

Manejo de fertirrigação em fruteiras

Eugênio Ferreira Coelho*
Valdemício Ferreira de Souza**
José Maria Pinto***

A aplicação de fertilizantes via água de irrigação é uma maneira racional e eficiente de nutrir as plantas na agricultura irrigada. A fertirrigação representa aproximadamente 10% do custo de implantação do sistema de irrigação, necessitando apenas a aquisição do sistema de injeção de fertilizantes.

Entre as vantagens da fertirrigação destacam-se:

- atendimento das necessidades nutricionais das plantas, de acordo com a curva de absorção das mesmas;
- aplicação dos nutrientes restrita ao volume molhado, onde se concentra a região de atividade das raízes;
- quantidades e concentrações dos nutrientes podem ser adaptadas às necessidades da planta em função de seu estágio fenológico e condições climáticas;
- economia de mão-de-obra;
- redução de atividades de pessoas ou máquinas na área da cultura, evitando compactação e favorecendo as condições físicas do solo.

Dentre as inconveniências da fertirrigação devem ser consideradas:

- a necessidade de prevenir o retorno do fluxo da solução à fonte de água;
- a possibilidade de entupimento dos emissores de água;
- a possibilidade de contaminação de mananciais subterâneos.

A fertirrigação pode ser usada em qualquer método de irrigação; entretanto, tem-se que considerar

que métodos de baixa uniformidade de distribuição ou de emissão não distribuem adequadamente os fertilizantes, causando desuniformidade na produção. Também se deve levar em conta a interação do método ou sistema de irrigação com a cultura, isto é, em culturas de menor densidade (maior espaçamento entre plantas) sob sistemas de aspersão não se recomenda a fertirrigação, uma vez que as entrelinhas receberão igual quantidade de adubo que as fileiras de plantas.

A uniformidade de vazão do sistema deve ser de pelo menos 90%, para garantir que toda a área receba quantidade idêntica de fertilizante. Os nutrientes devem ser completamente solúveis, sem possibilidade de reação entre eles, de modo a formar precipitados na solução, e devem ser compatíveis com os sais existentes na água de irrigação.

Quando fertirrigar

A fertirrigação não deve ser praticada com base apenas na experiência do produtor e em recomendações genéricas. Neste caso, pode levar a uma má utilização dos nutrientes pela cultura, desequilíbrio ambiental e prejuízos econômicos para o empreendimento. Portanto, a prática correta da fertirrigação deve ter embasamento técnico e científico, levando em consideração todos os fatores principais que influenciam na fertilidade do solo e na nutrição da cultura.

O planejamento e o manejo correto da fertirrigação deve iniciar com o conhecimento das propriedades químicas e físicas do solo e da água de irrigação, que são usadas para determinar a dosagem apropriada de nutrientes, frequência de aplicação, concentração da solução a ser injetada e o tempo de aplicação dos nutrientes.

Uma vez conhecidas as características químicas do solo e da água, deve-se conhecer as necessidades nutricionais das culturas, não só no ciclo total, mas durante os períodos em que a cultura manifesta variação nas taxas de absorção de nutrientes. Isto significa conhecer a marcha de absorção de nutrientes da cultura. Um exemplo dessa marcha de absorção pode ser observado para a cultura do meloeiro na Figura 1. Verifica-se a diferença na necessidade dos nutrientes, onde o potássio é o mais necessário, seguido pelo nitrogênio. O fósforo é o de menor necessidade e quase constante no decorrer do ciclo. No caso do nitrogênio e do potássio, os pontos de inflexão das curvas marcam as mudanças na taxa de absorção. Assim, pode-se separar o ciclo da cultura em períodos de taxa de absorção constantes, onde as percentagens do nutriente absorvido durante esse período podem ser determinadas pela equação (1), em que E é a percentagem do nutriente total exportado pela planta e ϵ é a quantidade de nutriente exportado por unidade de tempo t e i equivale a um tempo determinado, em dias: (1)

$$\%E = \frac{\int_{t_i}^{t_{i+1}} d\epsilon}{\int_{t_0}^{t_n} d\epsilon} \cdot 100$$

*Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, C.P. 07, Cruz das Almas-BA, CEP 44380-000; e-mail: ecoelho@cnpmf.embrapa.br

** Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Pesquisador da Embrapa Meio Norte, C.P. 01, Teresina-PI, CEP 64000-000; e-mail: vfsouza@cnpmf.embrapa.br

*** Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Pesquisador da Embrapa Semi Árido, C.P.23, Petrolina, PE, CEP 56300-970; e-mail: jmpinto@cpatsa.embrapa.br

A equação 1 é válida para $d\epsilon/dt > 0$. Desta forma, pode-se montar a Tabela 1, usando a Figura 1, para o nitrogênio, de onde se sabe a quantidade necessária do nutriente para cada período de necessidade diferenciada do mesmo pela cultura.

A diferença entre a necessidade total de um nutriente durante seu ciclo, ou durante o ano, e o teor do mesmo existente no solo resulta na quantidade do nutriente a ser aplicada pela fertirrigação. Essa quantidade deve ser parcelada conforme as percentagens da necessidade total, como exemplificado na Tabela 1 para o melão.

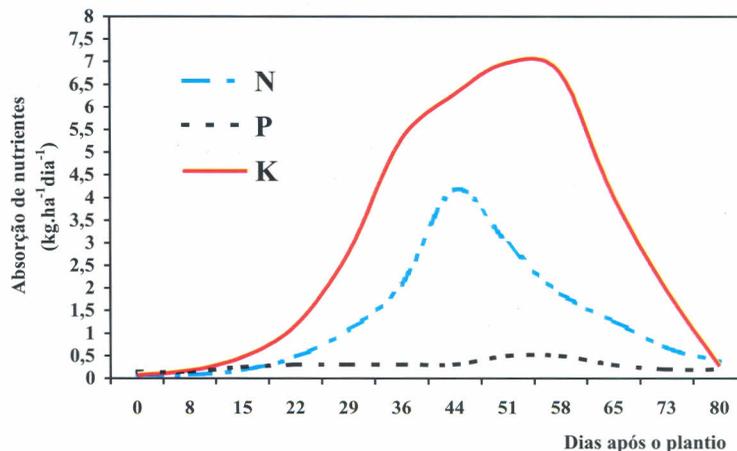


Figura 1
Absorção de nutrientes em melão durante o ciclo de desenvolvimento, em $\text{kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$

Fonte: Dimenstein citado por Pinto, 2002

Tabela 1

Parcelamento do nitrogênio total a ser aplicado via fertirrigação, em melão, com base na marcha de absorção do nutriente pela cultura

Ciclo (dias)									
Fundação	1-7	8-14	15-21	22-28	29-35	36-42	43-49	50-56	
Quantidade relativa de nutriente (%)									
20	2	3	5	10	20	20	15	5	

Fonte: Souza et al. (2002)

A frequência da fertirrigação depende, dentre outros fatores, do tipo de fertilizante, solo, cultura e sistema de irrigação. Fertilizantes com maior potencial de lixiviação, como os nitrogenados, devem ser aplicados mais frequentemente que aqueles com menor potencial, como os potássicos. Todavia, por não implicar em aumento significativo de mão-de-obra e em razão de as principais fontes de nitrogênio e potássio poderem ser misturadas e aplicadas simultaneamente, não se adota na prática diferentes frequências para esses nutrientes.

Em solos de textura arenosa, há menor retenção de água e maior infiltração, o que favorece a lixiviação dos nutrientes. Nesse caso, a aplicação deve ser em maior frequência e em menor quantidade por vez. A frequência diminuirá para solos de textura mais argilosa, com maior retenção de água e menor infiltração.

A cultura a ser fertirrigada é um fator decisivo na definição da frequência de fertirrigação. A dinâmica de absorção de nutri-

entes de uma cultura de ciclo curto como o meloeiro, difere da dinâmica de absorção de uma cultura perene como a mangueira, isto é, todo o nitrogênio ou potássio requerido pelo meloeiro é absorvido em 70-80 dias, enquanto a mangueira absorve todo seu nitrogênio durante 360 dias, considerando um ciclo. Portanto, para culturas de ciclo curto justifica-se maior frequência de fertirrigação do que para culturas perenes.

Pinto et al. (1996) obtiveram diferenças significativas entre as produtividades do meloeiro fertirrigado diariamente e a cada dois dias. A frequência de fertirrigação de 15 dias tem resultado em boas produtividades para a bananeira, tanto em Latossolo Vermelho-Amarelo, no projeto Gortuba, Norte de Minas (COSTA et al., 2000), como em Latossolo Vermelho-Amarelo de Tabuleiros Costeiros, no Recôncavo Baiano (BORGES et al., 2001a).

Outro ponto a ser observado na definição da frequência de fertirrigação é que as menores

frequências implicam em maiores quantidades de fertilizantes por vez, o que resulta em aumento da condutividade elétrica e do potencial osmótico da solução do solo, que podem exceder aos valores aceitáveis pelas plantas. Assim, dependendo da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, poder-se-á manter uma maior ou menor frequência de fertirrigação.

Recomenda-se para culturas de ciclo curto, como olerícolas, a frequência diária para fertirrigação. No caso de fruteiras, pode-se adotar a frequência de 7 a 15 dias, dependendo do ciclo da cultura e do tipo de solo.

Quantidade de nutrientes a aplicar na fertirrigação

Com o uso da fertirrigação, as quantidades de nutrientes recomendadas são as mesmas quantidades aplicadas via solo? Considerando que na fertirrigação se aplica o nutriente na quantidade e no momento certo, espera-se uma maior eficiência do uso do fertilizante, o que poderia se levar a pensar que as quantidades necessárias seriam inferiores na fertirrigação.

Por outro lado, com a fertirrigação, a planta passa a usar mais efetivamente seu sistema radicular na absorção, podendo, com isso, atingir todo seu potencial de absorção de nutrientes. Neste ponto de vista, é possível que a quantidade necessária a uma determinada cultura possa, inclusive, ser superior à quantidade requerida na aplicação via solo.

As pesquisas envolvendo determinação das quantidades de nutrientes sob fertirrigação são recentes e nem todas as culturas têm sido levadas em consideração. Pinto et al. (1996) recomendam a quantidade de 80 kg ha⁻¹ de N e de 90 kg ha⁻¹ para o K₂O, para o meloeiro. Esses valores podem ser diferentes dependendo das regiões pesquisadas. Coelho et al. (2000) obtiveram a dosagem de 120 kg ha⁻¹ de N, como a mais adequada ao meloeiro. Esses valores de N e K₂O estão dentro dos recomendados via solo. No caso da bananeira, Borges et al. (2001a) obtiveram maiores produtividades para a bananeira 'Prata Anã', de 22,9 e 24,4 t ha⁻¹, com a aplicação de 400 kg de N ha⁻¹, utilizando uréia e sulfato de amônio, respectivamente, como fonte de nitrogênio. Também para bananeira 'Prata Anã', Oliveira et al. (2001) verificaram maior produtividade (23,7 t ha⁻¹) com 420 kg de N e 1.045 kg de K₂O ha⁻¹ ano⁻¹. Coelho et al. (2001) obtiveram máxima produtividade física do mamoeiro para doses de 490kg de N ha⁻¹ e 490kg de K₂O ha⁻¹ aplicados via água de irrigação. Esses valores são superiores aos recomendados na aplicação via solo. Para manga, Borges et al. (2001b) observaram que a dose de 120kg de N/ha proporcionou maiores produtividade e número de frutos comerciais, bem como menor número de refugos, enquanto que doses maiores de N propiciaram maior número de frutos de refugo (< 240g). No caso do maracujazeiro, apenas durante sete meses de produção, a aplicação de 400kg de N ha⁻¹ proporcionou maior produtividade (11 t ha⁻¹) (Borges et al., 2001c).

Cálculo e preparo da solução de fertilizantes

Uma vez conhecidas as quantidades totais necessárias dos nutrientes (Q_T) e as porcentagens destes (Q_r) a serem aplicadas durante as diferentes fases de absorção no ciclo da cultura (Tabela 1), a quantidade de nutrientes a ser aplicada em cada fase ou estágio da cultura (Q_{nf}) é determinada pela equação 2:

$$Q_{nf} = Q_T \cdot Q_r \cdot 0,01 \quad (2)$$

em que:

Q_{nf} e Q_r são dados em kg ha⁻¹ e Q_r em %.

O número de aplicações em cada fase do ciclo da cultura pode ser determinado pela equação 3.

$$N_{ap} = \frac{N_{df}}{F} \quad (3)$$

em que:

N_{ap} - número de aplicações numa dada fase do ciclo da cultura;
N_{df} - número de dias numa dada fase do ciclo da cultura (dias);
F - frequência de fertirrigação (dias).

A quantidade de nutriente a ser aplicada por fertirrigação será:

$$Q_{na} = \frac{Q_{nf}}{N_{ap}} \quad (4)$$

em que:

Q_{na} - quantidade de nutriente por aplicação (kg);

Para determinar a quantidade do fertilizante ou do adubo a ser aplicado por fertirrigação basta dividir a quantidade Q_{na} pela concentração do nutriente no fertilizante, isto é:

$$Q_{fa} = \frac{Q_{na}}{C_F} \cdot 100 \quad (5)$$

em que:

Q_{fa} - quantidade de fertilizante por fertirrigação (kg);

C_F - concentração do nutriente no fertilizante (%).

Uma vez conhecida a quan-

tidade de fertilizantes a ser aplicada por fertirrigação, resta preparar a solução de fertilizantes, que é aquela a ser injetada na linha de irrigação, contendo os nutrientes necessários às plantas. Ela pode ser preparada em baldes, caixas de 500 ou 1000 litros, ou mesmo em tanques de alvenaria azulejados ou com outro tipo de revestimento (por exemplo lona plástica, manta butírica, de PVC), preparados para esse fim. A injeção da solução deve ser feita no cabeçal de controle, antes do filtro de tela ou de disco, de modo que partículas potencialmente causadoras de entupimentos nos emissores possam ser ali retidas.

No preparo da solução de fertilizantes deve-se observar o uso de materiais com o mínimo de impureza possível. O pH da solução deve estar entre 5,5 e 6,0, sendo que acima de 6,3 deve-se evitar misturar soluções contendo cálcio com soluções fosfatadas. A redução do pH da solução pode teoricamente ser feita com base na curva de neutralização da água. Dada a dificuldade de obtenção e uso dessa curva, ajusta-se o pH de maneira empírica. Para tal, podem ser usados ácido nítrico, ácido fosfórico e ácido sulfúrico. A condutividade elétrica da solução de fertilizantes não deve ultrapassar 2 dS.m⁻¹ e a sua pressão osmótica deve ficar entre 70 e 100 kPa.

A solução de fertilizantes deve ser preparada de modo a se evitar incompatibilidades, tais como de compostos de cálcio e magnésio com fosfatos, compostos de cálcio com sulfatos e compostos de fósforo com nitrato de cálcio.

O volume da solução de fertilizantes (V) será dado em função da massa do fertilizante a ser aplicada por fertirrigação (Q_{fa}), da vazão da bomba injetora de fertilizantes (q_s), da vazão do sistema de irrigação (Q_s), da concentração do nutriente no fertilizante a ser usado (c_F) e da concentração do fertilizante na saída dos emissores (c_p).

O valor de c_f deve estar entre 200 e 700 mg L⁻¹, entretanto, pode-se usar valores até 1200 mg L⁻¹. Normalmente, as concentrações dos nutrientes aplicados na fertirrigação são muito pequenas na água de irrigação, podendo ser desprezadas para fins de cálculo. Com isso, o volume da solução será calculado da seguinte forma:

$$V = \frac{Qfa \cdot q_s \cdot c_F}{Q_s \cdot c_f \cdot 10^{-3}} \quad (6)$$

em que:

Qfa é dado em kg

qs e Qs são dados em L h⁻¹

c_F é dado em kg do nutriente por kg do fertilizante

c_f é dado em kg L⁻¹.

No caso de se aplicar mais de um nutriente e de a mistura dos fertilizantes ser compatível, deve-se calcular o volume da solução para cada nutriente e somar esses volumes. Se o volume do recipiente da solução injetora for inferior ao volume calculado da solução, a fertirrigação deverá ser feita em tantas etapas quanto necessárias.

Exemplo de cálculo da solução de fertilizantes.

Calcular a quantidade de nutrientes e o volume da solução para fertirrigação da cultura da bananeira para a seguinte situação, utilizando a equação 6:

- Ciclo da cultura: 365 dias
- Cultivar: Prata Anã
- Produtividade esperada: 25 t ha⁻¹
- Área da cultura: 1ha = 1.666 plantas (espaçamento=4 x 2 x 2 m)
- Dose de N recomendada = 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

Frequência de fertirrigação = quinzenal = 24 aplicações ano⁻¹.

M = 444 kg de uréia/ha / 24 aplicações = 18.500 g de uréia ha⁻¹ aplicação⁻¹

- Vazão da bomba injetora: 60 L h⁻¹ (Qs)
- Fonte de nitrogênio disponível: uréia (45% N) (Cn)
- Vazão do sistema de irrigação: 18.765 L h⁻¹ (Qf)
- Concentração da solução desejada na saída do emissor: 450 mg de NL⁻¹ (Cf)
- Tanque de fertilizante disponível: 60 litros
- Frequência de irrigação: 2 dias

$$V(\text{litros}) = \frac{18500 \times 60 \text{ L} / \text{hx}0,45}{0,001 \times 18765 \text{ L} / \text{hx}450 \text{ mg} / \text{L}} = \frac{499500 \text{ g}}{8444,25 \text{ g} / \text{L}} = 59 \text{ litros}$$

Monitoramento da fertirrigação

O monitoramento da fertirrigação deve ser feito para avaliar o manejo em si, e os impactos causados ao solo, que possam influenciar o desenvolvimento das plantas. Sua avaliação deve considerar a uniformidade de emissão e de distribuição dos fertilizantes ao longo da área, o comportamento do pH e da condutividade elétrica do solo e a distribuição dos nutrientes no perfil do solo.

A uniformidade de emissão e de distribuição deverá ser feita a cada dois meses, para detectar possíveis entupimentos na tubulação e emissores. A uniformidade de distribuição adequada deverá estar acima de 90%. No caso de obter valores menores, as causas mais prováveis são a variação de pressão no sistema de irrigação, vazamentos na tubulação, emissores com defeitos e /ou entupimento.

O monitoramento do pH, da condutividade elétrica e dos nutrientes de interesse pode ser feito por meio de amostragens do solo ou da solução do solo, pela utilização de extratores de solução (Figura 2). Recomenda-se a utilização de pelo menos uma bateria de extratores de solução, instalados pelo menos em duas profundidades. Pode-se instalar um extrator na profundidade de maior concentração de raízes, entre 0,50m e 0,60 m para fruteiras como manga, citros, banana e a 0,40m para o caso do maracujá e mamão. O outro extrator deve ser instalado a uma profundidade tal que permita detectar lixiviação de nutrientes, portanto abaixo da região efetiva da absorção de nutrientes pelas raízes, à profundidade mínima de 0,80m. Os extratores devem ser instalados a 0,10m do gotejador, entre este e a planta para o caso de gotejamento junto à fileira de plantas. No caso de microaspersão, se o emissor for localizado próximo da planta, deve-se instalar os extratores a 0,50m da planta; se o emissor for localizado entre quatro plantas, deve-se manter a distância de 0,50m do extrator ao microaspersor.

Figura 2
Extração da solução do solo para monitoramento da fertirrigação.



REFERÊNCIAS

BORGES, A. L. et al. Fontes de fertilizante nitrogenado e frequências de aplicação via água de irrigação em bananeira 'Prata Anã'. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 11, 2001, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: ADIB, 2001a. p.147-51.

BORGES, A. L.; COELHO, E. F.; CALDAS, R. C. Adequação de doses e épocas de aplicação de nitrogênio via água de irrigação em mangueira 'Tommy Atkins'. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 11, 2001, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: ADIB, 2001b. p.12-16.

BORGES, A. L. et al. Doses e fontes de nitrogênio via água de irrigação para o maracujá amarelo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. *Resumos...* Londrina: PR. SBCS, 2001c. p.111.

COELHO, E. F. et al. *Manejo da irrigação em fruteiras tropicais*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. 48 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 40).

COSTA, E. L. et al. Adubação convencional e frequência de fertirrigação no desenvolvimento e produção da bananeira (*Musa spp.*) "Prata Anã" em solo argiloso do perímetro irrigado do Gorutuba no Norte de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29, 2001, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: SBEA, 2000, CD-ROM.

PINTO, J. M. et al. *Sistema de cultivo de melão com aplicação de fertilizantes via água de irrigação*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 24p. (EMBRAPA-CPATSA Circular Técnica, 36).

PINTO, J. M. et al. (Eds.) *Fertirrigação em fruteiras tropicais*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002, p.122-8.

OLIVEIRA, A. M. G. et al. Doses de nitrogênio e potássio via água de irrigação para a bananeira "Prata Anã". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. *Resumos*. Londrina: SBCS, 2001. P.115.

SOUSA, V. F.; PINTO, J. M.; COELHO, E. F. *Manejo da fertirrigação* Organizado por: Ana Lucia Borges; Eugênio Ferreira Coelho; Aldo Vilar Trindade Fertirrigação em fruteiras tropicais.; Cruz das Almas.; Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002, v. 1, p. 1-137