

**ASPECTOS DE MANEJO DE IRRIGAÇÃO PARA EFICIENCIA DE USO DE ÁGUA  
EM BANANEIRA**  
(ASPECTS OF IRRIGATION SCHEDULE FOR WATER USE EFICIENCY IN BANANA)

Eugenio Ferreira Coelho<sup>1</sup>, Sergio Luiz Rodrigues Donato<sup>2</sup>, Polyanna Mara de Oliveira<sup>3</sup>, Tibério Santos Martins Silva<sup>1</sup>

**RESUMO**

As incertezas climáticas atuais associadas ao fenômeno de aquecimento global e o elevado consumo de água está colocando a agricultura irrigada em uma situação crítica, chegando resultar em paralisação de projetos de irrigação com reflexo econômico e social. O manejo da água de irrigação influencia diretamente a eficiência de uso de água (EUA) das culturas, em particular da bananeira. A atuação no manejo de água para aumento da EUA da bananeira tem inicialmente o desafio de aplicar o manejo técnico na agricultura irrigada. Outra ação no manejo de água é a atuação nos fatores que possam reduzir os coeficientes de cultura, tais como uso de sistemas de irrigação de menor demanda de água e uso dos coeficientes de cultura dual. O uso de artifícios de manejo da cultura como cobertura morta, adensamento, uso de antitranspirantes e uso de hidrogel são fatores para aumento da EUA. O uso de métodos de irrigação com déficit como a regulação do déficit de irrigação e o secamento parcial das raízes também devem ser considerados para aumento da EUA. Portanto, existem ferramentas disponíveis que devem ser usadas efetivamente para aumento da EUA da bananeira e para contribuir com a sustentabilidade dos recursos hídricos.

**ABSTRACT**

The climatic uncertainties associated to global heating and to the high use of water is carrying the irrigated agriculture to a critical status with paralisation of irrigation projects with social and economic reflex. The irrigation schedule influences the water use efficiency (WUE) of crops, banana in particular. Actions in irrigation schedule for increase EUA has the challenge of applying it in irrigated agriculture. Another action in irrigation schedule is to work on factors that may reduce crop coefficients such as irrigation system of smaller water requirement and use of dual crop coefficients. The use of crop management alternatives such as plant density, use of antitranspirants and hidrogel are factors for increasing WUE. Also the use of irrigation deficit methods like regulation deficit irrigation and partial root drying should be considered for increasing WUE. Therefore, there is available tools that has to be applied for enhance WUE for banana and to contribute to sustainability of water resources.

**INTRODUÇÃO**

Atualmente o Sudeste e o Nordeste do Brasil vive uma crise hídrica, cujo desfecho é incerto principalmente pelas incertezas meteorológicas (AGENCIA NACIONAL DE AGUAS - ANA, 2015) relacionadas a reduções na precipitação que vem ocorrendo no Sudeste e principalmente no Nordeste do Brasil. O Instituto meteorológico da Suíça aponta as regiões Norte e Nordeste como as

<sup>1</sup> Eng. Agr. Pesquisador Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA. [eugenio.coelho@embrapa.br](mailto:eugenio.coelho@embrapa.br)

<sup>2</sup> Eng. Agr. Prof. IF Baiano Campus Guanambi, Guanambi, BA

<sup>3</sup> Eng. AGr. Pesquisadora EPAMIG-URNM, Nova Porteirinha, MG

chamadas “Climatic change hot spots”, isto é, zonas de repostas mais significativas as mudanças climáticas, sendo maior impacto no Nordeste com perigo de aridização até 2100. Além disso prevê aumento da temperatura, no cenário mais otimista, de 1 a 3°C com um conseqüente aumento da evaporação e evapotranspiração pela redução da umidade relativa. O mesmo Instituto prevê redução de 10 a 15% das precipitações atuais, resultando em aumento do déficit hídrico na região, o que vai dificultar principalmente a agricultura, maior usuária dos recursos hídricos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2011).

A cultura da bananeira é sensível ao déficit hídrico e se enquadra, tradicionalmente, entre as culturas que mais respondem a aplicação de água, com sistema radicular da bananeira que pode ser pouco eficiente na extração de água do solo (Soto Ballester, 1992; 2008), fato que aliado à grande exigência hídrica do pseudocaule demanda umidade do solo sempre em níveis próximos da capacidade de campo. A bananeira pode requerer na fase adulta nas condições semiáridas em condições de demanda máxima de água de 4 a 6 mm dia<sup>-1</sup>, o que corresponde de 40 a 60 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de consumo de água por dia. Aregião Norte de Minas, por exemplo, tem 41770 ha de bananeira (TODA FRUTA, 2015), o que equivaleria a uma necessidade diária de 1.670.800 a 2.506.200 m<sup>3</sup> de água por dia.

Tem-se, portanto, um cenário negativo para a disponibilidade de recursos hídricos, isto é, por um lado redução nos recursos hídricos disponíveis e por outro predomínio de uma cultura de elevada demanda de água. A situação aponta para perspectivas desanimadoras, uma vez que medidas poderão ser necessárias para redução total ou parcial do fornecimento de água para agricultura, o que já vem sendo feito, tendo como exemplo a interrupção do fornecimento de água para os projetos Ceríma, Estreito e redução do fornecimento no projeto Gorutuba. Essas medidas, além de reduzirem a produção geram efeitos vários sociais negativos.

É tempo, portanto, de conviver com o problema e procurar estratégias de mitigação dos efeitos negativos do mesmo. A princípio, é necessária conscientização dos produtores para o uso racional da água, isto é, evitar perdas ou desperdício de água. Essas perdas ocorrem desde o sistema de bombeamento até na aplicação as culturas. O uso de tubulações em vez de canais abertos ou assequeiros já é um grande diferencial na distribuição de água, mas é preciso atentar para os dois principais sumidouros de água quando essa chega efetivamente às culturas: a evaporação e as perdas por percolação. Essas perdas são inerentes do processo de irrigação e estão inseridas nas pesquisas que demonstraram as demandas de água conhecidas pelas culturas em particular a bananeira. Tais perdas estão diretamente associadas a eficiência de uso de água pelas culturas, que, de forma prática, é o quanto de água necessário para a produção de 1 kg da cultura. O aumento da eficiência de uso de água pelas culturas significa aumentar a produtividade para a lâmina ou volume de água aplicado.

Esse artigo objetiva contribuir para a redução do uso de água na irrigação da bananeira como forma de sustentabilidade da cultura em condições de escassez de recursos hídricos, por meio de sugestões de alternativas para aumento da eficiência de uso da água para a cultura da bananeira.

## **NECESSIDADES HÍDRICAS E EFICIÊNCIA DE USO DE ÁGUA DA BANANEIRA**

A aplicação racional de água na bananeira requer inicialmente o conhecimento das necessidades hídricas da cultura o que é fundamental na aplicação de água a mesma.

As curvas de crescimento da bananeira, normalmente ajustadas por modelos não lineares tipo logístico, Johnson-Schumaker, Gompertz (TERRA et al., 2010; PEREIRA, 2000) além de

outros demonstram que a taxa de crescimento apresenta-se constante até o quarto ou quinto mês do plantio e aumenta a partir daí mantendo-se constante até próximo da emissão floral quando reduz para valores próximos de zero, isto é, o crescimento é interrompido para dar sequência a fase produtiva, onde os fotoassimilados serão direcionados para os frutos. Dessa forma, até a floração pode-se ter duas fases de distintas necessidades hídricas, isto é, até o quarto ou quinto mês do plantio e daí até a emissão floral, sendo que na primeira fase a demanda de água é menor que na segunda. A deficiência hídrica neste período, principalmente do quarto ou quinto mês a floração influirá no desenvolvimento das folhas, no ritmo de emissão foliar, na época da iniciação floral (Turner & Fortescue, 2010), além de influenciar na floração e no número de pencas e produção de cachos (Robinson, 1986). Na floração, a demanda de água pela bananeira aumenta em relação a fase vegetativa e esse aumento continua na fase de enchimento de frutos dos cachos até a estabilização do crescimento dos frutos, que ocorre de 100 a 140 dias da floração conforme o manejo da cultura e a cultivar. O produtor precisa ter a consciência de que essas fases: (1) plantio ao quarto ou quinto mês, (2) desse período a floração, (3) no período de floração, (4) no período de enchimento de frutos e (5) no período subsequente a esse as quantidades de água a serem aplicadas são diferentes e devem adequar a essas fases. A aplicação de água a revelar a necessidade em cada fase reduz a EUA da cultura e contribui para aumento de perdas indevidas de água.

A tradução dessas informações para o lado quantitativo de aplicação de água durante o ciclo requer o conhecimento dos coeficientes de cultura e da evapotranspiração máxima, potencial ou de referência da região ou do local de plantio. Essas informações, mesmo que em diferentes frequências (todo dia até semanalmente) são fundamentais para a elevação da EUA, entretanto, elas precisam de dados meteorológicos disponíveis na internet e de manipulação matemática, que requerem maior conhecimento técnico, muitas vezes indisponível nas empresas ou propriedades rurais. Essas informações são usadas juntamente com dados de eficiência do sistema de irrigação para gerar a lâmina líquida e bruta necessária. A lâmina bruta é usada para a determinação do tempo de irrigação, conforme a vazão dos emissores de água ou a intensidade de precipitação desses. Entretanto o processo de determinação do tempo de irrigação, que é o que interessa ao produtor, é mais apropriado a técnicos, sendo que as empresas agrícolas que possuem técnico disponível para esse fim ou que possa contratar serviços especializados para esse fim poderão fazer uso mais eficiente da água de irrigação. Os demais precisam apoio de instituições que possam fornecer essas informações.

O uso tradicional dos coeficientes de cultura ou  $K_c$  médios que por si já são um diferencial no uso racional da água de irrigação, entretanto o uso do coeficiente de cultura como a soma dos coeficientes de cultura basal ( $K_{cb}$ ) e de evaporação ( $K_e$ ) são uma alternativa para o aprimoramento do uso racional de água e aumento da eficiência de uso de água pelas plantas. O  $K_{cb}$  expressa a razão da evapotranspiração da cultura e a evapotranspiração máxima numa condição em que a superfície do solo se apresenta seca, mas a transpiração ocorre em taxa potencial. O  $K_e$  expressa o componente da evaporação da água do solo e é máximo após uma chuva ou irrigação quando a superfície do solo encontra-se saturada e pode ser nulo com a superfície do solo completamente seca. Dessa forma o uso do  $K_c$  dual resulta em maior economia de água que o  $K_c$  médio, como pode ser verificado nas Tabelas 1 ( $k_c$ ) e 2 ( $K_c$  dual), isto é uma redução de 40% na fase inicial a 5 ou 10% da quantidade aplicada na fase de produção. As reduções no consumo de água serão as mesmas.

**Tabela 1.** Coeficientes de cultura (Kc) recomendados por Allen et al. (1998) para dois ciclos de produção da bananeira.

Ano (ciclo)	Kc <sub>i-fase inicial</sub>	Kc <sub>cresc. máximo dos frutos</sub>	Kc <sub>-estabilização cresc. frutos</sub>
1	0,5	1,10	1,0
2	1,0	1,20	1,1

**Tabela 2.** Coeficientes de cultura basal (Kcb) recomendados por Allen et al. (1998) para dois ciclos de produção da bananeira.

Ano (ciclo)	Kc <sub>i-fase inicial</sub>	Kc <sub>cresc. máximo dos frutos</sub>	Kc <sub>-estabilização cresc. frutos</sub>
1	0,15	1,05	0,9
2	0,6	1,10	1,05

Outro aspecto no cálculo da lâmina necessária de reposição de água a cultura pela evapotranspiração da cultura, que envolve diretamente o coeficiente de cultura é no caso da irrigação localizada onde o coeficiente de ajuste ( $K_L$ ) devido à aplicação localizada da água (adimensional) deve ser considerado, sendo seu cálculo feito conforme a Tabela 3, sendo que qualquer das equações pode ser usada para a bananeira, entretanto, as de Keller & Bliesner (1990) e Fereres (1981), que reduzem menos o Kc.

**Tabela 3.** Equações para determinação do coeficiente de ajuste,  $K_L$ , (COELHO et al., 2012).

Equação	Fonte
$K_L = P_s + 0,15 (1 - P_s)$	Keller (1978)
Se $P_s \geq 0,65 \rightarrow K_L = 1,0$	
Se $0,20 < P_s < 0,65 \rightarrow K_L = 1,09 P_s + 0,3$	Fereres (1981)
Se $P_s \leq 0,20 \rightarrow K_L = 1,94 P_s + 0,10$	
$K_L = 0,1\sqrt{P_s}$	Keller & Bliesner (1990)

$P_s$  - fração de área molhada ou sombreada, prevalecendo o maior valor.

O que se mencionou até o momento é o que a literatura disponibiliza para calcular a quantidade de água a ser aplicada as culturas que pode ser reduzido que a reposição de água feita pela evapotranspiração da cultura ajustada a lâmina líquida necessária pelo coeficiente de cultura, que pode ser reduzido conforme o sistema de irrigação (uso do  $K_L$ ) e as próprias condições de umidade do solo entre irrigações (uso do Kc dual). Além disso outras formas de manejo da cultura podem contribuir para redução da água necessária as plantas pela redução do Kc, como é o caso da cobertura do solo, que reduz significativamente a evaporação, onde o  $K_e = 0$  e o Kc fica igual ao Kcb. Nesse caso, se a irrigação for por aspersão sub copa com cobertura orgânica, esse material que retém água poderá ficar úmido durante todo o tempo aumentando a evaporação ( $K_e = 0$ ), aumentando o Kc ou a demanda de água a cultura em vez de diminuí-lo (FAO 24, 1975); isto poderá ocorrer também com o uso da microaspersão. O efeito de redução do Kc ou da demanda de água pela cultura poderá ser efetivo ( $K_e=0$ ) com uso de cobertura orgânica juntamente com sistema de gotejamento, que não mantém a palha úmida reduzindo a evaporação do solo úmido abaixo da mesma.

As cultivares comerciais de bananeira respondem diferentemente aos níveis de água no solo, isto é, se comportam diferentemente quanto a demanda de água, tendo diferentes coeficientes de cultura em função do tempo decorrido do plantio. A cultivar Pacovan é resistente a déficits hídricos do solo com demandas no primeiro e segundo ciclo variando de 632 a 1200 mm e

evapotranspiração da cultura variando de 3,8 a 5,8 mm dia<sup>-1</sup> (Texeira et al., 2002). A Grand Naine (AAA) é a de melhor resposta a irrigação comparada as cultivares do tipo Prata como a 'Platina' (PA 42-04) que apresenta melhor resposta em relação a 'Prata Anã' (Figura 1), o que indica que essas cultivares são mais adequadas para cultivo irrigado que a 'Prata Anã', considerando apenas o aspecto de adequação de cultivares a irrigação. A cultivar Princesa e a BRs Tropical são as de menor resposta a irrigação comparada as anteriores, isto é, a de menor taxa de aumento da produtividade com o aumento da lâmina de água aplicada sendo que seus coeficientes de cultura podem a princípio ser conforme a Tabela 4.

Tabela 4. Coeficientes de cultura para a bananeira cultivar Princesa, em condições semiáridas do Norte de Minas Gerais.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,38	0,38	0,43	0,48	0,57	0,70	0,81	0,95	1,05	1,05	0,86	0,74

As lâminas de irrigação correspondentes as máximas produtividades das cultivares Prata anã, Grand Naine e Platina nas condições do Norte de Minas variam de 1211 mm (Prata Anã) a 1335 mm (Platina) com eficiências de uso de água entre 50,0 kg mm<sup>-1</sup> para a Prata Anã a 70,8 kg mm<sup>-1</sup> para a Grand Naine (Tabela 5).

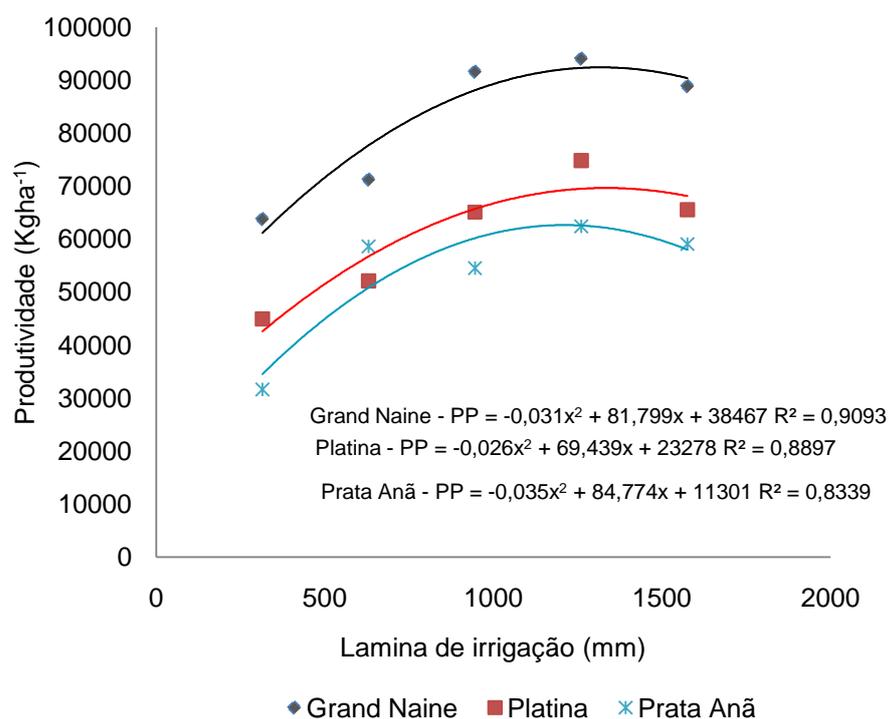


Figura 1. Resposta das cultivares Grand Naine, Platina (PA42-44), FHIA 18 (PA94-01) e Princesa a níveis de água de irrigação. Nova Porteirinha, 2013.

Tabela 5. Lâmina correspondente a produtividade máxima física e econômica e EUA correspondentes as lâminas correspondentes às produtividades física e econômica. Janauba, 2013.

Cultivar	Lamina Produt física (mm)	Lamina produtiv. Econômica (mm)	EUA produtiv. Física (kg mm <sup>-1</sup> )	EUA produtiv. Econômica (kg mm <sup>-1</sup> )
Grand Naine	1319,3	1304,8	70,1	70,8
Platina	1335,4	1318,1	52,2	52,8
Prata Anã	1211,1	1204,6	51,7	52,0

O uso da lâmina correspondente a produtividade máxima econômica não altera esses valores de forma relevante (Tabela 5), considerando que os resultados acima são de experimentos controlados onde a lâmina de água aplicada é calculada de forma técnica, conforme a evapotranspiração diária, daí a pequena diferença das EUA para as produtividades máximas física e econômica. Em condições de campo os poucos produtores procuram ou conseguem um manejo de água dentro de critérios técnicos, o que provavelmente reduz significativamente a EUA.

### **MANEJO DA CULTURA PARA AUMENTO DA EFICIÊNCIA DE USO DE ÁGUA**

O manejo da cultura da bananeira interfere na EUA; aspectos como a adubação, controle de pragas e doenças influenciam diretamente a EUA. Uma planta mal nutrida ou doente não tem como potencializar sua produção, independente da precisão na água aplicada. A densidade de plantio é um fator fundamental na EUA. Os espaçamentos usados para as plantas referem-se a recomendações estabelecidas no período quando a irrigação não tinha relevância e a competição por água que era prontamente disponível apenas nos períodos chuvosos não permitia espaçamentos mais adensados. Atualmente o adensamento tem sido investigado, mesmo porque já uma prática comum do produtor nos projetos de irrigação, que apesar da recomendação do sistema mãe, filho e neto, usa mais de uma planta produtiva por touceira nos espaçamentos comuns de 3,0 m x 2,0 m ou 3,0 m x 2,5 m. O adensamento pode ser feito atuando no espaçamento e no número de seguidores ou plantas produtivas por touceira. O ideal é conseguir reduzir o espaçamento ou aumentar o número de plantas produtivas por touceira de forma a aumentar a produtividade sem contudo reduzir a qualidade física e química dos frutos para fins comerciais. Lima (2015) usando duas plantas produtivas por touceira, plantadas numa mesma cova produziram 69% de frutos comerciais a mais que a produtividade das bananeiras plantadas com uma planta por touceira.

Outras alternativas podem ser usadas como antes do plantio na abertura de covas usar plástico no fundo das covas para reduzir a percolação, Nesse caso a cova deve ser 0,05 m mais profunda, isto é, em vez de 0,40 x 0,40 x 0,40 m, seria 0,40 x 0,40 x 0,45 m, sendo colocado um pedaço de lona plástica de 0,40 x 0,40 m no fundo da cova. Esse artifício é mais efetivo quando o sistema de irrigação é por gotejamento, devido a localização dos gotejadores sobre ou próximo da cova. Esse artifício em conjunto com a cobertura do solo vai reduzir a perda por percolação e a por evaporação aumentando ainda mais a eficiência de uso de água pela cultura.

O uso de antitranspirantes também é uma alternativa para aumento da eficiência do uso de água já usada em países onde predomina regiões áridas, onde há registros de aumento de da EUA até 49% por conta da aplicação desses produtos (EBRAHIEM-ASMAA, 2012; EL-KHAWAGA, 2013). Os antitranspirantes podem atuar como um filme sobre as folhas impedindo a transpiração

ou podem refletir a luz solar evitando elevação da temperatura foliar ou mesmo reduzir a abertura estomatal.

Recentemente tem sido usado mais a nível de viveiros o hidrogel na forma de polímeros superabsorventes que elevam a disponibilidade de água, reduzem as perdas por percolação, lixiviação de nutrientes (AZEVEDO et al., 2002). O hidrogel chega a absorver de 100 a 400 vezes sua massa seca (PREVEDELLO & LOYOLA, 2007), tendo um potencial enorme para economia de água, podendo reduzir de 20 a 50% o volume de água usado para irrigação conforme informações do Grupo Polifer.

O uso de quebra ventos também contribui na redução da evapotranspiração das bananeiras, uma vez que a inibe a intensidade da movimentação das massas de ar, reduzindo o déficit de pressão de vapor e aumenta a resistência aerodinâmica na cultura reduzindo a evapotranspiração.

## MANEJO DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO PARA AUMENTO DA EFICIÊNCIA DE USO DE ÁGUA

Com respeito ao uso da água, quer no meio urbano ou rural, a cultura existente de que ela sempre é abundante e a cultura deve receber o máximo que se pode aplicar. Se esse fato pode ser justificado por um lado pelo fato de as bananeiras mais cultivadas responderem a aplicação de água, por outro, o usuário deve entender que a partir de determinada lâmina de irrigação, o ganho em produtividade não vai compensar o dispêndio de água bem como o custo desse dispêndio. Como evidência disso, pode-se verificar na Figura 1 que, o dispêndio de água além das quantidades que maximizam a produtividade econômica é desnecessário e vai consistir em desperdício.

Dos métodos de manejo de água de irrigação para a cultura da bananeira, dois são mais usados: o método de reposição de água no solo com base na umidade ou no potencial matricial, considerando uma redução da água disponível como indicador do momento da irrigação e o método do balanço de água na zona radicular. O primeiro método pressupõe que o produtor tem meios de obter a umidade e/ou potencial da água no solo. O método consiste na determinação da umidade ou da tensão crítica ( $T_c$ ) a partir da curva de retenção com base na percentagem de redução permissível da água disponível do solo ( $f_r$ ). O valor indicado para uso tem sido de 0,30, o que equivale a obter a umidade e a tensão de água correspondente a 70% da água disponível do solo, na curva de retenção de água no solo. O problema de uso desse método está na definição da umidade ou tensão crítica, que, por necessitar da curva de retenção, que é de difícil obtenção, devido aos poucos laboratórios disponíveis para obtenção dessa curva. Além disso, uma vez obtida a curva o agricultor precisará de um técnico para definir na curva a tensão ou umidade crítica. A Tabela 6 sugere valores de umidade e tensão crítica para diferentes solos considerando  $f_r$  de 0,7. Esse valor pode entretanto reduzir para 0,65 ou mesmo 0,60 dependendo da resposta a água da cultivar, como é o caso da 'Princesa' que apresenta uma baixa taxa de aumento da produtividade com o aumento da lâmina de água. A lâmina de irrigação aplicada é calculada pela equação:

$$LRN = 10 \cdot (U_{CC} - U_{PM}) \cdot \rho_b \cdot z_r \cdot f_{Am} \cdot f_r \quad (1)$$

$U_{CC}$  e  $U_{PM}$  correspondem, respectivamente, a umidade referente ao limite superior (capacidade de

campo) e inferior (ponto de murcha permanente) da água disponível do solo ( $g \cdot g^{-1}$ );  $\rho_b$  a densidade do solo ( $g \cdot cm^{-3}$ );  $Z_r$  corresponde a profundidade do sistema radicular (cm);  $f_{Am}$  é o fator que considera a área molhada pelo sistema de irrigação ( $f_{Am} = 1$  para irrigação por aspersão ou por superfície) e  $f_r$  o fator de redução permissível da umidade do solo abaixo da limite superior de água disponível (capacidade de campo). O fator de redução pela área molhada ( $f_{AM}$ ) é dado nas Tabelas 7 e 8 para gotejamento e microaspersão, respectivamente. A profundidade efetiva do sistema radicular da bananeira sob irrigação por microaspersão e gotejamento varia de 0,40 m a 0,60 m (SANTANA et al., 2012).

Na equação 1 a  $U_{cc}$  normalmente é tomada para tensões entre 6, 10 e 33 kPa, conforme a textura do solo arenosa, média e argilosa, entretanto a capacidade de campo não é uma constante hídrica do solo e pode variar, além da textura, com a estrutura e com isso esses valores se tiverem sido superestimados resultará em uma disponibilidade de água acima da real e consequentemente a lâmina calculada será superestimada. A profundidade do sistema radicular também é um fator que pode superestimar sensivelmente a lâmina aplicada. Se esse valor for único em todo o ciclo da bananeira, dependendo da magnitude desse valor, a lâmina poderá ser superestimada, com aumento de perdas e redução da EUA. No caso de irrigação por gotejamento ou microaspersão, a profundidade máxima a partir do período de emissão floral deverá ser de 0,40 m, mas não usar esse valor em todo o ciclo; iniciar por 0,15 m e aumentando de forma linear com o tempo decorrido do plantio, isto é, utilizando um fator ( $\gamma$ ) a ser multiplicado por 0,40 m, cujo valor é dado pela equação:

$$\gamma = \frac{d_j}{d_f}$$

em que  $d_j$  é o número de dias decorridos do dia atual ao dia de plantio,  $d_f$ , o dia decorrido do plantio até a emissão floral.

**Tabela 6** . Umidade e tensão crítica de solos de diferentes classes texturais para a cultura da bananeira. Fonte: Coelho et al. (2012).

Classificação Textural	Umidade Cap.campo ( $m^3 m^{-3}$ )	Umidade p. murcha ( $m^3 m^{-3}$ )	Umidade Crítica ( $m^3 m^{-3}$ )	Tensão Crítica (kPa)
Arenosa	0,1700	0,0847	0,1374	10
Areia Franca	0,1997	0,0549	0,1563	14
Franco Arenosa	0,2094	0,0807	0,1708	16
Franco	0,3156	0,1033	0,2519	26
Franco Argilo arenosa	0,2355	0,0894	0,1917	19
ArgiloArenosa	0,1639	0,1508	0,1599	14
Franco Argilosiltosa	0,2397	0,0743	0,1901	23
Argila	0,3560	0,2555	0,3111	49

**Tabela 7** - Percentagem de área molhada para sistemas de irrigação por gotejamento com uma e duas linhas laterais para diferentes condições de solo, espaçamento de touceiras e número de emissores por touceira.

Textura do solo	Esp. entre emissores (m)	Esp. Entre plantas (m)	Esp. entre fileiras (m)	Nº de emissores por touceira	Raio molhado (m)	f <sub>AM</sub> (%) 1 linha lateral	f <sub>AM</sub> (%) 2 linhas laterais
Arenosa	0,4	2,0	2,5	3	0,5	12	-
Arenosa	0,4	2,0	2,5	4	0,5	16	-
Arenosa	0,4	2,0	2,5	8	0,5	-	29
Arenosa	0,4	2,5	3,0	4	0,5	11	-
Arenosa	0,4	2,5	3,0	5	0,5	13	-
Arenosa	0,4	2,5	3,0	8	0,5	-	19
Média	0,7	2,5	3,0	3	0,9	38	-
Média	0,7	2,5	3,0	4	0,9	-	45
Média	0,7	2,5	3,0	6	0,9	-	67
Argilosa	0,9	2,0	2,5	2	1,1	40	-
Argilosa	0,9	2,0	2,5	4	1,1	-	72
Argilosa	0,9	2,5	3,0	2	1,1	26	-
Argilosa	0,9	2,5	3,0	4	1,1	-	48

**Tabela 8** - Percentagem de área molhada (f<sub>AM</sub>) para sistemas de irrigação por microaspersão com uma linha lateral para duas fileiras de plantas, em diferentes condições de solo, e de espaçamento da bananeira considerando um microaspersor para quatro plantas.

Esp. entre touceiras (m)	Esp. entre fileiras (m)	Esp. entre emissores (m)	Vazão (L h <sup>-1</sup> )	Diâmetro Molhado (m)	Percentagem de área molhada-f <sub>AM</sub> (%)		
					Areia	Média	Fina
2,0	2,5	4,0	24	3,4	56	64	69
2,5	3,0	5,0	24	3,4	37	43	46
2,0	2,5	4,0	43	4,1	79	89	95
2,5	3,0	5,0	43	4,1	53	59	63
2,0	2,5	4,0	65	4,6	98	100	100
2,5	3,0	5,0	65	4,6	65	72	77
2,0	2,5	4,0	78	5,9	100	100	100
2,5	3,0	5,0	78	5,9	100	100	100

O método do balanço de água na zona radicular que se baseia na equação:  $D_i = D_{i-1} + ETc + Dr - I - Pe$ , onde  $D_i$  = déficit atual de água no perfil do solo na profundidade  $z$  até o dia  $i$  (mm);  $D_{i-1}$  = déficit de água no perfil do solo até o dia anterior ( $i - 1$ );  $ETc$  = evapotranspiração da cultura (mm);  $Dr$  = drenagem (mm) além da profundidade  $z$ ;  $I$  = lâmina líquida de irrigação (mm) e  $Pe$  = precipitação efetiva (mm). Esse balanço inicia-se com déficit nulo ( $D_{i-1} = 0$ ), isto é, solo com umidade na capacidade de campo. A  $Dr$  (drenagem) abaixo da zona radicular pode ser considerada nula para irrigação localizada (gotejamento e microaspersão) se praticada nos padrões técnicos. Normalmente, a irrigação é feita na ausência de chuvas, uma vez que se for feita após uma chuva cuja soma dessa e a irrigação superem a  $ETc$ , o déficit continuará nulo. Assim, o balanço é mais usado em condições de  $Pe = 0$ . Portanto, se  $D_r$  e  $P_r$  são nulos o balanço fica:  $D_i = D_{i-1} + ETc - I$  (2)

O momento de irrigar será quando  $D_i$  for igual ou superior a LRN da equação 1 e a quantidade de água a aplicar será o próprio  $D_i$ . Os sensores mais recomendados para uso com os métodos apresentados têm sido o tensiometro, e o watermark, que são os mais acessíveis ao produtor em termos de custo. Existem os medidores de umidade de alta precisão como os reflectómetros (reflectometria no domínio do tempo-TDR e reflectometria no domínio da frequência – FDR), que, entretanto, são de custo elevado podendo ser adquiridos apenas por

grandes produtores. Há sensores que são usados apenas para identificar o momento da irrigação como o irrigas. Esse método do balanço de água na zona radicular, embora seja o mais adequado em termos de precisão, é o menos usado devido envolver medidas de variáveis do solo e do clima, requerendo equipamentos de mais difícil acesso aos produtores, mas que se adotado, seria de maior contribuição no aumento da EUA.

Recentemente, métodos de manejo de irrigação com aplicação de lâminas de água inferiores as calculadas vem sido avaliadas em pesquisas para diferentes culturas. Dois métodos de redução da lâmina de irrigação são: regulação do déficit de irrigação e secamento parcial das raízes (SPR) ou irrigação lateralmente alternada. O primeiro propõe reduzir a lâmina de irrigação em quantidades compatíveis com a sensibilidade a estresse hídrico da cultura em cada fase fenológica, já o segundo método propõe reduzir 50% da lâmina calculada, sem ocasionar redução de produtividade significativa. O método do SPR, podese usado tanto com gotejamento como com microaspersão, sendo o gotejamento o mais comum, onde são usadas duas linhas laterais por fileira de plantas, sendo a água aplicada em apenas uma linha lateral com alternância do lado irrigado numa frequência que deve ser definida para as culturas em função de sua maior ou menor sensibilidade. No caso da bananeira os resultados de pesquisas tem mostrado para cultivar Princesa (COELHO et al., 2014), que os valores médios de redução da produtividade foram maiores para a redução de água na fase de floração, seguido da fase de crescimento de frutos e da fase de crescimento vegetativo. A redução de 40% da lamina aplicada na fase vegetativa não influenciou a produtividade, entretanto, nas demais fases a redução na produtividade variou de 38 a 44% (Figura2).

Os resultados referentes ao SPR com avaliação de alternância de lado irrigado a cada 7, 14 e 21 dias, além da irrigação continua de 50% da lâmina bruta de um só lado da planta nas condições do norte de Minas, tem mostrado para a cultivar Princesa que a redução de 50% da lamina bruta com frequência de alternância de lados irrigados da planta de 7, 14 ou 21 dias não ocasionou diferença em produtividade, embora a frequência de alternância de 21 dias tenha apresentado menores números de frutos por cacho. Esses resultados demonstram que tanto a regulação do déficit de irrigação como o secamento parcial das raízes (irrigação lateralmente alternada) podem ser usados para a bananeira 'Princesa' e devem ser considerados dentro das estratégias para redução do uso de água de irrigação.

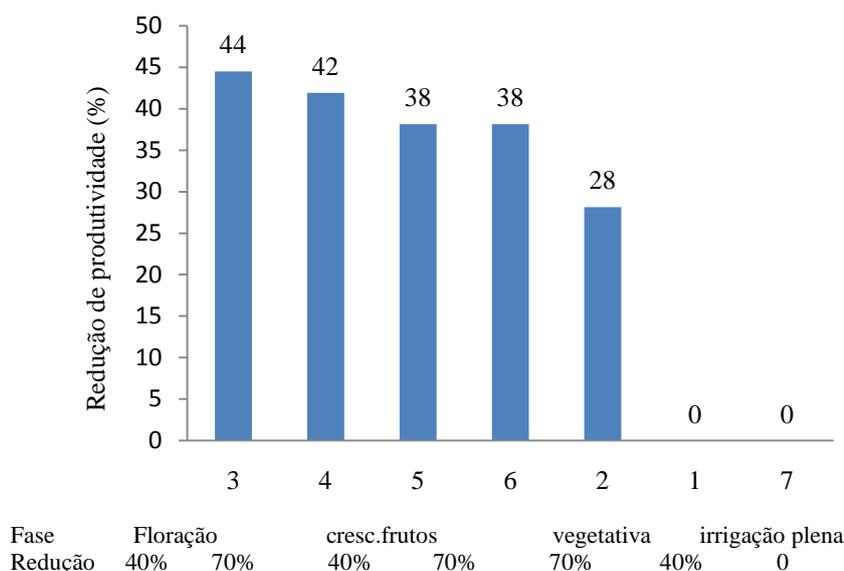


FIGURA 2 - Redução relativa de produtividade da bananeira cultivar Princesa em função da redução de 40 e 70% da lâmina calculada nas diferentes fases fenológicas da cultura. Fonte: Coelho, Santos, Pedreira (2014).

## REFERENCIAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. 1998. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Irrigation Drainage Pap. 56. FAO, Rome.

AGENCIA NACIONAL DE AGUAS. Ana apresenta panorama sobre-situacao-hidrica-do-pais <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/02/ana-apresenta-panorama-sobre-situacao-hidrica-do-pais> acesso em 17/04/2015

AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A.; *Uso de Hidrogel na Agricultura*. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, 1, (2002), 23-31.

TERRA, M. F.; MUNIZ, J. A.; SAVIAN, T. V. Ajuste dos modelos Logístico e Gompertz aos dados de crescimento de frutos da tamareira-anã (*Phoenix roebelenii* O'Brien). *Magistra*, Cruz das Almas - BA, v. 22, n. 1, p. 01-07, jan./mar., 2010.

EL-KHAWAGA Response of Grand Naine Banana Grown under different soil moisture levels to antitranspirants application *Asian Journal of Crop Science* vol 5, n. 3, p.238-250, 2013

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01\\_193\\_762006134828.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_193_762006134828.html). Acessado em 11/03/2011.

EBRAHIEM-ASMAA. Alleviating the adverse effects of sunburn on the production of Red Roomy grapevines growing under Minia region conditions. *Minia Journal Agricultural Research development*. Vol.32, p165-175. 2012.

FERERES, E. Papel de la fisiología vegetal em la microirrigación: recomendaciones para el manejo mejorado. In: SEMINARIO LATINOAMERICANO DE MICROIRRIGACIÓN, 4., 1981, Barquisimeto, Venezuela. **Anais...** Barquisimeto: IICA, 1981. p. 1-23.

GRUPO POLIFER. Hidrogel reduz frequência de irrigação e potencializa seu efeito. <http://www.grupopolifer.com.br/index.php?link=noticias/noticia.php&id=77>, acesso em 01/05/2015

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkler and trickle irrigation**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. 652 p.

KELLER, J. **Trickle irrigation**. Section 15-7. National engineering handbook. Glendora, USA: Soil Conservation Service: USDA, 1978. 129 p.

LIMA, L.W.O. **resposta da bananeira d'angola irrigada com diferentes densidades de plantas, níveis de água e adubação**. Cruz das Almas:UFRB, p.75. 2015 Dissertação de Mestrado.

PREVEDELLO, C.L.; LOYOLA, J.M.T. Efeito de polímeros hidroretentores na infiltração da água no solo. **Scientia Agraria**, v.8, n.3, p.313-317, 2007.

PEREIRA, M. C. T. et al. Crescimento e produção de primeiro ciclo da bananeira „Prata Anã“(AAB) em sete espaçamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 35, n. 7, p.1377-1387, 2000.

ROBINSON, J.C.; ALBERTS, A.J. Growth and yield responses of banana (cultivar ‘Williams’) to drip irrigation under drought and normal rainfall conditions in the subtropics. **Scientia Horticulturae**, v.30, p. 187-202. 1986.

SANTANA JUNIOR, E. B.; COELHO, E. F.; OLIVEIRA, P. M.; COUTINHO, R. C. Produtividade da bananeira 'Prata Gorutuba' irrigada por diferentes sistemas de irrigação localizada, terceiro ciclo. In: Winotec, 2012, Fortaleza-CE. Workshop internacional de inovações tecnológicas, 2012.

SOTO BALLESTERO, M. **Bananos: técnicas de producción, poscosecha y comercialización**. CD-ROM. EARTH, Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda. Guácimo, Costa Rica, 2008. [CD-ROM].

SOTO BALLESTERO, M. **Bananos; cultivo e comercializacion**. 2ª. Ed. San José, Costa Rica: Litografia e Imprensa LIL, 1992. 674p.

TODA FRUTA. Evolução da bananicultura no Norte de Minas. <http://www.todafruta.com.br/noticia/30381/ENTREVISTA%3A+EVOLU%C7%C3O+DA+BANANICULTURA+EM+MINAS+GERAIS>. Acesso em 30/04/2015.



VIII SIBANANA

Simpósio Brasileiro sobre Bananicultura

**8 a 12 de JUNHO de 2015**

**Montes Claros-MG**

TURNER, D. W.; FORTESCUE, J. A.; THOMAS, D. F. Environmental physiology of the bananas (Musa spp.). **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Piracicaba, v. 19, n. 4, p. 463-484, 2007.