

Fundamentos e Manejo da Fertirrigação do Mamoeiro



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

Documentos 169

Fundamentos e Manejo da Fertirrigação do Mamoeiro

Eugênio Ferreira Coelho
Maurício Antônio Coelho Filho
Jailson Lopes Cruz

Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical
Cruz das Almas, BA
2007

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical

Rua Embrapa, s/n

Caixa Postal 007

CEP 44380-000, Cruz das Almas, Bahia

Fone: (75) 3621-8000

Fax: (75) 3621-8097

Home page: <http://www.cnpmf.embrapa.br>

E-mail: sac@cnpmf.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Domingo Haroldo Reinhardt

Secretária: Cristina Maria Barbosa Cavalcante Bezerra Lima

Membros: Alberto Duarte Vilarinhos

Antonio Alberto Rocha Oliveira

Davi Theodoro Junghans

Luiz Francisco da Silva Souza

Marilene Fancelli

Maurício Antonio Coelho Filho

Ranulfo Corrêa Caldas

Vanderlei da Silva Santos

Supervisão editorial: Domingo Haroldo Reinhardt

Editoração eletrônica: Saulus Santos da Silva

Foto da capa: José Eduardo Borges de Carvalho

1ª edição

On line (2007)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Coelho, Eugênio Ferreira

Fundamentos e manejo da fertirrigação do mamoeiro. [recurso eletrônico] / Eugênio Ferreira Coelho, Maurício Antônio Coelho Filho, Jailson Lopes Cruz. - Dados eletrônicos. - Cruz das Almas : Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2007. - (Documentos / Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, ISSN 1809-4996; 169).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: Word Wide Web: <<http://www.cnpmf.embrapa.br/publicações/documentos/documentos169.pdf>>.

Título da página web acesso em 28. dez. 2007

1. Irrigação. 2. Fruticultura. I. Coelho, Eugênio Ferreira. II. Coelho Filho, Maurício Antônio. III. Cruz, Jailson Lopes. IV. Série.

CDD 631.587 (21. ed.)

© Embrapa 2007

Autores

Eugênio Ferreira Coelho

Eng° Agr°, PhD., Pesquisador, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Rua Embrapa, s/n, C. Postal 07 - 44.380-000, Cruz das Almas, BA,
ecoelho@cnpmf.embrapa.br

Maurício Antônio Coelho Filho

Eng° Agr°, DSc., Pesquisador, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Rua Embrapa, s/n, C. Postal 07 - 44.380-000, Cruz das Almas, BA,
mcoelho@cnpmf.embrapa.br

Jailson Lopes Cruz

Eng° Agr°, DSc., Pesquisador, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Rua Embrapa, s/n, C. Postal 07 - 44.380-000, Cruz das Almas, BA,
jailson@cnpmf.embrapa.br

Apresentação

A aplicação de fertilizantes via irrigação – fertirrigação – já é uma realidade nas condições da fruticultura nacional. É uma ótima alternativa à aplicação convencional de adubos sobre a superfície do solo, em que o nutriente fica dissolvido na água podendo ser absorvido assim que entra em contato com o sistema radicular das plantas.

Para o mamoeiro esta tecnologia tem particular importância pois é uma cultura de crescimento rápido, exigente em água e nutrientes, tanto em quantidade quanto em um balanço adequado. Conhecendo-se a demanda nutricional da planta, é possível fazer a aplicação, via fertirrigação, no momento, dose e combinação de elementos mais indicados.

Com isto, obtém-se maior eficiência do uso de água e fertilizantes, com impactos ambientais e econômicos significativos, exigindo elevado nível de conhecimento dos fatores que influenciam na implementação e manejo do sistema.

É com esta visão que a Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical disponibiliza esta publicação, buscando oferecer informações embasadas na pesquisa e experiência de seus técnicos, que tragam melhor suporte e poder de decisão aos produtores da cultura do mamoeiro.

José Carlos Nascimento
Chefe Geral

Sumário

Sistemas de irrigação para fertirrigar	9
Resposta do mamoeiro a Fertirrigação	12
Manejo da fertirrigação	16
Marcha de absorção do mamoeiro	16
Frequencia de fertirrigação	18
Cálculo e preparo da solução de injeção	19
Impacto da fertirrigação	22
Referências bibliográficas	28

Fundamentos e Manejo da Fertirrigação do Mamoeiro

Eugênio Ferreira Coelho

Maurício Antônio Coelho Filho

Jailson Lopes Cruz

Sistemas de irrigação para fertirrigar

Os métodos de irrigação mais recomendados para a cultura do mamoeiro têm sido os métodos pressurizados, isto é, a irrigação por aspersão e localizada. Dentre os sistemas de irrigação por aspersão, os sistemas autopropelidos (Figura 1) e os pivôs centrais tem sido os mais utilizados.

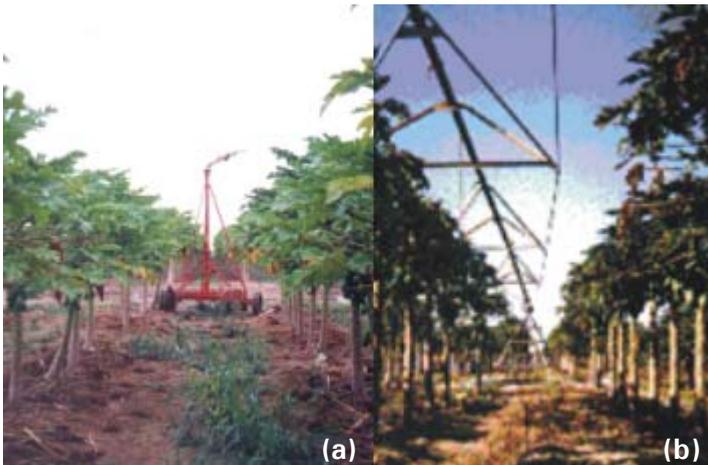


Fig. 1. Sistemas pressurizados de aspersão (a) autopropelido e (b) pivô central.

Os sistemas de irrigação localizada, como gotejamento e a microaspersão vêm sendo muito utilizados. A fertirrigação é praticada com todos os sistemas, entretanto, deve-se ater ao fato de que, na aspersão, a água é aplicada para uma área molhada de solo é de 100%, o que implica em aplicação de fertilizantes para as plantas e para as ervas daninhas. Outro ponto a ponderar é o fato de que a uniformidade de distribuição de água e a eficiência de aplicação que basicamente compõem a eficiência de irrigação ocupa níveis mais baixos para a irrigação por aspersão comparado a irrigação localizada. A eficiência de irrigação por a aspersão situa-se próximo ou abaixo de 75%, indicando uma deficiente uniformidade de distribuição de fertilizantes na área além de maior possibilidade de lixiviação para aqueles de maior mobilidade. Existem, entretanto sistemas de aspersão por pivô central e de movimento linear (LEPA, MESA), cuja eficiência pode chegar a 95%, onde o fertilizante é aplicado na zona diretamente nas plantas.

Em se tratando de sistemas de irrigação localizada, a fertirrigação pela microaspersão deve levar em conta a distribuição de água pelo microaspersor, que segue um padrão conforme a Figura 2, onde a maior quantidade de água cai próximo do emissor reduzindo-se a medida em que se afasta deste. A concentração de ions da água de irrigação é uniforme, isto é, apresenta pequena variação na área molhada na superfície do solo, conseqüentemente, a distribuição do fertilizante é desuniforme, isto é, a região mais próxima do emissor recebe maior quantidade de fertilizante comparada as regiões mais afastadas do emissor.

O aspecto prático desta situação é que o mamoeiro, principalmente nos primeiros meses pode ser afetado pelo sistema de microaspersão, principalmente pela desuniformidade de aplicação de fertilizante, uma vez que se adota uma linha lateral de irrigação entre fileiras de plantas. No caso as plantas novas com sistema radicular pouco desenvolvido não conseguem absorver boa parte dos fertilizantes que caem mais próximo dos emissores. Isso pode ser minimizado com uso de microaspersores de maior raio de ação (acima de 2,5 m).

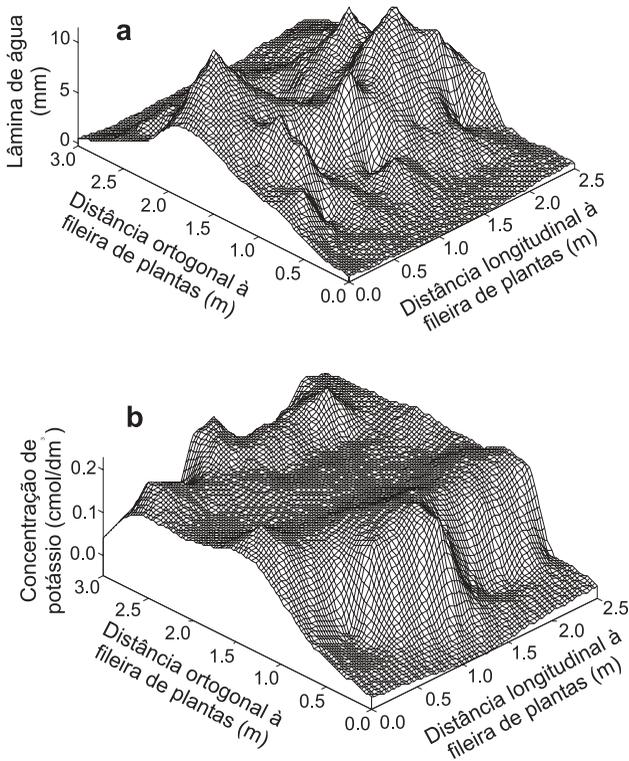


Fig. 2. Padrões de distribuição de água (a) e íons (b) por sistemas de microaspersão.

O sistema de irrigação por gotejamento é o mais adequado a fertirrigação. O uso do gotejamento implica em uso da fertirrigação, devido a pequena área molhada do solo associada ao sistema. Em condições semi-áridas, a adubação de fertilizantes sólidos em sistema de gotejamento ocasionará a cimentação dos adubos formando placas. Os fertilizantes diluídos em água e aplicados via gotejamento serão depositados junto ao sistema radicular da cultura aumentando-se a eficiência de uso dos mesmos. No caso do gotejamento enterrado, a eficiência de adubação aumenta mais ainda, haja vista que as linhas laterais passam a ficar junto ao sistema radicular das plantas. Os sistemas de irrigação localizados são os mais adequados à aplicação de fósforo via fertirrigação, principalmente o gotejamento, que

localiza ainda mais a aplicação à zona radicular. De toda forma, o fósforo aplicado via fertirrigação em gotejamento enterrado tem grandes chances de aumentar o desempenho do nutriente, uma vez que o mesmo é depositado dentro da zona de maior atividade do sistema radicular (Bar-Yosef, 1999).

A eficiência da fertirrigação, de modo análogo a de irrigação deve referir-se a razão do fertilizante que é efetivamente utilizado pelas plantas e a quantidade aplicada. Os sistemas de irrigação de baixa eficiência, como os de superfície serão de baixa eficiência de fertirrigação, ao passo que os sistemas de irrigação de alta eficiência serão também de alta eficiência de fertirrigação. A Tabela 1 mostra valores da eficiência de fertirrigação para diversos sistemas de irrigação localizada para os nutrientes mais comumente usados em fertirrigação.

Tabela 1. Eficiência (%) do uso de nitrogênio, fósforo e potássio para diferentes sistemas de irrigação.

Sistemas de irrigação	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Superfície	40-60	10-20	60-75
Aspersão (pivô central)	60-70	15-25	70-80
Gotejamento	75-85	25-35	80-90

A Tabela mostra que consegue-se maior eficiência de fertirrigação com o potássio, que por ele ser menos móvel que o nitrogênio. O fósforo é o de menor eficiência dada sua baixa mobilidade.

Resposta do mamoeiro a Fertirrigação

Considerando-se que a produtividade média brasileira no primeiro ano de colheita, de 40 t/ha e 60t/ha para o mamoeiro Sunrise Solo e Formosa, respectivamente, estejam abaixo do potencial produtivo destas variedades, com o manejo adequado de fatores importantes de produção, como água e nutrientes, as produtividades podem ser aumentadas. Produtores do

Extremo Sul da Bahia e Norte do Espírito Santo têm obtido, em cultivos irrigados, produtividades atingem médias de 60 t/ha/ano a 80 t/ha/ano para as cultivares Sunrise Solo e Formosa, respectivamente.

Oliveira e Caldas (2004) avaliaram o efeito de doses de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) para o mamoeiro do grupo Solo, sob irrigação, para as condições edafoclimáticas de Cruz das Almas (BA), no Recôncavo Baiano, aplicando os fertilizantes na forma sólida. Esses autores obtiveram o ponto de máxima para produtividade em 93,41 t/ha/ano de frutos de mamão no primeiro ano de colheita, para as doses máximas físicas de 347 e 360 kg/ha/ano de N e K_2O , respectivamente, para teores médios de potássio no solo.

Em experimento de resposta do mamoeiro a cinco níveis de nitrogênio e potássio (35, 210, 350, 490 e 665 kg ha⁻¹) aplicados via água de irrigação, Coelho et al. (2001) obtiveram um comportamento linear da produtividade como função do nitrogênio e quadrática como função do potássio, onde a máxima produtividade física do mamoeiro (Figura 3) correspondeu as doses de 490 kg ha⁻¹ de N e 490 kg ha⁻¹ de K_2O , equivalente a uma relação N/K de 1:1. Em experimento realizado com mamoeiro cultivar Tainung n° 1 em Latossolo Amarelo distrófico, a produtividade respondeu de forma quadrática tanto a aplicação de N como de K_2O , com máximos físicos para 502 kg ha⁻¹ de N e 309 kg ha⁻¹ de K_2O , o que implica em uma relação N:K de 1,6:1 (Figura 4).

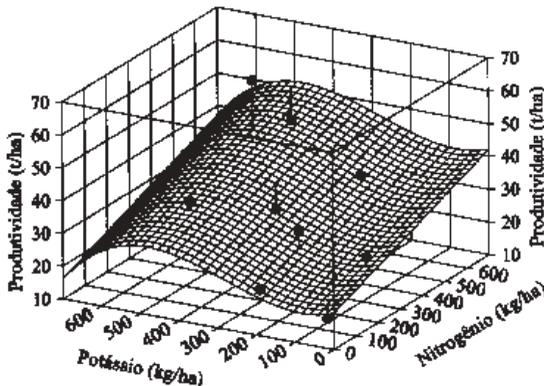


Fig. 3. Superfície de resposta da produtividade do mamoeiro às doses de nitrogênio e potássio ajustada aos dados obtidos (Coelho et al., 2001).

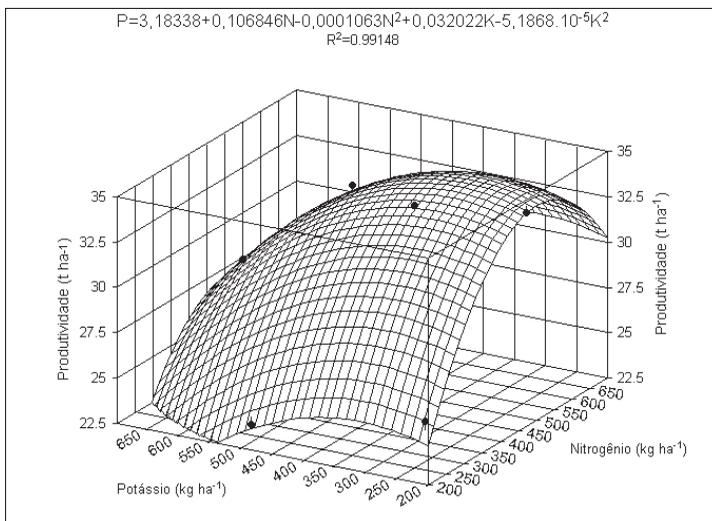


Fig. 4. Resposta do mamoeiro cv. Tainung nº 1 a diferentes níveis de nitrogênio e de potássio aplicados via água de irrigação.

Os trabalhos de avaliação de fontes nitrogenadas conduzidos na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (Coelho et al., 2004) não mostraram efeito das fontes de nitrogênio amoniacal, amidica e nítrica na produtividade do mamoeiro, isto é, não mostraram diferença estatística entre si. A fonte nítrica (nitrato de cálcio) resultou em uma produtividade 19% acima da obtida pelo uso da fonte amoniacal e 4% acima da obtida pelo uso da uréia (Figura 5).

O menor custo das fontes amoniacais e amidicas faz com que esses fertilizantes sejam mais cogitados pelos produtores rurais, o que leva a indagar sobre as possibilidades de impacto no solo pelo uso dos mesmos em função de possível redução do pH do solo.

O uso das fontes amoniacais trazem, apesar da vantagem do menor custo, uma desvantagem da possível redução no pH e na saturação de bases do solo. Uma forma de contornar esse problema é o uso de uma fonte amoniacal conjugada com uma fonte nítrica. Neste sentido, Souza et al. (2006) avaliou a aplicação nitrogênio na forma de uréia em 100%, 75%,

50%, 25% e 0% de um período de 12 meses na cultura do mamoeiro com a aplicação do nitrato de cálcio no restante do período mencionado. Os resultados não demonstraram diferenças significativas entre as produtividades dos tratamentos, entretanto o uso de nitrato de cálcio como fonte única de nitrogênio resultou em uma produtividade 14,79% superior à obtida com sulfato de amônio como fonte nitrogenada (Tabela 2).

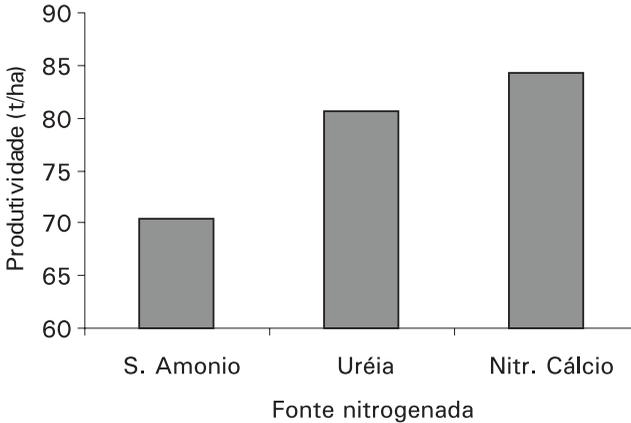


Fig. 5. Produtividade do mamoeiro fertirrigado por diferentes fontes nitrogenadas (Santos et al., 2004).

Tabela 2. Médias de número de frutos e produtividade do mamoeiro fertirrigado, submetido a diferentes combinações de fontes nitrogenadas (nitríca e amoniacal).

Tratamentos	Fontes Nitrogenadas		Número de Frutos ha ⁻¹	Produtividade ton ha ⁻¹
	SA (% do ciclo)	NC (% do ciclo)		
1	100	0	18698	22,117
2	75	25	22014	26,292
3	50	50	20373	26,840
4	25	75	22814	30,330
5	0	100	21019	25,390

A aplicação de nitrogênio pelo sulfato de amônio e nitrato de cálcio nas proporções 75%-25% e 50%-50% proporcionou também produtividades superiores em 18,87% e 21,35%, respectivamente, ao tratamento de uso

de 100% do nitrogênio pelo sulfato de amônio. O uso combinado das fontes, com sulfato de amônio em 75% do ciclo e nitrato de cálcio em 25% do restante apresentou relação benefício/custo de 2,37 promovendo uma taxa de retorno marginal de 137,0%; o uso sulfato de amônio em 50% do ciclo e nitrato de cálcio em 50% do restante apresentou relação benefício/custo de 1,46. Assim, estas duas opções se configuram como as melhores opções de combinação das fontes nitrogenadas levando em consideração o impacto da fonte nitrogenada no solo e a capacidade econômica da produção do mamoeiro.

Manejo da fertirrigação

O procedimento da fertirrigação deve ser previamente programado, definindo-se a partir da quantidade total do fertilizante a ser aplicado, as quantidades e as épocas de aplicação (parcelamento) via água de irrigação. Isso implica em se conhecer a marcha de absorção dos nutrientes pela cultura e a frequência de irrigação mais adequada. Conhecendo-se a quantidade de fertilizante a ser aplicada em cada fertirrigação, calcula-se o volume de água para a solução a ser injetada no sistema de irrigação.

Marcha de absorção do mamoeiro

Coelho Filho et al. (2007) obteve dados de exportação de macro e micronutrientes para o mamoeiro cultivar Sunrise Solo que permitiram determinar a taxa de absorção, no caso da Figura 6 para os macronutrientes, onde se observa que as maiores taxas de absorção ocorreram para o nitrogênio e potássio, cujo comportamento foi similar durante os 240 dias iniciais, período a partir do qual todos os macronutrientes tiveram suas taxas de absorção reduzidas. O comportamento da absorção de todos os macronutrientes seguiu uma tendência conforme o nutriente, permitindo se separar as fases onde houve inflexão na taxa de absorção. Essa separação foi feita para os macronutrientes mais usados na fertirrigação, isto é, o N, K, Ca e P. As maiores taxas absorção foram verificadas na fase de enchimento da primeira carga de frutos, isto é, entre 150 e 240 a 270 DAP.

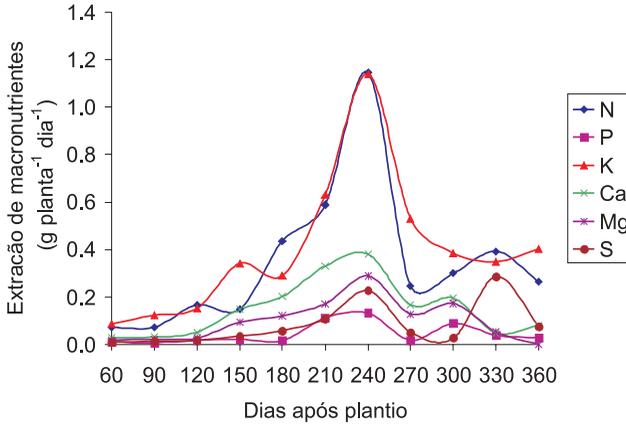


Fig. 6. Taxa de absorção dos macronutrientes em função do tempo para o mamoeiro cv. Sunrise Solo.

As curvas da marcha de absorção do mamoeiro para os nutrientes obtida por Coelho Filho et al. (2007) na Figura 6 permitem estabelecer um parcelamento na aplicação de macro e micro nutrientes na escala de tempo, podendo-se obter taxas de absorção diárias, mensais, bimensais, ou na escala de tempo que se preferir. Foram estabelecidos intervalos de tempo em que a taxa de absorção se manteve constante, isto é, a declividade da curva de absorção se manteve constante. Desta forma, obtiveram-se os gráficos da Figura 7 para os macronutrientes mais viáveis de uso em fertirrigação. Pela Figura 7 pode-se verificar as percentagens do total de um dado macronutriente a que deverá ser aplicado no período de tempo correspondente. Como exemplo, se for necessária uma aplicação de 350 kg de K_2O no primeiro ano do mamoeiro, 8,6% ou 30,1 kg deverá ser aplicado nos primeiros 120 dias; 14,2% ou 49,7 kg no período de 121 – 180 dias; 51,7% ou 180,9 kg no período de 181 – 270 dias e 25,5% ou 89,2 kg no período de 271 – 360 dias.

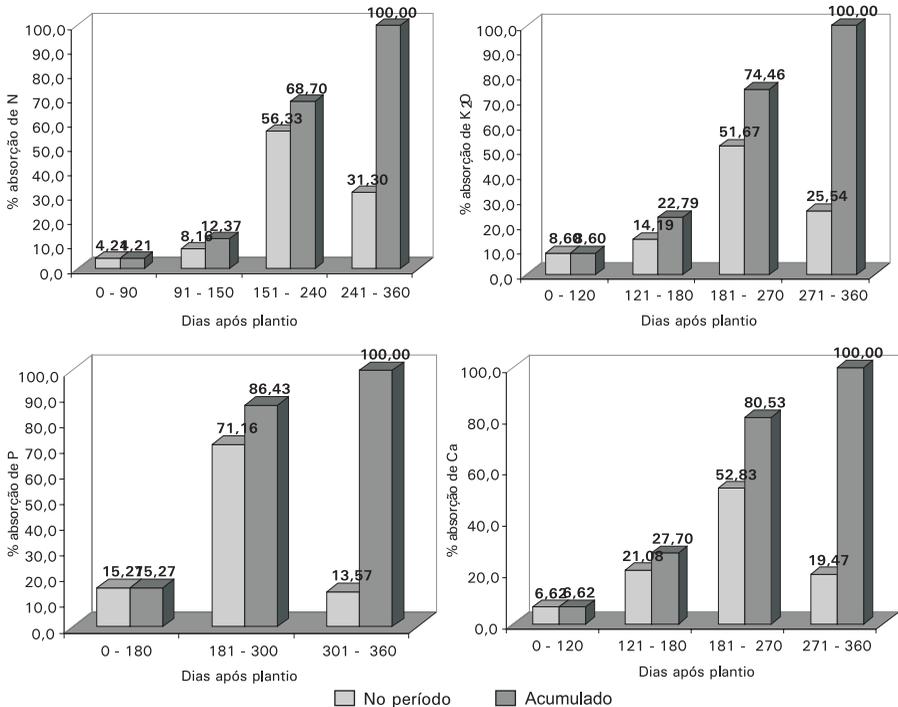


Fig. 7. Percentagem de nutrientes absorvidos em diferentes períodos de tempo ao longo do primeiro ano do mamoeiro, adaptada de Coelho Filho et al. (2007).

Frequência de fertirrigação

Na recomendação da frequência de fertirrigação do mamoeiro, deve-se levar em consideração o fato de que a cultura é de ciclo longo e a recomendação de adubação existente refere-se a um ano ou mais de cultivo. Dessa forma, verifica-se que a dinâmica de uso de nutrientes do mamoeiro é diferente da de culturas de ciclos curtos onde todo o fertilizante necessário deve ser administrado em alguns meses. Coelho et al. (2004) avaliaram efeito de três frequências de fertirrigação (7, 14 e 21 dias) no rendimento do mamoeiro sob diferentes fontes de nitrogênio e verificaram não ter havido efeito das frequências na produtividade da cultura. Coelho et al. (2004) avaliaram três frequências de fertirrigação em mamoeiro, sendo 1, 3 e 7 dias com uso de três fontes de nitrogênio (sulfato

de amônio, uréia e nitrato de cálcio), tendo observado que as maiores produtividades ocorreram para as frequências de 3 e 7 dias, não tendo havido diferença estatística entre as mesmas. Considerando os valores absolutos das produtividades, os maiores ocorreram para a aplicação do nitrato de cálcio nas frequências de 3 e 7 dias, seguido pela produtividade da uréia na frequência de 3 dias (Figura 8).

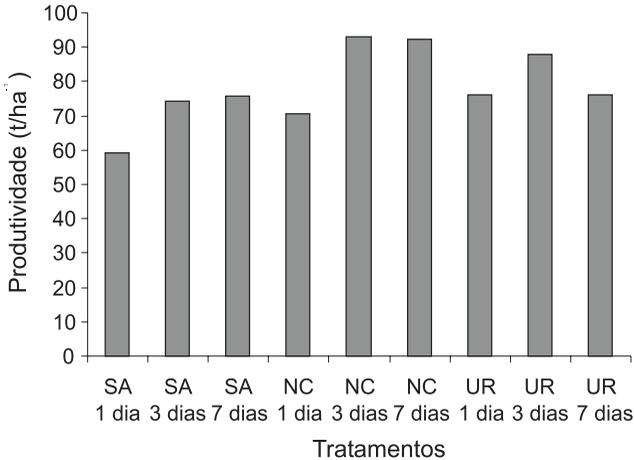


Fig. 8. Produtividades do mamoeiro sob diferentes fontes de nitrogênio aplicadas em diferentes frequências via água de irrigação. S A – sulfato de amônio, NC – nitrato de cálcio, UR – uréia.

Cálculo e preparo da solução de injeção

A solução a ser injetada no sistema de irrigação deve ser preparada de tal forma a permitir que a água na saída dos emissores tenha uma concentração que permita a aplicação da quantidade desejada de fertilizantes sem causar impactos negativos ao solo como elevação de seu potencial osmótico. A recomendação da concentração da solução tem variado de 0,7 a 2,0 g L⁻¹, entretanto, em condições de campo, usam-se valores superiores a estes dependendo do tempo e dos recipientes disponíveis na fazenda. Quanto maior a concentração na saída dos emissores, estes estarão mais sujeitos a entupimentos a médio e longo prazo e o solo poderá ficar sujeito a variações de sua condutividade elétrica.

A quantidade de nutrientes a ser aplicada por fertirrigação será obtida seguindo-se os passos, com um exemplo relativo a aplicação de 350 kg de K_2O durante o primeiro ano do mamoeiro:

1. A quantidade total anual recomendada (TAR) deve ser inicialmente parcelada conforme a Figura 7, isto é, para cada nutriente, multiplica-se o total necessário no ano pela percentagem demandada na fase especificada (PDF);

$$QRF = TAR \cdot \frac{PDF}{100}$$

Em que QRF é a quantidade recomendada na fase da cultura (kg), TAR é dada em kg.

No exemplo, obtêm-se a Tabela a seguir:

Tabela 3. Determinação da quantidade recomendada na fase da cultura (QRF).

Dias após plantio	TAR (kg)	PDF (%)	QRF (kg)
0- 120	350	8,6	30,1
121 – 180	350	14,2	49,70
181 – 270	350	51,7	180,8
271 – 360	350	25,5	89,4

2. Define-se a frequência de fertirrigação (FF) e divide-se o período total de fertirrigação (PTF) dentro de cada fase selecionada com ajuda da Figura 7 pela frequência adotada resultando no número de fertirrigações no dado período (NFF);

em NFF é o número de fertirrigações de cada fase da cultura, PTF e FF são expressos em dias. No exemplo, obtém-se a Tabela:

Tabela 4. Determinação do número de fertirrigações por fase da cultura.

Dias após plantio	PTF	FF	NFF
0- 120	120	3	40
121 – 180	60	3	20
181 – 270	90	3	30
271 – 360	90	3	30

3. Divide-se a quantidade a ser aplicada na fase da cultura pelo número de fertirrigações daquela fase obtendo-se a quantidade a ser aplicada por fertirrigação.

$$QAF = \frac{QRF}{NFF}$$

Em que QAF é a quantidade de nutriente a ser aplicada por fertirrigação (kg).

O valor de QAF deve ser corrigido, conforme a fonte disponível. No exemplo, tem-se:

Tabela 5. Determinação da quantidade de nutriente a ser aplicada por fertirrigação.

Dias após plantio	QRF (kg)	NFF	QAF (kg)
0- 120	30,1	40	0,752
121 – 180	49,70	20	2,485
181 – 270	180,8	30	6,026
271 – 360	89,4	30	2,980

4. Determina-se o volume de água referente a concentração desejada da água de irrigação durante a aplicação do fertilizante. Transforma-se QAF para a fonte correspondente, por exemplo, no caso de K_2O , para cloreto de potássio, dividindo por 0,52 dado que o cloreto de potássio possui 52% de K_2O .

A massa do fertilizante a ser colocada no tanque de solução fertilizante ou injetora será função da vazão do sistema e da vazão ou taxa de injeção da solução fertilizante, podendo ser determinada pela equação:

$$V_{\text{água}} = \frac{QAF_c \cdot q_b \cdot 1000}{q_i \cdot c_i \cdot 0,001}$$

em que:

QAF_c – massa do fertilizante, fonte do nutriente, kg;

q_b – vazão de injeção por bomba, tanque diferencial ou venturi, $L \cdot h^{-1}$;

q_i – vazão do sistema de irrigação, $L \cdot h^{-1}$;

$V_{\text{água}}$ - volume de água da solução fertilizante ou injetora, L;

c_i - concentração da água na saída dos emissores, $mg \cdot L^{-1}$.

O valor de q_b depende do equipamento de injeção (venturi, bomba dosadora elétrica ou hidráulica), q_i é determinado, tomando-se o número de emissores em funcionamento na área fertirrigada e multiplicando este número pela vazão de cada emissor. C_i pode ser tomado entre 700 até 2000 mg/L.

No exemplo, as quantidades a serem aplicadas para a fonte cloreto de potássio (52% de K_2O) por fertirrigação e os volumes de água correspondentes, para uma concentração de $1,5 \text{ g L}^{-1}$ da água de irrigação durante a aplicação de fertilizante, com uma bomba injetora hidráulica de vazão de 60 L h^{-1} , para uma vazão do sistema de irrigação de 3000 L h^{-1} serão:

Tabela 6. Determinação do volume da solução a ser injetada na água de irrigação.

Dias após plantio	NFF	QAF (kg)	QAFc (kg)	Volume de água (Litros)
0- 120	40	0,752	1,447	19
121 – 180	20	2,485	4,778	63
181 – 270	30	6,026	11,589	154
271 – 360	30	2,980	5,731	76

Impacto da fertirrigação

Os impactos que a fertirrigação pode promover no solo podem ser de natureza física ou química. Impactos físicos devido a fertirrigação não tem sido observados em campo, entretanto há possibilidades de ocorrência, principalmente no caso de fertirrigação orgânica, com, por exemplo, efluente de esgoto urbano ou rural, ácidos húmicos. Os impactos de ordem química são mais comuns e podem ocorrer tanto com a aplicação de fertilizantes orgânicos como minerais.

Um dos impactos mais comuns observados tem sido relacionados à salinização do solo, o que pode se dar pela aplicação de fertilizantes em concentrações elevadas que reduz o potencial total da água no solo pelo aumento da tensão osmótica e da condutividade elétrica do solo, fato que

pode ser agravado com uso de fontes de maior índice salino. Esses valores de condutividade elétrica do extrato de saturação acima de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ podem ser prejudiciais a cultura do mamoeiro. A ocorrência da salinização, entretanto, está relacionada à operação da fertirrigação, quando feita de forma inadequada, principalmente pelo uso de elevada concentração da solução de injeção. A salinização, se ocorrer, provavelmente será transitória, uma vez que poderá ser corrigida com lavagem do perfil com irrigação excessiva.

O uso de fontes de elevado índice salino pode aumentar as chances de salinização do solo quando a fertirrigação é feita de forma inadequada. Coelho et al. (2002) monitoraram a condutividade elétrica do solo, numa frequência mensal durante dois anos numa área de mamoeiro em solo argiloso com dosagens de cloreto de potássio e uréia variando de 35 kg ha^{-1} a 660 kg ha^{-1} e verificaram que não houve elevação relevante da CE pelo uso do cloreto de potássio e uréia continuamente no período, tendo os valores ficados abaixo ou próximo de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ nas profundidades 0,40 m e 0,80 m no final do período seco, tendo retornado a valores abaixo de $0,6 \text{ dS m}^{-1}$ após o período chuvoso. No caso, a estação chuvosa foi suficiente para manter condutividade elétrica no solo em níveis adequados do solo (Figura 9).

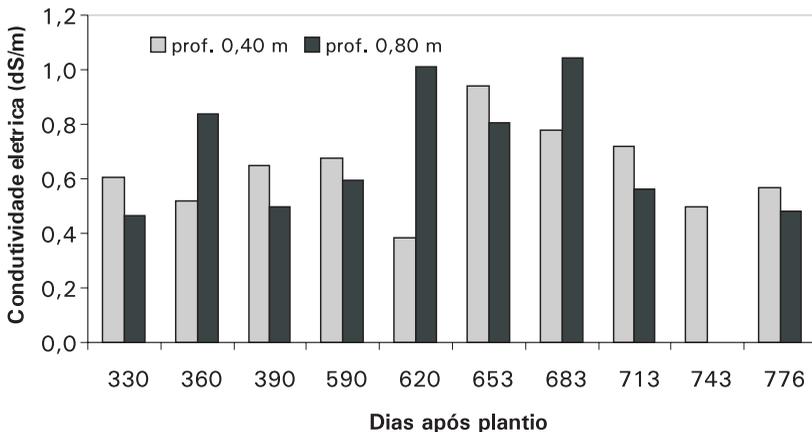


Fig. 9. Variação da condutividade elétrica ao longo do tempo a 0,40m e 0,80 m de profundidade do solo, sendo valores médios de diferentes doses de potássio e de nitrogênio para o mamoeiro na forma de uréia e de cloreto de potássio via fertirrigação.

A condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) avaliada mensalmente durante o primeiro ano do mamoeiro, cultivado em Latossolo Amarelo, mostrou pela média dos valores mensais (Figura 10) maiores valores para aplicação de nitrogênio na forma de sulfato de amônio em 100 e 75% do primeiro ciclo do mamoeiro Tainung nº 1 com redução da condutividade elétrica até a aplicação de nitrogênio totalmente na forma de nitrato de cálcio, com diferença média entre os valores de condutividade com aplicação de 100% do nitrogênio sob forma amoniacal e sob forma nítrica de 42%, indicando que a maior quantidade sulfato de amônio durante o ciclo contribuiu para maior CEes em relação ao nitrato de cálcio. Esses resultados podem ser justificados pelo maior índice salino do sulfato de amônio (69) em relação ao do nitrato de cálcio (61).

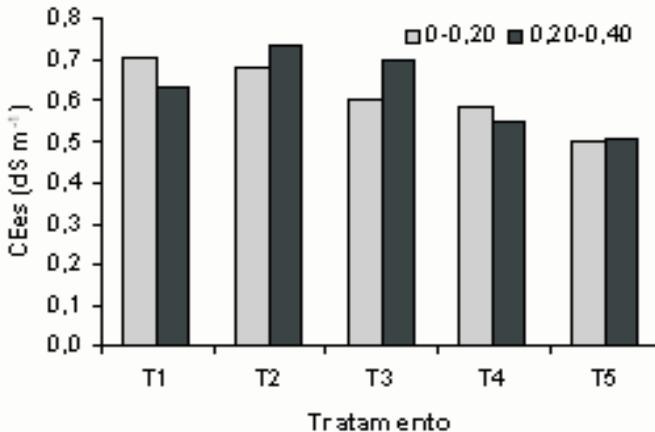


Fig. 10. Condutividade elétrica do extrato de saturação nas profundidades 0-0,20 m e 0,20 – 0,40 m para aplicação de nitrogênio no solo sob diferentes proporções de sulfato de amônio e nitrato de cálcio.

Outro impacto, ainda mais comum que a salinização está relacionado ao uso das fontes nitrogenadas e a variação do pH do solo. No caso do uso da uréia e dos amoniacais, deve-se ater para o fato de que, durante a nitrificação, isto é, a transformação do amônio em nitrato, ocorre liberação de H^+ no solo, o que se traduz em redução do pH, sendo esta redução mais

acentuada para os fertilizantes amoniacais. Coelho et al. (2002) verificaram durante dois anos para dez combinações de níveis de nitrogênio (35 kg ha^{-1} a 660 kg ha^{-1}) e potássio no mamoeiro a partir de coleta mensal da solução do solo que não houve redução ou aumento relevante do pH (Figura 11).

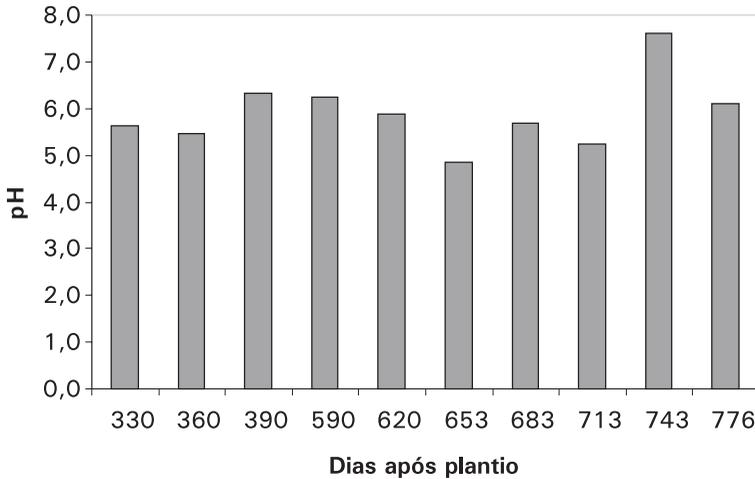


Fig. 11. Variação do pH ao longo do tempo a 0,40m de profundidade do solo, sendo os valores médios obtidas de diferentes tratamentos de aplicação de doses de nitrogênio e de potássio via fertirrigação.

Em outro experimento de avaliação do efeito de fontes nitrogenadas com uso de uréia, nitrato de cálcio e sulfato de amônio, Santos et al. (2004) observou entre 07/02/2003 e 25/11/2003, num Latossolo Amarelo distrófico, uma redução no pH e na saturação de bases, sendo que a magnitude dessa redução seguiu em ordem decrescente para os tratamentos com sulfato de amônio, uréia e nitrato de cálcio (Tabela 7).

Uma avaliação de parcelamento das fontes amoniacal e nítrica, de forma aplicar parte do nitrogênio por meio da amoniacal e parte por meio da nítrica sendo as fontes, o sulfato de amônio em 100% do ciclo e em 75% do ciclo, com aplicação de nitrato de cálcio no restante do ciclo. Verificou-se que a aplicação das fontes amoniacais na maior parte do ciclo promoveu

impacto no ambiente solo em termos de acidificação. Os demais tratamentos (uso de sulfato de amônio e nitrato de cálcio nas percentagens do ciclo total de 50%-50%, 25%-75% e 0%-100%, respectivamente) não promoveram efeito de acidificação, sendo que ocorreu elevação de pH e V nas proporções sulfato de amônio-nitrato de cálcio de 25%-75% e 0%-100%, por usarem nitrato de cálcio durante a maior parte do ciclo (Figura 12).

Tabela 7. Valores de pH e de saturação de bases para as combinações de fontes de N e frequências de fertirrigação.

Fonte de N	pH		Saturação de bases (%)	
	02/2003	11/2003	02/2003	11/2003
Sulfato de amônio	6,6	5,0	75	48
Nitrato de cálcio	6,7	6,6	82	77
Uréia	6,4	5,8	72	60

A aplicação de nitrogênio na proporção 50%-50% nas formas de sulfato de amônio-nitrato de cálcio não causou impacto no ambiente solo em termos de acidificação. Esses resultados permitem verificar que o uso de fontes amoniacais, amidicas ou nítricas podem ser usadas para o mamoeiro, sendo que a combinação delas pode dar mais garantia de menor impacto no solo quanto a alterações em seu pH. Sugere-se usar uma fonte amoniacal em 50% do ciclo da cultura e uma fonte nítrica em 50% do restante do ciclo.

Um ponto a ser observado no uso das fontes de nitrogênio comuns em fertirrigação é o balanço cationico-anionico na solução do solo. Nesse balanço, um tipo de cátion ou anion em excesso na solução poderá ser mais absorvido pelas raízes limitando a absorção de outros cátions importantes (Vieira et al., 2001). Se aplica nitrogênio na forma de NH_4^+ em excesso, isto provocará uma redução na absorção dos outros cátions, K^+ , Ca^{++} e Mg^{++} , bem como absorção acima do normal de fosfatos, sulfatos e cloretos. O aumento de NO_3^- na solução do solo provoca a redução na absorção do fosfato e sulfatos e aumento na absorção de K^+ , Ca^{++} e Mg^{++} (Burt et al., 1995).

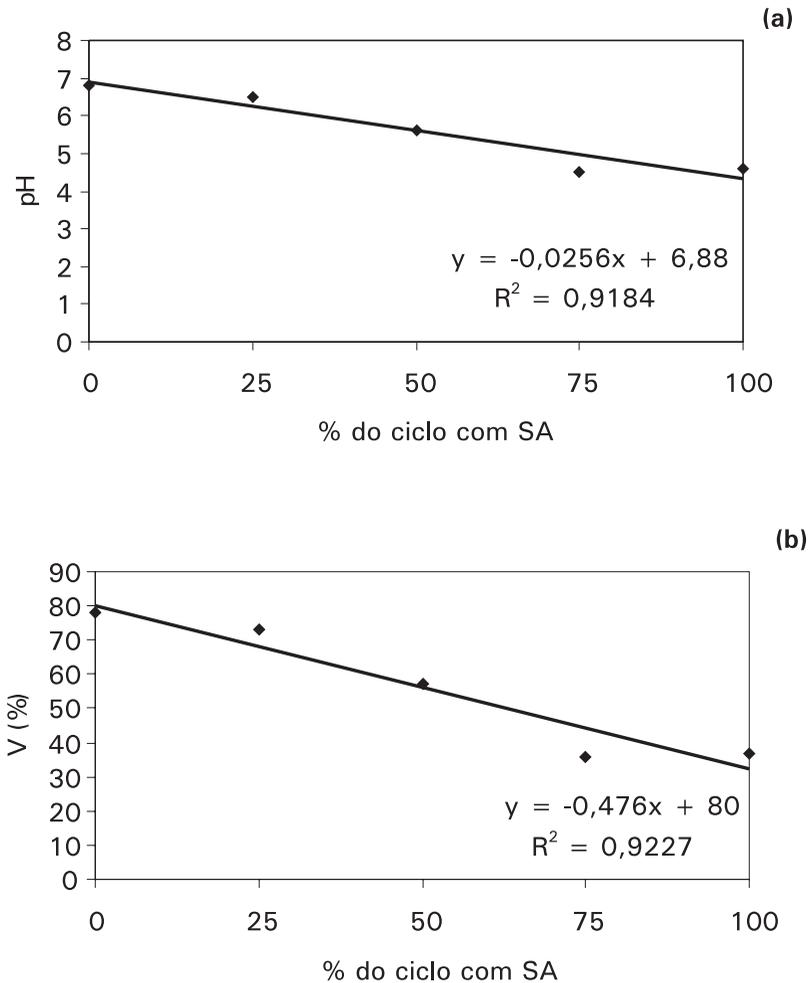


Fig. 12. Variação do pH (a) e da saturação de bases – V (b) com a aplicação de sulfato de amônio e nitrato de cálcio em diferentes porcentagens do primeiro ciclo da cultura do mamoeiro cv, Tainung nº 1.

Referências bibliográficas

COELHO, E.F.; OLIVEIRA, A.M.G. de; SILVA, T.S.M.; SANTOS, D.B. dos. Produtividade do mamoeiro sob diferentes doses de nitrogênio e de potássio aplicados via água de irrigação. In: II Workshop de fertirrigação, 2001, Águas de São Pedro. Fertirrigação: Flores, Frutas e Hortaliças. Piracicaba: LER/ESALQ/USP, 2001. v. 1. p. 78-87.

COELHO, E.F.; SILVA, T.S.M.; LIMA, D.M.; SOUSA, V.F. de. Distribuição de potássio e da condutividade elétrica no solo pela aplicação de diferentes doses de potássio e nitrogênio por fertirrigação em mamoeiro. In: XXXI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2002, Salvador. XXXI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CD ROM, 2002.

COELHO, E.F.; SANTOS, M.R.; TRINDADE, A.V.; SILVA, T.S.M. Produtividade do mamoeiro sob diferentes fontes de nitrogênio e potássio e frequências de fertirrigação. In: I Congresso Brasileiro de Fertirrigação, 2003.

COELHO FILHO, M.A.; COELHO, E.F.; CRUZ, J.L. SOUZA L.F.; OLIVEIRA, A.M.G.; SILVA, T.S.M. Marcha de absorção de macro e micronutrientes do mamoeiro Sunrise Solo. In: MARTINS, D. dos S; COSTA, A.N.; COSTA, A.F.S. Papaya Brasil: Manejo, qualidade e mercado do mamão. Vitória: Incaper, 2007. p.29-40.

OLIVEIRA, A.M.G.; CALDAS, R.C. Produção do mamoeiro em função de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.26, n.1, p.160-163, 2004.

OLIVEIRA, A.M.G.; SOUZA, L.F.; RAIJ, B.V.; MAGALHÃES, A.F.J. Nutrição, calagem e adubação do mameiro irrigado. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 69).

SANTOS, M.R.; COELHO, E.F.; CRUZ, J.L. Produtividade do mamoeiro sob diferentes fontes e frequências de aplicação de nitrogênio via água de irrigação. In: FERTBIO, 2004, Lages - SC. FERTBIO 2004 Lages - SC: Departamento de Solos da UDESC, 2004. Souza et al. (2006)



Mandioca e Fruticultura Tropical

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

