

## **Irrigação e fertirrigação na cultura do melão**

Valdemício Ferreira de Sousa

José Maria Pinto

Waldir Aparecido Marouelli

Eugênio Ferreira Coelho

José Francismar de Medeiros

Francisco José de Seixas Santos

## Introdução

O retorno econômico do negócio do melão depende de uma série de fatores, entre os quais se destacam: o custo de produção, a produtividade, a qualidade de fruto, o preço de mercado e a comercialização. A cultura proporciona retorno rápido, e sua produção pode ser comercializada durante um período de apenas 60 a 80 dias após o plantio, com possibilidade de se obterem produtividades acima de 40 t ha<sup>-1</sup>.

A obtenção de altas produtividades e de boa qualidade de frutos depende do uso de tecnologias de produção adequadas. A escolha da cultivar, a irrigação por gotejamento, a fertirrigação e o cultivo em alta densidade são exemplos de importantes tecnologias de ponta que podem ser adotadas pelo produtor, a fim de que se tenha sucesso na exploração.

Quando o cultivo do meloeiro é realizado, predominantemente, em regiões secas, a irrigação é prática essencial no sistema de produção. Outro aspecto importante para o sucesso da cultura do meloeiro sob irrigação por gotejamento é o uso efetivo da fertirrigação. Além de garantir maior eficiência no que diz respeito ao uso dos nutrientes pelas plantas, a aplicação de fertilizantes, via água de irrigação, minimiza o uso de mão de obra e a movimentação de homens e máquinas no campo, contribuindo para a conservação do solo.

## Aspectos gerais da cultura

Originário dos continentes africano e asiático, o meloeiro foi introduzido no Brasil pelos imigrantes europeus. Seu cultivo teve início em meados da década de 1990 no Rio Grande do Sul. Até esse período, todo melão comercializado e consumido no Brasil era proveniente da Espanha. A partir da década de 1960, a exploração da cultura tomou grande impulso inicialmente no Estado de São Paulo, estendendo-se posteriormente para as regiões Norte e Nordeste (COSTA; PINTO, 1977; FERREIRA et al., 1982). No que se refere à área plantada e de produção, a exploração do melão atingiu seu apogeu a partir de meados da década de 1980 a meados da década de 1990.

A área plantada com a cultura do melão no Brasil é de 15.788 ha, e a produção anual chega a 340.464 t. Dados de produção dos últimos 10 anos têm mostrado que a região Nordeste responde por 83% da área colhida e por 93% da produção nacional de melão, que tem encontrado nessa cultura um ótimo negócio para

os produtores. Destacam-se como principais produtores de melão para exportação os seguintes estados: Ceará, Rio Grande do Norte, Bahia e Pernambuco (IBGE, 2008).

## Botânica

O meloeiro pertence à família Cucurbitacea, gênero *Cucumis* e espécie *Cucumis melo* L. As plantas têm hábito de crescimento rasteiro com ramos laterais e podem atingir até 3 m de comprimento. Possui raízes fasciculadas, abundantes e superficiais concentradas entre 0,20 m e 0,40 m de profundidade.

Para a maioria das cultivares no Nordeste brasileiro, a floração ocorre em dois períodos. Primeiramente, no período de 18 a 22 dias após a germinação, surgem as flores masculinas. Em seguida, 8 a 10 dias depois do surgimento das flores masculinas, aparecem as flores femininas, que se caracterizam por apresentarem ovário bem desenvolvido. As flores geralmente desenvolvem-se em ramos curtos originários das axilas dos ramos primários ou secundários, com emissão durante todo o ciclo da planta. As plantas de meloeiro podem ser monoicas, quando apresentam flores masculinas e femininas na mesma planta, ou andromóicas, quando apresentam flores masculinas e hermafroditas na mesma planta.

A polinização é aberta, e as abelhas são os principais agentes responsáveis por essa atividade. Uma boa produção de frutos depende de uma boa polinização das flores, uma vez que flores mal polinizadas formam frutos deformados, os quais podem ainda ser abortados. Em termos gerais, é necessário que uma mesma flor seja visitada pelo menos cinco vezes para garantir uma boa polinização. Para manter um número ideal de abelhas na área de cultivo, é importante ter o máximo cuidado com as pulverizações. Assim, devem-se evitar produtos repelentes e tóxicos às abelhas e realizar as pulverizações sempre no final da tarde ou à noite, pois as flores abrem-se preferencialmente pela manhã, em cujo período as atividades das abelhas são mais intensas. Na ausência de abelhas para uma polinização natural adequada, esta deve ser feita de forma manual para garantir alta produtividade.

Após a polinização, os frutos iniciam o processo de formação, desenvolvimento e maturação. Esse período compreende, em média, um período de 20 a 30 dias. O início da colheita, nas condições do Nordeste, ocorre entre 55 e 60 dias e estende-se por um período que varia de 65 a 75 dias após a germinação.

Das dezenas de variedades de melão existentes, três se destacam do ponto de vista econômico: *Cucumis melo* var. *inodorus*, *Cucumis melo* var. *reticulatus* e *Cucumis melo* var. *cantalupensis* (DUSI, 1992).

A escolha da cultivar é uma das decisões mais importantes a serem tomadas pelo produtor para garantir o sucesso da exploração. O produtor deve observar o potencial produtivo, os ciclos vegetativo e produtivo da cultivar, as uniformidades do tamanho e do formato dos frutos, o sabor, o conteúdo de sólidos solúveis, a textura, as espessuras de polpa e de casca, a massa média de frutos, a resistência ao transporte, a conservação pós-colheita e o tipo de mercado a que se destinará a produção.

## Clima

O clima ideal para o cultivo do meloeiro caracteriza-se por dias longos, livres de geadas, com bastante luz solar, calor e ar seco. Assim, dias e noites quentes, com baixa umidade relativa do ar, sem excesso de umidade no solo, como normalmente se verifica na região Nordeste, favorecem o desenvolvimento das plantas e contribuem para aumentar a produtividade e a concentração de açúcar dos frutos.

A temperatura é o fator climático mais importante para o desenvolvimento do meloeiro. Embora as plantas suportem temperaturas mais elevadas, a faixa térmica ideal de temperatura do ar para uma exploração comercial bem-sucedida situa-se entre 20 °C e 30 °C. Contudo, temperaturas próximas de 40 °C podem levar ao abortamento de flores. De acordo com Filgueira (2000), em regiões com temperatura do ar inferior a 15 °C e do solo abaixo de 18 °C, pode ocorrer paralisação do crescimento das plantas, aumento do ciclo e retardamento do início da colheita.

As temperaturas críticas mínimas no ambiente para o meloeiro são 15 °C para a germinação e de 12 °C a 13 °C para o crescimento. Por sua vez, temperaturas acima de 35 °C a 40 °C, além de paralisarem o crescimento, provocam o aborto de flores (BRANDÃO FILHO; CALLEGARI, 1999; PEREIRA; MARCHI, 2000). A quantidade total de graus-dia, do plantio até completar a maturação, varia de 2.500 a 3.000, o que representa, em algumas regiões, um ciclo entre 65 e 75 dias. Cerca de 1.000 graus de calor são requeridos da floração até a colheita do fruto (SILVA et al., 2000).

Em decorrência da propensão às doenças fúngicas e bacterianas, maior produção e qualidade de frutos ocorrem em condições de baixa umidade relativa do

ar durante todo o ciclo de desenvolvimento. Por apresentar alta sensibilidade e susceptibilidade às doenças, é recomendável evitar seu cultivo em épocas chuvosas e de alta umidade relativa do ar. A umidade relativa do ar favorável durante o estágio de crescimento vegetativo é de 65% a 75% (BRANDÃO FILHO; CALLEGARI, 1999; PEREIRA; MARCHI, 2000); durante a floração, entre 60% e 70% e durante a frutificação, entre 55% e 65% (PEREIRA; MARCHI, 2000). Em ambiente protegido, a manutenção da umidade na faixa ideal pode ser conseguida com o manejo correto de cortinas, janelas e exaustores.

## Solo

Embora possa ser cultivado em diferentes tipos de solo, os mais indicados para a cultura do melão são aqueles de textura franco-arenosa à areno-argilosa, leves, soltos, profundos, bem-drenados e com pH variando de 6,4 a 7,2 (FILGUEIRA, 2000).

Solos de textura arenosa, como aqueles presentes na região dos Tabuleiros Costeiros, também são considerados adequados ao cultivo do meloeiro. É nessa região que se situa cerca de 40% das áreas de produção de melão do Nordeste, como Mossoró e Assu, no Rio Grande do Norte. A topografia varia de plana a suave-ondulada, os solos são profundos e apresentam boa drenagem natural, o que favorece melhor aeração e maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas (SOUSA et al., 1999b).

Solos argilosos, alagadiços, de difícil drenagem e compactados não são recomendados. O excesso de água no perfil, além de prejudicar o desenvolvimento das plantas, favorece o aparecimento de várias doenças.

O meloeiro é bastante exigente no que diz respeito a nutrientes. A cultura responde muito bem quando plantada em solos de alta fertilidade e de boa capacidade de troca catiônica. Análise do solo deve ser feita para avaliar a necessidade de correção do pH e elevar a fertilidade a níveis ideais.

## Sistemas de irrigação

O meloeiro não tolera água nas folhas, portanto não deve ser irrigado via sistemas por aspersão. Os sistemas mais recomendados são por sulco e, principalmente, por gotejamento. O gotejamento, quando comparado aos demais sistemas de irrigação, é o mais adequado, uma vez que possibilita ótimas condições de

manejo, aumenta a produtividade e a qualidade dos frutos, principalmente quando o cultivo é realizado em solo de textura arenosa (SOUSA et al., 1999b, 2000).

As características inerentes à irrigação por gotejamento, tais como alta eficiência, distribuição localizada da água na superfície ou abaixo da superfície do solo, sem causar alteração significativa do microclima, e manutenção do teor de água no volume molhado em níveis próximos à capacidade de campo, têm permitido, em conjunto com outras tecnologias, a obtenção de produtividades comerciais em torno de 40 t ha<sup>-1</sup> (SOUSA et al., 1999a).

No planejamento do sistema de irrigação por gotejamento, o conhecimento da dinâmica de água no bulbo molhado é fundamental, uma vez que permite conhecer a distribuição de água, detectar perdas, inferir a distribuição do sistema radicular e estimar o espaçamento entre emissores.

No dimensionamento de um projeto de irrigação por gotejamento em solos de textura arenosa, a aplicação de 10 L d'água por irrigação resulta num diâmetro molhado de 0,5 m para as vazões de 4 L h<sup>-1</sup> e 8 L h<sup>-1</sup>. A aplicação de 20 L resulta num diâmetro molhado médio de 0,7 m para as duas vazões, e a aplicação de 30 L resulta num diâmetro médio molhado de 0,84 m, a 0,2 m de profundidade (SOUSA et al., 1992; SOUSA; COELHO, 1997). Na ausência de resultados de experimentos locais com gotejadores de vazão de 4 L h<sup>-1</sup>, a definição do diâmetro molhado pode ser baseada na Tabela 1.

Por permitir que as irrigações sejam realizadas em regime de alta frequência, o sistema por gotejamento possibilita que o teor de água do solo seja mantido em níveis próximos do limite superior de disponibilidade de água no bulbo molhado (capacidade de campo), e isso permite que a absorção contínua de água mantenha-se próxima da absorção potencial da planta. Para isso, maiores frequências

**Tabela 1.** Diâmetro molhado (m) máximo estimado para gotejador de vazão de 4 L h<sup>-1</sup> em diferentes perfis de solo.

Tipo de solo	Grau de estratificação do perfil		
	Homogêneo	Estrutura estratificada	Textura e estrutura estratificadas
Arenoso	0,5	0,8	1,1
Textura média (franco-arenoso a franco)	0,9	1,2	1,5
Argiloso-arenoso a argiloso	1,1	1,5	1,8

Fonte: Keller e Bliesner (1990).

de irrigação são desejáveis. Em solos arenosos, a frequência de aplicação de água deve ser no máximo de um dia, visto que a frequência de 12h (0,5 dia) acarreta ligeiro aumento em valor absoluto de produtividade, e não difere estatisticamente da produtividade obtida na frequência de um dia (SOUSA et al., 1999a, 2000).

As linhas laterais de gotejamento podem ser dispostas no campo de modo que representem significativa economia no uso da água, no custo de manutenção ou no custo inicial do projeto. No que se refere ao uso da água e ao custo de manutenção, a alternativa que se recomenda é o uso do gotejamento subsuperficial, no qual as linhas de gotejamento são enterradas a profundidades que variam de 0,20 m a 0,30 m. Os gotejadores, de fluxo turbulento nesse caso, devem ser preferencialmente do tipo “na linha” (*in-line*), com vazão próxima de 2 L h<sup>-1</sup>. A vantagem de se enterrarem os gotejadores é a redução substancial das perdas de água por evaporação, o que eleva a eficiência de irrigação. Para solos arenosos, a profundidade de 0,20 m facilita a germinação das sementes, uma vez que o bulbo molhado chega a atingir a superfície do solo.

Profundidades de instalação entre 0,25 m e 0,30 m apresentam como desvantagem a necessidade de irrigação por aspersão durante os primeiros 10 dias após o plantio, a fim de que haja um adequado estabelecimento inicial da cultura. Nos solos de texturas média e fina, tais profundidades permitem que os limites do volume molhado atinjam profundidades próximas da superfície do solo sem aflorar, o que facilita a germinação e dispensa o uso da aspersão.

Em relação à conservação e à manutenção, as linhas enterradas estão menos sujeitas aos danos na tubulação durante os tratos culturais. Experimentos executados em solos arenosos de Tabuleiros Costeiros mostraram produtividades do meloeiro sob gotejamento enterrado semelhantes àquelas obtidas com gotejamento superficial (COELHO et al., 1999). No Brasil, as regiões produtoras de melão utilizam mais os sistemas de irrigação por gotejamento superficial.

## Necessidade hídrica

A necessidade hídrica do meloeiro varia em razão da demanda climática da região onde a cultura estiver sendo explorada. Em condições de intensa evaporação e em solos com baixa capacidade de retenção, a necessidade de reposição de água pode atingir de 300 mm a 500 mm durante o ciclo de produção. No entanto, Sousa et al. (1998, 1999a, 2000), nas condições climáticas da região de Tabuleiros Litorâneos do Piauí, encontraram consumo do meloeiro de 281 mm no ciclo de 65 dias.

A evapotranspiração da cultura do meloeiro expressa sua necessidade hídrica. Além disso, sua determinação depende do coeficiente de cultura ( $K_c$ ). Doorenbos e Kassam (1984), Doorenbos e Pruitt (1984) e Marouelli et al. (1996) sugerem  $K_c$  médios para o meloeiro: 0,40–0,50 (fase 1 ou inicial, da emergência até 10% do desenvolvimento vegetativo), 0,70–0,80 (fase 2, do final da fase inicial até 70% a 80% do desenvolvimento vegetativo, início de floração), 0,95–1,05 (fase 3, do final da fase 2 até o início da maturação) e 0,65–0,75 (fase 4, do final da fase 3 até a colheita).

Existem vários métodos e modelos para a estimativa da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ), podendo-se utilizar o mais adequado à região ou o que for de mais fácil aplicação. Por se tratar de método de fácil manuseio e de custo relativamente baixo, o tanque Classe A constitui uma boa alternativa para a estimativa da  $ET_0$  (equação 1) e, conseqüentemente, para estimar o consumo de água das culturas irrigadas.

$$ET_0 = K_p \times EVA \quad (1)$$

em que  $ET_0$  é a evapotranspiração de referência ( $\text{mm dia}^{-1}$ ),  $K_p$  o coeficiente do tanque e  $EVA$  a evaporação do tanque ( $\text{mm dia}^{-1}$ ).

A partir dos valores de  $ET_0$  estimados pela equação 1, determina-se o consumo de água para a cultura por meio da  $ET_c$  (equação 2).

$$ET_c = K_c \times ET_0 \quad (2)$$

em que  $ET_c$  é a evapotranspiração da cultura ( $\text{mm dia}^{-1}$ ) e  $K_c$  o coeficiente de cultivo.

O coeficiente de cultivo relaciona a  $ET_c$  com a  $ET_0$  e permite estimar a demanda hídrica para o ciclo da cultura, requerendo assim o conhecimento de seus valores para cada fase de desenvolvimento. As fases de desenvolvimento da cultura do melão quanto às necessidades hídricas foram estabelecidas por Allen et al. (1998):

- 1) Estádio inicial – do plantio até 10% de cobertura do solo.
- 2) Estádio de desenvolvimento – 10% de cobertura até total cobertura do solo.
- 3) Estádio intermediário – do total estabelecimento da cultura até o início do amadurecimento dos frutos.
- 4) Estádio final – da maturação à colheita dos frutos.

Para as condições edafoclimáticas dos Tabuleiros Costeiros do Meio-Norte, sob irrigação por gotejamento, os valores médios de  $K_c$  recomendados por Rodrigues e Sousa (1998) e Sousa et al. (1999b) nas quatro fases de desenvolvimento do meloeiro são: 0,52 para o período vegetativo (0 a 18 dias após a emergência das plantas – DAE); 0,88 para o período de floração (19 a 26 DAE); 1,13 para o período de formação da colheita (27 a 45 DAE) e 0,91 para o período de maturação (46 a 55 DAE).

## Manejo de irrigação

No manejo de irrigação, devem-se destacar três questões fundamentais: quantidade de água por irrigação (determinada pela demanda hídrica da cultura), ao momento da irrigação (determinado de acordo com o estado da água na zona de concentração das raízes ou por meio da fixação do turno de rega) e seleção do método e do sistema de irrigação mais apropriado para a cultura e para as condições ambientais.

A determinação do momento da irrigação por meio do turno de rega fixo tem vantagens para os produtores irrigantes, pois permite programar e realizar outras atividades na cultura irrigada, tais como as pulverizações e outros tratamentos culturais.

Na utilização do turno de rega não fixo, o momento da irrigação pode ser definido com sensores que permitam determinar de forma indireta teores de água no solo, por meio da determinação da tensão de água no solo. Assim, é preciso também conhecer os limites adequados à cultura. Para o meloeiro, Doorenbos e Pruitt (1984) sugerem realizar manejo de água na cultura com tensões de água no solo em torno de 30 kPa a 80 kPa para as condições de irrigação por sulco e aspersão. Contudo, em solos de textura arenosa e média, melhores resultados podem ser obtidos quando a tensão de água no solo não ultrapassa a 30 kPa, e as tensões de 10 kPa a 15 kPa são as mais recomendadas para solos arenosos.

A lâmina de água a ser aplicada por irrigação deve ser determinada conforme a demanda evaporativa da cultura, o sistema de irrigação e a retenção de água do solo.

Mesmo quando se adota um turno de rega fixo, é importante também o monitoramento do estado da água no solo, na zona radicular da cultura. Isso permite fazer ajustes na quantidade de água aplicada, bem como nos valores de  $K_c$  utilizados, pois tais coeficientes podem variar em razão de diferentes fatores, como tipo de solo, sistema de cultivo, cultivar, condições climáticas e frequência de irrigação.

Entre os diversos sensores para o monitoramento do estado da água no solo

disponíveis no mercado, o tensiômetro (Figura 1) é um dos mais utilizados. É um equipamento simples de ser utilizado, que permite avaliar, em tempo real, a tensão de água no solo, ou seja, o esforço que a planta necessita exercer para extrair água do solo.

**Figura 1.** Tensiômetros instalados junto às plantas de melão para leituras com medidor digital de tensão de água no solo.



Foto: Silvana da S. Cardoso

O número de tensiômetros a serem instalados no campo por setor depende, basicamente, da variabilidade do solo. Como regra, recomenda-se instalar numa bateria dois ou três tensiômetros correspondentes a duas profundidades (0,15 m e 0,30 m) ou três (0,15 m, 0,30 m e 0,45 m).

Pelo fato de promover uma distribuição não uniforme de água no bulbo molhado, a irrigação por gotejamento requer uma definição precisa do posicionamento dos sensores no que se refere à profundidade, à distância radial do gotejador e à concentração das raízes. Na cultura do melão sob gotejamento em solo arenoso, os tensiômetros devem ser posicionados a uma distância de 0,10 m a 0,15 m do emissor.

## **Demanda de nutrientes pelo meloeiro**

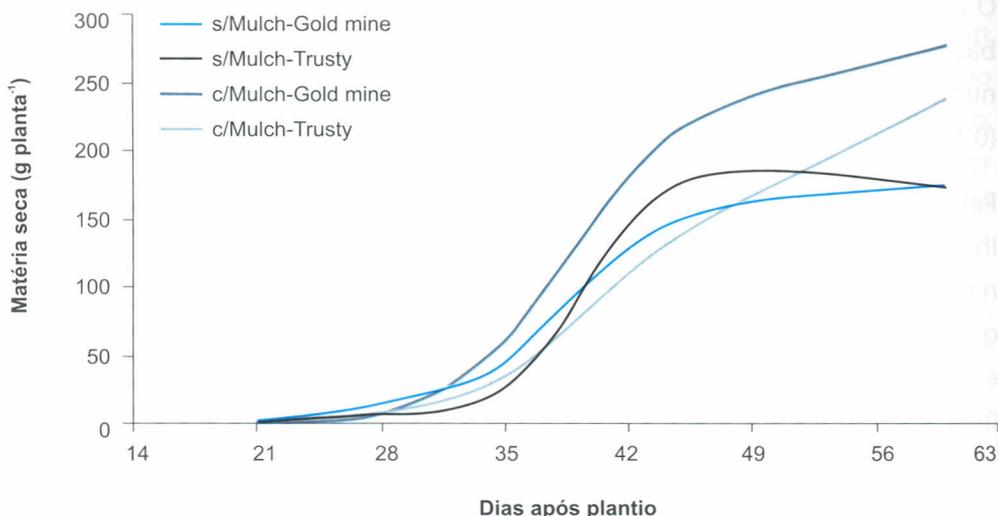
O meloeiro é uma das cucurbitáceas mais exigentes em relação à adubação, em virtude principalmente de dois aspectos: ciclo fenológico relativamente curto e

sistema radicular pouco desenvolvido. Na região Nordeste do Brasil, onde ocorre aproximadamente 95% da produção nacional, o crescimento da planta é lento até 15 dias após a germinação. A maior taxa de crescimento acontece entre 30 e 45 dias, e a maturação dos frutos ocorre entre 55 e 75 dias do plantio (Figura 2).

Segundo as exigências nutricionais do meloeiro, o macronutriente mais extraído pela cultura é o K seguido por N, Ca, Mg, P e S (BELFORT, 1985; SOUSA, 1993). Em relação aos micronutrientes, Belfort (1985) observou que o meloeiro 'Valenciano Amarelo' possui a seguinte ordem de extração total: Cu > Fe > Mg > Zn > B. Para o autor, o elevado teor de Cu pode ser atribuído a aplicações de algum produto com cobre durante o tratamento fitossanitário.

O ajuste das quantidades de nutrientes a serem aplicados é muito importante para o bom desenvolvimento e produtividade da cultura. Para isso, é necessário o acompanhamento do estado nutricional da cultura, por meio da diagnose foliar. Com os resultados da diagnose foliar, e conhecendo os níveis adequados de nutrientes nas folhas do meloeiro, pode-se tomar a decisão de ajustar ou não a adubação.

Cada macro e micronutriente desenvolve um importante papel no crescimento e na produção de frutos das culturas, desde que aplicados em quantidades adequadas de tal forma que se mantenha o equilíbrio desejado entre eles.



**Figura 2.** Acúmulo de matéria seca pelos meloeiros do tipo amarelo (híbrido Gold Mine) e do tipo cantaloupe (híbrido Trusty), sob cultivo com cobertura de solo com polietileno e sem cobertura.

Fonte: adaptado de Silva (2002).

**Nitrogênio** – A importância que o nitrogênio exerce sobre a qualidade dos frutos é devida, provavelmente, ao seu controle na fisiologia (enzimas) do fruto. Os frutos de melão de plantas com deficiência de nitrogênio podem apresentar-se deformados, fracamente reticulados, com polpa mole e cor amarelo-clara. Por sua vez, os frutos provenientes de plantas sem deficiência são fortemente reticulados e possuem formato arredondado ou ligeiramente oval, polpa consistente de cor verde-mosqueada e amarelo-clara. O nitrogênio possui ainda influência positiva no que diz respeito ao brix, à massa e ao número de frutos de melão (PINTO; SOUSA, 2002).

**Fósforo** – Apresenta função importante na fase reprodutiva da planta, aumentando significativamente a massa e o número de frutos de melão. Apresenta ainda influência positiva no teor total de sólidos solúveis.

**Potássio** – O potássio é o elemento de maior mobilidade na planta, passando com facilidade de uma célula para outra e do xilema para o floema. O potássio é requerido em grande quantidade pelas plantas e tem o papel fundamental na translocação de assimilados para as diversas partes da planta, principalmente para os frutos, influenciando o rendimento e a qualidade do produto colhido (DALIPARTHY et al., 1994). A deficiência de potássio provoca redução no número de ramificações, no comprimento e no diâmetro dos ramos, atraso na floração e redução no tamanho dos frutos. A menor área foliar das plantas reduz a fotossíntese e o conteúdo de sólidos solúveis nos frutos.

**Cálcio e magnésio** – O cálcio influencia na qualidade dos frutos de melão, por causa de sua função na estrutura da célula do fruto. O cálcio combina com a pectina, para formar pectato de cálcio na parede celular, resultando num fruto com polpa firme e consistente. Dessa forma, a aplicação de cálcio em quantidade adequada melhora a textura do fruto. Por outro lado, a deficiência de cálcio no solo pode provocar a fermentação dos frutos de melão, tornando-os imprestáveis para consumo. A importância do cálcio na qualidade dos frutos é afetada pela fonte fornecedora desse elemento.

**Boro** – Constata-se toxidez de boro para níveis a partir de 4 mg kg<sup>-1</sup> no substrato do cultivo e de 800 mg kg<sup>-1</sup> na folha madura da planta.

**Molibdênio** – A correção da deficiência é conseguida com aplicações foliares de solução de molibdato de sódio ou molibdato de amônio na concentração de 0,5 g L<sup>-1</sup>. Como medida preventiva, são indicadas de duas a três pulverizações, com intervalos de uma semana, durante o estágio inicial

da cultura. Deficiência de molibdênio, no Vale do Submédio São Francisco, pode ser encontrada com certa frequência em solos salinos, pesados, deficientes em drenagem e pobres em matéria orgânica, e essa situação se agrava quando ocorre adubação com excesso de sulfato de amônio.

## Necessidades de nutrientes e recomendação de adubação

A necessidade de nutrientes pela cultura pode ser determinada com base na produtividade esperada e nas condições do solo. Para produzir uma tonelada de frutos, o meloeiro extrai em média entre 2,5 kg e 5,0 kg de N, entre 0,8 kg e 1,0 kg de  $P_2O_5$  e entre 6,0 kg e 9,0 kg de  $K_2O$  (DOMINGUEZ VIVANCOS, 1993).

O planejamento e o manejo corretos da fertirrigação devem iniciar com os conhecimentos da planta, do solo e do clima, pois isso permite a determinação da dosagem apropriada de nutrientes. Na determinação das doses de nutrientes é necessário conhecer: a) a extração pela cultura durante o ciclo ou as necessidades nutricionais para atingir uma determinada produtividade; b) as quantidades de nutrientes que o solo pode fornecer para a cultura; c) as quantidades de nutrientes existentes na água de irrigação; d) a eficiência global da adubação via fertirrigação nos diferentes sistemas de irrigação (PAPADOPOULOS, 1999; DOMINGUEZ VIVANCOS, 1993). Em síntese, as doses de nutrientes podem ser determinadas utilizando-se a equação 3.

$$Dn = \frac{qnex - qns - qna}{Ef_f} \quad (3)$$

em que  $Dn$  é a dose do nutriente (kg),  $qnex$  a quantidade do nutriente exportado pela planta (kg),  $qns$  a quantidade do nutriente fornecida pelo solo (kg),  $qna$  a quantidade do nutriente fornecida pela água de irrigação (kg) e  $Ef_f$  a eficiência da fertirrigação.

A eficiência média da fertirrigação para aplicação de N, P e K é, respectivamente, 0,80 a 0,90, 0,50 a 0,60 e 0,8 a 0,85 (MONTAG, 1999).

Para estimar a capacidade de fornecimento de nutrientes de um determinado solo, é necessário conhecer os seguintes aspectos: a) profundidade do sistema radicular da cultura a ser explorada; b) densidade do solo; c) área do solo ocupado pelas raízes; d) nutrientes disponíveis, dados pela análise de solo; e) limite crítico

de nutrientes, que é inerente a cada cultura. Com essas informações, utilizando-se as equações 4 e 5, calcula-se a massa de solo ocupada pelas raízes (equação 4) e a quantidade de nutrientes disponíveis (equação 5).

$$ms = z \times d \times 10^4 \quad (4)$$

$$qnd = ms \times nd \times 10^3 \quad (5)$$

em que  $ms$  é a massa de solo ocupada pelas raízes ( $t \text{ ha}^{-1}$ ),  $z$  a profundidade do sistema radicular da cultura ( $m$ ),  $d$  a densidade do solo ( $t \text{ m}^{-3}$ ),  $qnd$  a quantidade do nutriente disponível ( $kg \text{ ha}^{-1}$ ) e  $nd$  a quantidade do nutriente disponível apresentada na análise do solo ( $g \text{ t}^{-1}$ ).

Outra forma de quantificar as doses de nutrientes é utilizar as tabelas de recomendações de adubação específicas para cada cultura, tomando como base a produtividade esperada e os teores de nutrientes no solo.

Na Tabela 2, apresentam-se as quantidades de nutrientes recomendadas para o meloeiro, com base na produtividade esperada e nos teores de P e K no solo. A produtividade esperada deve ser estimada com base no histórico da gleba ou de situações similares da região (CRISOSTOMO et al., 2002).

A adubação com micronutrientes também é estimada com base na análise do solo, de forma que excessos sejam evitados. O boro em excesso é muito prejudicial à cultura, podendo acarretar diminuição da produção (CRISOSTOMO et al., 2002). Na Tabela 3, apresenta-se a recomendação de adubação com micronutrientes para o cultivo do meloeiro.

**Tabela 2.** Recomendação de adubação mineral para o meloeiro sob irrigação.

Produtividade esperada ( $t \text{ h}^{-1}$ )	N ( $kg \text{ ha}^{-1}$ )	P resina ( $mg \text{ dm}^{-3}$ )			K solo ( $mmol_c \text{ dm}^{-3}$ )		
		0 a 25	26 a 60	> 60	0 a 1,5	1,6 a 3,0	> 3,0
		kg $\text{ha}^{-1}$ $P_2O_5$			kg $\text{ha}^{-1}$ $K_2O$		
< 20	80	160	120	80	200	160	100
20 a 30	100	200	160	100	250	200	140
> 30	140	240	180	140	300	240	180

Fonte: Crisostomo et al. (2002).

**Tabela 3.** Recomendação de adubação com micronutrientes para o meloeiro.

Elemento	Teor no solo (mg dm <sup>-3</sup> )	Dose de nutriente (kg ha <sup>-1</sup> )
B (água quente)	0 a 0,6	1
	> 0,6	0
Cu (DTPA)	0 a 0,3	2
	> 0,3	0
Mn (DTPA)	0 a 1,5	5
	> 1,5	0
Zn (DTPA)	0 a 0,7	3
	> 0,7	0

Fonte: Crisostomo et al. (2002).

## Doses e aplicação de nitrogênio e potássio

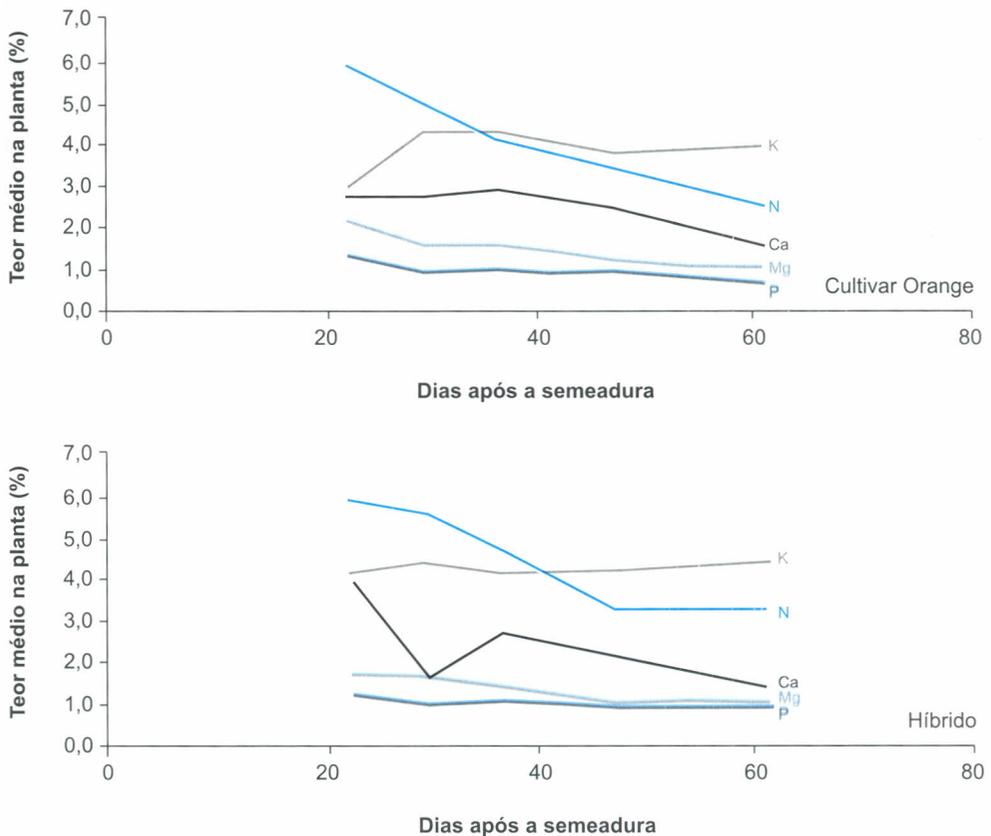
Vários trabalhos de pesquisa com fertirrigação têm procurado determinar as doses de nitrogênio e de potássio mais adequadas para o meloeiro nas diferentes regiões produtoras do País. Para as condições do Submédio São Francisco em solos arenosos, com espaçamento da cultura de 1,8 m x 0,5 m, foi determinada a aplicação de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N e 90 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, para uma produtividade esperada em torno de 40 t ha<sup>-1</sup> (PINTO et al., 1996). Para as cultivares Eldorado 300 e Gold Mine, nas condições dos Tabuleiros Litorâneos do Piauí, com espaçamento de 2,0 m x 0,2 m, em solo de textura arenosa e com produtividade de 44 t ha<sup>-1</sup>, são recomendados 120 kg ha<sup>-1</sup> de N e 130 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Para sistemas de produção sob fertirrigação, a adubação de plantio ou de fundação compreende a aplicação de matéria orgânica e adubos químicos. Recomenda-se aplicar de 30 t ha<sup>-1</sup> a 40 t ha<sup>-1</sup> de esterco de curral bem curtido, micronutrientes e fósforo. Distribui-se a mistura no sulco de maneira uniforme e, em seguida, mistura-se bem com a terra dentro do próprio sulco, deixando-o bem nivelado de forma que haja boa distribuição de água na superfície e no perfil do solo, evitando acúmulo de água ou escoamento superficial, formando uma faixa molhada contínua e uniforme.

Em virtude do pouco consumo de N e K durante a germinação das sementes, do uso de matéria orgânica na adubação de fundação e da possibilidade de aplicar nutrientes logo após a germinação das plantas, no cultivo do meloeiro em regime de fertirrigação por gotejamento em solo arenoso, não se tem usado N e K na adubação de fundação. Isso ocorre porque esses nutrientes são de fácil solubilidade e mobilidade no solo, por isso se perdem com facilidade por lixiviação, principalmente o nitrogênio (COELHO et al., 2001; SOUSA et al., 1999b).

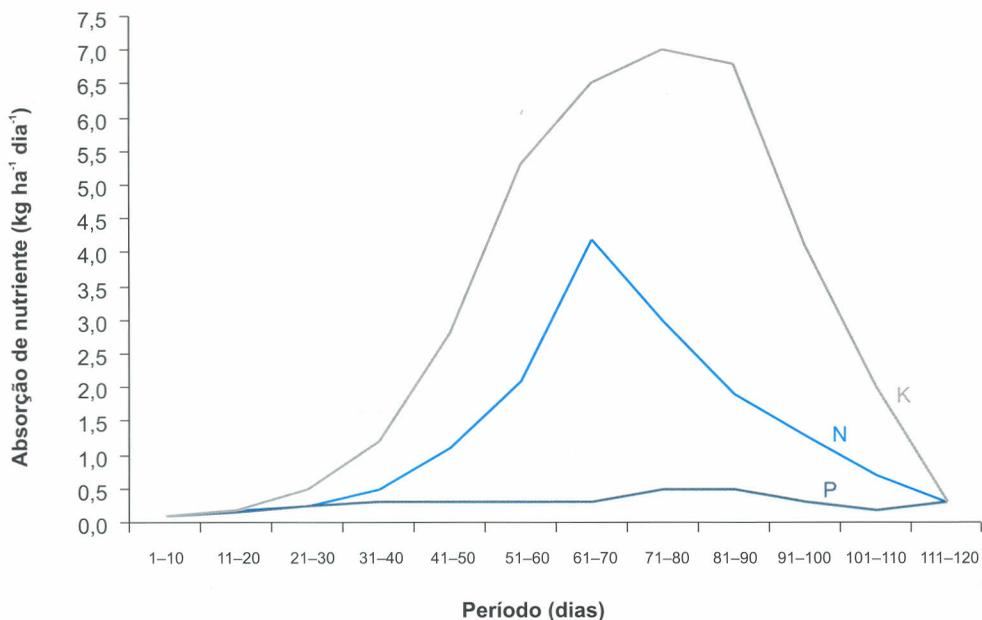
# Marcha de absorção de nutrientes

De maneira geral, a taxa de absorção de nutrientes acompanha a produção de matéria seca da planta (PAPADOPOULUS, 1999; TYLER; LORENZ, 1964). Inicialmente, até aos 15 dias, a absorção de nutrientes é lenta. Depois, entre 30 e 60 dias, período compreendido entre poucos dias após o florescimento e a fase inicial de colheita, a absorção é mais rápida (Figura 3).

Para a realização de um bom manejo da fertirrigação, é necessário conhecer como ocorre a distribuição dos nutrientes ao longo do ciclo da cultura. Essa distribuição é determinada pela marcha de absorção de nutrientes. Quando não se dispõe dessa absorção, o acúmulo de matéria seca pela cultura permite fazer uma boa aproximação (SOUSA; COELHO, 2001). A Figura 4 apresenta a tendência de como ocorre a marcha de absorção de N, P e K pelo meloeiro, a partir de resultados obtidos por Bar-Yosef (1991) em Israel.



**Figura 3.** Teor de macronutrientes nas plantas de duas cultivares de melão ao longo do seu ciclo.



**Figura 4.** Marcha de absorção de N, P e K pelo meloeiro.

Fonte: adaptado de Bar-Yosef (1991).

A fertirrigação permite parcelar a aplicação dos fertilizantes quantas vezes forem necessárias sem onerar os custos de mão de obra. Entretanto, para melhor eficiência na aplicação, o ideal é acompanhar a curva de absorção de nutrientes da cultura de forma a fracionar racionalmente os elementos durante o ciclo, conforme a necessidade. A Tabela 4 apresenta a distribuição percentual para parcelamento de nitrogênio e potássio, aplicados em cobertura no meloeiro, via água de irrigação ajustada, e adotada nos cultivos em solos arenosos da região Meio-Norte do Brasil, que considera 100% do nitrogênio e potássio aplicado em cobertura por fertirrigação.

**Tabela 4.** Distribuição percentual de fertilizantes N e K nas fases do ciclo da cultura do meloeiro cultivado em solo arenoso da região Meio-Norte.

Nutrientes	Ciclo da cultura (dias)							
	1-6	7-13	14-20	21-27	28-34	35-41	42-48	49-55
	Quantidade relativa de nutrientes (%)							
N	3	4	6	15	27	30	10	5
K <sub>2</sub> O	2	3	5	10	17	20	28	15

Com base em informações de Burt et al. (1995) e Scaife e Bar-Yosef (1995), Pinto e Sousa (2002) apresentaram um esquema de distribuição percentual de nutrientes para o meloeiro sob fertirrigação por gotejamento, considerando-se solos de textura arenosa e argilosa (Tabela 5). Nesse caso, considerou-se a aplicação de 10% a 20% de nitrogênio e potássio, 40% a 60% de cálcio e 50% a 100% de fósforo. Os demais macro e micronutrientes devem ser aplicados como adubação de fundação. Em solo arenoso, ao optar por esse esquema, é conveniente aplicar todo o nitrogênio recomendado para fertirrigação.

**Tabela 5.** Distribuição percentual de nitrogênio, potássio, cálcio e fósforo a ser aplicada via fundação e fertirrigação, ao longo do ciclo de desenvolvimento do meloeiro irrigado por gotejamento, para cultivares de ciclo inferior a 70 dias.

Nutriente	Aplicação em fundação	Aplicação por gotejamento							
		Ciclo (dias)							
		1-7	8-14	15-21	22-28	29-35	36-42	43-49	50-56
Quantidade relativa de nutrientes em solos textura de fina (%) <sup>(1)</sup>									
N	20	2	3	5	10	20	20	15	5
K <sub>2</sub> O	20	2	3	5	10	20	20	15	5
Ca	60	0	0	0	10	10	10	10	0
P	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Quantidade relativa de nutrientes em solos textura de grossa (%) <sup>(1)</sup>									
N	10	3	5	5	15	21	21	15	5
K <sub>2</sub> O	10	3	5	5	15	21	21	15	5
Ca	40	0	0	10	10	15	15	10	0
P	60	0	5	5	10	10	10	0	0

<sup>(1)</sup> Percentual de nutriente a ser aplicado em cada fase da cultura em relação à quantidade total recomendada. Fonte: adaptado de Burt et al. (1995) e Scaife e Bar-Yosef (1995).

## Frequência de fertirrigação

Uma das maiores vantagens da fertirrigação é a possibilidade da aplicação dos nutrientes recomendados de forma parcelada. Tanto o parcelamento quanto a frequência de aplicação de nutrientes, bem como a quantidade de fertilizantes por aplicação, dependem da marcha de absorção de nutrientes pela cultura nos seus diferentes estádios de desenvolvimento (SOUSA; SOUSA, 1992, 1998).

Aplicações mais frequentes e em menores quantidades permitem reduzir as perdas de nutrientes, aumentar a eficiência do uso de fertilizantes e promover o aumento da produtividade do meloeiro (PINTO et al., 1993; SOUSA, 1993). No caso do nitrogênio, os efeitos da aplicação realizada com maior frequência são mais evidentes, em virtude de seu alto potencial de lixiviação, principalmente nos solos de textura arenosa.

Tanto a aplicação de fertilizantes quanto a irrigação podem ser realizadas com a mesma frequência. Para culturas de ciclo curto como o meloeiro, a fertirrigação por gotejamento deve ser feita com a frequência de 0,5 a 2 dias. No que diz respeito à aplicação de nitrogênio e potássio, Sousa e Sousa (1998) mostraram que a aplicação desses nutrientes com frequência de 2 dias resultou em maior produtividade comercial do meloeiro.

## Aplicação da solução nutritiva

A aplicação da solução nutritiva na linha de irrigação deve ser iniciada quando todo o sistema estiver em pleno funcionamento, com todas as linhas cheias de água e pressurizadas. De maneira geral, recomenda-se iniciar a aplicação da solução nutritiva após 25% do tempo de irrigação. A aplicação da solução deve ser feita em 50% do tempo de irrigação, e os 25% restantes devem ser utilizados para a lavagem da tubulação. O tempo de fertirrigação nunca deve ser inferior a 30 minutos (FRIZZONE et al., 1985; SHANI, 1981); no entanto, avaliações de campo têm mostrado que a estabilização da concentração da solução nas linhas de irrigação ocorre 22 minutos após o início da fertirrigação (SOUSA et al., 2000). Quando o tempo de duração da fertirrigação é muito curto, ocorre risco de baixa uniformidade de distribuição de fertilizantes na área a ser fertirrigada, e isso afeta o desenvolvimento e a produtividade da cultura.

A aplicação de fertilizantes tradicionalmente usados em adubação convencional pode acarretar problemas de solubilidade. Sendo assim, deve-se dar preferência aos fertilizantes totalmente solúveis, próprios para fertirrigação. No caso do uso de bombas injetoras ou venturi, durante a injeção, pode-se manter a solução dentro do tanque aberto sob agitação contínua para evitar desuniformidade na distribuição de nutrientes na área ao longo do tempo. No caso da bomba injetora hidráulica, devem-se usar filtros na admissão da água à bomba e na mangueira de sucção. Terminada a fertirrigação, para assegurar que a bomba ficará totalmente limpa, deve-se mantê-la em funcionamento com água limpa por pelo menos 5 minutos. Pode-se ainda preparar a solução com antecedência, em um reservatório,

deixando-a em repouso durante 20 a 30 minutos. Após esse período, transfere-se a solução sem resíduos para outro reservatório de onde será bombeada para o sistema de irrigação.

## Monitoramento e controle da fertirrigação

O monitoramento da fertirrigação deve ser feito para avaliar o manejo em si, com base nos impactos causados no solo que possam influenciar o desenvolvimento das plantas. Esse monitoramento deve envolver o acompanhamento da aplicação dos fertilizantes por meio da observação dos seguintes fatores: concentração da solução injetada, concentração da solução final na saída dos emissores, uniformidade de distribuição na área e distribuição dos nutrientes no perfil do solo.

O acompanhamento da concentração da solução injetada e de sua saída dos emissores deve ser feito com amostragens coletadas durante a aplicação. Para isso, deve-se medir a condutividade elétrica (*CE*) com um condutivímetro portátil, e observar a uniformidade de valores, os quais não devem estar muito diferentes do planejado.

A uniformidade de distribuição deverá ser feita a cada 2 meses para detectar possíveis entupimentos na tubulação e nos emissores. A uniformidade de distribuição adequada deverá estar acima de 90%. Os percentuais podem ser menores por diversas causas, tais como: variação de pressão no sistema de irrigação, vazamentos na tubulação, emissores com defeitos e/ou com entupimento. Ao constatar esses defeitos, as correções devem ser feitas imediatamente.

Em cultivos com fertirrigação, é muito importante realizar o acompanhamento da dinâmica ou da distribuição dos nutrientes no perfil do solo. Essa prática permite estabelecer ou ajustar a aplicação adequada dos fertilizantes bem como o manejo da água de irrigação, além de prevenir danos ambientais como a salinização dos solos e a contaminação do lençol subterrâneo e das fontes de águas superficiais. Esse acompanhamento pode ser feito por meio da condutividade elétrica e da concentração de íons no perfil do solo, determinados em extrato de saturação do solo extraído de amostras de solo, ou ainda em solução do solo extraída com extratores apropriados. Os extratores são confeccionados com cápsulas porosas utilizadas em tensiômetros e são de fácil manuseio.

Na fertirrigação, deve-se realizar também a avaliação do estado nutricional das plantas, a fim de fazer as devidas correções e ajustes nas doses de nutrientes apli-

casas. Nesse caso, a diagnose foliar – técnica importante para a fruticultura – tem sido utilizada pelos produtores de frutas. Para que essa ferramenta seja utilizada adequadamente, é necessário que se observe principalmente a época e a posição das folhas amostradas. Para a cultura do meloeiro, recomenda-se amostrar a sexta folha, a partir da ponta do ramo, no período de floração e/ou início de frutificação (MALAVOLTA et al., 1989).

Para fins de avaliação do estado nutricional das plantas de meloeiro por meio da diagnose foliar, Silva (1999) apresenta valores médios adequados de nutrientes em folhas do meloeiro (Tabela 6).

**Tabela 6.** Níveis adequados de nutrientes em folhas de meloeiro.

Nutriente	g kg <sup>-1</sup>	Nutriente	mg kg <sup>-1</sup>
Nitrogênio	25–50	Boro	30–80
Fósforo	3–7	Cobre	10–15
Potássio	25–40	Ferro	50–300
Cálcio	25–50	Manganês	50–250
Magnésio	5–12	Zinco	20–100
Enxofre	2–3		

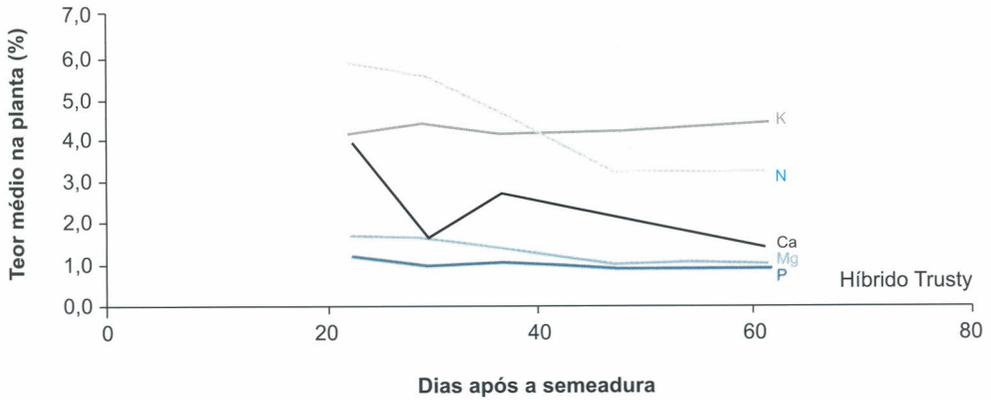
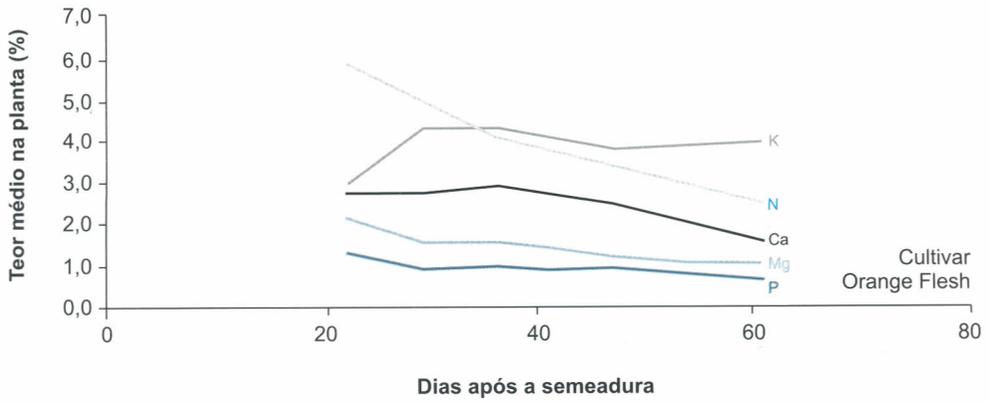
Fonte: Silva (1999).

A partir dos resultados da diagnose foliar e da observação dos níveis adequados de nutrientes nas folhas do meloeiro, pode-se tomar a decisão de ajustar ou não a adubação. Os níveis de nutrientes em folhas saudáveis do meloeiro têm variações de acordo com a cultivar e com as condições de cultivo. Para o meloeiro cv. El Dorado 300, cultivado em regime de fertirrigação, Sousa (1993) e Sousa e Sousa (1994) encontraram as seguintes concentrações médias de macronutrientes nas folhas: 5,22% (N), 0,59% (P), 4,99% (K), 3,58% (Ca) e 0,71% (Mg). Concentrações médias de macronutrientes nas cultivares Orange Flesh e Trusty, obtidas para as condições de Mossoró encontram-se na Figura 5.

## Exemplo de cálculo da fertirrigação no meloeiro

### Dados necessários

- 1) Cultura: melão



**Figura 5.** Teor de macronutrientes nas plantas de duas cultivares de melão ao longo do seu ciclo.

Fonte: adaptado de Duarte (2002).

- 2) Área total (*AT*): 2 ha
- 3) Área do setor (*AS*): 0,5 ha
- 4) Frequência de fertirrigação (*F*): 2 dias
- 5) Tempo de fertirrigação (*Tf*): 1h
- 6) Sistema de irrigação: gotejamento
  - Vazão do emissor (*qe*): 4 L h<sup>-1</sup>
  - Espaçamento entre emissores (*Ee*): 0,5 m
  - Espaçamento entre laterais (*El*): 2,0 m
- 7) Densidade do solo (*d*): 1,5 g cm<sup>-3</sup>
- 8) Profundidade da raiz (*z*): 0,3 m

9) Nutrientes disponíveis (*nd*)

Nitrogênio (N): 0

Fósforo (P): 0

Potássio (K): 0,51  $\text{Cmol}_c \text{dm}^{-3}$

10) Dose de nutrientes recomendada (*Dr*)

Nitrogênio: 120  $\text{kg ha}^{-1}$

Potássio: 200  $\text{kg ha}^{-1}$

11) Massa de nutriente existente na água de irrigação (*Mna*)

Nitrogênio: 0

Potássio: 0

12) Distribuição percentual de nutrientes no ciclo da cultura (*Dpn*) (Tabela 7)

**Tabela 7.** Distribuição de nutrientes no ciclo da cultura do melão.

Nutrientes	Fases do ciclo (dp – nº de dias por período)							
	1–6 (1)	7–13 (2)	14–20 (3)	21–27 (4)	28–34 (5)	35–41 (6)	42–48 (7)	49–55 (8)
	% (dpm)							
N	3	4	6	15	27	30	10	5
K <sub>2</sub> O	2	3	5	10	17	20	28	15

## Cálculos da necessidade de fertilizante

1) Massa do solo ocupada pelas raízes (*ms*)

$$ms = z \times d \times 10^4$$

em que:  $ms$  –  $\text{t ha}^{-1}$ ;  $d$  –  $\text{t m}^{-3}$ ;  $z$  – m       $1 \text{ g cm}^{-3} = 1 \text{ t m}^{-3}$

$$ms = 0,33 \times 1,5 \times 10^4 = 4.500 \text{ t ha}^{-1}$$

2) Massa de nutriente disponível no solo (*mns*)

$$mns = ms \times nd \times 10^{-3}$$

• Massa de nitrogênio disponível no solo (*mNs*): 0

• Massa de potássio disponível no solo (*mK<sub>2</sub>Os*)

$$mK_2Os = \frac{4.500 \times 0,51 \times 0,0184}{1,5} = 28,15 \text{ kg ha}^{-1}$$

3) Dose de nutriente necessária ( $D_{nn}$ )

$$D_{nn} = \frac{D_r - m_{ns} - m_{na}}{EF_f}$$

$EF_f$  – Eficiência de fertirrigação = 0,9

$D_{Nn}$  (dose de nitrogênio necessária):

$$D_{Nn} = \frac{120 - 0 - 0}{0,9} = 133,33 \text{ kg ha}^{-1}$$

$D_{K_2O_n}$  (dose de potássio necessária):

$$D_{K_2O_n} = \frac{200 - 28,15 - 0}{0,9} = 190,9 \text{ kg ha}^{-1}$$

4) Seleção do fertilizante

- Nitrato de potássio (46% de  $K_2O$  e 14% de N)
- Ureia (45% de N)

5) Massa total de fertilizantes ( $MT_f$ )

$$MT_f = \frac{D_{nn}}{P_{nf}} AT$$

- Nitrato de potássio

$$MT_{NP} = \frac{190,94}{0,46} \times 2 = 830,17 \text{ kg}$$

- Ureia

$$MT_U = \frac{133,33 - 830,17 \times 0,14}{0,45} \times 2 = 76,03 \text{ kg}$$

6) Número de setores ( $N_s$ )

$$N_s = \frac{AT}{AS} = \frac{2}{0,5} = 4$$

7) Massa de fertilizantes por setor ( $M_{fs}$ )

$$M_{fs} = \frac{MT_f}{n_s}$$

- Nitrato de potássio

$$MNP_s = \frac{830,7}{4} = 207,5 \text{ kg}$$

- Ureia

$$MU_s = \frac{76,03}{4} = 19$$

8) Número de aplicações no período do ciclo da cultura ( $Na$ )

$$Na = \frac{6}{2} = 3 \text{ aplicações}$$

9) Massa do fertilizante por aplicação ( $Mfa$ )

$$Mfa = \frac{Mfs \times dpm}{Na}$$

- Nitrato de potássio

$$Mfa (1 - 6)(1) = \frac{207,5 \times 0,02}{3} = 1,39 \text{ kg}$$

$$Mfa (7 - 13)(2) = \frac{207,5 \times 0,03}{3} = 2,08 \text{ kg}$$

$$Mfa (14 - 20)(3) = \frac{207,5 \times 0,05}{3} = 3,47 \text{ kg}$$

$$Mfa (21 - 27)(4) = \frac{207,5 \times 0,10}{3} = 6,92 \text{ kg}$$

$$Mfa (28 - 34)(5) = \frac{207,5 \times 0,17}{3} = 11,76 \text{ kg}$$

$$Mfa (35 - 41)(6) = \frac{207,5 \times 0,20}{3} = 13,83 \text{ kg}$$

$$Mfa (42 - 48)(7) = \frac{207,5 \times 0,28}{3} = 19,37 \text{ kg}$$

$$Mfa (49 - 55)(8) = \frac{207,5 \times 0,15}{3} = 10,37 \text{ kg}$$

• Ureia

$$Mfa (1 - 6)(1) = \frac{19 \times 0,03}{3} = 0,19 \text{ kg}$$

$$Mfa (7 - 13)(2) = \frac{19 \times 0,04}{3} = 0,25 \text{ kg}$$

$$Mfa (14 - 20)(3) = \frac{19 \times 0,06}{3} = 0,38 \text{ kg}$$

$$Mfa (21 - 27)(4) = \frac{19 \times 0,15}{3} = 0,95 \text{ kg}$$

$$Mfa (28 - 34)(5) = \frac{19 \times 0,27}{3} = 1,71 \text{ kg}$$

$$Mfa (35 - 41)(6) = \frac{19 \times 0,3}{3} = 1,9 \text{ kg}$$

$$Mfa (42 - 48)(7) = \frac{19 \times 0,1}{3} = 0,63 \text{ kg}$$

$$Mfa (49 - 55)(8) = \frac{19 \times 0,05}{3} = 0,32 \text{ kg}$$

## Cálculos da solução fertilizante

1) Vazão do setor ( $Q_s$ )

$$Q_s = ne \times qe$$

em que  $ne$  é o número de emissores no setor,

$$ne = \frac{5.000}{0,5 \times 2} = 5.000$$

$qe$  é a vazão do emissor =  $4 \text{ L h}^{-1}$  e  $Q_s = 5.000 \times 4 = 20.000 \text{ L h}^{-1}$

2) Taxa de injeção da solução fertilizante ( $qi$ )

$$qi = ri \times Q_s$$

em que  $ri$  é a razão de injeção da solução fertilizante = 0,01 e  
 $qi = 0,01 \times 20.000 = 200 \text{ L h}^{-1}$

3) Concentração do fertilizante na água de irrigação (*CFAI*)

$$CFAI = \frac{MFa \times 10^3}{(qi \times Tf) + (Qs \times Tf)}$$

- Nitrato de potássio

$$CFAI = \frac{1,38 \times 10^3}{(200 \times 1) + (20.000 \times 1)} = 0,0683 \text{ g L}^{-1}$$

- Ureia

$$CFAI = \frac{0,30 \times 10^3}{(200 \times 1) + (20.000 \times 1)} = 0,0148 \text{ g L}^{-1}$$

4) Concentração do fertilizante na solução a ser injetada (*CFSI*)

$$CFSI = \frac{CFAI}{ri}$$

- Nitrato de potássio

$$CFSI = \frac{0,0683}{0,01} = 6,83 \text{ g L}^{-1}$$

- Ureia

$$CFSI = \frac{0,00148}{0,01} = 1,48 \text{ g L}^{-1}$$

5) Volume de água necessário (*Va*) para preparar a solução fertilizante

- Nitrato de potássio

$$VaNP = \frac{MFa}{CFSI} = \frac{1380}{6,83} \approx 202 \text{ L}$$

- Ureia

$$VaU = \frac{MFa}{CFSI} = \frac{190}{1,48} \approx 128 \text{ L}$$

6) Volume de água total (*VT*)

$$VT = VaNP + VaU = 202 + 128 = 330 \text{ L}$$

# Referências

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration**. Rome, IT: FAO, 1998. 297 p.
- BAR-YOSEF, B. Fertilization undwe drip irrigation. In: PALAGRAVE, D. A. (Ed.). **Fluid fertilizer science and technology**. New York: M. Dekker, 1991. 633 p.
- BELFORT, C. C. **Acumulação de matéria seca e recrutamento de nutrientes em melão (*Cucumis melo* L. cv Valenciano Amarelo CAC) cultivado em latossolo vermelho amarelo em Presidente Wenceslau-SP**. 1985. 72 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- BRANDÃO FILHO, J. U. T.; CALLEGARI, O. Cultivo de hortaliças de frutos em solo em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 64-68, 1999.
- BURT, C.; O’CONNOR, K.; RUEHR, T. **Fertigation**. San Luis Obispo: California Polytechnic State University, 1995. 295 p.
- COELHO, E. F.; SOUSA, V. F. de; RODRIGUES, B. H. N.; SOUZA, V. A. B. de; ANDRADE, C. de L. T. de. Produtividade do meloeiro sob diferentes disposições de linhas laterais de gotejamento em solo arenoso coeso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 3, p. 309-315, 1999.
- COELHO, E. F.; SOUSA, V. F. de; SOUZA, V. A. B. de; MELO, F. de B. Efeito de níveis de N e K aplicados por gotejamento na cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.) em solo arenoso. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 1, p. 23-30, 2001.
- COSTA, C. P.; PINTO, C. A. B. P. **Melhoramento de hortaliças**. Piracicaba: ESALQ, 1977. p. 164-178.
- CRISOSTOMO, L. A.; SANTOS, A. A. dos; RAIJ, B. van; FARIA, C. M. B. de; SILVA, D. J. da; FERNANDES, F. A. M.; SANTOS, F. J. de S.; CRISOSTOMO, J. R.; FREITAS, J. de A. D. de; HOLANDA, J. S. de; CARDOSO, J. W.; COSTA, N. D. **Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 21 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular Técnica, 14).
- DALIPARTHY, J.; BARKER, A. V.; MONDAL, S. S. Potassium fractions with other nutrients in crops: a review focusing on the tropics. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 17, p. 1859-1886, 1994.
- DOMINGUEZ VIVANCOS, A. **Fertirrigación**. Madrid, ES: Mundi-Prensa, 1993. 217 p.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1984. 306 p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 33).
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Las necesidades de agua de los cultivos**. Roma, IT: FAO, 1984. 194 p. (FAO. Riego y Drenaje, 24).
- DUARTE, S. R. **Alterações na nutrição mineral do meloeiro em função da salinidade da água de irrigação**. 2002. 90 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- DUSI, A. N. **Melão para exportação**: aspectos técnicos da produção. Brasília, DF: DENACOO, 1992. 37 p. (DENACOO. Publicações Técnicas, 1).
- FERREIRA, F. A.; PEDROSA, J. F.; ALVARENGA, M. A. Melão: cultivares e métodos culturais. **Informe Agropecuário**, Belo horizonte, v. 8, n. 85, p. 26-28, 1982.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FRIZZONE, J. A.; ZANINI, J. R.; PAES, L. A. D.; NASCIMENTO, V. M. **Fertirrigação mineral**. Ilha Solteira: Unesp, 1985. 31 p. (Boletim Técnico, 2).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de recuperação automática: SIDRA**. 2008. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 31 maio 2010.

KELLER, J.; BLIESNER, R. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Chapman and Hall, 1990. 652 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa do Potássio e do Fosfato, 1989. 201 p.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Manejo de irrigação em hortaliças**. 5. ed. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1996. 72 p.

MONTAG, U. J. Fertigation in Israel. In: IFA AGRICULTURAL CONFERENCE ON MANAGING PLANT NUTRITION, 1999, Barcelona. [**Proceedings**]... Barcelona: [s.n.], 1999. 24 p.

PAPADOPOULOS, I. Fertirrigação: situação atual e perspectivas para o futuro. In: FOLEGATTI, M. V. **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999. p. 11-84.

PEREIRA, C.; MARCHI, G. **Cultivo comercial em estufas**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 118 p.

PINTO, J. M.; SOARES, J. M.; CHOUDHURY, E. N.; PEREIRA, J. R. Adubação via água de irrigação na cultura do melão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 11, p. 1263-1268, 1993.

PINTO, J. M.; SOARES, J. M.; PEREIRA, J. R.; COSTA, N. D.; BRITO, L. T. L.; FARIA, C. M. B.; MACIEL, J. L. **Sistema de cultivo de melão com aplicação de fertilizantes via água de irrigação**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Petrolina: EMBRAPA-CPTASA, 1996. 24 p. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 36).

PINTO, J. M.; SOUSA, V. F. de. Melão. In: BORGES, A. L.; COELHO, E. F.; TRINDADE, A. V. (Org.). **Fertirrigação em fruteiras tropicais**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. p. 122-128.

RODRIGUES, B. H. N.; SOUSA, V. F. de. Determinação da evapotranspiração máxima (ET<sub>m</sub>) e coeficiente de cultivo (K<sub>c</sub>) para a cultura do melão nas condições dos Tabuleiros Costeiros do Piauí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA RURAL, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. v. 2, p. 339-341.

SCAIFE, A.; BAR-YOSEF, B. **Nutrient and fertilizer management in field grown vegetable**. Basel: International Potash Institute, 1995. 104 p. (IPI. Bulletin, 13).

SHANI, M. **La fertilizacion combinada com el riego**. Tel Aviv: Ministerio del Agricultura, 1981. 36 p.

SILVA, F. C. da. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.

SILVA, H. R.; MAROUELLIM, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, R. A.; OLIVEIRA, L. A.; RODRIGUES, A. G.; SOUZA, A. F.; MAENO, P. **Cultivo do meloeiro para o norte de Minas Gerais**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2000. 22 p. (Circular Técnica, 20).

SILVA, M. C. C. **Crescimento, produção e qualidade de frutos de melão sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e coberturas de solo**. 2002. 70 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.

SOUSA, V. F. de. **Frequência de aplicação de N e K via água de irrigação pôr gotejamento no meloeiro (Cucumis melo L. cv. Eldorado 300) em solo de textura arenosa**. 1993. 131 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu.

SOUSA, V. F. de; ANDRADE, C. L. T.; SOUSA, A. P.; AGUIAR NETTO, A. O. Redistribuição de água em solo de textura arenosa sob irrigação por gotejamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21., 1992, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1992. p. 963-973.

SOUSA, V. F. de; COELHO, E. F. Dinâmica de água num solo arenoso sob irrigação por gotejamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1997. 1 CD-ROM.

SOUSA, V. F. de; COELHO, E. F. Manejo de fertirrigação em fruteiras. In: FOLEGATTI, M. V.; CASARINI, E.; BLANCO, F. F.; BRASIL, R. P. C.; RESENDE, R. S. (Coord.). **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças.** Guaíba: Agropecuária, 2001. v. 2, p. 289-317.

SOUSA, V. F. de; COELHO, E. F.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; FOLEGATTI, M. V.; FRIZZONE, J. A. Eficiência do uso da água do meloeiro sob diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 183-188, 2000.

SOUSA, V. F. de; COELHO, E. F.; FRIZZONE, J. A.; FOLEGATTI, M. V.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; OLIVEIRA, F. das C. Frequência de irrigação por gotejamento na eficiência do uso da água no meloeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA RURAL, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. v. 1, p. 214-216.

SOUSA, V. F. de; COELHO, E. F.; SOUZA, V. A. B. Frequência de irrigação em meloeiro cultivado em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 4, p. 659-664, 1999a.

SOUSA, V. F. de; RODRIGUES, B. H. N.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; COELHO, E. F.; VIANA, F. M. P.; SILVA, P. H. S. da. **Cultivo do meloeiro sob fertirrigação por gotejamento no meio-norte do Brasil.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1999b. 68 p. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 21).

SOUSA, V. F. de; SOUSA, A. de P. Efeito da frequência de aplicação de N e K por gotejamento no estado nutricional e na qualidade dos frutos do meloeiro (*Cucumis melo* L.). In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 10., 1994, Salvador. **Anais...** Salvador: ABID, 1994. p. 319-330.

SOUSA, V. F. de; SOUSA, A. de P. Efeitos de frequência de aplicação de N e K por gotejamento na cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.). **Engenharia Agrícola**, Botucatu, v. 17, n. 3, p. 36-45, 1998.

SOUSA, V. F. de; SOUSA, A. P. Fertirrigação II: tipos de produtos, aplicação e manejo. **Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, DF, v. 47, p. 15-20, 1992.

TYLER, K. B.; LORENZ, O. A. Nutrient absorption and growth of four muskmelon varieties. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 84, p. 191-195, 1964.