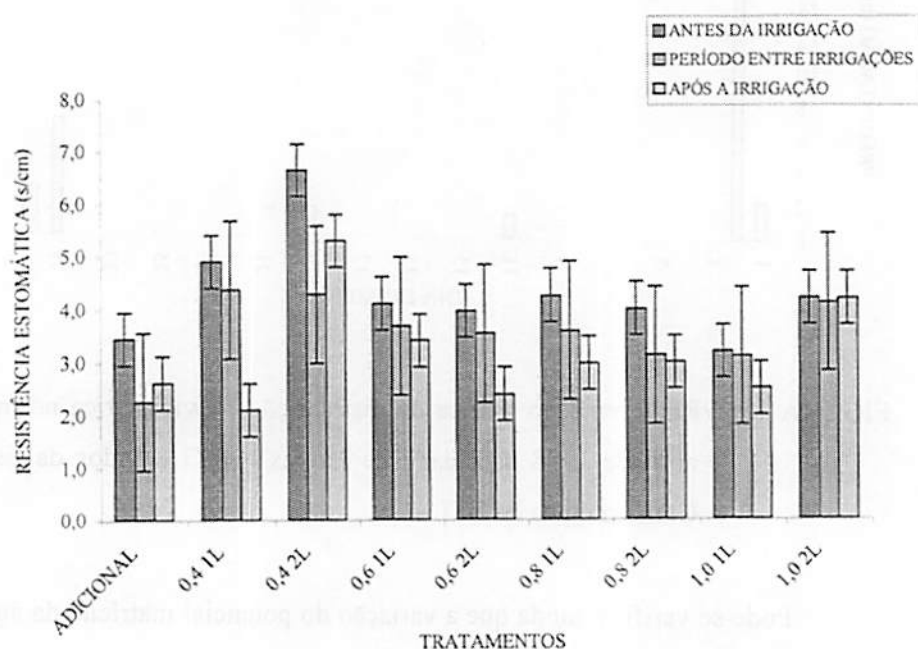


FIGURA 16 – Resistência estomática na folha da bananeira avaliada entre 10:00 e 12:00 h; ante, entre e após as irrigações nos tratamentos estudados (avaliações feitas de 13 a 20 de abril de 1998, média de três observações)

A Figura 17 mostra que os valores de potencial hídrico foliar antes da irrigação são praticamente os mesmos em todos os tratamentos. Nela pode-se observar ainda que a tendência de variação dos valores do potencial hídrico

foliar é semelhante em quase todos os tratamentos; apresentam aumento nos valores do potencial, quando comparados os valores de potencial antes, entre e após as irrigações nessa ordem. O comportamento do potencial hídrico foliar refletiu de maneira geral o comportamento do potencial matricial da água no solo, pois, como já foi visto anteriormente, o potencial matricial da água no solo apresentou uma variação muito pequena em função dos tratamentos aplicados.

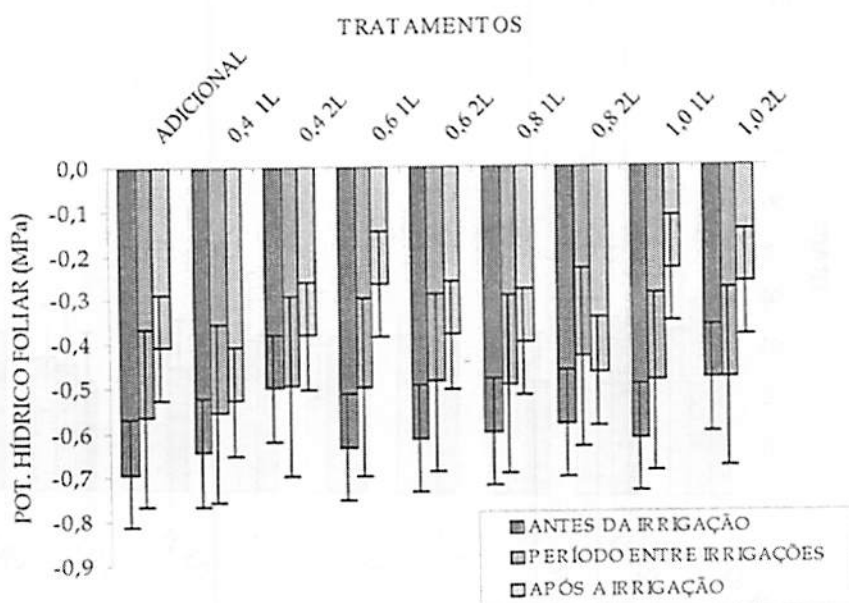


FIGURA 17 – Potencial hídrico foliar da bananeira avaliado entre 10:00 e 12:00 h; antes, entre e após as irrigações nos tratamentos estudados (avaliações feitas de 13 a 20 de abril de 1998, média de três observações)

Nas Figuras 18 e 19, pode-se observar que o teor relativo de água na folha e o ângulo foliar mantiveram seus valores praticamente constantes para todos os tratamentos, durante o período das avaliações (antes, durante e após as

irrigações). Nota-se ainda que não houve variação desses dois parâmetros em relação aos tratamentos estudados, o que pode ter sido causado pelo comportamento do potencial matricial da água no solo que manteve seus valores elevados em todos os tratamentos, como pôde ser visto na Figura 14.

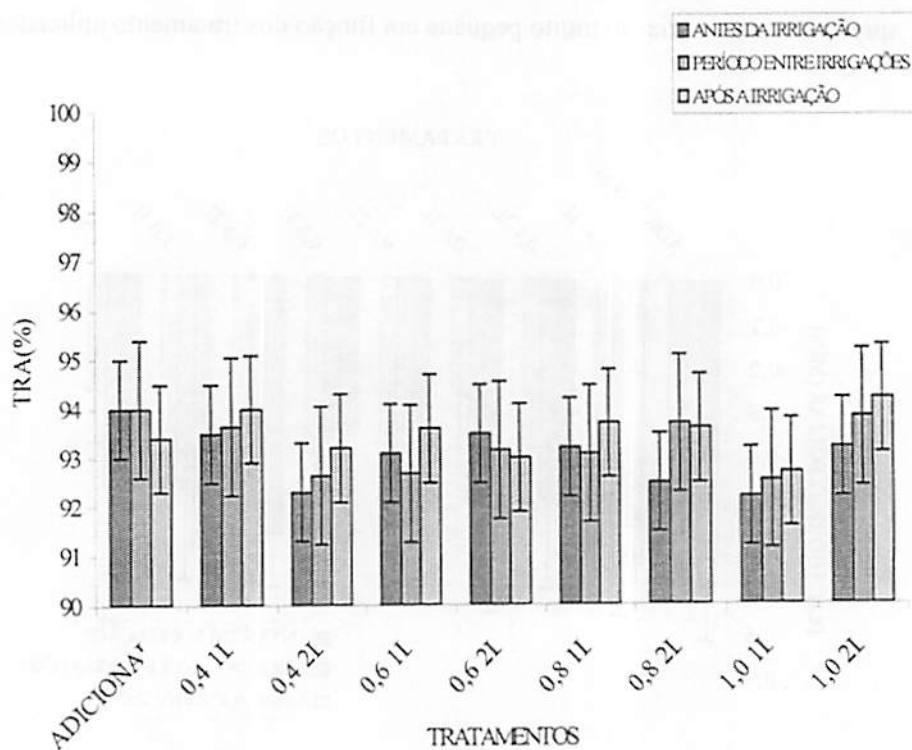


FIGURA 18 – Teor relativo de água da folha da bananeira avaliado entre 10:00 e 12:00 h; antes, entre e após as irrigações nos tratamentos estudados (avaliações feitas de 13 a 20 de abril de 1998, média de três observações)

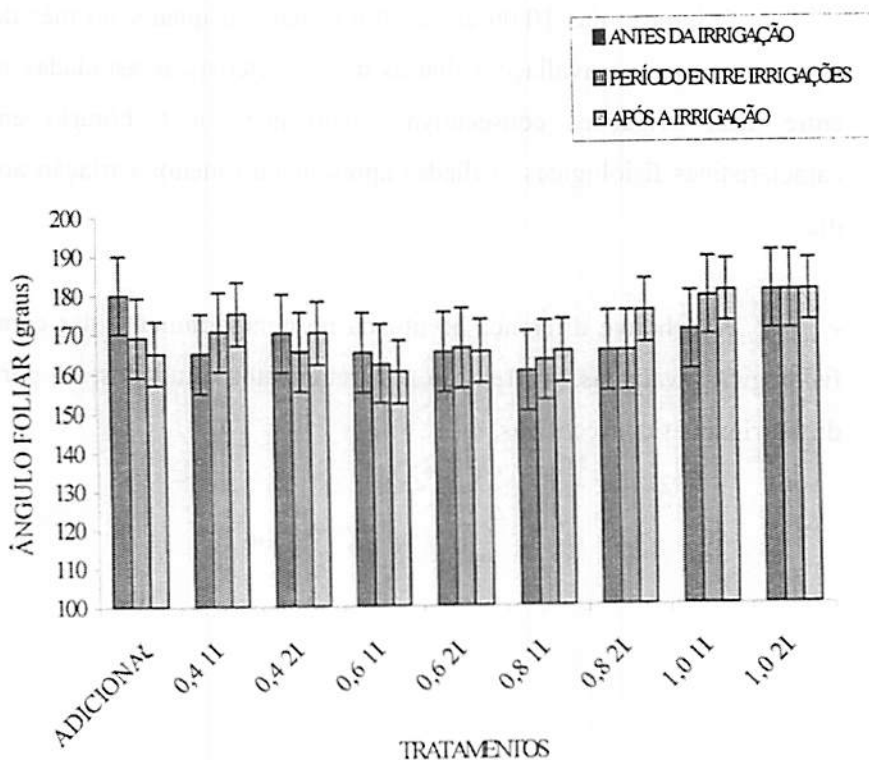


FIGURA 19 – Ângulo foliar da bananeira, avaliado entre 10:00 e 12:00 h antes, entre e após as irrigações nos tratamentos estudados (avaliações feitas de 13 a 20 de abril de 1998, média de três observações)

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi conduzido, conclui-se que:

- O horário das 10:00 às 12:00 é o mais adequado, no mês de outubro, para se fazerem as avaliações diárias das características estudadas no período entre duas irrigações consecutivas, visto que foi o horário em que as características fisiológicas avaliadas apresentaram menor variação ao longo do dia.
- Não houve diferença acentuada no comportamento das características fisiológicas avaliadas, em relação aos tratamentos estudados, no período entre duas irrigações consecutivas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação dos parâmetros estudados (potencial hídrico foliar, resistência estomática, teor relativo de água na folha e ângulo foliar) em relação à variação do potencial matricial da água no solo no presente trabalho, apresentou algumas restrições que limitaram a possibilidade de uma melhor caracterização desses parâmetros em relação ao teor de água no solo. Estas restrições são:

- Pequena variação do valor do potencial matricial da água no solo no período entre duas irrigações consecutivas.
- Os diferentes níveis de radiação a que estavam expostos os tratamentos avaliados.

Desta forma recomenda-se, em estudos posteriores, um manejo de irrigação onde se possa permitir uma maior variação do potencial matricial da água no solo, juntamente com uma melhor padronização dos diferentes tratamentos em relação à exposição das plantas à radiação fotossinteticamente ativa, o que pode ser conseguido com uma menor densidade de plantio.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E.J. org. **A cultura da bananeira aspectos técnicos, socioeconômico e agroindustrial.** EMBRAPA-SPI. Cruz da Almas. EMBRAPA-CNPMPF, 1997. 585p.
- AUBERT, B. Particularités anatomiques liées au comportement hydrique des bananiers. **Fruits.** v.28, n. 9, p. 589 – 604. 1973.
- BEGG, J. E. & TURNER, N. C. Crop water deficits. **Adv. Agron.,** v. 28, p. 161-217, 1976
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação.** 5 ed. Viçosa: Impr. Univ., 1989. 596p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normas Climatológicas.** Brasília, 1992.
- CAMPBELL, C.D. **An introduction to enviromental biophysics.** Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg. 1974.
- CASTRO NETO, P.; SILVEIRA, S. V. Precipitação provável para Lavras, Região Sul de Minas Gerais, baseada na distribuição de probabilidade gama. I período mensais. **Ciência e Prática,** Lavras, v.5, n.2, p. 144-51, jul/dez. 1981.

DELL'AMICO, J.; MORALES, D.; JEREZ, E.; SOTO, F. Evaluation of water status in coffee under different growing conditions. **Cultivos Tropicales**, v.12, n.3, p.64-67, 1991.

FARIA, M.A. de **Comportamento de seis genótipos de cevada (*Hordeum vulgare* L.) sob regime de sequeiro e de irrigação na região de Botucatu**. Botucatu: UNESP, 1990. 136p. (Tese-Doutorado).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITEDNATIONS. YEARBOOK PRODUCTION. ROME Production YEARBOOK – 1990, Rome, V. 50, p. 167-178, 1996.

GARCIA, G.J.; SCARDUA, R.; KLAR, A.E. **O controle da água de irrigação através do teor relativo de água e do índice refratométrico em tomateiro**. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", v.31, p.351-359, 1974.

* GIMARÃES, C. M. **Efeito fisiológicos do estresse hídrico**. In: ZIMMERMANN, M.J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. ed. **Cultura ed. Cultura do feijoeiro. Fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFÓS, 1988. P.157-74.

HENZEL, R. G.; McCREE, K. J.; VAN BAVEL, C. H. M.; SCHERTZ, K.F. **Method for screening sorghum genotypes for drought resistance**. *Crop. Sci.*, 19: 489 – 93, 1979.

HOFFMAN, G. J., HOWELL, T. A., SOLOMON, K. H. **Management of farm irrigation systems**. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, 1040p, 1992

*HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. **Annual Review dePlant Physiology**, v.24, p.519-70, 1973.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA, **Anuário Estatístico do Brasil – 1996**. v. 3 p. 53. 1997

JONES, H.G. **Plant and microclimate**. Cambrige university Press, London., 1986

KLAR, A. E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. São Paulo, Nobel, 1984. 408p.

LAFFRAY, D.; LOUGUET, P. Stomatal response and drought resistance. **Bull. Soc. Bot. Fr**, v. 137, n. 137, n. 1, p. 47-60, 1990.

MANICA, I. **Irrigação em sulcos e sua influência no crescimento e produção da planta matriz de bananeira (*Musa cavendishi Lambert*) cv. Nanicão**. Piracicaba: ESALQ, 1973. 100p. (Tese- Doutorado)

MARINATO, R. **Irrigação da bananeira, Informe agropecuário**, Belo Horizonte, 6 (63): 42 - 4, mar. 1980.

MEYER, W.S.; GREEN C. Composition of stomatal action of orange, soybean and wheat under field conditions. **Aust. J. Plant Physiol.** , Washington, v. 8, p. 65-76, 1981.

MILLAR, A. A. **Manejo racional de irrigação: uso de informações básicas sobre diferentes culturas**: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 1984. 57p

- MOREIRA, R. S. **Banana: teoria e prática de cultivo.** Campinas, Fundação Cargil, 1987. 335p.
- OLIVEIRA, L.O. Irrigação. In: **Banana para exportação: aspectos técnicos da produção,** Brasília: EMBRAPA – SPI, 1995, p. 36-47 (Série Publicações Técnicas Frupep, 18).
- PASSOS, L.P. **Métodos analíticos e laboratoriais em fisiologia vegetal.** Coronel Pacheco: EMBRAPA- CNPGL, 1996. 223p.
- POSSIDIO, E.L. Demanda de água na cultura da bananeira. EMBRAPA-CPATSA. **Documentos,** Petrolina, n.22, 36 p., 1984.
- REICHARD, K. **A água em sistemas agrícolas.** São Paulo Manole LTDA., 1990. 188p
- SANTOS FILHO, B. G. dos. **Parâmetros biofísicos e fisiológicos associados à economia de água em plantas de cana-de-açúcar (Saccharum spp) submetidas a estresse hídrico.** Campinas, UNICAMP, 1984. 158p. (Tese Doutorado).
- SHAMUELI, E. **Irrigation studies in the Jordan Valley. I. Physiological activity in relation to soil moisture.** Bull. Res. Council Israel. v.3. p. 228-247. 1953
- SCHOLANDER, P. F.; HAMMEL, H. T.; BRADSTREET, E.D.; HEMMINGSEN, E. A. Sap pressure in vascular plants *Science*, Washinton, v. 148, n. 3668, p 339-46, 1965.

STEVENSON, D.R.G. Automatic irrigation of bananas. *Agricultural Gazette of New South Wales*. Sidney, v. 85, n.5, p.4-5. 1974.

VILELA, E. de A.; RAMALHO, M. A. P. Análise das temperaturas e precipitações pluviométricas de Lavras, Minas Gerais. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 3, n.1, p 71-79, 1979.

WALKER, C.D., GRAHAM, R.D., MADISON J.T., CARY E.E., WELCH, R.M. Effects of N deficiency on some nitrogen metabolites in cowpeas (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Plant Physiology*. V.79, p.474-479. 1984.

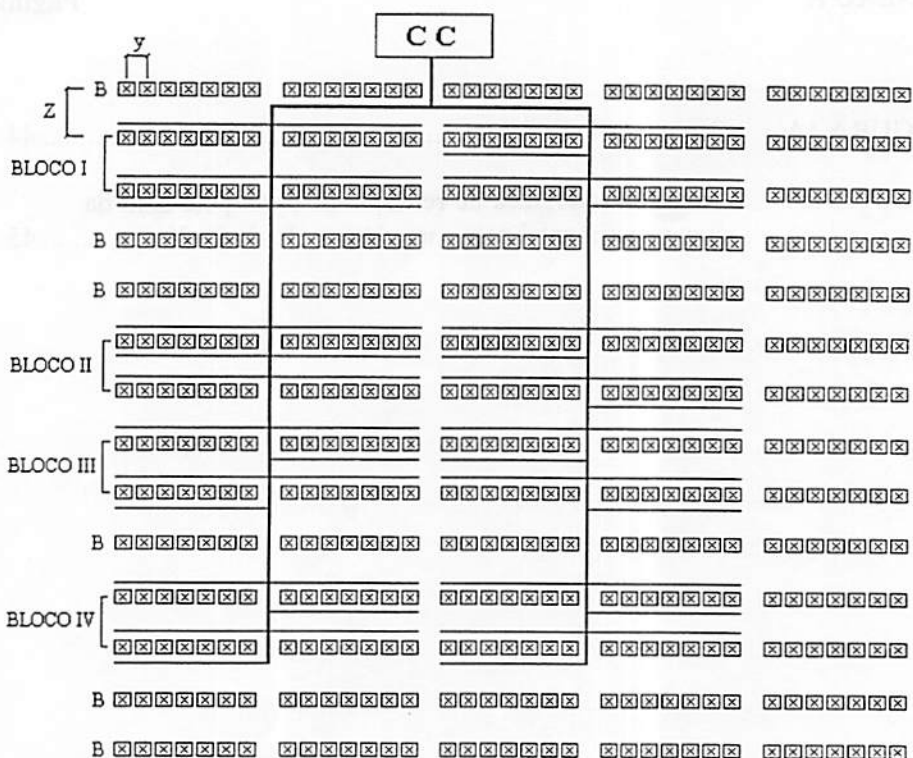
ZAMPIERI, R. H. Efeitos da irrigação localizada na produção da bananeira (*Musa cavendishii* L.) c.v. Nanicão. Piracicaba, ESALQ, 1984. (Dissertação MS).

ANEXOS

ANEXO A

Página

FIGURA 1A	Croqui do experimento	44
FIGURA 2A	Curva característica de retenção de água pelo solo da área experimental para camada de solo de 0 –30 cm	45



☒ = planta de bananeira

B = bordadura do experimento

CC = cabeçal de controle do sistema de irrigação

0,4; 0,6; 0,8 e 1,0 = coeficientes aplicados a evaporação do tanque classe "A" em cada parcela

y = distância entre plantas na linha de plantio (dois metros)

Z = distância entre linhas de plantio (três metros)

FIGURA 1A - Croqui do experimento

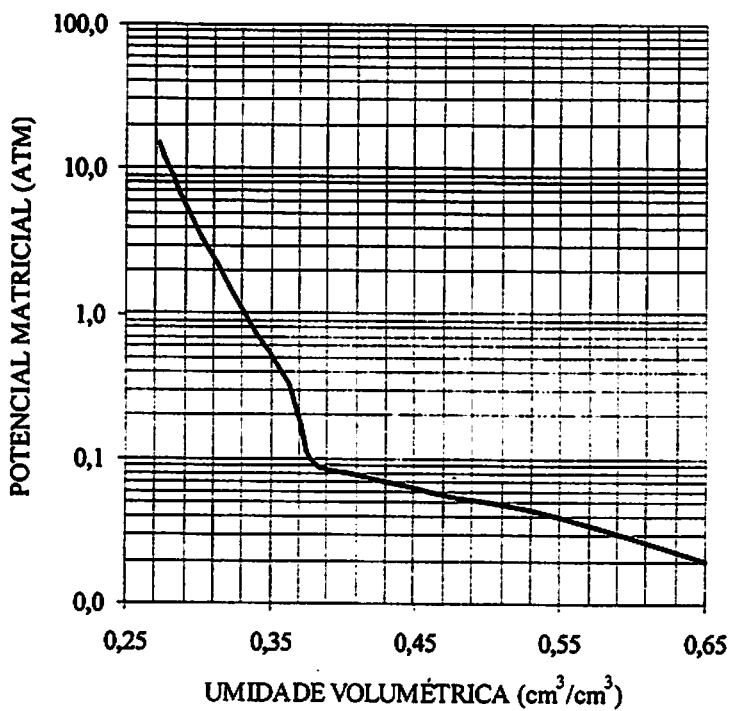


FIGURA 2A – Curva característica de retenção de água pelo solo da área experimental para camada de solo de 0 –30 cm

