

Irrigação e fertirrigação na cultura da banana

Ana Lúcia Borges
Eugênio Ferreira Coelho
Édio Luiz da Costa
Antônio Heriberto de Castro Teixeira

Introdução

A irrigação existe como alternativa para a suplementação de água durante períodos de déficit hídrico no solo e não funciona isoladamente, mas conjugada com outras práticas agrícolas, de forma a beneficiar a cultura. É indispensável nas regiões onde as chuvas não atendem às necessidades das plantas, durante todo o seu ciclo de vida ou em parte dele. Seu efeito dependerá do período de déficit hídrico da região quanto à sua extensão temporal e ao estágio de desenvolvimento da cultura. A bananeira é uma planta exigente em água, cuja produtividade tende a aumentar linearmente com a transpiração. A transpiração, por sua vez, depende da disponibilidade de água no solo, que pode ser controlada pela irrigação.

A bananeira é uma planta de crescimento rápido, que requer, para o seu desenvolvimento e produção, quantidades adequadas de nutrientes disponíveis no solo. Esses nutrientes podem ser supridos pelo próprio solo e pelos resíduos das colheitas; no entanto, para produções economicamente rentáveis, na maioria das vezes é necessário aplicar fertilizantes químicos e orgânicos.

As necessidades de nutrientes da cultivar plantada dependem do seu potencial produtivo, da densidade populacional, do estado fitossanitário e, principalmente, do balanço de nutrientes no solo e do sistema radicular que interferirá na absorção desses nutrientes.

A aplicação de fertilizantes via água de irrigação proporciona o uso racional de fertilizantes em agricultura irrigada, uma vez que aumenta a eficiência de seu uso, reduz a mão de obra e o custo com máquinas, além de flexibilizar a época de aplicação, podendo as doses recomendadas ser fracionadas conforme a necessidade da planta.

Necessidades hídricas

A determinação das necessidades hídricas da bananeira é fundamental para determinar a quantidade de água a ser aplicada no solo durante a irrigação. A bananeira requer razoável quantidade de água, pois apresenta grande área foliar e peso de água correspondente a 87,5% do peso total da planta. A deficiência de água pode afetar tanto a produtividade como a qualidade dos frutos. Pode-se estimar, para dias ensolarados, de baixa umidade relativa do ar e para uma área foliar total próxima de 14 m², que a planta consome 26 L dia⁻¹. Em dias semicobertos, esse consumo é de 17 L dia⁻¹ e, em dias completamente nublados, é de 10 L dia⁻¹. A demanda hídrica da planta depende de sua idade. Nas condições

edafoclimáticas do polo Juazeiro/Petrolina, Teixeira et al. (2002) determinaram a evapotranspiração da cultura da bananeira, cv. Pacovan, em Petrolina, PE, plantada em um espaçamento de 3,0 m x 3,0 m, pelo método da razão de Bowen, numa condição de reposição de água ao solo para a capacidade de campo quando o potencial matricial atingisse valor próximo a -30 kPa, a 0,40 m de profundidade. A evapotranspiração da cultura foi de 1.210 mm entre os 120 dias após o plantio (maio de 1999) e a primeira colheita (abril de 2000), com um valor médio de $3,8 \pm 1,1$ mm dia⁻¹. Para o segundo ciclo (término da colheita em novembro de 2000), o consumo foi de 880 mm, com média de $4,0 \pm 1,2$ mm dia⁻¹ (Tabela 1).

Nas condições edafoclimáticas do norte de Minas Gerais e dos Tabuleiros Costeiros da Bahia, Coelho et al. (2003) e Costa e Coelho (2003) avaliaram o consumo de água pelas bananeiras 'Prata Anã' e 'Grande Naine', com espaçamentos de 4,0 m x 2,0 m x 2,0 m (Tabuleiros Costeiros) e 3,0 m x 2,7 m (norte de Minas), cujos resultados, expressos em litros por dia por planta, estão na Tabela 2.

Os valores do coeficiente de cultura para a bananeira, no primeiro ciclo, determinados para as condições dos Tabuleiros Costeiros da Bahia (precipitação anual total de 1.362 mm e uma evaporação do tanque Classe A de 1.787 mm) estão apresentados na Figura 1. Nessas condições, a demanda de água pela bananeira em seu primeiro ciclo variou numa faixa de 28% da evapotranspiração potencial (*ET_o*) nos primeiros 67 dias após o plantio (DAP), elevando-se para 70% da *ET_o* aos 243 DAP, já na formação dos frutos, e atingindo um máximo de 77% da *ET_o* aos 309 DAP (COELHO et al., 2003).

Para uma precipitação total anual de 1.262 mm e evaporação total anual do tanque Classe A de 2.055 mm, ocorrida em 2001 para a bananeira no terceiro ciclo, em condições dos Tabuleiros Costeiros, os coeficientes de cultura diários mais adequados à cultivar Grande Naine corresponderam a 100% dos coeficientes sugeridos por Doorenbos e Kassam (1984), enquanto os coeficientes mais adequa-

Tabela 1. Consumo médio diário da bananeira em Petrolina, PE, com base na evapotranspiração de referência (*ET_o*) para os períodos considerados.

Período	Duração (dias)	ET _o ⁽¹⁾ (mm)	Consumo médio (mm ou L planta ⁻¹ dia ⁻¹)
Do plantio ao término da 1ª colheita	434	2.227	3,9 ou 35,1
Do término da 1ª ao término da 2ª colheita	213	1.113	4,0 ou 36,0
Do término da 2ª ao término da 3ª colheita	317	1.535	3,0 ou 27,0

⁽¹⁾Estimada pelo tanque Classe A.
Fonte: Teixeira et al. (2002).

Tabela 2. Demanda hídrica das bananeiras 'Prata Anã' e 'Grande Naine' (L planta⁻¹ dia⁻¹), nas condições do norte de Minas Gerais.

Idade da planta (dias após o plantio)	Período do ano		
	Out./Nov./Dez./Jan./Fev./Mar.	Abr./Maio/Set.	Jun./Jul./Ago.
Até 60	20	15	13
61–90	22	17	15
91–120	25	19	16
121–150	30	23	20
151–180	35	27	23
181–210	42	33	28
211–240	50	39	33
241–300	55	43	36
301–330	50	39	33
331–390	40	31	26
Acima de 390	47	37	31

Fonte: Coelho et al. (2003).

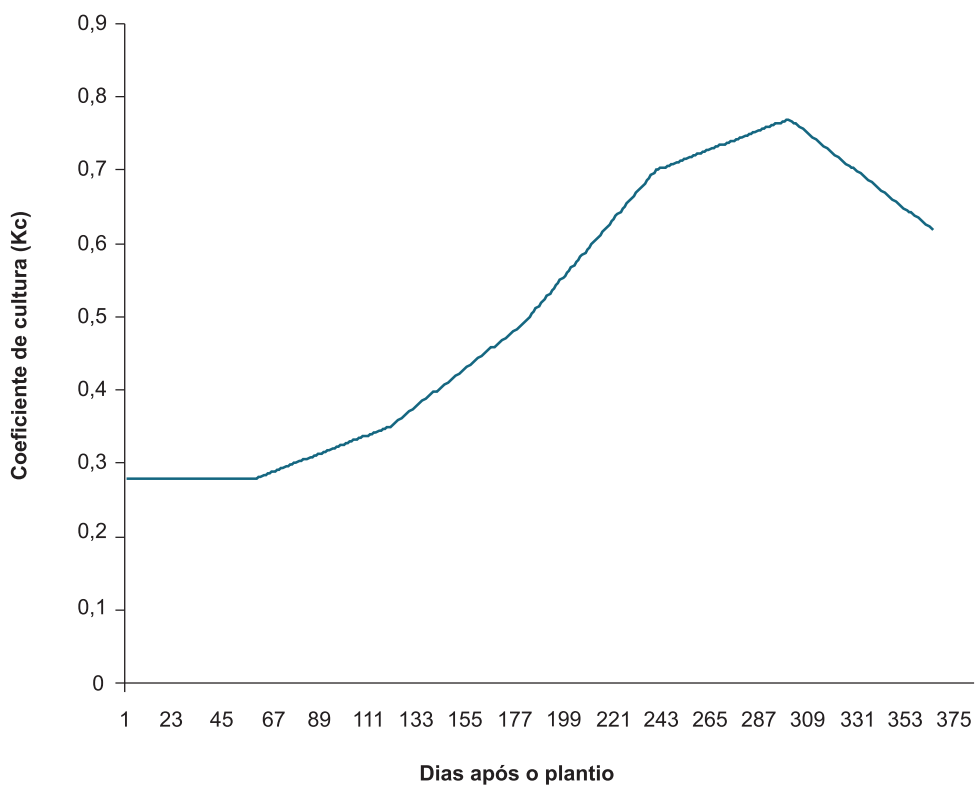


Figura 1. Coeficiente de cultura para a bananeira no primeiro ciclo, na região dos Tabuleiros Costeiros, Recôncavo Baiano.

Fonte: Coelho et al. (2003).

dos à cultivar Prata Anã corresponderam a 125% dos sugeridos pelos mesmos autores. Nas condições edafoclimáticas do norte de Minas Gerais, com precipitação total anual de 717 mm e evaporação do tanque Classe A de 2.438 mm, Costa e Coelho (2003) obtiveram resposta semelhante no que diz respeito ao coeficiente de cultura, isto é, os valores mais adequados corresponderam a 125% dos sugeridos por Doorenbos e Kassam (1984), conforme dados apresentados na Figura 2. Deve-se ressaltar que esses coeficientes de cultura foram obtidos pelo método inverso, ou seja, diferentes níveis de irrigação (diferentes coeficientes de cultura) foram aplicados à bananeira e, a partir dos resultados de produtividade, chegou-se aos coeficientes que maximizaram as produtividades (Figura 2).

Nas condições edafoclimáticas do polo Juazeiro/Petrolina, o coeficiente de cultura foi obtido determinando-se a evapotranspiração da cultura pelo método da razão de Bowen e pela evapotranspiração potencial por Penman-Monteith modificada (TEIXEIRA et al., 2002). Os valores estiveram entre 0,6 e 1,1 e entre 1,1 e 1,3 no primeiro e segundo ciclos, respectivamente (Figura 3).

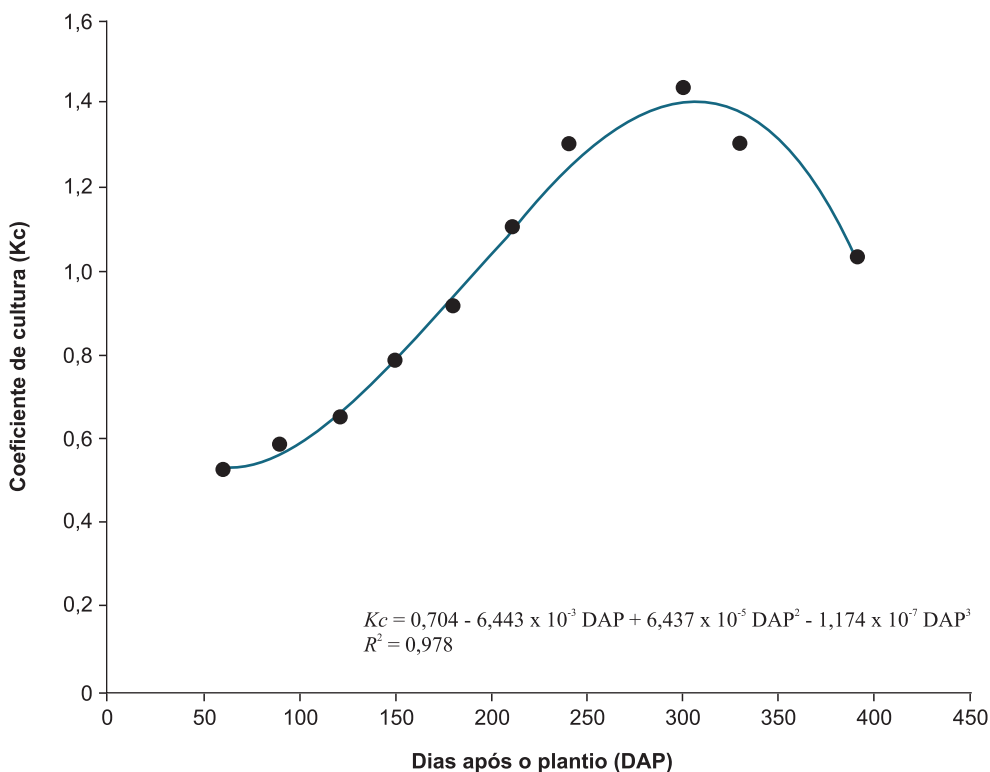


Figura 2. Coeficientes de cultura (K_c) para as condições do norte de Minas Gerais, em razão dos dias após o plantio (DAP).

Fonte: Costa e Coelho (2003).

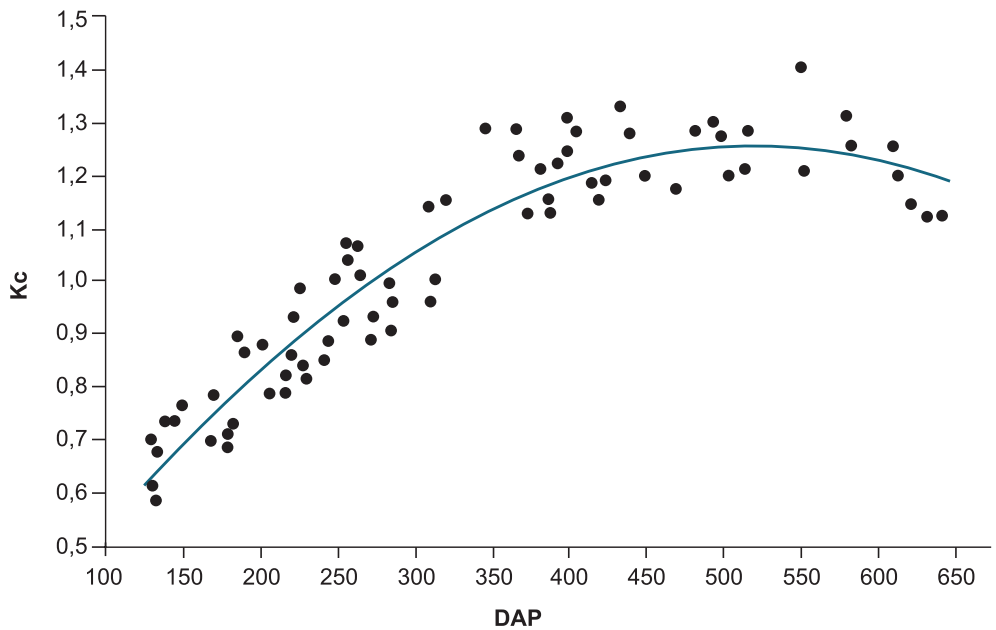


Figura 3. Coeficientes de cultura da bananeira (K_c) em Petrolina, PE, em razão dos dias após o plantio (DAP).

Fonte: Teixeira et al. (2002).

Os coeficientes de cultura obtidos nas condições tropicais do Brasil não diferem muito daqueles obtidos em outras condições. Bhattacharyya e Rao (1984) determinaram valores de K_c que variaram de 0,68 a 1,28 e um consumo anual de água de 1.560 mm, com solo sem cobertura, para a cv. Robusta. Nas Ilhas Canárias, Santana et al. (1993) obtiveram valores de K_c entre 0,48 e 1,68 para a bananeira, com a evapotranspiração da cultura obtida pelo balanço hídrico em lisímetros e a evapotranspiração de referência, pelo método de Penman-Monteith. Os valores anuais de evapotranspiração variaram entre 1,5 e 4,6 mm dia⁻¹, com um consumo anual de 1.127 mm. Allen et al. (1998) recomendam para climas subúmidos valores de K_c que variem de 0,5 a 1,1 até o final do primeiro ciclo, e de 1,0 a 1,2 a partir do segundo ciclo de cultivo da bananeira.

Resposta da bananeira à irrigação

A resposta da bananeira a diferentes níveis de irrigação depende das condições meteorológicas locais, que resultam em diferentes condições de evapotranspiração e constante térmica, associadas às características das cultivares, como rugosi-

dade, altura da planta e área foliar, que influem diretamente na resistência aerodinâmica, além de outros fatores, tais como: espaçamento da cultura, método de irrigação e práticas culturais como cobertura do solo. Esses fatores poderão acarretar diferentes respostas da cultura à irrigação, em conformidade com os fatores citados. No Recôncavo Baiano, na região dos Tabuleiros Costeiros, em condições de evaporação total anual do tanque Classe A de 1.787 mm e precipitação total anual de 1.362 mm, obteve-se produtividade de até 27,8 t ha⁻¹ para a bananeira 'Prata Anã' no primeiro ciclo, aplicando-se de 267 mm de irrigação nos períodos de déficit hídrico do solo. A cultivar Grande Naine, nas mesmas condições, atingiu produtividade de 45,0 t ha⁻¹ no primeiro ciclo, com aplicação da mesma lâmina de água (COELHO; BORGES, 2002). No terceiro ciclo, a produtividade variou de 28 t ha⁻¹ a 32 t ha⁻¹ para a cv. Prata Anã, com aplicação de 432 mm a 721 mm de irrigação (Figura 4); a produtividade da cv. Grande Naine foi de 46,5 t ha⁻¹, aplicando-se 487 mm de irrigação. Nas condições do norte de Minas Gerais, as produtividades da 'Prata Anã' no terceiro ciclo variaram de 31 t ha⁻¹ a 34 t ha⁻¹, com aplicação de 650 mm ano⁻¹ a 986 mm ano⁻¹ de irrigação, respectivamente (COSTA; COELHO, 2003). A cv. Grande Naine, nas mesmas condições, resultou em produtividades de 57 t ha⁻¹ a 62 t ha⁻¹, com as mesmas lâminas de irrigação aplicadas (Figura 5).

A irrigação pode elevar a produtividade da bananeira a valores superiores aos apresentados, o que pode ser mostrado por Goenaga e Heber (2000), que obtiveram produtividades de até 70 t ha⁻¹ para o uso de coeficientes de cultura de 1,25. Esses níveis de produtividade ocorreram não somente por causa da irrigação, mas também em virtude de outras fontes de variação, como a cultivar usada e o manejo da cultura.

Métodos de irrigação

Não existem restrições à maioria dos métodos de irrigação para a bananeira. A escolha do método vai depender das condições locais de cultivo, como o tipo de solo e seu relevo, o custo de implantação, manutenção e operação de irrigação, bem como a quantidade e a qualidade da água e da mão de obra disponíveis, entre outros fatores. A preferência é por métodos que promovam: a) distribuição uniforme de água no solo, isto é, alto coeficiente de uniformidade de distribuição de água; b) maior eficiência de aplicação de água; c) manutenção de umidade relativa média estável no dossel (OLIVEIRA, 1997).

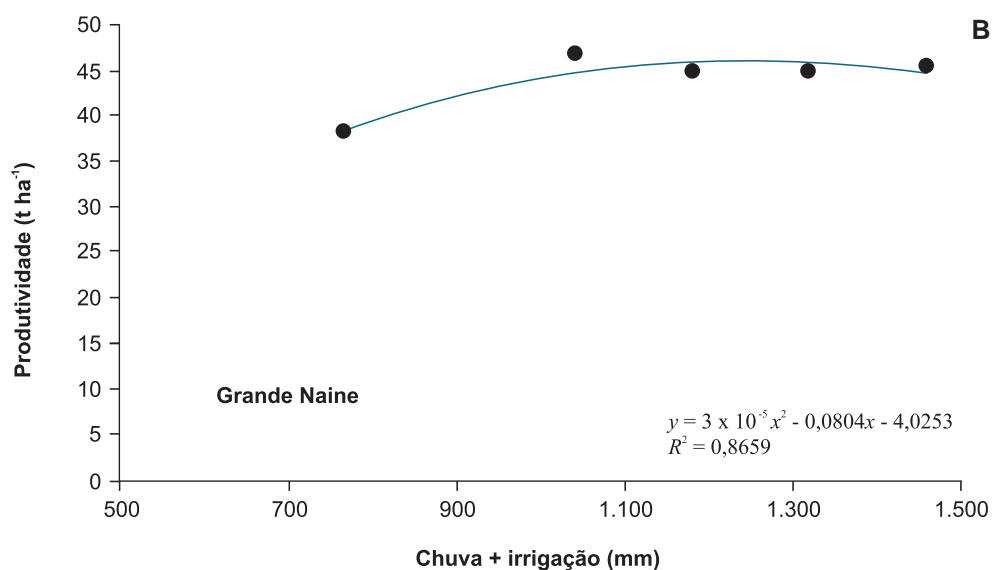
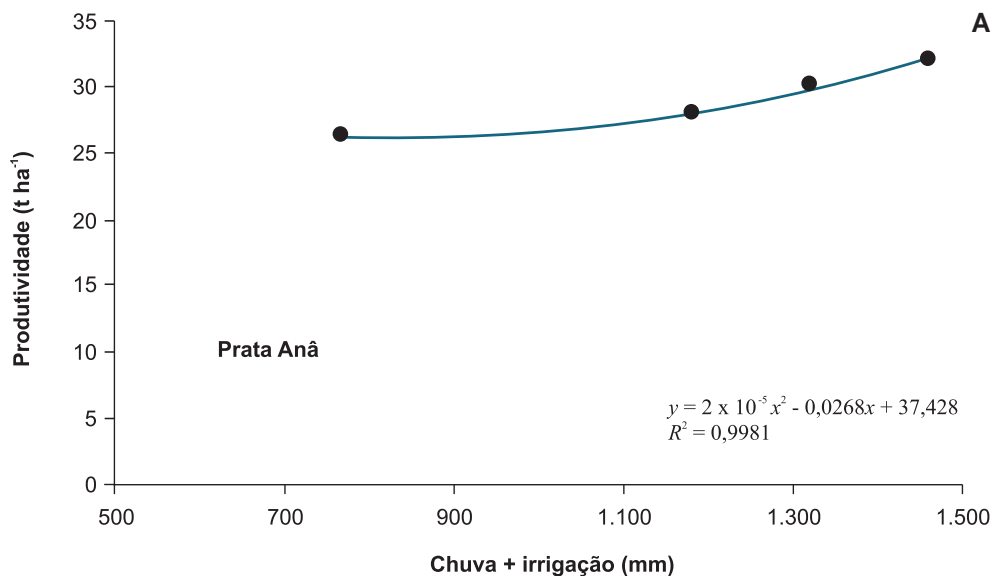


Figura 4. Produtividade do terceiro ciclo das bananeiras ‘Prata Anã’ (A) e ‘Grande Naine’ (B) em diferentes níveis de irrigação em Cruz das Almas, Recôncavo Baiano, 2001.

Fonte: Coelho e Borges (2002).

O método de irrigação por superfície, apesar de já estar estabelecido para bananeiras em vários perímetros irrigados no Brasil, não tem tido crescimento em área, principalmente pelo alto consumo de água e pela baixa eficiência. Entre os sistemas de irrigação por superfície, o de sulcos tem sido o mais utilizado em bananeira nos perímetros irrigados da região Nordeste. O número de sulcos a serem

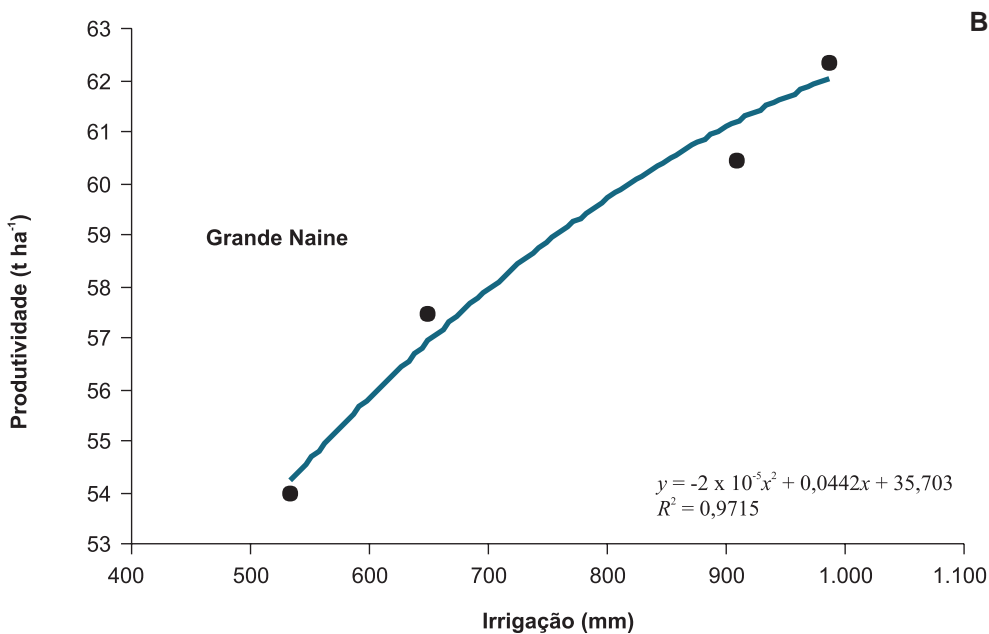
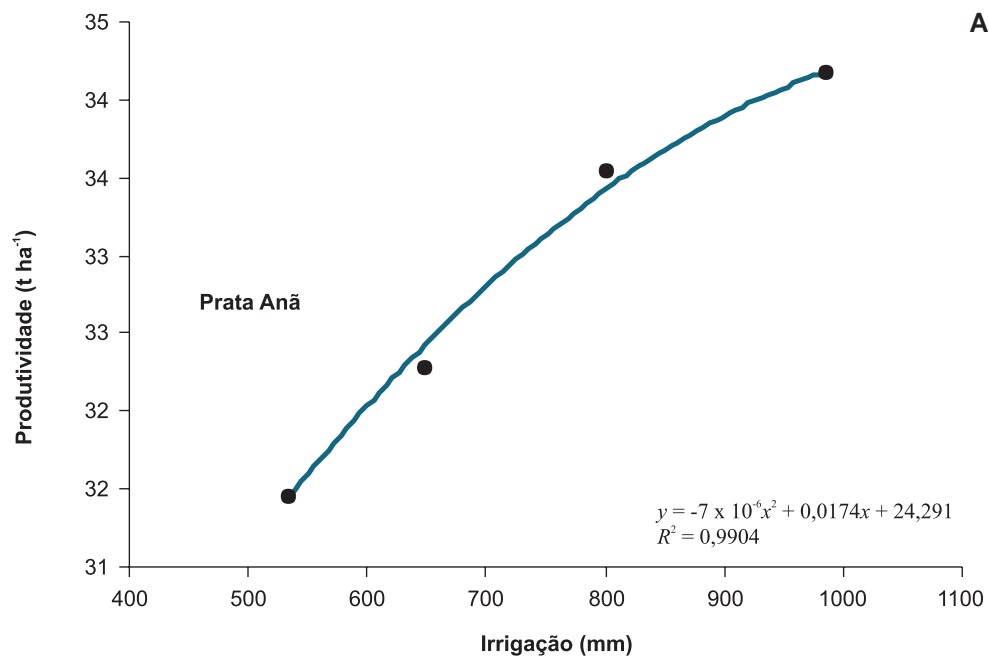


Figura 5. Produtividade do terceiro ciclo das bananeiras ‘Prata Anã’ (A) e ‘Grande Naine’ (B) em diferentes níveis de irrigação no norte de Minas Gerais, Nova Porteira, 2001.

Fonte: Costa e Coelho (2003).

construídos por fileira de plantas vai depender do movimento lateral da água no solo onde a cultura estiver instalada. Para solos argilosos (maior movimento lateral), pode-se utilizar apenas um sulco por fileira de plantas; no entanto, para solos areno-argilosos (menor movimento lateral), são recomendados dois sulcos por fileira de plantas (LIMA; MEIRELLES, 1986; OLIVEIRA, 1986).

O sistema de bacias em nível, também usado na irrigação da bananeira, exige terrenos nivelados ou sistematizados. A vazão necessária deve ser superior a 70 L ha^{-1} , a eficiência normalmente é próxima de 90%, com sulcos de base larga entre fileiras simples (BARRETO et al., 1992).

O método da aspersão também pode ser usado para a cultura da bananeira, por meio dos sistemas de irrigação sobrecofa e subcofa. Esse método resulta numa área molhada de 100%, isto é, a água atinge toda a superfície do solo, seja junto às plantas, seja entre as fileiras. Isso pode ser positivo no que diz respeito ao desenvolvimento das raízes; entretanto, a área molhada de 100% pode ser uma das causas da proliferação de doenças fúngicas. O método da aspersão favorece a umidade na região das folhas da bananeira, por isso facilita o aparecimento de doenças fúngicas, como o mal-de-sigatoka. Em regiões sujeitas a ventos fortes e constantes, a baixa umidade relativa do ar e a altos níveis de temperatura, não se deve optar pelo sistema de aspersão sobrecofa, pelas significativas perdas de água por evaporação e arrastamento das gotas, o que torna o sistema pouco eficiente para a bananeira. Como alternativa, deve-se optar pela irrigação subcofa, com aspersores de ângulo de jato máximo de sete graus (OLIVEIRA, 1997). O impacto do jato do aspersor com o pseudocaule, apesar de não provocar lesões, afeta o coeficiente de uniformidade de distribuição e, conseqüentemente, a eficiência da irrigação.

O método da irrigação localizada, pela sua maior eficiência e menor consumo de água e energia, tem sido o mais recomendado principalmente em regiões onde o fator água é limitante. No que se refere aos sistemas de microaspersão e gotejamento, o primeiro gera maior área molhada, permitindo um maior desenvolvimento das raízes. No caso da microaspersão, devem ser usados microaspersores de vazões superiores a 45 L h^{-1} para quatro plantas, de forma que se obtenham maiores áreas molhadas. No uso do gotejamento, deve-se atentar para o número e para a disposição dos gotejadores de forma que se estabeleça uma área molhada propícia ao desenvolvimento das raízes. Os gotejadores podem ser instalados em uma ou em duas linhas laterais por fileira de plantas, de modo a prover uma faixa molhada contínua ao longo da linha lateral. Isso reduz o problema de possíveis incompatibilidades da localização dos gotejadores em relação à localização do pseudocaule, a qual muda a cada ciclo.

Absorção de água pelo sistema radicular

A atividade do sistema radicular da bananeira irrigada por microaspersão é influenciada pela distribuição da umidade no volume molhado gerado. Coelho et al. (2001) apresentaram o quadro da absorção de água com o microaspersor entre quatro plantas espaçadas de 4,0 m x 2,0 m x 2,0 m (Figura 6). Uma vez que o microaspersor fica no centro das quatro plantas, a região de maior umidade situa-se próximo do microaspersor, cuja umidade vai-se reduzindo à medida que se distancia radialmente do emissor. Com isso, há uma tendência de migração das raízes em direção ao microaspersor, o que pode ser deduzido a partir das curvas de extração que se prolongam horizontalmente na direção do microaspersor.

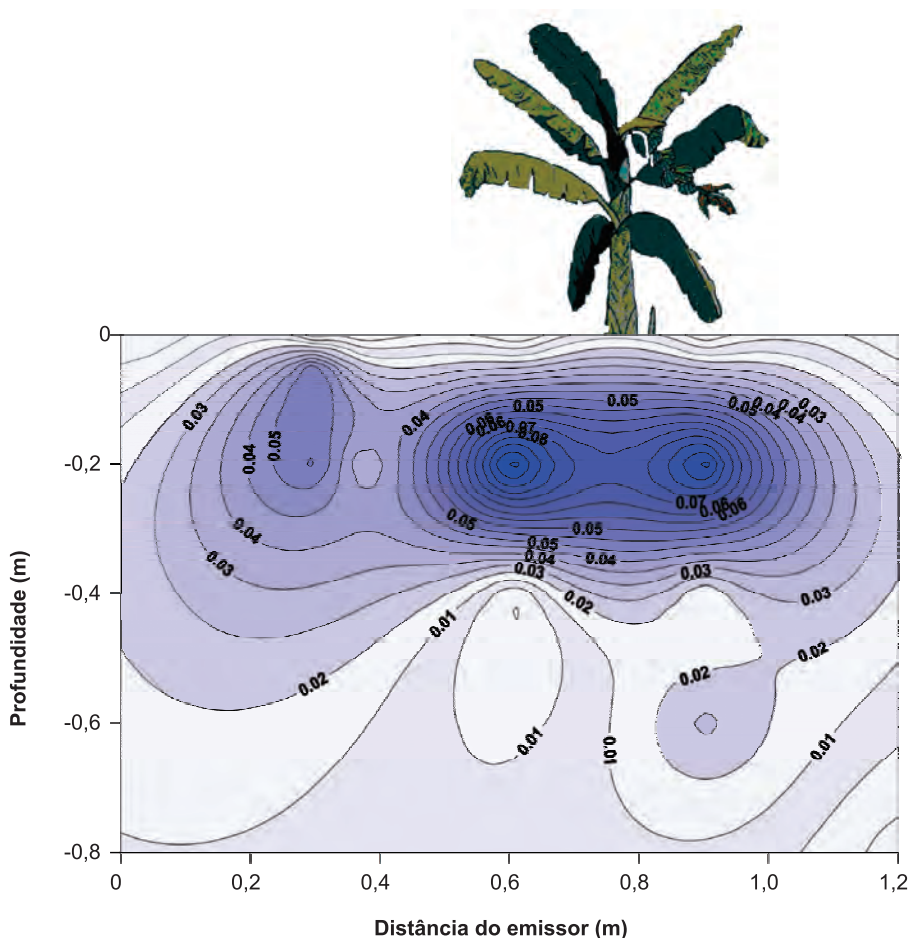


Figura 6. Distribuição da extração de água ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) do sistema radicular da bananeira sob microaspersão, com um microaspersor para quatro plantas espaçadas de 4,0 m x 2,0 m x 2,0 m.

Fonte: Coelho et al. (2001).

As maiores intensidades de extração de água pelo sistema radicular ocorrem na profundidade de 0,20 m. Portanto, a profundidade efetiva do sistema radicular, considerando-se a região que efetivamente extrai água e nutrientes, pode ser com segurança de até 0,50 m. Para que sejam definidos o momento da irrigação e a quantidade de água a ser utilizada, o monitoramento do teor de água do solo deve ser feito preferencialmente na região entre 0,15 m e 0,30 m de profundidade, entre a planta e o microaspersor, a distâncias inferiores a 0,40 m da planta. As Figuras 7 e 8 expressam a extração de água pela bananeira 'Prata Anã' em um solo franco-argilo-arenoso (COELHO et al., 2001) para três frequências de aplicação de água: dois, quatro e seis dias. A extração de água ocorre mais superficialmente para a frequência de dois dias, com as zonas de maior intensidade de extração estendendo-se até 0,70 m da planta e a profundidades de até 0,50 m. Para a frequência de quatro dias, em razão do maior volume de solo molhado por irrigação, a extração ocorre em maior profundidade, com maior intensidade até 0,70 m, porém os maiores valores ocorrem até 0,60 m da planta. Para a frequência de seis dias, a extração se faz presente em um maior volume de solo, conforme esperado, e os maiores valores ocorrem em toda a profundidade monitorada, até 0,80 m, e a distâncias da planta de até 1,10 m.

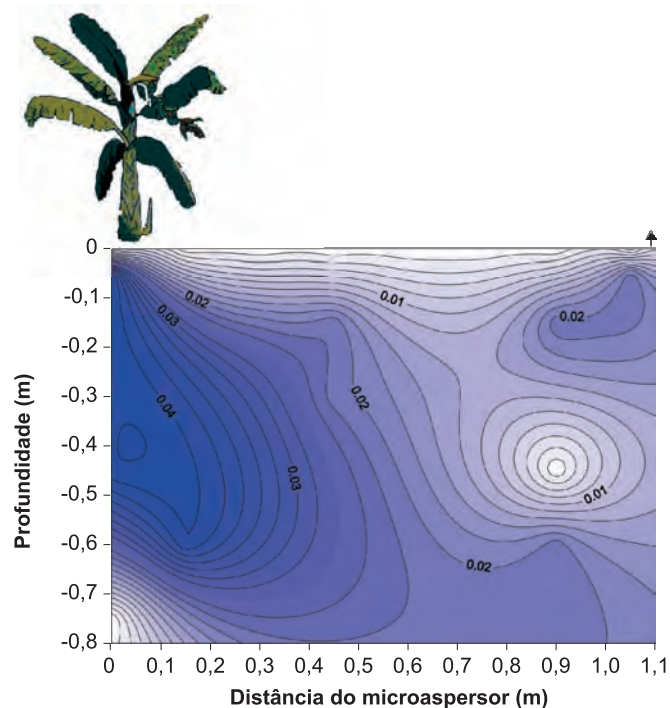


Figura 7. Extração de água ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) pela bananeira 'Prata Anã' no espaçamento de 3,0 m x 2,7 m, em frequência de irrigação de dois dias.

Fonte: Coelho et al. (2001).

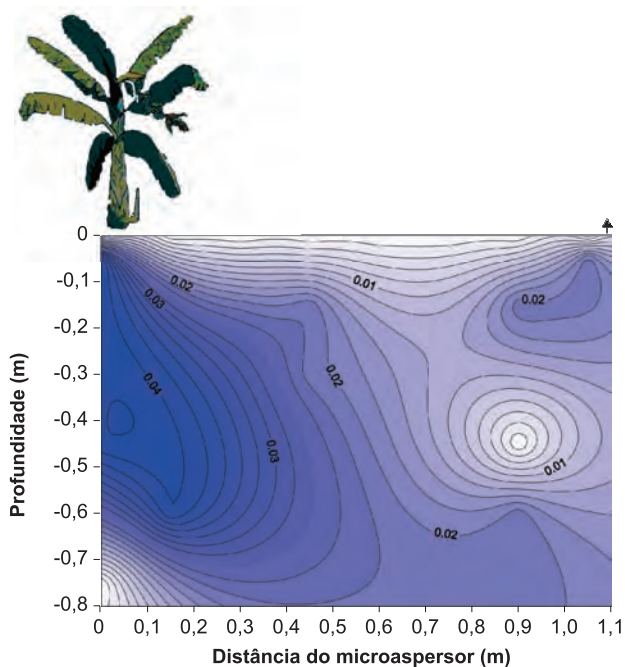


Figura 8. Extração de água ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) pela bananeira 'Prata Anã' no espaçamento de 3,0 m x 2,7 m, em frequências de irrigação de quatro e de seis dias.

Fonte: Coelho et al. (2001).

Manejo da irrigação

O cálculo da lâmina de irrigação (líquida ou bruta) a ser reposta ao solo leva em conta os valores da profundidade efetiva do sistema radicular (z) e da redução máxima permissível (f) da disponibilidade de água no solo, sem causar redução significativa (física e econômica) da produtividade da cultura. Sugere-se usar valores para f entre 30% e 35%. Tem-se verificado que mais de 86% da extração de água pelas raízes tem ocorrido em até 0,40 m de profundidade (COELHO et al., 2001), embora o sistema radicular, dependendo do tipo de solo, possa chegar a 2,0 m. Com isso, sugere-se 0,50 m como valor de z para a bananeira.

No caso do manejo da irrigação por meio de sensores de água no solo, como o tensiômetro, devem-se manter os níveis de tensão crítica de água no solo entre 25 kPa e 45 kPa, para camadas superficiais do solo (até 0,25 m), e entre 35 kPa até 50 kPa, para a profundidade próxima de 0,40 m.

Um ponto importante a ser observado diz respeito à localização dos sensores no perfil do solo. Essa localização deve estar embasada na distribuição da extração de água no volume molhado do solo, onde se situa o sistema radicular da bananeira. Não adianta instalar sensores de água no solo onde não há absorção de água

ou onde a absorção não seja significativa. Recomenda-se instalar os tensiômetros a profundidades entre 0,20 m e 0,40 m e a distâncias de 0,30 m a 0,40 m da planta em direção ao microaspersor, para o caso de um microaspersor para quatro plantas.

O uso do tanque Classe A para manejo da irrigação, além de servir na determinação da ET_o , permite obter uma relação direta entre a evaporação do tanque ECA , em mm, e a evapotranspiração da cultura ET_c , em mm, por meio de um fator de conversão k , como segue:

$$ET_c = k \times ECA \quad (1)$$

A equação 1 representa uma outra maneira de usar o tanque Classe A para fins de manejo da irrigação. A princípio, sugere-se valor de 0,6 para k (OLIVEIRA et al., 1985), que poderá ser ajustado pelo usuário, dependendo da região.

Qualidade da água e salinidade

Para o seu ótimo desenvolvimento vegetativo, com a consequente otimização da produtividade, a bananeira requer valores de condutividade elétrica (CE) da água de irrigação não superiores a $1,1 \text{ dS m}^{-1}$, isto é, classificação C3 (DOORENBOS; KASSAM, 1984). A razão de adsorção de sódio (RAS) deve ser inferior ou igual a 10,0 (classificação S1).

Em condições de solos que tenham potencial para salinização, principalmente em regiões semiáridas, a lâmina total necessária (LTN) também deve incluir uma fração de água para evitar riscos de salinidade. Nesse caso, portanto, há necessidade de lixiviação, que consiste na razão entre a lâmina de drenagem e a lâmina de irrigação. Em termos matemáticos, a necessidade de lixiviação (NL) pode ser obtida pela equação 2:

$$NL = \frac{CE_i}{2(maxCE_e)} \quad (2)$$

em que NL é a necessidade de lixiviação (decimal), CE_i a condutividade elétrica da água de irrigação (dS m^{-1}) e $maxCE_e$ a condutividade elétrica máxima (dS m^{-1}) do extrato de saturação do solo que reduziria significativamente a produtividade da cultura. Para a bananeira, esse valor é de 8 dS m^{-1} .

Dependendo do valor de NL , deve-se acrescentar ao denominador da equação 2 a diferença $(1 - NL)$, que adiciona a fração da água para lixiviação, conforme a equação 3:

$$LTN = \frac{LRN}{Ea (1 - NL)} \quad (3)$$

Se $NL \leq 0,10$, LTN não deve ser corrigido; no entanto, se $NL > 0,10$, LTN deve ser corrigido.

Fertirrigação

A fertirrigação – aplicação de fertilizantes via água de irrigação – é uma prática empregada na agricultura irrigada. Trata-se do meio mais eficiente de nutrição, pois combina dois fatores essenciais ao crescimento, ao desenvolvimento e à produção das plantas: água e nutrientes.

A bananeira é uma planta de crescimento rápido que requer, para seu desenvolvimento e produção, quantidades adequadas de nutrientes disponíveis no solo. Esses nutrientes podem ser supridos pelo próprio solo e pelos resíduos das colheitas; no entanto, para produções economicamente rentáveis, na maioria das vezes é necessário aplicar fertilizantes químicos e orgânicos.

Necessidades de nutrientes

Produção de matéria seca

O desenvolvimento da bananeira é crescente até o florescimento, notadamente a partir do sexto mês (180 dias), independentemente das combinações aplicadas de N e K_2O (Figura 9).

É grande a quantidade de matéria seca produzida pela bananeira na época da colheita, com diferenças entre genótipos (Tabela 3). O pseudocaule (bainhas + cilindro central) acumula maior quantidade de matéria seca, seguido pelo cacho, o qual corresponde a aproximadamente 34% da quantidade total produzida na colheita. Assim, 66% da matéria seca da colheita é devolvida ao solo, e esse percentual corresponde a uma média de $9,6 \text{ t ha}^{-1}$ ($8.056 \text{ g planta}^{-1} \times 1.200 \text{ plantas ha}^{-1}$) de massa vegetal seca devolvida ao solo (Tabela 3).

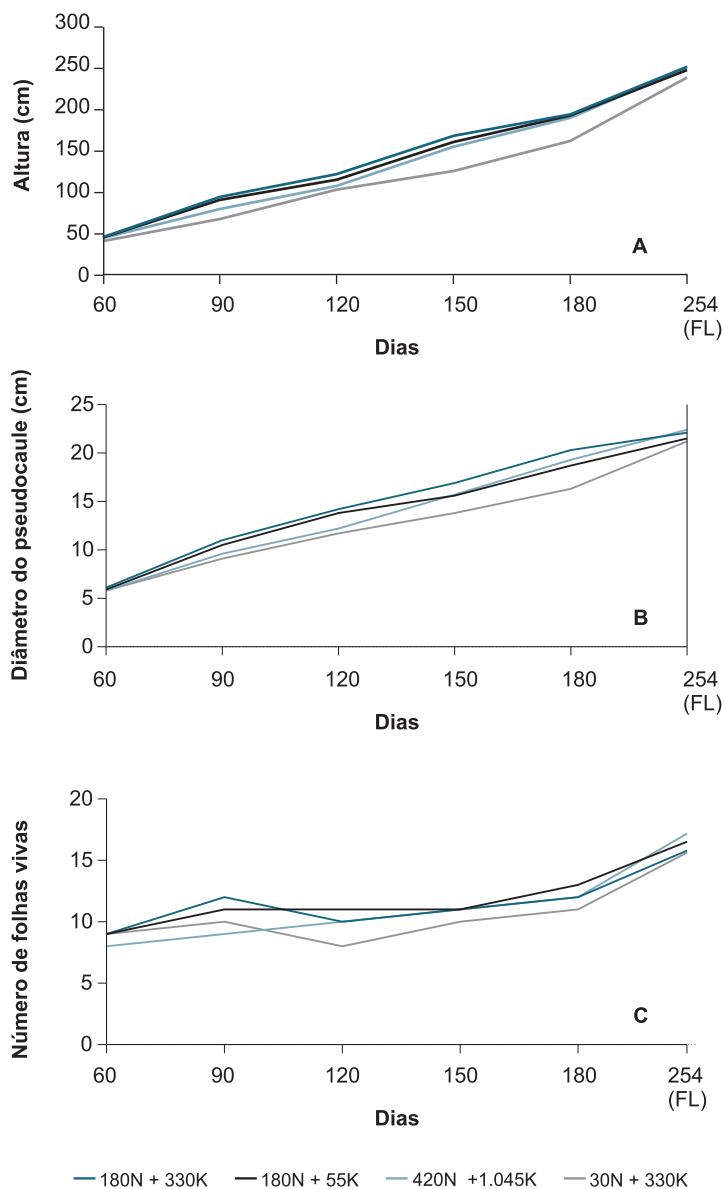


Figura 9. Desenvolvimento da bananeira ‘Prata Anã’ em altura (A), em diâmetro (B) do pseudocaulo e em número de folhas vivas (C), até o florescimento, em três combinações NK. Cruz das Almas, BA, 1999–2000.

Absorção de nutrientes

O cultivo da banana demanda grandes quantidades de nutrientes para manter bom desenvolvimento e obter altos rendimentos, pois produz bastante massa vegetativa, além de absorver e exportar elevada quantidade de nutrientes (LÓPEZ, 1994; ROBINSON, 1996). O potássio (K) e o nitrogênio (N) são os nutrientes mais absorvidos e necessários ao crescimento e à produção da

Tabela 3. Quantidades de matéria seca produzidas por genótipos de bananeira, na época da colheita, e a distribuição nos diferentes órgãos da planta.

Genótipo	Total planta	Cacho				Rizoma	Bainha	Cilindro central	Limbo	Pecíolo + nervura
		Frutos	Engaço + ráquis feminina	Ráquis masculina	Coração					
(g planta ⁻¹)										
Caipira (AAA)	11.343,0	3.404,9	173,1	79,6	55,5	2.124,0	3.198,8	620,9	901,7	784,5
Prata Anã (AAB)	8.822,2	2.521,0	177,1	48,7	20,8	1.990,0	3.034,2	621,4	186,6	222,4
Pioneira (AAAB)	8.885,9	1.876,9	113,2	59,7	53,1	1.882,3	3.160,1	470,4	689,5	580,7
FHIA-18 (AAAB)	9.745,1	3.217,7	198,2	65,2	38,1	1.602,4	2.889,7	353,6	771,1	609,1
Terra (AAB)	22.093,7	7.812,5	387,5	272,2	85,8	2.359,8	5.920,9	1.250,7	2.905,5	1.098,8
Média	12.178,0	3.766,6	209,8	105,1	50,7	1.991,7	3.640,7	663,4	1.090,9	659,1

Fonte: Borges e Silva (2000) e Faria (1997).

bananeira, seguidos pelo magnésio (Mg) e pelo cálcio (Ca) (Tabela 4). Verificam-se em sequência, e em menor grau de absorção, os nutrientes enxofre (S) e fósforo (P) (Tabela 4).

Dos micronutrientes estudados, o boro (B) e o zinco (Zn) foram os mais absorvidos, principalmente pela bananeira 'Terra', vindo em seguida o cobre (Cu) (Tabela 5).

Existe variação entre genótipos, com destaque para a maior absorção de nutrientes pela bananeira 'Terra', certamente em razão de maior produção de matéria seca e das condições edafoclimáticas diferentes do plantio (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4. Quantidades de macronutrientes absorvidos (AB), exportados (EX) e restituídos (RE) ao solo por genótipos de bananeira, na colheita.

Genótipo	N			P			K			Ca			Mg			S		
	AB	EX	RE	AB	EX	RE	AB	EX	RE	AB	EX	RE	AB	EX	RE	AB	EX	RE
(kg ha ⁻¹)																		
Caipira (AAA)	146,9	52,9	94,0	9,8	3,9	5,9	313,9	124,7	189,2	53,0	2,8	50,2	58,0	5,2	52,8	9,3	3,0	6,3
Prata Anã (AAB)	136,5	44,4	92,1	10,1	4,6	5,5	418,5	107,1	311,4	71,6	5,5	66,1	61,6	6,9	54,7	5,8	2,4	3,4
Pioneira (AAAB)	116,7	29,7	87,0	8,5	3,2	5,3	371,1	100,0	271,1	73,2	3,6	69,6	70,8	5,0	65,8	5,3	1,1	4,2
FHIA-18 (AAAB)	144,1	50,9	93,2	11,2	5,2	6,0	382,4	142,4	240,0	74,1	4,8	69,3	64,5	7,0	57,5	7,5	2,8	4,7
Terra (AAB)	227,9	57,9	170,0	15,5	5,9	9,6	459,2	156,2	303,0	131,0	5,5	125,5	193,2	6,5	186,7	35,9	14,9	21,0
Média	154,4	47,2	107,2	11,0	4,6	6,4	389,0	126,1	262,9	80,6	4,4	76,2	89,6	6,1	83,5	12,8	4,8	8,0

Fonte: Borges e Silva (2000) e Faria (1997).

Tabela 5. Quantidades de micronutrientes absorvidos (AB), exportados (EX) e restituídos (RE) ao solo por genótipos de bananeira, na colheita.

Genótipo	B			Cu			Zn		
	AB	EX	RE	AB	EX	RE	AB	EX	RE
	(g ha ⁻¹)								
Caipira (AAA)	295,5	98,8	196,7	52,1	11,7	40,4	132,9	40,5	92,4
Prata Anã (AAB)	309,5	70,1	239,4	26,9	5,4	21,5	148,1	52,4	95,7
Pioneira (AAAB)	222,3	50,3	172,0	30,1	4,9	25,2	120,5	33,2	87,3
FHIA-18 (AAAB)	237,7	81,9	155,8	34,7	10,2	24,5	115,7	43,5	72,2
Terra (AAB)	482,7	132,6	350,1	239,9	155,4	84,5	662,0	324,2	337,8
Média	309,5	86,7	222,8	76,7	37,5	39,2	235,8	98,8	137,0

Fonte: Borges e Silva (2000) e Faria (1997).

Exportação de nutrientes

Além do conhecimento do conteúdo total de nutrientes absorvidos pela bananeira, é importante quantificar o total exportado pela colheita, com o objetivo de estimar a devolução ao solo pelos restos vegetais e a necessidade de restituição via fertilização. Na colheita, os nutrientes são exportados pelo cacho (frutos + engaço + ráquis feminina + ráquis masculina + coração) por ocasião do seu corte.

Na maioria dos trabalhos, verifica-se que a exportação dos macronutrientes absorvidos pelo cacho ocorre na seguinte ordem decrescente: K > N > Mg, variando para as quantidades de S > P e Ca (Tabela 4). As cultivares com maior quantidade de matéria seca no cacho exportam maiores quantidades de macronutrientes.

A exportação de micronutrientes pelo cacho em relação ao total absorvido é de 28% para o B, 49% para o Cu e 42% para o Zn (Tabela 5).

Restituição de nutrientes

No bananal, apesar da absorção de grande quantidade de nutrientes, 66% da massa vegetativa produzida na colheita retornam ao solo em forma de pseudo-caules, folhas e rizoma (Tabela 3). Dessa maneira, a ciclagem dos nutrientes gera uma recuperação significativa da quantidade desses mesmos nutrientes. A produção de matéria seca chega a atingir 15 t ha⁻¹ ciclo⁻¹ no caso da bananeira 'Terra' (Tabela 3). Assim, as quantidades de nutrientes que retornam ao solo em um plantio de banana são consideráveis, podendo chegar a valores máximos aproxima-

dos de 170 kg de N, 9,6 kg de P, 303 kg de K, 126 kg de Ca, 187 kg de Mg e 21 kg de S ha^{-1} ciclo $^{-1}$, na época da colheita (Tabela 4).

Os nutrientes são fornecidos à bananeira pelo solo, por meio dos fertilizantes orgânicos ou minerais, e pelos resíduos da própria cultura. No entanto, ocorrem perdas por lixiviação, volatilização e erosão, com intensidades que vão depender das condições físicas e químicas do solo, do regime de chuvas, etc. A quantidade de nutrientes perdida por lixiviação é difícil de ser medida, mas pode chegar a 80% do fertilizante aplicado. Para diminuir essas perdas, o sistema radicular deve ser vigoroso, e os fertilizantes devem ser aplicados em pequenas quantidades.

Perdas provocadas pela lixiviação e pelo escoamento superficial em Latossolo Franco-Argilo-Arenoso da Costa do Marfim, em condições de precipitação média de 1.600 mm ano^{-1} e declividade de 14%, foram estimadas em: N=219, P=1,8, K=307, Ca=266, Mg=108 e matéria orgânica=125 kg ha^{-1} ano $^{-1}$ (GODEFROY et al., 1970, 1975). Tais perdas representam de 50% a 75% dos nutrientes aplicados como adubo, exceto no caso do P (10%). Perdas por erosão são grandes somente em terrenos muito inclinados e no primeiro ano, quando o solo ainda não está protegido pelos resíduos da cultura.

Nutrientes para fertirrigação

A técnica de aplicação de fertilizantes via água de irrigação proporciona o uso racional de fertilizantes em agricultura irrigada, uma vez que aumenta sua eficiência de uso. Além disso, reduz a mão de obra e o custo com máquinas e flexibiliza a época de aplicação, visto que as doses recomendadas podem ser fracionadas conforme a necessidade da cultura.

Nitrogênio

O nitrogênio (N) é importante para o crescimento vegetativo da planta, principalmente nos três primeiros meses, quando o meristema está em desenvolvimento (WARNER; FOX, 1977). Além disso, favorece a emissão e o desenvolvimento dos perfilhos e aumenta consideravelmente a quantidade de matéria seca (LAHAV; TURNER, 1983).

É o nutriente mais aplicado via água de irrigação, pois apresenta alta mobilidade no solo, principalmente na forma de nitrato (NO_3^-). Pela fertirrigação, parcela-se o N de acordo com a demanda da bananeira, reduzindo as perdas do nutriente principalmente em solos arenosos.

No Brasil, as recomendações variam de 90 kg a 400 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, dependendo dos seguintes fatores: textura do solo, teor de matéria orgânica, manejo adotado, idade da planta e produtividade esperada. Em geral, os solos mais argilosos e com maior teor de matéria orgânica requerem menores quantidades de N (BORGES; COSTA, 2002).

No primeiro ano, a aplicação de N pode ser distribuída da seguinte forma: 10% nos primeiros 3 meses do plantio; 75% do quarto mês até o florescimento (do sétimo ao nono mês); 15% do florescimento até a colheita (Tabela 6). Para os ciclos seguintes, pode-se adotar a mesma distribuição recomendada a partir do quarto mês do plantio.

Entre as principais fontes de N, o nitrato de amônio é o mais solúvel, seguido pelo nitrato de cálcio e pela ureia; o sulfato de amônio é o de maior mobilidade. Trabalho conduzido na Embrapa Mandioca e Fruticultura, no qual foram estudadas as fontes de N, o sulfato de amônio e a ureia, após três ciclos de cultivo, não mostraram diferença significativa na produtividade entre as fontes. Nesse caso, pode-se optar pela ureia por ter um preço menor por unidade de nutriente.

Tabela 6. Distribuição percentual de nitrogênio (N) e de potássio (K₂O) no ciclo fenológico da bananeira.

Época	N	K ₂ O
	%	
Do 1º ao 3º mês	10	0
Do 4º mês ao florescimento (do 7º ao 9º mês)	75	90
Do florescimento à colheita	15	10

Fonte: Borges e Costa (2002).

Fósforo

O fósforo (P) é o macronutriente menos absorvido pela bananeira. Aproximadamente 50% de P são exportados pelos frutos. Esse nutriente favorece o desenvolvimento vegetativo e o sistema radicular.

As doses de P recomendadas nas regiões bananeiras do mundo variam de 80 kg a 690 kg de P₂O₅ ha⁻¹ ano⁻¹. No Brasil, as doses variam de 0 kg a 160 kg de P₂O₅ ha⁻¹ ano⁻¹, dependendo dos teores no solo (BORGES et al., 1999).

Quando indicado, o P deve ser aplicado à cova de plantio por ser um elemento com alto poder de fixação e com pouca mobilidade no solo, aumentando assim sua eficiência de absorção. Deve ser misturado à terra de enchimento da cova, junto com o adubo orgânico. Se necessário, deve-se repetir a adubação fosfatada anualmente (após análise de solo), em cobertura.

Diferentemente do nitrogênio, o fósforo é um nutriente pouco utilizado em fertirrigação em virtude da sua baixa difusão no solo. A adubação fosfatada apresenta efeito residual de longa duração, pois o P não se move a longas distâncias de onde é colocado, e a lixiviação do nutriente no perfil do solo é pequena (BORGES; COSTA, 2002).

Villas Boas et al. (1994) citam o caminhamento do P aplicado na forma de MAP, por gotejamento, vencendo a sua capacidade de fixação.

O uso do fósforo na fertirrigação ocorre, principalmente, nas formas de fosfato monoamônico (MAP), fosfato diamônico (DAP) e ácido fosfórico. Este último, apesar do risco de corrosão em condutos metálicos, não causa problemas de entupimentos nos emissores. Quando se aplicam fontes inorgânicas de fósforo, existe a probabilidade de precipitação do fosfato se a água apresentar cálcio e se o pH for superior a 6,5. Contudo, se o pH da água for inferior a 7,0, não há limitação para o uso do DAP; se for superior a 7,0, deve-se utilizar o MAP (VILLAS BOAS et al., 1994).

Potássio

O potássio (K) é considerado o elemento mais importante para a nutrição da bananeira, na qual está presente em quantidade elevada. Corresponde aproximadamente a 62% do total de macronutrientes e a 41% do total de nutrientes da planta. Além disso, mais de 35% do K total absorvido é exportado pelos frutos.

Trata-se de um nutriente importante não só na translocação dos fotossintatos e no balanço hídrico, mas também na produção de frutos, uma vez que aumenta sua resistência ao transporte e melhora sua qualidade em virtude do aumento dos teores de sólidos solúveis totais e de açúcares e do decréscimo da acidez da polpa (LANGENEGGER; DU PLESSIS, 1980).

As quantidades de K recomendadas nas regiões bananeiras do mundo variam de 228 kg a 1.600 kg de K_2O ha^{-1} ano^{-1} . No Brasil, variam de 0 kg a 750 kg de K_2O ha^{-1} ano^{-1} , dependendo dos teores no solo. Respostas de até 1.600 kg de K_2O

ha⁻¹ ano⁻¹ foram obtidas em áreas irrigadas do norte de Minas Gerais. Contudo, deve-se sempre considerar o preço do insumo e do produto para avaliar a economicidade (BORGES; COSTA, 2002).

A aplicação de K (K₂O) pode, a princípio, ser conduzida com frequência semanal ou a cada 15 dias, e a quantidade para o primeiro ano deve ser distribuída da seguinte forma: considerando-se a maior exigência do nutriente a partir do quarto mês, inicia-se a sua aplicação nessa época, adicionando-se 90% da quantidade recomendada até o florescimento (do sétimo ao nono mês) e 10% do florescimento até a colheita (Tabela 6). Nos ciclos seguintes, pode-se distribuir a quantidade de K recomendada a partir do quarto mês do plantio (BORGES; COSTA, 2002).

Entre as principais fontes de K, o cloreto de potássio é o mais solúvel e utilizado, seguido pelo nitrato de potássio e pelo sulfato de potássio.

Cálcio, magnésio e enxofre

Quanto aos macronutrientes cálcio (Ca) e magnésio (Mg), são normalmente supridos pela calagem que, entre outros benefícios, equilibra a relação K:Ca:Mg e eleva a saturação por bases.

O Ca é constituinte estrutural dos pectatos de cálcio da lamela média das células. Participa dos processos e do funcionamento das membranas, bem como da absorção iônica (MALAVOLTA et al., 1989). O nitrato de cálcio é a fonte mais solúvel, podendo ser utilizados também o cloreto de cálcio e as formas quelatizadas.

O Mg é integrante da molécula de clorofila e ativador de enzimas. Além disso, participa dos processos de absorção iônica na fotossíntese e na respiração (MALAVOLTA et al., 1989).

Em razão das quantidades elevadas de potássio exigidas pela bananeira, a aplicação de Mg é importante para manter a relação K:Ca:Mg (cmol_c dm⁻³) de 0,5:3,5:1,0 a 0,3:2,0:1,0. Na Costa Rica, encontraram-se respostas favoráveis à aplicação de 100 kg de MgO ha⁻¹ ano⁻¹ normalmente via solo (BORGES; COSTA, 2002).

Os adubos formulados NPK apresentam, em geral, o inconveniente de não contarem enxofre já que, na sua composição, entram normalmente ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio. Por conseguinte, recomenda-se, sempre que possível, alternar as fontes de nitrogênio com sulfato de amônio e de fósforo com superfosfato simples. Acredita-se que a aplicação de sulfato de amônio seja suficiente

para suprir o enxofre (S) necessário à bananeira, caso contrário, recomenda-se a aplicação de 30 kg a 50 kg de S ha⁻¹ ano⁻¹.

Micronutrientes

Normalmente, o boro (B) e o zinco (Zn) são os micronutrientes encontrados em deficiência na bananeira. No entanto, pode-se colocar uma mistura de todos os micronutrientes no plantio para prevenir futuras deficiências de todos eles.

A disponibilidade de B é reduzida em solos com pH elevado, altos teores de cálcio, alumínio, ferro e areia e baixo teor de matéria orgânica. Para suprir a falta do nutriente, podem-se aplicar 2 kg de B ha⁻¹ ano⁻¹.

Quanto ao Zn, a sua disponibilidade é reduzida em solos neutros ou alcalinos, com altos teores de P e de argila. Para suprir a falta do nutriente, podem-se aplicar 10 kg de Zn ha⁻¹ ano⁻¹.

Os quelatos e os sulfatos são os compostos geralmente utilizados para corrigir as deficiências de micronutrientes. O zinco, o ferro, o cobre e o manganês podem reagir com os sais da água de irrigação e favorecer a precipitação, causando entupimento dos gotejadores. Por essa razão, os quelatos são preferíveis por evitar precipitação, além de apresentarem grande mobilidade (VILLAS BOAS et al., 1994). Esses autores citam trabalho com Zn, em que verificaram maior aprofundamento do nutriente quando aplicado na forma de quelato em relação à aplicação de sais.

Esquema de fertirrigação

Recomenda-se para a bananeira sob fertirrigação o seguinte esquema de adubação:

Plantio: de 50 g a 110 g de P₂O₅, dependendo do teor no solo, e 50 g de FTE BR 2 por cova. Tanto o fósforo quanto os micronutrientes devem ser repetidos anualmente, após análise química do solo (BORGES; COSTA, 2002).

Fertirrigação: de 150 kg a 270 kg de N ha⁻¹ e 0 kg a 750 kg de K₂O ha⁻¹, dependendo da produtividade esperada e, no caso da quantidade de K₂O, do teor de K no solo. De acordo com as quantidades de N e de K₂O recomendadas, a distribuição desses nutrientes no ciclo da bananeira pode ser realizada em intervalos de 15 dias, como mostra a Tabela 7.

Tabela 7. Quantidades de nitrogênio (N) e de potássio (K₂O) a serem aplicadas durante o ciclo fenológico da bananeira sob fertirrigação.

Época	Quantidade de N		Quantidade de K ₂ O	
	Total	Aplicação a cada 15 dias	Total	Aplicação a cada 15 dias
	(kg ha ⁻¹)			
Do 1º ao 3º mês	15,0–27,0	2,5–4,5	0	0
Do 4º mês ao florescimento (do 7º ao 9º mês)	112,5–202,5	9,5–17,0	0–675	0–48,2
Do florescimento à colheita	22,5–40,5	4,0–7,0	0–75	0–2,5

Fonte: adaptado de Borges e Costa (2002).

Preparo da solução fertilizante

O pH da solução fertilizante deve ser mantido entre 5,0 e 6,5; acima de 7,5 pode ocorrer precipitação de carbonatos de cálcio e de magnésio, causando entupimento das mangueiras, aspersores e gotejadores. A condutividade elétrica da solução deve ser mantida entre 1,44 dS m⁻¹ e 2,88 dS m⁻¹ para evitar riscos de salinização. Se a condutividade elétrica da água for superior a 1,00 dSm⁻¹, deve-se trocar o cloreto de potássio (índice salino/unidade = 1,98) pelo nitrato de potássio (índice salino/unidade = 1,30) ou pelo sulfato de potássio (índice salino/unidade = 0,96). Recomenda-se também, nesses casos, empregar a ureia (índice salino/unidade = 1,70), não sendo aconselhável o uso do nitrato de amônio (índice salino/unidade = 3,28) ou do sulfato de amônio (índice salino/unidade = 3,45) (VIEIRA et al., 2001).

Todos os macro e micronutrientes podem ser aplicados via água de irrigação desde que se considere a compatibilidade entre eles no preparo da solução. De maneira geral, os nutrientes são mais aplicados à bananeira via água de irrigação. A quantidade recomendada do nutriente vai depender da análise química do solo e da demanda da planta nos diferentes estádios de desenvolvimento.

A quantidade do fertilizante, normalmente ureia (fonte de nitrogênio) e cloreto de potássio (fonte de potássio), é diluída em um balde ou tanque cujo volume é calculado pela equação 4:

$$V(L) = \frac{M \times Q_s \times C_n}{Q_f \times C_f} \quad (4)$$

em que M é a massa do fertilizante, fonte do nutriente (g); Q_s a vazão de aplicação da solução fertilizante no sistema de irrigação ($L h^{-1}$), que corresponde à vazão de uma bomba injetora elétrica ou hidráulica, ou de um venturi, ou de um tanque diferencial (Ex.: $60 L h^{-1}$); C_n a concentração do nutriente no fertilizante (Ex.: 0,45 no caso da ureia); Q_f a vazão da linha de irrigação ($L h^{-1}$), que corresponde à vazão total dos emissores (aspersor, microaspersor ou gotejador) durante a fertirrigação, e C_f a concentração do nutriente na saída dos emissores ($g L^{-1}$), que pode ser tomada entre $0,20 g L^{-1}$ e $0,70 g L^{-1}$ e dependerá da disponibilidade do recipiente para o preparo da solução e do tempo para fertirrigar a área.

Exemplo: ao assumir que a concentração dos nutrientes na água de irrigação é mínima, calcula-se o volume do tanque para diluição de ureia para a seguinte situação:

1 ha de banana = 1.666 plantas (espaçamento = 4,0 m x 2,0 m x 2,0 m)

1 microaspersor para quatro plantas

Nº de microaspersores = 417

Vazão de cada microaspersor = $45 L h^{-1}$

Q_f (vazão da linha de irrigação) = $417 \times 45 = 18.765 L h^{-1}$

Dose de N recomendada = $200 kg ha^{-1} ano^{-1}$

Fonte de N = ureia (0,45 de N)

Frequência de fertirrigação = quinzenal = 24 aplicações ano^{-1}

$M = 444 kg de ureia ha^{-1} \div 24 aplicações = 18.500 g de ureia ha^{-1} aplicação^{-1}$

$C_f = 0,45 g L^{-1}$

$Q_s =$ bomba injetora hidráulica de $60 L h^{-1}$

$$V(L) = \frac{18.500 g \times 60 L h^{-1} \times 0,45}{18.765 L h^{-1} \times 0,45 g/L} = \frac{499.500 g}{8.444,25 g L^{-1}} = 59 L$$

Frequência de aplicação e monitoramento

Embora seja de conhecimento geral o ganho em termos econômicos e a maior eficiência da aplicação dos adubos via água de irrigação, são poucas as informações disponíveis para a bananeira, no que diz respeito à frequência de

aplicação de fertilizantes, que evitem perdas e proporcionem melhor resposta da planta e maior retorno econômico para o produtor. Trabalhos conduzidos no norte de Minas Gerais para a bananeira ‘Prata Anã’ mostraram no primeiro ciclo, tanto em solo arenoso quanto em argiloso, que a frequência de fertirrigação quinzenal proporcionou melhor desenvolvimento vegetativo e produção da bananeira. No Estado da Bahia, em Latossolo Amarelo, em três ciclos de cultivo, não houve diferença estatística entre as frequências de fertirrigação estudadas (3, 7, 11 e 15 dias); assim, ela pode ser realizada quinzenalmente (Tabela 8). No entanto, em solos mais arenosos, recomenda-se a frequência de fertirrigação semanal.

Tabela 8. Variáveis produtivas da bananeira ‘Prata Anã’ em razão das frequências de fertirrigação de nitrogênio (400 kg ha⁻¹ na forma de ureia). Média de três ciclos, Cruz das Almas, BA.

Frequência (dias)	PRD ⁽¹⁾ (t ha ⁻¹)			NFR ⁽¹⁾			PMF ⁽¹⁾ (g)		
	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo
3	25,9	25,3	32,2	119	155	182	130,7	98,1	107,4
7	22,1	21,3	31,2	111	143	179	121,4	89,1	104,5
11	24,2	21,9	29,8	118	151	183	125,5	89,1	99,5
15	24,2	21,0	30,1	116	142	178	124,8	88,9	100,7
Média	25,8			148			106,6		

⁽¹⁾ PRD = produtividade; NFR = número de frutos/cacho; PMF = peso médio dos frutos.

Para o monitoramento da fertirrigação, recomenda-se a análise química do solo a cada 6 meses, incluindo a condutividade do extrato de saturação do solo (BORGES; COELHO, 2002).

Referências

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements**. Rome, IT: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and Drainage, 56).
- BARRETO, A. N.; NOGUEIRA, L. C.; CAMPOS, G. M. **Irrigação por bacias em nível na cultura da bananeira**. Parnaíba: EMBRAPA-CNPAL, 1992. 33 p. (EMBRAPA-CNPAL. Circular Técnica, 4).
- BHATTACHARYYA, R. K.; RAO, V. N. M. Water requirement, crop coefficient and water-use efficiency of ‘Robusta’ banana under different soil covers and soil moisture regimes. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, NL, v. 25, n. 3, p. 263-269, 1984.

- BORGES, A. L.; COELHO, E. F. **Fertirrigação em bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 4 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Comunicado Técnico, 74).
- BORGES, A. L.; COSTA, E. L. da. Requerimentos de nutrientes para fertirrigação: banana. In: BORGES, A. L.; COELHO, E. F.; TRINDADE, A. V. (Org.). **Fertirrigação em fruteiras tropicais**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. p. 77-84.
- BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. da S. Solos, nutrição e adubação. In: ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2. ed. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1999. p. 197-260.
- BORGES, A. L.; SILVA, T. O. da. **Absorção, exportação e restituição ao solo de nutrientes pela bananeira Terra**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. 3 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Comunicado Técnico, 66).
- COELHO, E. F.; BORGES, A. L. Necessidades hídricas e produtividade da bananeira Prata Anã e Grand Naine sob irrigação suplementar. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 12., 2002, Uberlândia. **A inserção da agricultura irrigada no ciclo hidrológico com: segurança alimentar, revitalização hídrica e sustentabilidade ambiental**. Brasília, DF: ABID, 2002. 1 CD-ROM.
- COELHO, E. F.; COSTA, E. L.; TEIXEIRA, A. H. C.; OLIVEIRA, S. L. de. **Irrigação da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. 8 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 53).
- COELHO, E. F.; OLIVEIRA, S. L.; COSTA, E. L. Irrigação da bananeira. In: SIMPÓSIO NORTE MINEIRO SOBRE A CULTURA DA BANANA, 1., 2001, Nova Porteirinha. **Anais...** Nova Porteirinha: Epamig: Unimontes, 2001. p. 91-101.
- COSTA, E. L.; COELHO, E. F. Necessidade hídrica e produtividade das bananeiras 'Prata Anã' e 'Grand Naine' sob irrigação nas condições do Norte de Minas. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 13., 2003, Juazeiro. **Anais...** Brasília, DF: ABID, 2003. 1 CD-ROM.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1984. 306 p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 33).
- FARIA, N. G. **Absorção de nutrientes por variedades e híbridos promissores de bananeira**. 1997. 66 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas.
- GODEFROY, J.; MULLER, M.; ROOSE, E. Estimation des pertes par lixiviation des elements fertilisants dans un sol de bananeraie de basse Cote d'Ivoire. **Fruits**, Paris, FR, v. 25, n. 6, p. 403-423, 1970.
- GODEFROY, J.; ROOSE, E.; MULLER, M. Estimation des pertes par les eaux de ruissellement et de drainage des element fertilisants dans un sol de bananeraie du sud de la Cote d'Ivoire. **Fruits**, Paris, FR, v. 30, n. 4, p. 223-235, 1975.
- GOENAGA, R.; HERBER, I. Yield and quality of banana irrigated with fractions of class A pan evaporation on an oxisol. **Agronomy Journal**, Madson, v. 92, n. 5, p. 1008-1012, 2000.
- LAHAV, E.; TURNER, D. **Banana nutrition**. Bern, CH: International Potash Institute, 1983. 62 p. (IPI. Bulletin, 7).
- LANGENEGGER, W.; DU PLESSIS, S. F. **Fertilizer in banana cultivation**. Africa do Sul: Citrus and Subtropical Fruit Research Institute, 1980. 1 p. (Farming in South Africa. Bananas E.1).
- LIMA, C. A. S.; MEIRELLES, M. L. Exigência hídrica e irrigação do mamoeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 134, p. 37-39, 1986.
- LÓPEZ, A. Fertilización del cultivo de banano con diferentes doses de nitrógeno, fósforo y potasio. In: REUNIÓN DE LA ACORBAT, 10., 1991, Tabasco. **Memórias...** San José: Corbana, 1994. p. 65-79.

- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.
- OLIVEIRA, S. L. Irrigação. In: ALVES, E. J. (Org.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1997. p. 317-334.
- OLIVEIRA, S. L. **Manejo e métodos de irrigação para a bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1986. 9 p.
- OLIVEIRA, S. L.; ALVES, E. J.; CALDAS, R. C. Evaporação do tanque A e evapotranspiração da bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 7, p. 67-73, 1985.
- ROBINSON, J. C. **Bananas and plantains**. Wallingford: CAB International, 1996. 256 p. (Crop Production Science in Horticulture, 5).
- SANTANA, J. L.; SUAREZ, C. L.; FERERES, E. Evapotranspiration and crop coefficients in banana. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 335, p. 341-348, 1993.
- TEIXEIRA, A. H. de C.; BASSOI, L. H.; COSTA, W. P. L. B.; SILVA, J. A. M.; SILVA, E. E. G. Consumo hídrico da bananeira no Vale do São Francisco estimado pelo método da razão de Bowen. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 45-50, 2002.
- VIEIRA, R. F.; COSTA, E. L. da; RAMOS, M. M. Escolha e manejo de fertilizantes na fertirrigação da bananeira. In: SIMPÓSIO NORTE MINEIRO SOBRE A CULTURA DA BANANA, 1., 2001, Nova Porteirinha. **Anais...** Nova Porteirinha: Epamig: Unimontes, 2001. p. 203-217.
- VILLAS BOAS, R. L.; BOARETTO, A. E.; VITTI, G. C. Aspectos da fertirrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FERTILIZANTES FLUIDOS, 1., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Potafos, 1994. p. 284-308.
- WARNER, R. M.; FOX, R. L. Nitrogen and potassium nutrition of Giant Cavendish banana in Hawaii. **Journal of the American Society Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 102, n. 6, p. 739-743, 1977.

