

## Eficiência de Irrigação na Cultura da Banana no Projeto Gorutuba

**Frederico Terra de Almeida**

*Universidade Estadual do Norte Fluminense - Laboratório de Engenharia Civil - Recursos Hídricos - Av. Alberto Lamego, 2000 - Pq. Califórnia  
28013-600 Campos dos Goytacazes, RJ - Tel. (22) 2726-1517 - fredterr@uenf.br*

**Everardo Chartuni Mantovani, Márcio Mota Ramos, Antônio Alves Soares**

*Universidade Federal de Viçosa - Departamento de Engenharia Agrícola - DEA/UFG  
Campus Universitário - Viçosa, MG*

**Paulo Maeno**

*EPAMIG/CRNM - Janaúba, MG*

Recebido: 12/01 - revisão: 09/02 - aceito: 04/03

### **RESUMO**

O Norte de Minas tem na agricultura irrigada uma saída para o seu desenvolvimento. No entanto, a inadequada utilização dos sistemas de irrigação pode inviabilizar este meio de produção, sendo fundamental para região a implantação e manejo de sistemas que proporcionem eficiência na utilização dos recursos hídricos. Com objetivo de viabilizar o gerenciamento da utilização da água, avaliou-se em oito lotes do Projeto Gorutuba, a eficiência de uso de água na cultura da banana, irrigada por sistemas de irrigação pressurizados: microaspersão, miniaspersão e aspersão subcopia. Observa-se elevadas perdas por percolação, que superam 50% da lámina aplicada em quase metade dos lotes avaliados. Três dos lotes avaliados apresentaram níveis importantes de irrigação deficitária, com grande potencial de limitação da produtividade. A eficiência de irrigação, que engloba as eficiências de aplicação, distribuição e condução, atingiu valores de 79,0; 64,0 e 47,3% para os sistemas de microaspersão, miniaspersão e aspersão subcopia, respectivamente. Com esses resultados, pode-se inferir que o sistema de irrigação por microaspersão é o mais adequado para a cultura da banana, para as condições avaliadas.

**Palavras-chave:** irrigação; eficiência de uso da água; gestão de recursos hídricos.

### **INTRODUÇÃO**

Um dos importantes desafios da agricultura atual é o aumento da competitividade associada à preservação do meio ambiente.

Na agricultura irrigada o recurso água é um dos fatores fundamentais. Como o mesmo tem se tornado limitante por causa da implementação de novas áreas irrigadas, ou por falta da disponibilidade de recursos hídricos ou ainda, por desperdícios de água, torna-se urgente a melhoria da eficiência de uso da mesma. Sendo então, necessário a criação e execução de planos que possibilitem o uso adequado dos recursos hídricos disponíveis.

Dessa forma, torna-se importante avaliar e adequar cada um dos fatores que compõem o sistema de produção, destacando a avaliação da eficiência dos sistemas de irrigação.

A avaliação de um sistema de irrigação consiste na mensuração das perdas de água, sendo resultantes da evaporação, deriva por vento e escoamento superficial que levam a água para fora da área do projeto. Essas perdas estão relacionadas com a uniformidade de aplicação da água, com a velocidade do vento e com a capacidade evaporativa do ar, bem como com as perdas ocasionadas por vazamentos nas

tubulações em consequência de erros na montagem e da falta de manutenção adequada do sistema. A perda por percolação da água no perfil do solo abaixo do sistema radicular da cultura e o déficit de água, também devem ser consideradas na avaliação dos sistemas (Keller e Bliesner, 1990; Merrian e Keller, 1978).

Keller e Bliesner (1990), considerando as análises feitas por Hart e Reynolds (1965), afirmam que o perfil de distribuição das láminas de irrigação aplicadas para valores do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) acima de 70% normalmente segue a forma de um sino característico da curva de distribuição normal, podendo, desta forma, combinar os valores obtidos da uniformidade de aplicação da água ao solo com o conceito de área adequadamente irrigada em aspersão e provê uma nova interpretação deste parâmetro, que é a eficiência de distribuição para área adequadamente irrigada ( $ED_{AD}$ ).

Também faz parte da eficiência de irrigação a eficiência de aplicação, que é conhecida como eficiência potencial de aplicação (Epa) (Bernardo, 1996).

A eficiência de condução ( $Ec$ ), outro componente usado nos novos conceitos de eficiência de irrigação, resulta de perdas d'água nos sistemas. Entretanto, vale lembrar que a

Ec não deve ser utilizada no cálculo da eficiência em nível de parcela, pois afeta apenas o consumo de água de cada parcela, não interferindo na transformação da lâmina líquida em lâmina bruta.

Assim, a equação geral da eficiência de irrigação para área adequadamente irrigada ( $Ei_{AD}$ ) combina os efeitos das perdas devido à falta de uniformidade de aplicação de água e à deriva e evaporação (Keller e Bliesner, 1990).

Quando se compara o conceito proposto por Hart et al. (1979), em que considera apenas quatro parâmetros como representativo de todos os outros coeficientes propostos, com o de eficiência de irrigação proposto por Keller e Bliesner (1990), percebe-se que esta última relaciona os conceitos de déficit e percolação por meio indireto da  $ED_{AD}$ , tornando-se mais explícito nas análises de avaliações em que se utiliza este último conceito, a adoção de coeficientes de déficit ( $Cd$ ) e de percolação ( $Pp$ ), além da  $Ei_{AD}$ .

A região do Norte de Minas Gerais teve um grande desenvolvimento com a implantação de vários projetos de irrigação, como exemplo o Projeto Gorutuba, que abrange uma área aproximada de 5.000 ha irrigados, sendo que 50% compreendem a cultura da banana, irrigada por vários sistemas de irrigação, onde se destacam a microaspersão, minaspersão e aspersão subcopia.

Em decorrência da suscetibilidade de problemas relativos à implantação e eficiência da irrigação, desenvolveu-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar a eficiência dos sistemas de irrigação pressurizados na cultura da banana no Projeto Gorutuba aplicando o método proposto por Keller e Bliesner (1990), onde será analisada a eficiência de distribuição da lâmina irrigada para área adequadamente irrigada ( $Ei_{AD}$ ).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Características do projeto Gorutuba

O Projeto Gorutuba foi implantado em 1978 e está situado nos municípios de Janaúba e Nova Porteirinha, no Norte do Estado de Minas Gerais. Possui uma área total de 7.249 ha e capacidade de irrigar 4.780 ha. Atualmente a área irrigada é de 4.281 ha, sendo 64,5% de fruticultura, 18% de grãos e cereais, e 17,5% de outras culturas, mas com cerca de 2.700 ha (63%) da área irrigada ocupada pela cultura da banana, das variedades prata-anã e nanica (CODEVASF, 1991).

A captação de água é feita na barragem do Bico da Pedra, com capacidade de armazenagem de 705 milhões de metros cúbicos. O projeto é dividido em 11 colonizações, com assentamento de 409 colonos (2.530 ha) e 43 empresários (2.250 ha), com obras de infra-estrutura social como: três escolas de 1º grau e uma de 2º grau, 3 postos de saúde, 484 habitações, 4 núcleos habitacionais, 3 centros comuni-

tários e outros. Possui uma extensa rede de canais que totaliza 127,5 km, sendo o canal principal trapezoidal de 24,5 km com capacidade para conduzir  $6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Uma série de canais auxiliares (103 Km) conduzem água até às unidades, que se caracterizam em três classes: pequena de 5 a 10 ha; média de 15 a 30 ha; e grande (empresários) de 30 a 250 ha (CODEVASF, 1996).

Os sistemas de irrigação utilizados no perímetro irrigado do Gorutuba são distribuídos em 71,2% para os sistemas por superfície em sulcos, 22,7% para os de aspersão e minaspersão, 2,7% para os de microaspersão e 3,4% para o de gotejamento (CODEVASF, 1996). Fato comum de se encontrar nos projetos públicos de irrigação no Brasil, devido à falta de recursos para implantação de sistemas mais caros como os de irrigação localizada.

De acordo com o Levantamento de Aptidão de Irrigação e Mapeamento Pedológico - Margem Direita, realizado pela CODEVASF (1978) no projeto de irrigação do vale do rio Gorutuba, predominam os solos caracterizados por areias quartzosas, aluviais arenosos, aluviais francos, aluviais argilosos, latossolos eutróficos e latossolos distróficos.

O clima da região em estudo foi classificado, segundo Köppen, como tropical úmido (chuoso de savana), Aw: todos os meses do ano com temperatura média acima de 18°C, temperatura média do mês mais quente acima de 22°C, e com precipitação média anual de 843,6 mm, sendo o período chuvoso de outubro a março.

Com vista à definição da importância deste projeto no desenvolvimento econômico de uma região, no ano de 1996 a produção da principal cultura, banana, atingiu cerca de 23.917 toneladas, rendendo 7,89 milhões de reais em um montante de 9,48 milhões de reais considerando todas as culturas (CODEVASF, 1996).

### Características do experimento

O experimento deste trabalho constituiu-se de avaliar a eficiência dos sistemas de irrigação pressurizados, somente na cultura da banana no Projeto Gorutuba, dos lotes conduzidos por colonos e/ou empresários. E, a escolha das áreas avaliadas foi de lotes que se estimava apresentar sistemas de irrigação com eficiência média, representativa do todo, sendo baseada em respostas a questionários elaborados e distribuídos aos produtores do Perímetro de Irrigação do Gorutuba, com a ajuda do Centro Regional de Pesquisa do Norte de Minas da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (CRNM - EPAMIG) e do Distrito de Irrigação do Gorutuba (DIG).

A avaliação do projeto foi realizada em oito lotes representativos da área em estudo, sendo: duas com irrigação por aspersão subcopia, duas com irrigação por

miniaspersão e quatro com irrigação por microaspersão, no período de setembro a novembro de 1996; em que se procurou não interferir na prática do irrigante, quer seja no tempo de aplicação de água ou em qualquer outro procedimento.

Os sistemas de irrigação avaliados são sistemas pressurizados que consistem na aplicação de água sob forma de chuva artificial, por meio do fracionamento de um jato de água em grande número de gotas que se espalham no ar, caindo sobre o terreno. A diferença entre eles consiste na vazão aplicada, no espaçamento adotado entre emissores/aspersores e linhas laterais, área de abrangência do jato de água e, consequentemente, na intensidade de aplicação de água.

As características dos sistemas avaliados foram: os sistemas de microaspersão (lotes 1, 2, 3 e 4) aplicavam 58, 75, 45, 110 l/h, com espaçamento de 8 x 5 m, 8 x 5 m, 8 x 4 m e 6 x 4 m entre emissores, respectivamente; os sistemas de miniaspersão (lotes 5 e 6) aplicavam 160 e 128 l/h, com espaçamentos de 8 x 7 m e 8 x 8 m entre emissores, respectivamente. Enquanto os sistemas de aspersão subcoppa (lotes 7 e 8) tinham vazão de 1960 e 2570 l/h, espaçamento de 12 x 12 m entre aspersores.

Quanto à disposição da cultura no campo, apresentaram espaçamento entre plantas de 4 x 2 m, 4 x 2 m, 5 x 3 x 2 m, 3 x 2,5 m, 4 x 2 m, 4 x 2 m, 4 x 2 m e 3 x 2 m, respectivamente para os lotes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

Os dados meteorológicos, necessários para a estimativa da evapotranspiração e dos parâmetros de avaliação dos sistemas, foram obtidos na estação meteorológica pertencente ao 5º Distrito de Meteorologia (DISME), localizada na Fazenda Experimental (CRNM - EPAMIG), em Nova Porteirinha, distante dos lotes em média de 10 Km.

## Parâmetros para avaliação

A avaliação da eficiência de irrigação dos sistemas foi realizada de duas formas: procedimentos em campo, baseada na metodologia apresentada por Merrian e Keller (1978), e parâmetros de desempenho, com análise dos dados considerando os parâmetros propostos por Keller e Bliesner (1990).

**Procedimentos em campo** - Na coleta de dados para o sistema de irrigação por aspersão subcoppa, a medição da vazão dos aspersores, das linhas laterais localizadas no início, no meio e no fim da linha principal, foi realizada pelo método direto. Também foram medidos os diâmetros dos bocais dos aspersores ao longo das linhas laterais selecionadas, utilizando-se um paquímetro. As pressões de serviço foram medidas por meio de um manômetro de Bourdoun acoplado a um tubo Pitot, em todos os aspersores das linhas laterais avaliadas.

Nos sistemas de irrigação por microaspersão e miniaspersão, as vazões foram medidas no início, a um terço, a dois terços e no final de cada linha lateral e em quatro posições localizadas no início, a um terço, a dois terços e no final de cada linha de derivação nas subunidades escolhidas. As pressões de serviço foram medidas nos mesmos pontos de medição das vazões, utilizando-se um manômetro de Bourdon com tubo Pitot. Nesse caso media-se a pressão estática, que difere pouco da pressão dinâmica, que melhor caracteriza a pressão de serviço do emissor.

Vale salientar que todas as medidas querem seja de pressão, vazão ou qualquer outra, foram repetidas três vezes, no entanto cada lote foi avaliado apenas uma vez, com objetivo de tirar uma fotografia da situação dos lotes, visto que os irrigantes mudavam os procedimentos, em média, de estação para estação.

Para determinação da uniformidade de aplicação dos sistemas de irrigação por aspersão e miniaspersão coletou-se a precipitação de água dos emissores/aspersores utilizando-se pluviômetros de 82 mm de diâmetro, distribuídos em malha de 2 m de lado dentro da área de interface dos mesmos. No entanto, para os sistemas por microaspersão a coleta de precipitação dos emissores foi feita por meio de uma malha de pluviômetros equidistantes de 1,0 m desde o emissor medido até as outras linhas laterais vizinhas.

**Parâmetros de desempenho** - Os parâmetros de desempenho utilizados para avaliar a eficiência de irrigação dos sistemas foram:

- Coeficiente de uniformidade de aplicação de água (CUCaj):

O coeficiente de uniformidade aceito internacionalmente é o CUC. Todavia segundo Almeida (1997), este coeficiente não retrata a realidade de distribuição de água às plantas, devido às características da cultura da bananeira e da disposição dos sistemas de irrigação ora estudados. Assim sendo, utilizou-se a metodologia proposta por Almeida (1997), que considera as condições de interceptação da água na cultura da banana para a uniformidade de aplicação de água, determinando-se o coeficiente de uniformidade de Christiansen ajustado (CUCaj), como descrito na Equação (1):

$$\text{CUCaj} = \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \bar{y}|}{n \bar{y}} \right) 100 \quad (1)$$

onde  $y_i$  é a precipitação média em torno de cada planta (mm);  $\bar{y}$  é a média aritmética das precipitações totais (mm);  $n$  é o número de plantas.

- Eficiência potencial de aplicação ( $E_p$ ), segundo (Keller e Bliesner, 1990):

**Tabela 1.** Resultados dos parâmetros de avaliação da eficiência de irrigação para todos os lotes: pressão média (Pmed) e de projeto (Pproj), vazão média (Qmed) e de projeto (Qproj), coeficiente de uniformidade de Christiansen ajustado (CUCaj), de déficit (Cd), perdas por percolação (Pp), eficiência potencial de aplicação (Epa), de distribuição para área adequadamente irrigada de 90% (ED<sub>90</sub>) e de irrigação (Ei), Projeto Gorutuba, MG (1996).

	Lotes							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Sistemas	Micro	Micro	Micro	Micro	Mini	Mini	Subcopia	Subcopia
Pmed (kPa)	280,0	210,0	160,0	240,0	190,0	230,0	320,0	270,0
Pproj (kPa)	150,0	200,0	150,0	200,0	250,0	200,0	300,0	300,0
Qmed (L.h <sup>-1</sup> )	66,9	70,9	46,4	111,6	135,3	133,7	2650,6	1750,5
Qproj (L.h <sup>-1</sup> )	58,0	75,0	45,0	110,0	160,0	128,0	2570,0	1960,0
CUCaj (%)	89,7	81,6	90,9	89,2	79,4	77,5	79,2	57,7
Cd (%)	61,3	0,0	0,0	31,7	68,1	0,8	0,0	11,0
Pp (%)	0,0	54,6	73,0	0,0	0,4	33,9	51,6	38,3
Epa (%)	98,1	98,2	98,2	98,0	98,2	98,1	98,2	98,2
ED <sub>90</sub> (%)	83,1	69,9	85,0	82,2	66,2	63,2	65,9	30,6
Ei (%)	81,6	68,6	83,5	80,6	65,0	62,0	64,6	30,0

$$\begin{aligned} Epa = & 0,976 + 0,0005.ETo - 0,00017.ETo^2 + \\ & 0,0012.Vv - CI(0,00043.ETo + 0,00018. \\ & Vv + 0,000016 ETo Vv) \end{aligned} \quad (2)$$

$$CI = 0,032.P^{1/3}.Db^{-1} \quad (3)$$

onde ETo é a evapotranspiração de referência (mm.dia<sup>-1</sup>); Vv é a velocidade do vento (Km.h<sup>-1</sup>); CI é o coeficiente relativo à evaporação e arraste (adimensional); Db é o diâmetro do bocal do aspersor (mm); P é a pressão de serviço (kPa).

- Eficiência de distribuição para área adequadamente irrigada (ED<sub>AD</sub>), segundo (Keller e Bliesner, 1990):

$$ED_{AD} = 100 + [606 - 24,9.Pa + 0,349.Pa^2 - 0,00186.Pa^3].(1 - (CUCaj/100)) \quad (4)$$

onde Pa é a percentagem de área adequadamente irrigada (%).

- Eficiência de irrigação para área adequadamente irrigada (Ei<sub>AD</sub>):

$$Ei_{AD} = ED_{AD} . Epa \quad (5)$$

- Coeficiente de déficit (Cd):

$$Cd = \frac{Ldef}{Lreq} \quad (6)$$

onde Ldef é a lámina de déficit (mm); Lreq é a lámina requerida (mm).

- Perda por percolação (Pp):

$$Pp = \frac{Lperc}{Lreq} \quad (7)$$

onde Lperc é a lámina percolada (mm); Lreq é a lámina requerida (mm).

Os parâmetros coeficiente de déficit (Cd) e a perda por percolação (Pp), foram determinados por meio dos gráficos que relacionavam área adequadamente irrigada com o déficit de água no solo antes da irrigação.

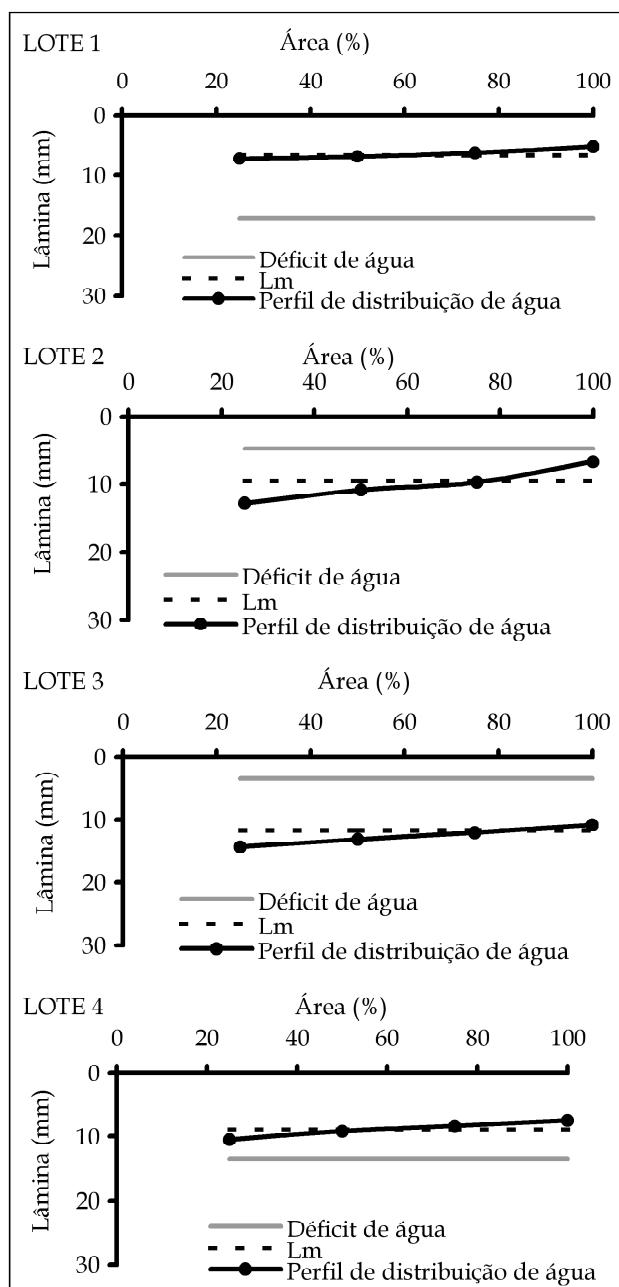
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os principais parâmetros utilizados na avaliação da eficiência de irrigação para todos os lotes e nas Figuras 1, 2 e 3 são apresentados os gráficos com a relação entre o déficit de água no solo e a lámina média de água aplicada e sua distribuição, respectivamente, para os sistemas de irrigação por microaspersão, miniaspersão e aspersão subcopia.

Com os dados das pressões e vazões tanto do projeto como as médias dos dados coletados, verifica-se que, apesar dos valores médios de pressão e vazão apresentarem limites aceitáveis, os valores individuais por lote avaliado indicam variações significativas.

Analizando cada sistema de irrigação, verifica-se que enquanto no sistema por microaspersão, apenas no lote 1, ocorreu uma significativa variação dos dados medidos em relação aos do projeto; para a irrigação por miniaspersão, verificou-se a ocorrência de variações nas pressões, menores do que a pressão do projeto no lote 5 e maiores no lote 6.

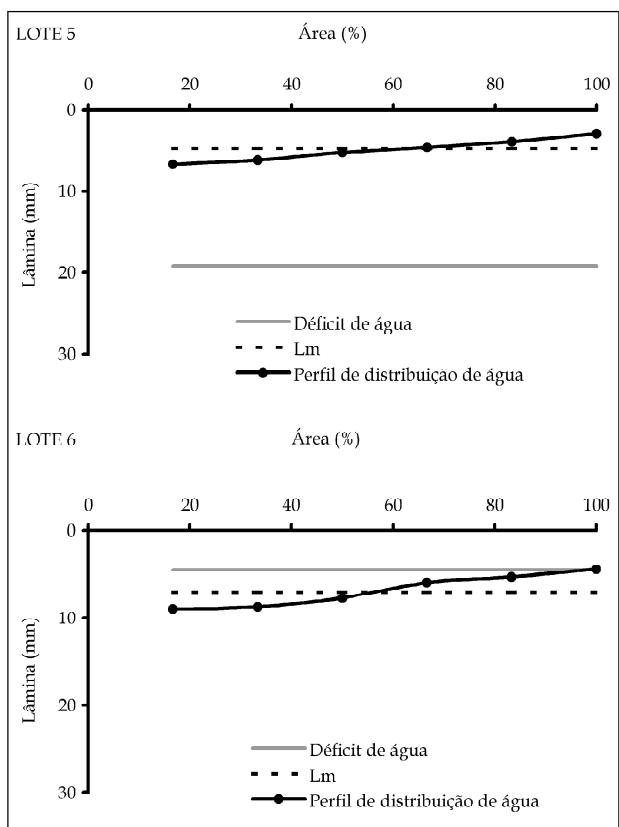
Quanto ao sistema por aspersão subcopia, observou-se que a ocorrência de pressão excessiva em uma linha do lote 7 se deve ao manejo inadequado do hidratante na linha principal, sendo esta a principal causa de variação nesses sistemas de irrigação, visto que a variação de fabricação dos aspersores não é fator relevante como nos sistemas de irri-



**Figura 1.** Lote 1, 2, 3 e 4, representando a média de todos os testes realizados para cada lote, tendo como parâmetros a lâmina média, sua distribuição na superfície e o déficit de água no solo em função da percentagem de área irrigada em torno de um microaspersor.

gação localizada. Sendo importante portanto, a colocação de uma válvula reguladora de pressão ou de acoplamento de um manômetro para permitir a abertura adequada do hidratante.

Outros parâmetros, não explicitamente definidos no cálculo da eficiência de irrigação, são o coeficiente de déficit ( $C_d$ ) e a perda por percolação ( $P_p$ ). Os resultados apresentados na Tabela 1 demonstram ocorrer percolação ele-



**Figura 2.** Lote 5 e 6, representando a média de todos os testes realizados para cada lote, tendo como parâmetros a lâmina média, sua distribuição na superfície e o déficit de água no solo em função da percentagem de área irrigada entre quatro miniaspersores.

vada, superior a 30% em cinco dos lotes avaliados e um déficit importante em pelo menos três, em níveis que podem comprometer a produtividade da cultura.

Comparando os resultados apresentados na Tabela 1 e a Figura 1 para os lotes com sistemas por microaspersão, observa-se a ocorrência de um déficit de água para os lotes 1 e 4 e perda por percolação para os lotes 2 e 3. Um correto manejo da irrigação, com determinações da lâmina necessária em cada irrigação, impediria a ocorrência dos elevados níveis de perdas observadas, permitindo um ajuste desses parâmetros para níveis mais aceitáveis.

Para os sistemas por miniaspersão, apesar da ocorrência de déficits e, ou, perda por percolação não estarem diretamente relacionadas à variação de pressão, mas da falta de controle no tempo de irrigação, verificaram-se déficits nas subunidades do lote 5, com a presença de pressões menores que a do projeto, enquanto nas subunidades do lote 6 verificou-se perda por percolação para pressões maiores que a do projeto.

Quanto aos resultados para os lotes com sistema de irrigação por aspersão subcopia, observa-se a ocorrência de excessivas perdas por percolação e pequenos déficits, possi-

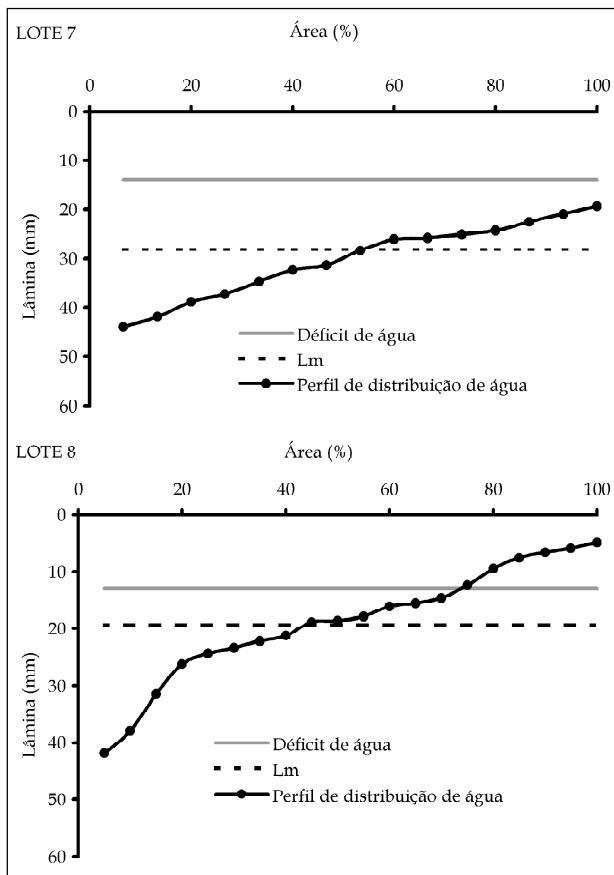


Figura 3. Lote 7 e 8, representando a média de todos os testes realizados para cada lote, tendo como parâmetros a lâmina média, sua distribuição na superfície e o déficit de água no solo em função da percentagem de área irrigada entre quatro aspersores.

velmente por causa do turno de rega elevado associado à baixa uniformidade de aplicação de água.

Para a eficiência potencial de aplicação (Epa), os valores encontrados foram elevados, superiores a 98% em todos lotes e refletem as condições favoráveis de proteção da cobertura vegetal, onde se cria um microclima úmido, com evaporação pequena e sem interferência significativa do vento.

A eficiência de distribuição ( $ED_{90}$ ) apresenta resultados que refletem o coeficiente de uniformidade de Christiansen ajustado (Almeida, 1997). Podendo-se observar, também, que os maiores valores encontrados ocorreram para os sistemas de irrigação por microaspersão, retratando uma melhor distribuição da água aplicada por estes sistemas à cultura.

Para a cultura da banana recomenda-se uma necessidade de 90% de área adequadamente irrigada, por considerar os aspectos relacionados ao seu alto valor de mercado (Keller e Bliesner, 1990).

Os valores da eficiência de distribuição para esse índice ( $ED_{90}$ ) foram superiores a 80% para a microaspersão, exceto para o lote 2, indicando uma correção média de 20% na lâmina requerida para atingir uma área adequadamente

irrigada de 90%. Sendo importante ressaltar que, na Figura 1, devido ao erro na definição correta da lâmina de irrigação, observa-se um descompasso entre o déficit de água no solo e o perfil de distribuição da lâmina aplicada.

Para os sistemas de miniaspersão e aspersão subcota os valores foram menores, atingindo médias de 64,7 e 48,3%, respectivamente. Estes valores refletem basicamente o efeito da uniformidade de aplicação da água, onde se pode observar que os sistemas de irrigação por miniaspersão, apesar de possuir características, quanto à distribuição de água, similar ao do sistema por aspersão, verificam-se valores de coeficiente de uniformidade e, naturalmente, da eficiência de distribuição ( $ED_{90}$ ), superiores aos da irrigação subcota.

Assim, apesar do descompasso entre o déficit de água no solo e o perfil de distribuição da lâmina aplicada, também nesses sistemas, pode-se observar na distribuição média por lote avaliado, uma irrigação com elevado déficit no lote 5 e um pequeno excesso no lote 6 (Figura 2); e elevadas perdas por percolação para os lotes 7 e 8 e um pequeno déficit no lote 8 (Figura 3).

Em função dos valores encontrados de Epa e  $ED_{90}$  determinou-se a eficiência de irrigação ( $Ei_{AD}$ ), considerando-se um ajuste na lâmina aplicada para o valor referente ao déficit de água no solo. Tal consideração se faz necessária, pois a  $Ei_{AD}$  é o fator que corrige os efeitos associados de perdas por evaporação e arraste e da falta de uniformidade, sendo que sua utilização só faria sentido se houvesse um manejo adequado, que aplicasse à lâmina de água requerida.

Os valores médios de  $Ei_{AD}$  foram de 47,3% para a irrigação por aspersão subcota (variação de 30,0 a 64,6%), de 63,5% para a miniaspersão (variação de 62 a 65%) e de 78,6% para a microaspersão (variação de 68,6 a 83,5%).

Era de certa forma esperado, devido às características dos sistemas, que a eficiência de irrigação dos sistemas por aspersão subcota fosse inferior aos demais sistemas avaliados; entretanto, verificou-se valores excessivamente baixos, variando desde 13,6 a 65,7%, para o lote 7 e 8, respectivamente.

Uma possível explicação para essa ocorrência é a diferença entre espaçamento de plantio da cultura nos dois lotes. O lote 7, com espaçamento de 4 x 2 m, apresenta três fileiras de plantas entre duas linhas laterais de irrigação, enquanto o lote 8, com espaçamento de 3 x 2 m, apresenta quatro.

Os resultados de  $Ei_{AD}$  para microaspersão, calculados utilizando conceitos que abrangem todos os parâmetros envolvidos (principalmente a uniformidade), indicam a necessidade de utilização cuidadosa dos valores tabelados na literatura, que para esse sistema recomenda valores de eficiência de irrigação superior a 90% (Keller e Bliesner, 1990). Nesse caso é necessário distinguir irrigação de culturas com características especiais, como é o caso da banana.

Os valores de  $Ei_{AD}$  são fundamentais para definição do tempo de irrigação, pois determinam, juntamente com o déficit de água no solo (IRN), a lâmina bruta a ser aplicada. Chama-se atenção uma vez mais da predominância do valor

de uniformidade de aplicação de água no cálculo da  $E_{i,AD}$ , reafirmando a importância do coeficiente de uniformidade ajustado (CUCaj), que permitiu a sua determinação mais adequada.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1. Os sistemas de irrigação por microaspersão confirmaram sua potencialidade apresentando os melhores resultados na utilização adequada de água, dentre todos os sistemas, possibilitando confirmar que é o mais adequado para irrigação de bananeiras, nas condições avaliadas.
2. As áreas irrigadas por microaspersão proporcionaram maior eficiência de irrigação, sendo o fator fundamental na influência deste parâmetro o CUCaj, e consequentemente o ED<sub>90</sub>, responsável pela caracterização da distribuição de água, visto que o parâmetro de Epa praticamente foi igual para todos os sistemas de irrigação dos lotes avaliados.
3. Em função de uma eficiência potencial de aplicação média de 98% e de uma eficiência de distribuição para uma área adequadamente irrigada de 90%, encontraram-se eficiências de irrigação de 78,6, 63,5 e 47,3% para os sistemas por microaspersão, miniaspersão e aspersão subcopa, respectivamente.
4. Houve excesso de aplicação de água na maior parte dos lotes irrigados por microaspersão, excesso em um lote e déficit no outro na miniaspersão e perda por percolação na aspersão subcopa, devido à pequena capacidade de retenção dos solos, associado ao turno de rega.
5. Os resultados encontrados atestam a necessidade de um programa de conscientização de técnicos e irrigantes para os problemas relacionados à baixa eficiência de irrigação dos sistemas de miniaspersão e aspersão subcopa e o melhor desempenho do sistema de microaspersão, que deve ser o recomendado para a irrigação da cultura da banana, de forma a gerir adequadamente os recursos hídricos disponíveis.
6. Conclui-se ainda, pela necessidade de realização de outros trabalhos que possibilitem não só o aprofundamento dos resultados encontrados, mas que também forneçam informações relativas à produção e uso da água relacionando a fatores econômicos, possibilitando assim, a adequação do produtor às realidades de gestão dos recursos hídricos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos de mestrado para o primeiro autor, e ainda, a EPAMIG (Centro Regional do Norte de Minas) e a CODEVASF (SR-1), pelo apoio dado nos trabalhos de campo.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. T. (1997). *Avaliação dos sistemas de irrigação pressurizados e manejo da água na cultura da banana no Projeto Gorutuba*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa, MG.
- BERNARDO, S. (1996). *Manual de irrigação*. Ed. UFV. 6<sup>th</sup> ed., 657 p.
- CODEVASF (1978). *Lerantamento de aptidão para irrigação e mapeamento pedológico*. Ministério da Integração Nacional - Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco.
- CODEVASF (1991). *Inventários dos projetos de irrigação*. Ministério da Integração Nacional - Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco, 2<sup>nd</sup>, 160 p.
- CODEVASF (1996). *Relatório anual de atividades técnicas*. Ministério da Integração Nacional - Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco, 2<sup>nd</sup>, 30 p.
- HART, W. E.; PERI, G. & SKOGERBOE, G. V. (1979). Irrigation performance: an evaluation. *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, New York, 105 (IR3): 275-288.
- HART, W. E. & REYNOLDS, W. N. (1965). Analytical design of sprinkler systems. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, 8 (1): 83-89.
- KELLER, J. & BLIESNER, R. D. (1990). *Sprinkle and trickle irrigation*. New York, Van Nostrand Reinhold Publ. Co., 652 p.
- MERRIAN, J. L. & KELLER, J. (1978). *Farm irrigation system evaluation: a guide for management*. Logan, Agricultural an Irrigation Engineering Department, 271 p.

## *Irrigation Efficiency in Banana Crops in Project Gorutuba*

### ABSTRACT

*Irrigated agriculture is one way to develop the north of the state of Minas Gerais. However, the inadequate utilization of the irrigation systems might render this means of production impracticable, since it is essential to implement systems for the efficient use of water resources in the region. In order to allow water use management, we evaluated eight land parcels in Project Gorutuba for efficiency of water use by the banana crop, irrigated by pressurized irrigation systems: microsprinkler, minisprinkler, and under-tree sprinkler. Large losses to percolation were observed, of over 50% of the depth applied in almost half of the land parcels evaluated. Irrigation efficiency, including application, distribution and leading efficiency, attained values of 79, 64 and 45% for the microsprinkler, minisprinkler, and under-tree sprinkler systems, respectively. With these results, it can be inferred that the microsprinkler irrigation system is most appropriate for banana crops, under the conditions evaluated.*

*Key words:* irrigation; water use efficiency; water resources management.