

## Nutrição e Adubação da Mangueira em Sistema de Produção Integrada

### Introdução

A mangueira é uma das principais espécies frutíferas tropicais cultivadas no mundo. O Brasil está colocado entre os oito maiores produtores mundiais, com uma produção de 850.000 toneladas em 2005, em uma área de 73.000 hectares (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2007). As exportações brasileiras de mangas têm proporcionado ao país receitas significativas. Em 2006, o Brasil embarcou 105.000 toneladas, que proporcionaram uma receita de US\$ 76 milhões.

O Vale do São Francisco responde por 92 % das exportações nacionais da fruta. Nesta região, estão plantados 40 mil hectares de mangueira irrigada, o que corresponde a 83% da área plantada na região semi-árida do Nordeste (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2007).

A mangueira é uma espécie cultivada em quase todo o território brasileiro. Contudo, algumas regiões apresentam características mais favoráveis à produção desta frutífera. Na região Nordeste, particularmente no Vale do São Francisco, são plantadas cultivares de origem americana, com frutos de aceitação no mercado internacional.

O cultivo da mangueira irrigada, nas condições semi-áridas do Nordeste, apresenta como principais características a utilização de espaçamentos menores e práticas de poda de condução, o que permite a obtenção de plantas mais compactas. Dessa forma, a primeira produção é antecipada e o rendimento de frutas estabiliza mais cedo. As plantas têm o crescimento vegetativo e a floração manejada por meio da irrigação, da utilização de reguladores de crescimento e de podas, o que resulta na possibilidade de produção de frutos em qualquer época do ano, de forma a atender aos diferentes mercados como os Estados Unidos, alguns países da Europa e o próprio Brasil.

A mangueira irrigada na região Nordeste apresenta, atualmente, uma produtividade média de 20 t/ha. No pólo Petrolina-PE/Juazeiro-BA, a produtividade média alcançada a partir do sexto ano é de 25 t/ha, atingindo, em algumas áreas, mais de 30 t/ha. As condições climáticas favoráveis e as tecnologias desenvolvidas, como manejo da irrigação, indução floral, nutrição e produção integrada, têm sido fundamentais para o bom desempenho do cultivo da mangueira na região, tornando-a uma das frutas com maior potencial de crescimento nas exportações a curto prazo.

A produção integrada de frutos tem por objetivo garantir a sustentabilidade da produção agrícola, o equilíbrio do ciclo de nutrientes, a preservação e a melhoria da fertilidade do solo, a aplicação de técnicas biológicas e químicas que não promovam a degradação ambiental. As Normas Técnicas específicas para a Produção Integrada de Manga foram publicadas no Diário Oficial da União, na forma da Instrução Normativa Nº 12, de 18 de setembro de 2003. As normas são apresentadas por área temática e classificadas em obrigatórias, recomendadas, proibidas ou permitidas com restrição.

O objetivo deste documento é fornecer orientações para se estabelecer um programa de adubação racional para a mangueira, segundo as normas de Produção Integrada para a área temática de Nutrição de Plantas, de maneira que se possa promover uma nutrição equilibrada, respeitando as normas da produção integrada e as exigências de mercado quanto às características de qualidade dos frutos.

## Extração e exportação de nutrientes

Para estabelecer as necessidades nutricionais de uma planta, é necessário o conhecimento da composição mineral dos órgãos componentes. Nos frutos, encontra-se a maior proporção dos nutrientes necessários à planta, estimando-se sua participação em um terço ou mais do requerimento total.

De acordo com a composição mineral dos frutos de algumas variedades de manga, os elementos nitrogênio e potássio são os extraídos em maior quantidade pela colheita, seguidos pelo cálcio, magnésio, fósforo e enxofre. Os micronutrientes são exportados na seqüência Mn > Cu > Fe > Zn > B (Tabela 1).

Tabela 1. Quantidades médias de nutrientes exportadas por tonelada de frutos frescos de algumas variedades de manga.

| Nutriente      | Variedade             |                       |   |   |                      |      |
|----------------|-----------------------|-----------------------|---|---|----------------------|------|
|                | Haden                 | Tommy Atkins          | Haden   | Tommy Atkins                                    | Haden                |      |
| ----- kg ----- |                       |                       |   |   |                      |      |
| N              | 0,86                  | 2,01                  | 1,18  | 1,09  | 1,22                 | 1,27 |
| P              | 0,17                  | 0,47                  | 0,09  | 0,12  | 0,22                 | 0,21 |
| K              | 1,84                  | 1,43                  | 1,20  | 0,91  | 1,82                 | 1,44 |
| Ca             | 1,17                  | 1,25                  | 0,20  | 0,25  | 0,15                 | 0,60 |
| Mg             | 0,52                  | 1,09                  | 0,20  | 0,24  | 0,17                 | 0,44 |
| S              | -                     | -                     | 0,10  | 0,12  | 0,17                 | 0,13 |
| ----- g -----  |                       |                       |   |   |                      |      |
| B              | 2,13                  | 3,62                  | 1,40  | 1,80  | 0,90                 | 1,97 |
| Cu             | 8,63                  | 8,00                  | 4,80  | 9,00  | 1,50                 | 6,38 |
| Fe             | 3,26                  | 10,12                 | 6,10  | 2,20  | 3,40                 | 5,02 |
| Mn             | 23,6                  | 14,3                  | 2,30  | 2,80  | 2,30                 | 9,06 |
| Zn             | 5,63                  | 5,30                  | 5,80  | 5,40  | 1,30                 | 4,68 |
| -----          |                       |                       |   |   |                      |      |
|                | Venezuela             | Venezuela             | São Paulo                                       | São Paulo                                       | São Paulo            |      |
| Fonte          | Laborem et al. (1979) | Laborem et al. (1979) | Haag et al. (1990), adaptado por Quaggio (1996) | Haag et al. (1990), adaptado por Quaggio (1996) | Hiroce et al. (1977) |      |

Existem algumas particularidades nas concentrações de nutrientes entre os frutos de diferentes procedências. Na Venezuela, os frutos da variedade Haden possuíam menos da metade do nitrogênio encontrado na variedade Tommy Atkins. Entretanto, em São Paulo, foram encontrados valores próximos para as duas variedades.

É interessante observar, ainda na Tabela 1, que os teores de cálcio nos frutos provenientes de pomares venezuelanos, localizados em solos alcalinos e ricos no referido nutriente, são cerca de seis vezes maiores em relação àqueles observados em frutos colhidos no Brasil. Esta é uma observação muito importante, pois o distúrbio fisiológico em frutos, conhecido como "soft-nose" (amolecimento da polpa, colapso interno), que está associado à deficiência de cálcio, é significativa-

mente menor na Venezuela, quando comparado à incidência verificada nos pomares brasileiros.

A aplicação de fertilizantes em plantas perenes é realizada, normalmente, com o objetivo de repor os nutrientes removidos pela colheita. Entretanto, deve-se considerar as quantidades de nutrientes imobilizadas na planta como um todo. Isto torna-se particularmente importante quando se realizam podas, o que equivale a dizer que os nutrientes estão sendo removidos tanto pelas podas, quanto pela colheita dos frutos.

A concentração de nutrientes em diferentes partes das plantas de mangueiras 'Sensation' é apresentada na Tabela 2. Observa-se que as concentrações mais altas de nitrogênio estão nas folhas; de fósforo e potássio na casca; de cálcio nas folhas e na casca e de magnésio nas folhas novas, nas raízes e na casca.

Tabela 2. Concentração média de macronutrientes em diferentes partes de mangueiras ‘Sensation’, na época de colheita.

| Parte da Planta    | N    | P    | %    |      |      |
|--------------------|------|------|------|------|------|
|                    |      |      | K    | Ca   | Mg   |
| Raízes             | 0,49 | 0,12 | 0,56 | 0,43 | 0,19 |
| Casca              | 0,48 | 0,25 | 1,52 | 1,35 | 1,18 |
| Tronco             | 0,34 | 0,10 | 0,49 | 0,21 | 0,11 |
| Brotações Novas    | 0,64 | 0,17 | 1,38 | 0,87 | 0,10 |
| Folhas Maduras     | 1,37 | 0,11 | 0,85 | 1,64 | 0,15 |
| Folhas Jovens      | 1,47 | 0,17 | 1,13 | 0,76 | 0,20 |
| Folhas Senescentes | 0,85 | 0,07 | 0,49 | 1,65 | 0,14 |
| Frutos Frescos     | 0,48 | 0,06 | 1,13 | 0,10 | 0,09 |
| Caro               | 0,86 | 0,17 | 0,76 | 0,08 | 0,13 |

Fonte: Stassen et al. (2000)

Ao avaliar a contribuição de cada parte de mangueiras da variedade Sensation com 2, 6 e 18 anos de idade, no acúmulo total de nutrientes, Stassen et al. (2000) observaram que 40% do nitrogênio total da planta vão para as folhas e 13% para as raízes (Tabela 3). A concentração de nitrogênio no caule e nas brotações novas aumenta com a idade da planta, enquanto a verificada nos frutos diminui. O fósforo seria mais uniformemente distribuído entre as diferentes partes, com 15 a 20% em cada uma delas. Entretanto, ocorre

uma redução na concentração desse nutriente na casca e um aumento nas brotações novas, com o aumento da idade da planta. Tanto as folhas quanto os frutos apresentam 20% do conteúdo de potássio da planta. Assim como o nitrogênio, as maiores quantidades acumuladas de cálcio estão nas folhas (40%). Nos frutos, a concentração de cálcio diminui com o aumento da idade da planta. O acúmulo de magnésio ocorre principalmente nas folhas e nas raízes, enquanto que a sua concentração nos frutos também diminui com o aumento da idade da planta.

Tabela 3. Distribuição percentual dos macronutrientes em mangueiras ‘Sensation’, com 2, 6 e 18 anos de idade, na época de colheita.

| Nutriente  | Idade da Planta (anos) | Raízes | Casca | Caule | Brotações Novas | Folhas | Frutos |
|------------|------------------------|--------|-------|-------|-----------------|--------|--------|
|            |                        | %      |       |       |                 |        |        |
| Nitrogênio | 2                      | 13,6   | 6,4   | 6,0   | 4,3             | 45,7   | 24,0   |
|            | 6                      | 8,1    | 3,8   | 14,8  | 8,8             | 51,0   | 13,5   |
|            | 18                     | 11,9   | 5,9   | 21,1  | 13,3            | 34,3   | 13,5   |
| Fósforo    | 2                      | 27,4   | 19,3  | 16,7  | 8,1             | 14,4   | 14,1   |
|            | 6                      | 17,9   | 9,3   | 11,7  | 16,6            | 29,6   | 14,9   |
|            | 18                     | 15,8   | 5,0   | 15,0  | 28,2            | 18,4   | 17,6   |
| Potássio   | 2                      | 18,0   | 17,2  | 8,8   | 6,1             | 19,1   | 30,8   |
|            | 6                      | 9,3    | 13,5  | 7,5   | 17,9            | 31,8   | 20,0   |
|            | 18                     | 10,3   | 13,8  | 12,9  | 24,2            | 18,4   | 20,4   |
| Cálcio     | 2                      | 11,0   | 16,0  | 3,4   | 12,4            | 43,6   | 13,6   |
|            | 6                      | 8,4    | 14,4  | 4,0   | 20,3            | 50,4   | 2,5    |
|            | 18                     | 21,0   | 14,2  | 5,3   | 16,5            | 40,6   | 2,4    |
| Magnésio   | 2                      | 22,5   | 10,4  | 10,6  | 5,2             | 20,0   | 31,3   |
|            | 6                      | 20,9   | 9,8   | 8,0   | 9,9             | 37,4   | 14,0   |
|            | 18                     | 30,2   | 10,5  | 11,5  | 9,5             | 26,6   | 11,7   |

Fonte: Stassen et al. (2000)

A partir dos dados obtidos na Austrália e na África do Sul, estimou-se a proporção dos nutrientes removidos em mangueiras das variedades Kensington e Sensation, respectivamente (Tabela 4). As quantidades totais removidas são diferentes entre as duas variedades e as diferentes idades da ‘Sensation’. Os nutrientes removidos em maiores quantidades da ‘Kensington’ foram

cálcio e potássio, enquanto da ‘Sensation’ foram potássio, nitrogênio e cálcio. Comparando-se os nutrientes removidos da variedade Sensation com 6 e 18 anos, constata-se que as quantidades removidas de potássio aumentam com a elevação da produção e a idade da planta, embora possam existir diferenças entre variedades.

Tabela 4. Nutrientes removidos de mangueiras das variedades Kensington e Sensation com diferentes idades (adaptado de Catchpoole & Bally, 1995, e Stassen et al., 1997).

| Nutriente | Kensington          | Proporção <sup>2</sup> | Sensation           | Proporção <sup>2</sup> | Sensation            | Proporção <sup>2</sup> |
|-----------|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
|           | 8 anos <sup>1</sup> |                        | 6 anos <sup>3</sup> |                        | 18 anos <sup>3</sup> |                        |
|           | - g/planta -        |                        | - g/planta -        |                        | - g/planta -         |                        |
| N         | 525                 | 5,2                    | 250,4               | 7,5                    | 842,7                | 7,5                    |
| P         | 128                 | 1,3                    | 36,4                | 1,1                    | 120,8                | 1,1                    |
| K         | 678                 | 6,8                    | 318,6               | 9,6                    | 1146,2               | 10,2                   |
| Ca        | 688                 | 6,9                    | 172,4               | 5,2                    | 719,5                | 6,4                    |
| Mg        | 100                 | 1,0                    | 33,2                | 1,0                    | 112,9                | 1,0                    |

<sup>1</sup>. Nutrientes removidos por 10 kg de matéria seca (MS) das folhas, 20 kg de MS de galhos e ramos e 30 kg de MS de frutos.

<sup>2</sup>. Em relação ao nutriente extraído em menor quantidade.

<sup>3</sup>. Inclui as quantidades de nutrientes fixadas anualmente por brotações novas, folhas e partes permanentes e removidas pela produção de frutos, mas não inclui as perdas ocasionadas por folhas caídas.

## Diagnose e monitoramento nutricional

O monitoramento dos teores de nutrientes no solo e nas plantas deve garantir que as aplicações de fertilizantes atendam à demanda da cultura. As técnicas disponíveis para a avaliação do estado nutricional das plantas são as análises de folhas e de solo. Como não são excludentes, essas técnicas devem ser utilizadas de forma complementar.

A análise foliar indica, por exemplo, se um talhão está deficiente num elemento, mas não informa porque ocorre a deficiência. Assim, um nível baixo de magnésio nas folhas pode ser causado por baixa concentração do nutriente no solo ou pode ser consequência do excesso de cálcio em solos originados de rocha calcária. Por outro lado, a análise de solo indica a presença e a quantidade do elemento no solo, mas não fornece informação sobre a quantidade que está sendo utilizada pela planta.

A produção integrada prevê que é obrigatório realizar análises químicas de solo antes do plantio e de tecido vegetal a partir do primeiro ciclo de produção, como base para adoção de sistemas de fertilização, conforme as necessidades da cultura. Estas análises devem ser repetidas, pelo menos uma vez, a cada ciclo de produção.

É importante ressaltar que a amostragem é uma etapa crítica de todo o processo de análise. As amostras de solo e de tecido vegetal para essas análises devem ser coletadas segundo os critérios descritos a seguir.

## Análise de solo

A amostragem de solo deve representar, da melhor maneira possível, a composição média da área explorada pelo sistema radicular da mangueira. Por outro lado, as características do sistema radicular dependem da cultivar, do solo, do sistema de irrigação e do regime hídrico usado, além do sistema de manejo da cultura. Na realidade, existem duas situações de amostragem. A primeira é a retirada de amostras para instalação de pomares, quando a amostra composta deve representar a área total. A outra situação é a amostragem em pomares formados, quando a amostra deve representar o local de aplicação dos adubos.

A amostragem inicial deve ser realizada três meses antes do plantio, a fim de que haja tempo suficiente para fazer calagem, caso seja necessário, e para programar a adubação de fundação. Inicialmente, separam-se as áreas com solos diferentes no que se refere à cor, à textura, ao relevo e ao uso (virgem ou cultivado, adubado ou não adubado, etc.). Feita a separação, em cada área homogênea, realiza-se a amostragem em 20 pontos ao acaso, para se obter uma amostra composta, nas profundidades de 0-20 cm e de 20-40 cm de profundidade. Se a área homogênea for muito grande, deve-se dividi-la em sub-áreas com tamanhos de 3,0 a 5,0 ha, que constituirão as unidades de amostragem.

A terra retirada na amostragem em cada profundidade deve ser colocada em um recipiente limpo (balde de plástico). Completado o número de amostras simples, mistura-se bem a terra e depois se retira meio quilo de solo, aproximadamente, e coloca-se num saco de

plástico, que representará a referida amostra composta.

Deve-se evitar coletar amostras em locais de formigueiro, de monturo e de coivara ou próximos a currais e estradas. Antes da coleta, deve-se limpar a superfície do terreno, caso haja mato ou resto vegetal. A amostragem é facilitada quando o solo está ligeiramente úmido. As amostras podem ser coletadas com trado ou cano galvanizado de uma ou  $\frac{3}{4}$  de polegada.

Em pomares já estabelecidos, as amostras de solo devem ser coletadas na projeção da copa das árvores, nos locais nos quais se faz a adubação, evitando a coleta em faixas de terra recém-adubadas. As amostras devem ser retiradas nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm. Em sistemas de irrigação localizada, a maior concentração de raízes da mangueira limita-se ao bulbo molhado. Portanto, a amostragem e a adubação deverão ser realizadas nestes locais (Silva et al., 2002). Nos pomares já estabelecidos, a amostragem deverá ser realizada após a colheita, no período de repouso da mangueira, a cada ciclo de produção. É importante salientar que a precisão da análise de solo, como ferramenta de recomendação de adubação para qualquer cultura, aumenta com o acúmulo de informações da mesma área, por vários anos. Portanto, é muito útil organizar seqüencialmente os resultados de vários anos e utilizá-los como critério de rejeição de resultados discrepantes (Quaggio, 1996).

### Análise foliar

A análise foliar é útil para avaliar se existem distúrbios na nutrição da mangueira, porque a mera presença dos nutrientes no solo, mesmo em condições adequadas, não garante, necessariamente, a absorção desses elementos pelas plantas. Além disso, condições de reação do solo, salinidade ou antagonismos entre elementos podem provocar alterações indesejáveis na absorção de nutrientes.

Considerando que as culturas perenes mantêm grande quantidade de nutrientes na biomassa, estes são

responsáveis pelos processos de crescimento vegetativo, de floração e, dependendo do nível de reservas, até em grande parte de frutificação. Normalmente, as adubações realizadas no período vegetativo de um ano serão importantes para o próximo ciclo de produção, razão pela qual as plantas perenes não respondem rapidamente à adubação, com exceção do nitrogênio. Para a cultura da mangueira, este fato deve ser ainda mais relevante, pois existe informação na literatura de que as folhas da mangueira permanecem na planta por um período de, pelo menos, quatro anos. Assim, por meio da análise de folhas, é possível avaliar a disponibilidade de alguns nutrientes, como o nitrogênio, por exemplo, para o qual a análise de solo não fornece índice de disponibilidade satisfatório, e, ainda, acompanhar o equilíbrio entre os nutrientes, que é importante não somente para a produção, mas também para a qualidade dos frutos.

A análise foliar deve ser realizada anualmente, pois os teores foliares de nitrogênio determinam as doses de fertilizantes nitrogenados a serem aplicadas.

### Amostragem de folhas

A concentração de nutrientes nas folhas da mangueira é afetada por vários fatores tais como: a) idade da folha; b) variedade; c) posição da folha no broto; d) ramos com ou sem frutos; e) altura de amostragem na planta; f) posição dos ramos em relação aos pontos cardeais; g) tipo de solo.

As concentrações dos nutrientes sofrem alterações acentuadas com a idade dos tecidos. De um modo geral, os elementos com grande mobilidade no floema (nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio) têm tendência definida de decréscimo com a idade das folhas, enquanto o inverso ocorre com aqueles com pouca mobilidade (cálcio, enxofre e boro). O nitrogênio pode sofrer variações temporárias em função da adubação. A influência da idade das folhas na sua composição mineral pode ser observada na Tabela 5.

Tabela 5. Concentração de nutrientes em folhas de mangueira 'Tommy Atkins' coletadas mensalmente durante um ciclo de produção.

| Data     | N    | P    | K    | Ca   | Mg  | B     | Cu  | Fe  | Mn  | Zn  | Na  |
|----------|------|------|------|------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
|          | g/kg |      |      |      |     | mg/kg |     |     |     |     |     |
| 16/01/98 | 20,2 | 1,43 | 10,7 | 12,7 | 2,5 | 30    | 16  | 72  | 272 | 22  | 20  |
| 12/02/98 | 18,3 | 1,10 | 8,2  | 15,1 | 3,0 | 25    | 25  | 88  | 363 | 33  | 14  |
| 04/03/98 | 21,0 | 1,50 | 9,6  | 17,3 | 3,0 | 39    | 18  | 119 | 472 | 30  | 53  |
| 15/04/98 | 17,9 | 1,50 | 10,6 | 15,9 | 2,9 | 33    | 27  | 72  | 572 | 30  | 32  |
| 15/05/98 | 16,9 | 1,10 | 6,7  | 12,6 | 3,3 | 65    | 28  | 106 | 498 | 27  | 53  |
| 12/06/98 | 18,6 | 1,10 | 9,6  | 16,3 | 2,9 | 41    | 19  | 81  | 598 | 18  | 108 |
| 16/07/98 | 16,9 | 0,90 | 8,7  | 18,2 | 3,2 | 89    | 23  | 116 | 689 | 22  | 155 |
| 17/08/98 | 11,9 | 1,10 | 7,0  | 15,5 | 3,2 | 31    | 171 | 37  | 723 | 85  | 128 |
| 11/09/98 | 16,5 | 1,10 | 6,0  | 17,0 | 3,0 | 57    | 266 | 78  | 729 | 105 | 165 |
| 20/10/98 | 15,1 | 1,20 | 7,2  | 21,3 | 3,4 | 38    | 181 | 85  | 786 | 187 | 153 |
| 13/11/98 | 14,3 | 1,00 | 8,4  | 21,7 | 3,0 | 62    | 163 | 103 | 891 | 126 | 241 |

Fonte: Silva et al. (1998)

Assim, embora o período de florescimento seja unanimemente recomendado pela literatura internacional como o mais adequado para a coleta de folhas, as pulverizações concentradas com nitrato de cálcio e nitrato de potássio, com o objetivo de quebrar a dormência das gemas, indicam, certamente, que a coleta de amostras de folhas nesse período não é a mais adequada. É preferível, então, coletar amostras foliares um ou dois meses antes do florescimento, quando a concentração de nutrientes é mais estável (Silva et al., 2002).

### Recomendações para padronização da amostragem de folhas em mangueiras

- Para realizar a coleta, devem ser escolhidas folhas inteiras e sadias, evitando-se folhas atacadas por pragas e doenças. Parcelas cujas plantas apresentem sintomas de deficiência e áreas com ocorrência de mancha de solo, afetadas por salinização ou sujeitas a inundação, devem ser amostradas separadamente;
- Coletar as folhas na altura média da copa da árvore, nos quatro pontos cardeais, na parte mediana do penúltimo fluxo do ramo ou do fluxo terminal, desde que este último tenha, pelo menos, quatro meses de idade. Retirar quatro folhas por planta, em 20 plantas que representem a média da parcela, selecionadas ao acaso. Escolher ramos que não estejam em crescimento nem com flores;

- A parcela deve ter plantas da mesma variedade, da mesma idade e de mesma produtividade, em área de solo homogêneo. Manter o mesmo agrupamento usado na análise de solo. No caso de parcelas que possuem um percentual de plantas polinizadoras, as coletas devem ser realizadas separadamente para cada cultivar;

- Realizar a coleta antes da aplicação de nitratos ou outro fertilizante foliar para a quebra de dormência das gemas florais, com o propósito de evitar contaminações;

- Não amostrar plantas que tenham sido adubadas ou pulverizadas, e nem após períodos intensos de chuvas;

- Após a coleta, devem-se acondicionar as amostras em sacos de papel, identificando-as e enviando-as, imediatamente, para um laboratório. Se isto não for possível, armazená-las em ambiente refrigerado.

### Interpretação dos resultados de análise de folhas

Partindo de uma amostra padronizada, colhida como explicado anteriormente, é realizada a análise total dos elementos no material vegetal. A interpretação pode ser feita levando em conta as faixas de teores considerados adequados. Na Tabela 6, são mostradas essas faixas, de acordo com Quaggio (1996), que reuniu várias informações da literatura, sem especificação da variedade.

Tabela 6. Teores de nutrientes adequados em folhas de mangueira.

| Nutrientes | Faixas de Teores |             |           |
|------------|------------------|-------------|-----------|
|            | Deficiente       | Adequado    | Excessivo |
| N (g/kg)   | < 8,0            | 12,0 a 14,0 | > 16,0    |
| P (g/kg)   | < 0,5            | 0,8 a 1,6   | > 2,5     |
| K (g/kg)   | < 2,5            | 5,0 a 10,0  | > 12,0    |
| Ca (g/kg)  | < 15,0           | 20,0 a 35,0 | > 50,0    |
| Mg (g/kg)  | < 1,0            | 2,5 a 5,0   | > 8,0     |
| S (g/kg)   | < 0,5            | 0,8 a 1,8   | > 2,5     |
| B (mg/kg)  | < 10             | 50 a 100    | > 150     |
| Cu (mg/kg) | < 5              | 10 a 50     | -         |
| Fe (mg/kg) | < 15             | 50 a 200    | -         |
| Cl (mg/kg) | -                | 100 a 900   | > 1600    |
| Mn (mg/kg) | < 10             | 50 a 100    | -         |
| Zn (mg/kg) | < 10             | 20 a 40     | > 100     |

Fonte: Quaggio (1996)

Uma alternativa para interpretar os resultados de análise foliar é a utilização do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). O DRIS avalia o estado nutricional das plantas considerando o equilíbrio entre nutrientes, de modo que uma lavoura nutricionalmente equilibrada possa responder com alta produtividade, o que não acontece com lavouras com problemas de deficiência ou com desequilíbrios entre nutrientes. As normas DRIS para a mangueira 'Tommy Atkins' foram determinadas recentemente na região do Submédio do Vale do São Francisco, nos estados da Bahia e de Pernambuco, por Pinto (2002).

## Calagem e adubação

### Calagem

A mangueira cresce e produz relativamente bem em solos com grande amplitude de pH, desde ácidos até alcalinos, principalmente as variedades rústicas poliembrionicas. Contudo, as variedades melhoradas, apesar de também vegetarem bem em solos ácidos, requerem disponibilidade elevada de cálcio para aumentar a produção e, principalmente, para melhorar a qualidade dos frutos. A mangueira é uma das culturas mais exigentes em cálcio, pois possui quase sempre nas folhas o dobro desse nutriente em relação ao nitrogênio, o qual é o nutriente predominante nas folhas da maioria das espécies cultivadas.

A prática da calagem eleva o pH do solo, neutraliza o alumínio e/ou o manganês trocáveis, fornece cálcio e magnésio às plantas, eleva a saturação de bases,

equilibra a relação K: Ca: Mg, contribui para o aumento da disponibilidade de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e molibdênio e melhora a atividade microbiana do solo. A calagem, realizada tanto para elevar a saturação por bases, quanto para suprir as necessidades de cálcio e de magnésio e para neutralizar o alumínio trocável, é recomendada quando a saturação por bases está abaixo de 60% e os teores de cálcio e magnésio são inferiores a 1,6 e 0,7 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, respectivamente, nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. Deve-se incorporar os corretivos pelo menos dois meses antes do plantio.

Considerando a elevada exigência da mangueira em cálcio, recomenda-se associar a calagem à aplicação de gesso. O gesso agrícola é uma excelente fonte de cálcio para as plantas e a recomendação visa melhorar a qualidade dos frutos, reduzindo a incidência de colapso interno, o que tem se mostrado eficiente, conforme mostram os resultados de Pinto et al. (1994) em solos de Cerrados pobres em cálcio. A quantidade de gesso a ser aplicada deve ser definida em função da análise química e da textura do solo e associada à quantidade de calcário, estimada, assim, entre 0,5 t ha<sup>-1</sup>, em solos de textura arenosa, e 2,5 t ha<sup>-1</sup>, em solos de textura argilosa. Se os teores foliares de cálcio forem superiores a 30 g kg<sup>-1</sup>, pode-se dispensar a aplicação de gesso.

Nos pomares em produção, nos quais a análise de solo é realizada a cada ciclo, recomenda-se realizar a calagem e a gessagem sempre que a saturação por

bases for inferior a 60%. A época mais indicada é o final da estação chuvosa, pois ainda existe umidade suficiente no solo para a reação do corretivo, permitindo a incorporação do calcário. Nos cultivos irrigados das regiões semi-áridas, a aplicação deverá ser realizada logo após a colheita.

Como a mangueira é uma espécie sensível ao excesso de sais no solo, recomenda-se a correção de áreas que apresentem condutividade elétrica do extrato de saturação acima de 2,5 dS/m na camada de 20-40 cm de profundidade e saturação de sódio trocável com média acima de 7,0%. Na maioria das vezes, o aumento da condutividade elétrica está relacionado ao manejo de água e de nutrientes. Assim, uma drenagem eficiente, associada à aplicação da lâmina de água

correta e a uma adubação equilibrada, geralmente, são suficientes para solucionar o problema. Nos casos em que a saturação de sódio trocável estiver acima de 7,0%, recomenda-se eliminá-lo ou reduzir a concentração do referido elemento no perfil do solo, o que poderá ser feito com a aplicação de um condicionador de solo, como o gesso, associado à lavagem dos sais de sódio.

### Adubação

As quantidades de fósforo e potássio recomendadas para as fases de plantio e crescimento da mangueira irrigada cultivada em condições semi-áridas do Nordeste não devem ultrapassar os valores indicados na Tabela 7. Como não é realizada análise de solo para nitrogênio, recomenda-se, também, que a quantidade de nitrogênio não seja superior a 500 g/planta durante a fase de crescimento, parcelada em até 30-36 meses depois do plantio.

Tabela 7. Teores máximos de fósforo ( $P_2O_5$ ) e de potássio ( $K_2O$ ) recomendados nas fases de plantio e crescimento da mangueira em função das classes de fertilidade do solo.

| Classe     | Plantio<br>Fósforo<br>(kg/ha de $P_2O_5$ ) | Crescimento                     |                                |
|------------|--|---------------------------------|--------------------------------|
|            |  | Fósforo<br>(kg/ha de $P_2O_5$ ) | Potássio<br>(kg/ha de $K_2O$ ) |
| Baixo      | 250  | 160                             | 280                            |
| Médio      | 150  | 120                             | 220                            |
| Alto       | 120  | 80                              | 160                            |
| Muito alto | 80   | 40                              | 100                            |

Na fase de produção, deve-se estabelecer um programa de fertilização da parcela com base em recomendações técnicas. A programação de calagem e adubação se efetuará em função das características do solo, considerando-se o estado nutricional das plantas, definido pela análise foliar. Além dos resultados das análises de solo e de folhas, as quantidades de fertilizantes a serem aplicadas devem ser definidas em

função de outras características da parcela, como a exportação de nutrientes da safra anterior, a idade das plantas, os tratos culturais, a presença de sintomas de deficiências nutricionais, o espaçamento e a previsão de produção. As quantidades máximas de nitrogênio, fósforo e potássio recomendadas por hectare, em função da produtividade esperada, são apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8. Doses máximas de nitrogênio (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) recomendadas para mangueiras em produção.

| Produtividade Esperada | N                 | $P_2O_5$ | $K_2O$ |
|------------------------|-------------------|----------|--------|
| t/ha                   | ----- kg/ha ----- |          |        |
| < 10                   | 30                | 20       | 30     |
| 10 - 15                | 45                | 30       | 50     |
| 15 - 20                | 60                | 45       | 80     |
| 20 - 30                | 75                | 65       | 120    |
| 30 - 40                | 90                | 85       | 160    |
| 40 - 50                | 105               | 110      | 200    |
| > 50                   | 120               | 150      | 250    |



Recomenda-se aplicar os fertilizantes nitrogenados com o maior número de parcelamentos possível, devendo-se ainda adotar práticas culturais que evitem perdas de nutrientes por lixiviação e erosão. Não é permitido colocar em risco os lençóis subterrâneos por contaminação química, especialmente com nitratos.

As fontes de nutrientes podem ser adubos minerais, organominerais e orgânicos, sendo que os últimos devem ser aplicados com base na fonte e concentração de nutrientes para evitar desequilíbrios no pomar. Considerando que todos os agroquímicos utilizados na cultura devem ser registrados, segundo a legislação vigente, não é permitido proceder à aplicação de fertilizantes sem registro, que contenham substâncias tóxicas e que provoquem riscos de contaminação, especialmente por metais pesados.

Com relação à forma de aplicação, deve-se prover o fornecimento de nutrientes para as plantas, preferencialmente, através do solo. A adubação foliar é indicada como adubação corretiva e/ou complementar à adubação no solo, mas nunca como adubação substituta. Justifica-se as aplicações foliares de nutrientes, quando ocorrer alguma deficiência nutricional identificada pela análise foliar ou quando as condições edáficas específicas de uma determinada área restringirem a eficácia da aplicação no solo.

## Funções e interações entre nutrientes

### Nitrogênio

O nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes para a mangueira e exerce um importante papel na produção e na qualidade dos frutos. Seus efeitos manifestam-se, principalmente, na fase vegetativa da planta e, considerando-se a relação existente entre os fluxos vegetativos, a emissão de gemas florais e a frutificação, sua deficiência poderá afetar negativamente a produção. Mangueiras adequadamente nutridas com nitrogênio poderão emitir regularmente brotações que, ao atingirem a maturidade, resultarão em panículas responsáveis pela frutificação.

Nitrogênio em excesso pode aumentar a susceptibilidade a desordens fisiológicas, tais como o colapso interno, e doenças pós-colheita. No entanto, a relação entre o aumento dos níveis de nitrogênio e o aparecimento de colapso interno não está definitivamente esclarecida, vez que sua incidência no distúrbio estaria mais correlacionada à baixa disponibilidade de cálcio do que à elevação do próprio nitrogênio. Altos teores de nitrogênio podem, ainda,

deixar os frutos com a coloração predominantemente verde, ou ao menos manchados de verde, comprometendo o valor de mercado.

Na Fig. 1 observa-se que existe uma correlação estreita entre o teor de nitrogênio nas folhas e a produtividade da mangueira, embora a correlação mencionada tenha sido verificada em estudos específicos de resposta ao nitrogênio. Na curva de calibração obtida para o nitrogênio presente nas folhas da mangueira, o ponto de máxima produtividade corresponde a uma concentração de 13 mg kg<sup>-1</sup> de nitrogênio.

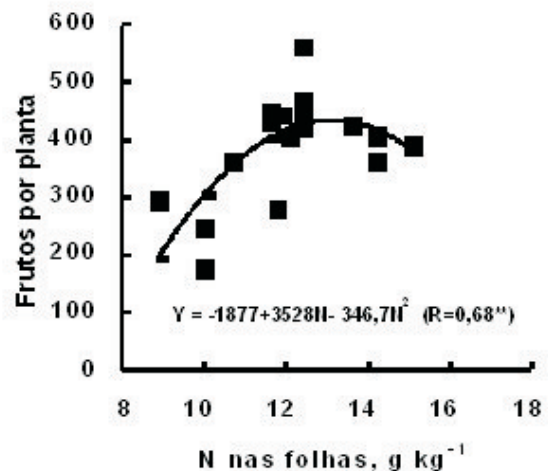


Fig. 1. Calibração de nitrogênio nas folhas de mangueiras traçada a partir dos resultados de Young et al. (1962), por Quaggio (1996).

### Fósforo

A mangueira, assim como outras árvores frutíferas, apresenta baixa exigência em fósforo, particularmente em solos arenosos. Apesar de mangueiras em produção exigirem quantidades significativamente menores de fósforo do que de nitrogênio e potássio, recomenda-se a aplicação regular do nutriente nas adubações, vez que os teores encontrados nos solos são, normalmente, baixos, e as taxas de adsorção nos solos mais argilosos são altas.

### Potássio

O potássio está estreitamente relacionado à qualidade dos frutos, em particular à cor da casca, ao aroma e ao tamanho. É o nutriente mais importante em termos de produção e qualidade de frutos. No entanto, o excesso pode causar desequilíbrio nos níveis de cálcio e magnésio, causando, ainda, queima nas margens e no ápice das folhas velhas.

Em solos arenosos que apresentem alta demanda por potássio, a aplicação de fertilizantes deverá ser parcelada, para evitar perdas do nutriente por lixiviação. O cloreto de potássio é a fonte do nutriente utilizada com maior frequência. A utilização contínua,

no entanto, poderá proporcionar o aumento da concentração de cloro no solo, provocando uma interferência na qualidade dos frutos. A utilização alternada de sulfato de potássio deve prevenir o problema.

### Cálcio

O cálcio, juntamente com o nitrogênio, é um nutriente exigido em grandes quantidades pela mangueira. Ele influencia na firmeza e na vida de prateleira dos frutos. Baixos níveis de cálcio estão associados ao colapso interno. As informações existentes na literatura dão conta de que o colapso interno está relacionado a elevados teores de nitrogênio nas folhas e a baixos teores de cálcio no solo. O gráfico apresentado na Fig. 2 mostra que os efeitos do nitrogênio, do cálcio e da interação entre eles, tiveram uma relação linear com o colapso interno. Com base nos dados de Young et al. (1962), reinterpretados por Quaggio (1996), se os teores foliares de cálcio se mantiverem em 25 g kg<sup>-1</sup> ou ligeiramente acima, o colapso interno se reduzirá a baixos níveis, independentemente da concentração de nitrogênio.

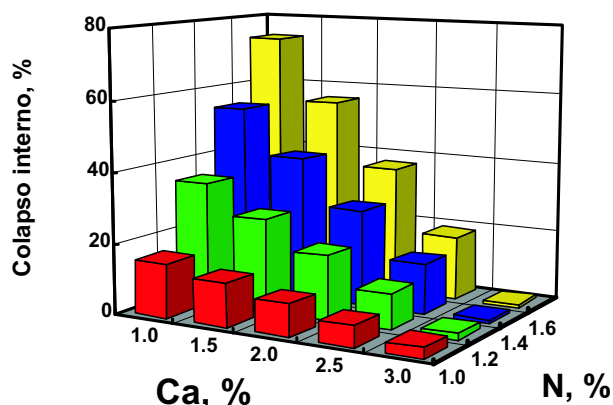


Fig. 2. Superfície de resposta ajustada entre os teores foliares de nitrogênio e de cálcio e a ocorrência de colapso interno nos frutos da mangueira.

Fonte: Gráfico obtido a partir da reinterpretação de dados de Young et al. (1962), realizada por Quaggio (1996).

Os períodos críticos para a absorção de cálcio ocorrem durante o fluxo pós-colheita e o desenvolvimento inicial dos frutos. O cálcio é melhor absorvido pelo sistema radicular; assim, aplicações foliares do nutriente não têm sido eficientes, vez que ele é praticamente imóvel na planta. A aplicação de cálcio deve fazer parte de um programa de manejo de fertilizantes, porque grandes quantidades do elemento podem prejudicar a absorção de magnésio e de potássio, comprometendo a qualidade dos frutos. A

quantidade de cálcio a ser aplicada vai depender dos resultados das análises de folhas e de solo.

### Magnésio

Adubações com altas doses de cálcio e de potássio diminuem a absorção do magnésio, devendo-se, portanto, verificar a relação entre os três nutrientes antes de programar as adubações.

### Enxofre

Sintomas de deficiência de enxofre são raramente observados, vez que a disponibilidade do nutriente nos solos, geralmente, é capaz de satisfazer as necessidades das plantas. Além disso, as aplicações de fertilizantes minerais e orgânicos ao solo e de determinados defensivos agrícolas contendo enxofre, garantem um suprimento adicional do nutriente à cultura da mangueira.

### Boro

O boro não é facilmente retranslocado na planta, devendo ser suprido adequadamente pelo solo. Se necessário, aplicações foliares podem ser eficientes durante o florescimento. A deficiência de boro resulta em pobre florescimento e, conseqüentemente, numa polinização ineficiente, além de frutos de tamanho reduzido. Os sintomas de deficiência são mais visíveis durante o florescimento, nas plantas afetadas que produzem inflorescências deformadas. A deficiência de boro é mais comum em solos arenosos.

Deve-se tomar extremo cuidado com as quantidades de boro aplicadas, vez que o limite entre a deficiência e a toxicidade é muito próximo. A toxidez de boro causa queima das margens e queda das folhas (que pode acontecer durante alguns fluxos vegetativos). As aplicações de boro devem ser feitas durante a emissão de novos fluxos vegetativos e antes ou durante a floração.

### Cobre

O cobre é necessário para a ativação de várias enzimas. As exigências da mangueira em cobre são pequenas; assim, raramente ocorrem deficiências. Em alguns casos, pode-se observar concentrações elevadas de cobre nas folhas, em conseqüência da aplicação de fungicidas e caldas à base do elemento, usados no controle de doenças. Esses produtos podem se acumular no solo, aumentando a disponibilidade do nutriente para a planta.

### Zinco

Os distúrbios denominados malformação floral ou "Embonecamento" e malformação vegetativa ou

“Vassoura de Bruxa” podem, em parte, estar associados à deficiência de zinco, vez que as plantas emitem múltiplas panículas pequenas e deformadas em pomares com baixa concentração do nutriente. Adubações com doses elevadas de fósforo reduzem a disponibilidade de zinco e outros micronutrientes no solo. Em alguns casos, a deficiência de zinco deverá ser corrigida por meio de aplicação foliar.

## Ferro

A disponibilidade de ferro, normalmente, é alta em solos tropicais. A carência de ferro pode ocorrer em solos ácidos, devido ao excesso de manganês, bem como em solos que apresentem pH elevado.

## Manganês

A disponibilidade de manganês, normalmente alta em solos tropicais, é reduzida quando se realiza calagem e se aplicam altas doses de fósforo.

## Referências Bibliográficas

- ANUÁRIO Brasileiro da Fruticultura 2007. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2007. 136 p.
- CATCHPOOLE, D. W.; BALLY, I. S. E. Nutrition of mango trees: a study of the relationships between applied fertilizer, leaf elemental composition and tree performance (flowering and fruit yield) In: **MARKETING SEMINAR AND PRODUCTION WORKSHOP**, 1995, Townsville, Queensland. **Mango 2000**: proceedings. Townsville: Queensland Department of Primary Industries, 1995. p. 91-104.
- HAAG, H. P.; SOUZA, M. E. P.; CARMELLO, Q. A. C.; DECHEN, A. R. Extração de macro e micronutrientes por frutos de quatro variedades de manga (*Mangifera indica* L.). **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 47, p. 2, p. 459-477, 1990.
- HIROCE, R.; CARVALHO, A. M. de; BATAGLIA, O. C.; FURLANI, P. R.; FURLANI, A. M. C.; SANTOS, R. R. dos; GALLO, J.R. Composição mineral de frutos tropicais na colheita. **Bragantia**, Campinas, v. 36, p. 155-164, 1977.
- LABOREM, G.; AVILÁN, L.; FIGUEROA, M. Extracción de nutrientes por una cosecha de mango (*Mangifera indica* L.). **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 29, n. 1, p. 3-15, 1979.
- PINTO, A. C. de Q.; RAMOS, V. H. V.; JUNQUEIRA, N. T. V.; LOBATO, E.; SOUZA, D. M. G. Relação Ca/N nas folhas e seu efeito na produção e qualidade da manga Tommy Atkins sob condições de cerrado. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, 13., 1994, Salvador. **Resumos...** Salvador: SBF, 1994. v. 2, p. 763.
- PINTO, A.C. de Q.; SILVA, D.J.; PINTO, P.A. da C. MANGO. In: CRISÓSTOMO, L.A.; NAUMOV, A.; JOHNSTON, A.E.(Ed.) **Tropical Fruits of Brazil: fertilizer for high yield and quality**. Horgen: International Potash Institute, 2007. cap.7, p.123-142. (IPI Bulletin,18).
- PINTO, P. A. da C. **Avaliação do estado nutricional da mangueira Tommy Atkins pelo DRIS e da qualidade pós-colheita de frutos na região do Submédio São Francisco**. 2002. 124 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- QUAGGIO, J. A. Adubação e calagem para a mangueira e qualidade dos frutos. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MARTINS FILHO, J.; MORAIS, O. M. (Ed.). **Manga, tecnologia de produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB, 1996. p.106-135.
- SILVA, D.J.; PEREIRA, J.R.; ALBUQUERQUE, J.A.S. de. Equilíbrio nutricional em mangueira cultivada sob irrigação no Submédio São Francisco. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2., 1998, Caxambu, MG. **Resumos...** Lavras: UFLA: SBCS: SBM, 1998. p. 679.
- SILVA, D. J.; QUAGGIO, J. A.; PINTO, P. A. da C.; PINTO, A. C. Q. de; MAGALHÃES, A. F. de J. Nutrição e adubação. In: GENÚ, P. J. de C.; PINTO, A. C. Q. de (Ed.). **A cultura da mangueira**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.191-221.
- STASSEN, P. J. C.; GROVE, H. G.; DAVIE, S. J. Uptake, distribution and requirements of macro elements in ‘Sensation’ mango. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 1, n. 509, p.365-374, 2000.
- STASSEN, P. J. C.; VUUREN, B. H. P. van; DAVIE, S. J. Macro elements in mango trees: uptake and distribution. **Yearbook of the South African Mango Growers Association**, Tzaneen v. 17, p. 16-19, 1997.
- YOUNG, T. W.; KOO, R. C. J.; MINER, J. T. Effects of nitrogen, potassium and calcium fertilization on Kent mango on deep acid, sandy soils. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v. 75, p. 364-37

**Circular  
Técnica, 88**

Esta publicação está disponibilizada no endereço:  
[www.cpatsa.embrapa.br](http://www.cpatsa.embrapa.br)

Exemplares da mesma podem ser adquiridos na:

**Embrapa Semi-Árido**

BR 428, Km 152, Zona Rural

Caixa Postal 23 56302-970 Petrolina-PE

Fone: (87) 3862-1711 Fax: (87) 3862-1744

[sac@cpatsa.embrapa.br](mailto:sac@cpatsa.embrapa.br)

1ª edição (2008): Formato digital

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,  
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

**Comitê de  
publicações**

**Presidente:** *Maria Auxiliadora Coêlho de Lima.*

**Secretário-Executivo:** *Eduardo Assis Menezes.*

**Membros:** *Geraldo Milanez de Resende,  
Josir Laine Aparecida Veschi,  
Diógenes da Cruz Batista,  
Tony Jarbas Ferreira Cunha,  
Gislene Feitosa Brito Gama e  
Elder Manoel de Moura Rocha.*

**Expediente**

**Supervisor editorial:** *Eduardo Assis Menezes.*

**Revisão de texto:** *Eduardo Assis Menezes.*

**Tratamento das ilustrações:** *Háviner Uchoa Pedrosa.*

**Editoração eletrônica:** *Háviner Uchoa Pedrosa.*