

WUTSCHER, H.K.; HARDESTY, C. Concentrations of 14 elements in tissues of blight-affected and healthy Valencia orange trees. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.104, p.9-11, 1979.

WUTSCHER, H.K.; PAVAN, M.A.; PERKINS, R.E. A survey of mineral elements in the leaves and roots of citrus variegated chlorosis (or amarelinho) affected orange trees and 45 acid extrants elements in the soil of orchards in northern São Paulo and southern Minas Gerais. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.37, p.147-156, 1994.

## Capítulo 8

### Diagnose Foliar na Cultura da Banana

Ana Lúcia Borges<sup>1</sup>  
José Tadeu Alves da Silva<sup>2</sup>

#### 8.1 Introdução

A maioria das espécies de bananeira (*Musa* spp.) originou-se do Continente Asiático. Na evolução das bananeiras comestíveis, participaram, principalmente, as espécies selvagens *Musa acuminata* Colla e *M. balbisiana* Colla, de modo que cada variedade contém combinações variadas de genomas (A e B) completos dessas espécies (DANTAS et al., 1999b).

As variedades de banana mais difundidas no Brasil são as triploides AAB do tipo Prata (Prata, Pacovan e Prata-Anã), do tipo Terra (Terra, Terrinha e D'Angola), a Maçã e a Thap Maeo; e as triploides AAA, denominadas banana D'Água ou Caturra (Nanica, Nanicão, Grande Naine e Williams), bem como a Caipira e a Nam. Há ainda, no mercado, uma série de novas variedades tetraploides AAAB, como: Tropical, Fhia-Maravilha, Preciosa, Prata-Caprichosa, Prata-Garantida, Japira e Vitória.

A banana, juntamente com a maçã, é a fruta mais consumida no mundo na forma natural (9,1 kg por habitante por ano) e cultivada na maioria dos países tropicais.

Em 2009, a produção mundial de bananas para consumo na forma natural foi de aproximadamente 97,4 milhões de toneladas, sendo a Índia (27,7%), Filipinas (9,3%), China (9,2%), Equador (7,8%) e Brasil (7,0%) os maiores produtores (FAO, 2011). Quanto aos plátanos – conceito

<sup>1</sup>Engenheira Agrônoma, Doutora, Pesquisadora da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Caixa Postal 007, CEP 44380-000, Cruz das Almas-BA, analucia@cnpmf.embrapa.br;

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Caixa Postal 12, CEP 39525-000, Nova Porteirinha-MG, josetadeu@epamig.br.

estabelecido para bananas consumidas fritas, cozidas ou assadas -, a produção mundial foi de 34,3 milhões de toneladas em 2008. O Continente Africano, apesar de apresentar menor produtividade (5,65 t ha<sup>-1</sup>), representou 71,3% desse total; Uganda (27,3%), Colômbia (9,8%), Gana (8,5), Ruanda (8,0%) e Nigéria (7,9%) foram os países maiores produtores mundiais (FAO, 2010).

A cultura da banana tem grande importância econômica para o Brasil, destacando-se como a segunda fruta, após a laranja, mais importante em área colhida, quantidade produzida, valor da produção e consumo (28 kg por habitante por ano). É cultivada por grandes, médios e pequenos agricultores, sendo 60% da produção proveniente da agricultura familiar.

No Brasil, a bananeira é cultivada de norte a sul, numa área aproximada de 487 mil hectares em 2010, envolvendo desde a faixa litorânea até os planaltos interioranos. As regiões Nordeste (38,1%) e Sudeste (32%), juntas, respondem por 70% da produção nacional (6.962.792 toneladas). Em 2010, os Estados maiores produtores foram: São Paulo (1.231.823 t), Bahia (1.079.050 t), Santa Catarina (663.892 t), Minas Gerais (654.444 t) e Pará (539.979 t) (IBGE, 2011).

O mercado interno é o principal consumidor da fruta, representando as exportações aproximadamente 2% da produção nacional. Contudo, o Brasil tem potencial para aumentar esse percentual.

A fruta contém vitaminas C (59 a 175 mg kg<sup>-1</sup>), B6 (0,3 a 1,7 mg kg<sup>-1</sup>) e B1 (0,3 a 0,9 mg kg<sup>-1</sup>), elementos minerais como K (2.640 a 3.870 mg kg<sup>-1</sup>), Mg (240 a 300 mg kg<sup>-1</sup>), P (160 a 290 mg kg<sup>-1</sup>), Ca (30 a 80 mg kg<sup>-1</sup>), Fe (2 a 4 mg kg<sup>-1</sup>) e Cu (0,5 a 1,1 mg kg<sup>-1</sup>), carboidratos (230 a 320 g kg<sup>-1</sup>) e proteínas (10 a 13 g kg<sup>-1</sup>).

A grande importância da bananicultura está sendo reforçada pelas diretrizes da Produção Integrada que estão sendo implementadas na cultura, envolvendo as boas práticas de manejo agrícola, o que certamente levará à obtenção de frutos de qualidade superior e de maior lucro para o agricultor, proporcionando, assim, melhor qualidade de vida para todos, consumidores e agricultores.

## 8.2 Estrutura da bananeira

A bananeira é uma planta monocotiledônea e herbácea, com caule subterrâneo (rizoma) de onde saem as raízes primárias (200 a 500), com espessura de 5 a 8 mm. O pseudocaule é formado por bainhas foliares, terminando com uma copa de folhas compridas e largas, com nervura central desenvolvida. Do centro da copa emerge a inflorescência com brácteas ovaladas em cujas axilas nascem as flores. Cada grupo de flores reunidas forma uma penca com um número variável de frutos (DANTAS et al., 1999a).

As folhas da bananeira são formadas por bainha foliar, pseudopecíolos, nervura e limbo foliar. A planta produz no total de 30 a 70 folhas durante o ciclo, com emissão de uma nova folha a cada 7 a 11 dias, de acordo com as condições edafoclimáticas e variedade. As bainhas foliares são largas, de bases amplas que se envolvem formando o pseudocaule. O momento em que a bainha se afasta do pseudocaule até onde os limbos foliares se expandem, passa-se a denominar pseudopecíolo ou pecíolo da folha; a nervura central é originada do prolongamento do pecíolo. O limbo é uma lâmina delgada de coloração verde-intensa na face superior, e mais clara na inferior; contém nervuras secundárias e paralelas. As nervuras secundárias são espaçadas de 5 a 10 mm, prolongando-se da nervura central à margem até próximo à extremidade da folha (DANTAS et al., 1999a). O limbo é a parte da bananeira utilizada na diagnose foliar.

## 8.3 Avaliação do estado nutricional

A bananeira é uma planta que absorve grande quantidade de nutrientes, existindo diferenças de exigências nutricionais entre as variedades. Contudo, o potássio e o nitrogênio são os nutrientes mais absorvidos e necessários para o crescimento e a produção da planta.

Estudos em bananal comercial irrigado no Estado do Ceará mostraram produtividades de 24,8; 25,9 e 46,0 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para as variedades Prata-Anã (AAB), Grande Naine (AAA) e Pacovan (AAB), bem como acúmulo de matéria seca de 20,1; 13,7 e 28,4 t ha<sup>-1</sup>,

respectivamente, na época da colheita (HOFFMANN et al., 2010b). Os nutrientes mais absorvidos, em kg ha<sup>-1</sup>, foram: K (862,8) > N (147,6) > S (93,0) > Mg (65,9) > Ca (52,6) > P (22,0) para 'Prata-Anã'; K (624,5) > N (122,3) > Ca (57,6) > S (42,1) > Mg (35,4) > P (14,9) para a 'Grande Naine'; e K (1.258,9) > N (220,0) > S (82,3) > Mg (81,7) > Ca (80,1) > P (28,6) para a 'Pacovan'. Para 'Prata-Anã', os percentuais de macronutrientes exportados pelos frutos foram maiores para P (22%), N (17%), S (15%), K (14%), Mg (10%) e Ca (5%), ou seja, para cada tonelada de frutos produzidos, a exportação foi de 1,04 kg de N; 0,19 kg de P; 4,83 kg de K; 0,10 kg de Ca; 0,28 kg de Mg e 0,55 kg de S (HOFFMANN et al., 2010b).

Para os micronutrientes, Hoffmann et al. (2010a) verificaram a seguinte ordem, para as três variedades: Mn > Fe > B > Zn > Cu. Os percentuais de exportação pelos frutos foram, em ordem decrescente, Cu (18%), Zn (17%), B (10%), Fe (9%) e Mn (6%).

Para detectar desequilíbrios e auxiliar na recomendação de fertilizantes, a avaliação do estado nutricional da planta é eficiente, em complementação à análise química do solo. Assim, nessa avaliação, identificam-se os nutrientes que limitam o crescimento, o desenvolvimento e a produção das bananeiras. A avaliação do estado nutricional baseia-se nas diagnoses visual e foliar, sendo que esta envolve a comparação entre resultados da análise química de amostras de folhas e os valores considerados como padrões.

### 8.3.1 Diagnose visual

A planta expressa o desequilíbrio por meio de sintomas visuais quando um nutriente está em deficiência. Esses sintomas manifestam-se, principalmente, por meio de alterações nas folhas, como coloração e tamanho, uma vez que esse é o órgão da planta em plena atividade fisiológica e química (Tabela 1). Além das folhas, alguns sintomas podem ocorrer nos cachos e frutos (Tabela 2); excessos também são observados (Tabela 3).

**Tabela 1** - Sintomas visuais de deficiências de nutrientes em folhas da bananeira.

Nutriente	Idade da folha	Sintomas no limbo	Sintomas adicionais
N	Todas as idades	Verde-claro uniforme.	Pecíolos róseos.
Cu		-	Nervura principal dobra-se.
Fe		Folhas amarelas, quase brancas.	-
S		Folhas, inclusive nervuras, tornam-se verde-pálidas a amarelas.	Engrossamento das nervuras secundárias.
B	Jovem	Listras perpendiculares às nervuras secundárias.	Folhas deformadas (limbos incompletos).
Zn		Faixas amareladas ao longo das nervuras secundárias.	Pigmentação avermelhada na face inferior das folhas jovens.
Ca		Clorose nos bordos.	Engrossamento das nervuras secundárias; clorose marginal descontínua e em forma de "dentes de serra"; diminuição da folha.
Mn	Mediana	Limbo com clorose em forma de pente nos bordos.	Ocorrência do fungo <i>Deightonella torulosa</i> , que pode contaminar os frutos.
P		Clorose marginal em forma de "dentes de serra".	Pecíolo quebra-se; folhas jovens com coloração verde-escura tendendo a azulada.
Mg	Velha	Clorose da parte interna do limbo; nervura central e bordos permanecem verdes.	Descolamento das bainhas.
K		Clorose amarelo-alaranjada e necroses nos bordos.	Limbo dobra-se na ponta da folha, com aspecto encarquilhado e seco.

Fonte: Borges e Oliveira (2002).

**Tabela 2** - Sintomas de deficiências de nutrientes nos cachos e frutos da bananeira.

Nutriente	Sintomas
N	Cachos raquíticos, menor número de pencas.
P	Frutos com menor teor de açúcar.
K	Cachos raquíticos, frutos pequenos e finos, maturação irregular, polpa pouco saborosa.
Ca	Maturação irregular, frutos verdes junto com maduros, podridão dos frutos, pouco aroma e pouco açúcar. Sua falta pode ser uma das causas do empedramento na banana 'Maçã'.
Mg	Cacho raquítico e deformado, maturação irregular, polpa mole, viscosa e de sabor desagradável, apodrecimento rápido do fruto.
S	Cachos pequenos.
B	Deformações do cacho, poucos frutos e atrofiados. Sua falta pode levar ao empedramento na banana 'Maçã'.
Fe	Pencas anormais, frutos curtos.
Zn	Frutos tortos e pequenos, com ponta em forma de mamilo (Cavendish) e de cor verde-pálida.

Fonte: Borges e Oliveira (2002).

**Tabela 3** - Sintomas de excesso de nutrientes na bananeira.

Nutriente	Sintomas
N	Redução da resistência do pseudocaule. Crescimento externo intenso do pseudocaule, fazendo com que as bainhas mais externas se soltem completamente. Produção de cachos fracos e pencas espaçadas, além de frutos intensamente coloridos de verde. Perda de resistência ao transporte, fruto facilmente danificado pelo atrito.
Mg	Formação de pecíolos azulados e de folhas com clorose irregular seguida de necrose.
B	Clorose marginal das folhas seguida de necrose.
Cl	Frutos magros, sem enchimento.
Cu	Raiz com crescimento inibido.
Fe	Enegrecimento marginal das folhas seguido de necrose.
Mn	Enegrecimento marginal das folhas seguido de necrose.
Zn	Diminuição da área foliar, seguida de clorose, podendo aparecer na planta inteira um pigmento pardo-avermelhado. Diminuição da absorção de P. Redução da produção de frutos.
Na	O Na não é um nutriente, mas pode estar presente no complexo de troca dos solos das regiões áridas e semiáridas. Teores > 300 mg kg <sup>-1</sup> (no início do florescimento) e 3.500 mg kg <sup>-1</sup> (com o cacho totalmente emitido) são considerados tóxicos para bananeira, proporcionando enegrecimento marginal seguido de necrose das folhas, comprometendo a produção.

Em estudo em mudas de bananeira 'Grande Naine', em solução nutritiva utilizando a técnica do elemento faltante, Soprano e Malburg (2004) caracterizaram os sintomas visuais de deficiências nutricionais, observando que a ordem cronológica de aparecimento dos sintomas foi N, Ca, K, Zn, Mg, B, Fe, P, Mn, Cu e Mo.

### 8.3.2 Diagnose foliar

A diagnose foliar consiste na utilização da planta como solução extratora dos nutrientes disponíveis no solo. É utilizada para detectar respostas das plantas aos vários tipos de manejo, possibilitando interpretar, de maneira eficiente, a situação nutricional da planta e as relações entre os nutrientes na mesma. Para que a diagnose foliar seja aplicada com sucesso, três fases são necessárias: a) amostragem, preparo e análise química do tecido vegetal; b) obtenção dos padrões de referência; e c) interpretação dos resultados analíticos (nível crítico, faixa de suficiência e DRIS).

A diagnose foliar, corretamente utilizada e associada à análise química do solo, proporciona o uso racional de calcários e fertilizantes, levando à otimização da produção da bananeira e proporcionando um cultivo ambientalmente sustentável e economicamente viável.

Segundo Martinez et al. (1999), existe uma relação bem definida entre crescimento, produção das culturas e o teor dos nutrientes em seus tecidos. Essa relação caracteriza-se por uma curva em que se distinguem cinco regiões. Na primeira e na segunda, denominadas de regiões de deficiência, o aumento do suprimento de determinado nutriente, acompanhado pelo aumento de seu teor nos tecidos da planta, resulta em aumentos no crescimento e na produção. Na terceira região, denominada de região de adequação, o aumento do suprimento de determinado nutriente e de seu teor nos tecidos da planta não é acompanhado por aumentos expressivos no crescimento e na produção. Na quarta região, denominada de região de absorção de luxo, o aumento no suprimento do nutriente e de seu teor nos tecidos não é acompanhado por aumento no crescimento ou na produção. A quinta região, ou região de toxidez, caracteriza-se por decréscimo no crescimento ou na produção, com o aumento do suprimento de dado

nutriente e de seu teor foliar.

O conhecimento dos teores de nutrientes nos tecidos, relacionados com cada uma dessas regiões, permite avaliar o estado nutricional das culturas (MARTINEZ et al., 1999; MALAVOLTA et al., 1997; MALAVOLTA; MALAVOLTA, 1989).

De acordo com Carvalho et al. (2001), a identificação dos nutrientes que estariam limitando o crescimento, o desenvolvimento e a produção das culturas permite calibrar e recomendar a adubação, evitando a aplicação desnecessária de certos nutrientes, bem como daqueles em doses excessivas. Dessa forma, é possível reduzir custos e aumentar a eficiência dos programas de adubação. A parte da planta geralmente utilizada para o diagnóstico do estado nutricional é a folha, por ser o local do metabolismo e refletir bem, em sua composição, as mudanças nutricionais.

A diagnose foliar de plantas frutíferas vem sendo usada para detectar respostas das plantas aos vários tipos de manejo, possibilitando interpretar, de maneira mais eficiente, as relações entre os nutrientes na planta. É baseada em métodos padronizados de amostragem e é o critério mais eficiente na avaliação do estado nutricional de plantas frutíferas (BOULD et al., 1960). De acordo com Beaufls (1971), a maior vantagem está no fato de se considerar a própria planta como extrator dos nutrientes no solo e permitir uma avaliação direta de seu estado nutricional e, desse modo, avaliar as concentrações e as relações entre os nutrientes, constituindo, assim, uma forma indireta de avaliação da fertilidade do solo.

Em bananais 'Prata' e 'Nanica' do Vale do Ribeira (SP), Goçalo et al. (2010), estudando a variação da concentração foliar de nutrientes e sódio durante o período de adubação (agosto/2009 a março/2010), observaram, dentre os macronutrientes, que a concentração de K (12 a 26 g kg<sup>-1</sup>) apresentou a maior variação média, seguida pelo S (1,2 a 1,9 g kg<sup>-1</sup>) e N (22 a 29 g kg<sup>-1</sup>), enquanto para os micronutrientes a maior variação média ocorreu para a concentração de Fe (80 a 250 mg kg<sup>-1</sup>).

A diagnose foliar foi utilizada no levantamento do estado nutricional de bananais dos subgrupos Cavendish e Prata, no Vale do Ribeira, no Estado de São Paulo, no período de 1998 a 2005. Os resultados mostraram que a maioria dos bananais apresentou deficiência de N e S; a deficiência de K, possivelmente, foi devida ao desequilíbrio catiônico (K:Mg:Ca); o

boro foi o nutriente encontrado em excesso com maior frequência; e as deficiências de P, K, S, Fe e Zn foram mais frequentes nos bananais do subgrupo Prata em relação aos de Cavendish (GOMES et al., 2009). Com esse levantamento, foi possível identificar os nutrientes limitantes e definir práticas visando à otimização da produção na bananeira.

No Estado de Minas Gerais, Ramos et al. (2008) avaliaram os teores foliares de macronutrientes e micronutrientes da bananeira 'Prata-Anã', cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico e irrigada com água salina, no período de 1997 a 2007. Os teores foliares mantiveram-se dentro da faixa ideal para a cultura, apresentando a seguinte ordem de concentração de nutrientes: K > N > Ca > Mg > S > P > Mn > Fe > B > Zn > Cu. Os teores de K apresentaram-se maiores em 2003 e 2004, com valores acima de 30 g kg<sup>-1</sup>.

Para que a diagnose foliar seja aplicada com sucesso, é necessário que se cumpram adequadamente três etapas; a primeira delas refere-se à normatização da amostragem, preparo das amostras e análise química do tecido; a segunda refere-se à obtenção de padrões de referência, e a terceira à interpretação dos resultados analíticos (MARTINEZ et al., 1999).

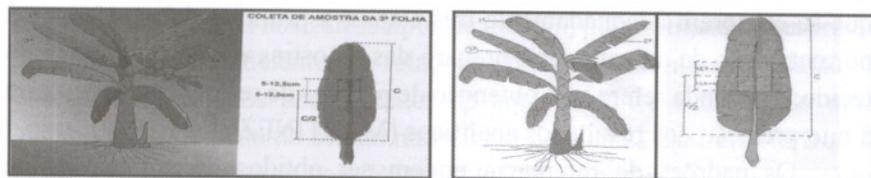
Os padrões de referência podem ser obtidos de populações de plantas da mesma espécie e variedades altamente produtivas, ou de ensaios em condições controladas. Vários fatores, como clima, tipo de solo, disponibilidade de água e de nutrientes no solo, interação entre nutrientes no solo e na planta, idade da planta, ataque de pragas e doenças, uso de defensivos ou adubos foliares e práticas de manejo da cultura, dentre outros, influenciam na composição mineral dos tecidos vegetais (CARVALHO et al., 2001; MARTINEZ et al., 1999; MALAVOLTA et al., 1997; BATAGLIA et al., 1992).

### 8.3.2.1 Amostragem

Para que a análise química do tecido foliar seja utilizada adequadamente, é necessário que se observem a época, o desenvolvimento da planta, a posição das folhas amostradas e a situação das mesmas. Somente folhas sadias, livres de queimaduras de sol e de danos por insetos devem

ser amostradas. Além disso, não se devem misturar folhas com sintomas de deficiência e folhas com desenvolvimento normal. Cada amostra deve ser coletada em plantas da mesma variedade, com a mesma idade e que representam a média da plantação.

As coletas e análises foliares devem ser feitas duas vezes ao ano, juntamente com a análise química do solo (SARC, 2005). Segundo o Método de Amostragem Internacional de Referência (MEIR), a folha da bananeira amostrada é a terceira a contar do ápice com a inflorescência no estágio de todas as pencas femininas descobertas (sem brácteas) e apresentando até três pencas de flores masculinas. Coletam-se 10 a 15 cm da parte interna mediana do limbo, eliminando-se a nervura central (MARTIN-PRÉVEL, 1984) (Figura 1a). Outro estágio de desenvolvimento da planta para amostragem é no início da emissão da inflorescência (Figura 1b).



**Figura 1-** Amostragem foliar em bananeira, em dois estádios de crescimento da planta: com o cacho emitido (a), e no início do florescimento (b) (Figura A: Ana Lúcia Borges; Figura B: José Tadeu Alves da Silva).

Observa-se uma dificuldade em seguir a recomendação MEIR para bananeira ‘Prata-Anã’, uma vez que essa variedade, a partir do segundo ciclo, apresenta porte alto e roseta foliar muito densa, o que confunde a localização da folha amostrada. Além disso, normalmente, as amostras são retiradas com largura diferente da recomendada.

Assim, devido às dificuldades de amostragem da bananeira ‘Prata-Anã’ e o fato de esta variedade sob irrigação ser pouco estudada, comparada àquelas do subgrupo Cavendish, Rodrigues et al. (2010) realizaram um estudo objetivando determinar o efeito da posição da folha amostrada e da largura da amostra sobre os teores minerais de bananeira ‘Prata-Anã’ cultivada sob irrigação, no norte de Minas Gerais. Os autores

concluíram que os teores foliares se mantiveram dentro da faixa de suficiência, independentemente da posição da folha amostrada (2ª, 3ª ou 4ª folha) ou do tamanho da amostra (10; 20 ou 30 cm de largura). Isto sugere que a coleta da amostra na posição acima (segunda) ou abaixo (quarta) da folha recomendada (terceira), numa largura de 10 a 30 cm, pouco altera os teores foliares em relação à indicação pelo método MEIR, tolerando-se assim uma possível variação da amostra quanto à posição e à largura foliar avaliadas.

Recomenda-se amostrar 10 a 20 plantas de um pomar com área variando de um a quatro hectares, quando 70% das plantas já estiverem floradas (MARTIN-PRÉVEL, 1984).

### 8.3.2.2 Preparo da amostra

As amostras do tecido vegetal devem chegar ao laboratório no mesmo dia da coleta, acondicionadas em saco plástico e mantidas em baixa temperatura para minimizar a respiração, transpiração e atividade enzimática. Caso não seja possível encaminhar no mesmo dia ao laboratório, recomenda-se armazenar as amostras acondicionadas em sacos plásticos, em refrigerador, a 5°C (CANTARUTTI et al., 2007).

No laboratório, as amostras são lavadas com imersão rápida em água destilada e colocadas para secar em papel toalha; em seguida, são acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar a 70-75°C (CANTARUTTI et al., 2007).

Caso a amostra esteja suja com terra ou poeira, deve-se imergi-la em solução de HCl 0,1 mol L<sup>-1</sup> e “Tween” a 1 mL L<sup>-1</sup> por 10 minutos, em seguida enxaguar com água destilada por 20 minutos, escorrer, secar em papel toalha e, posteriormente, colocar em saco de papel e secar em estufa, como mencionado anteriormente (CANTARUTTI et al., 2007).

Se não for possível encaminhar as amostras ao laboratório até 24 horas após a coleta, deve-se lavá-las com água corrente e enxaguá-las com água filtrada ou destilada, colocar em saco de papel, secar ao sol e encaminhar para o laboratório (CANTARUTTI et al., 2007).

As amostras devem ser identificadas com data e local da coleta,

variedade e outras informações que julgar necessárias. No laboratório, após secagem, o material é moído e posteriormente mineralizado para a determinação dos nutrientes nos extratos. Recomenda-se analisar os seguintes nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

### 8.3.2.3 Interpretação dos resultados

A interpretação dos resultados da análise química de tecidos vegetais identifica os nutrientes que podem estar limitando o crescimento, o desenvolvimento e a produção das culturas. Os métodos utilizados com maior frequência para interpretar a análise foliar são: níveis críticos, faixas de suficiência e sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS). O desvio percentual do ótimo (DPO) é outro método proposto por Montañés et al. (1993), que vem sendo utilizado com grande eficiência.

#### Nível crítico (NC)

O nível crítico de um nutriente tem sido definido como aquela concentração de determinado nutriente na folha abaixo do qual a taxa de crescimento, a produção ou a qualidade dos produtos são significativamente diminuídas (BATAGLIA et al., 1992). O método compara a concentração de determinado nutriente na amostra em teste com o valor aceito como norma. Se a amostra em teste apresentar concentração igual ou superior à da norma, considera-se que esteja bem nutrida, e se for inferior, a planta poderá apresentar problemas nutricionais quanto ao elemento em questão (MARTINEZ et al., 1999; BATAGLIA et al., 1992).

Cabe ressaltar que os níveis críticos, embora sejam largamente utilizados, apresentam algumas limitações, pois a correta interpretação das concentrações foliares pode ser apenas obtida quando a amostragem está restrita ao mesmo órgão e estágio de crescimento nos quais os valores de referência foram estabelecidos (DARA et al., 1992; ELWALI et al., 1985; ELWALI; GASCHO, 1984; SUMNER, 1979), já que as concentrações de vários elementos variam em função da idade e do órgão vegetal amostrado (WALWORTHY; SUMNER, 1987; SUMNER, 1979). Portanto, a menos que a amostra seja retirada na época e na parte da planta correta, o uso

do nível crítico pode tornar-se inadequado ou insuficiente para a diagnose do estado nutricional (SUMNER, 1979). Além disso, já é reconhecida a influência da textura do solo e, conseqüentemente, dos fatores intensidade (I), quantidade (Q) e a relação Q/I na concentração de nutrientes no tecido foliar. A forma mais utilizada para corrigir tais fatores é o método da faixa de suficiência (adequada) de nutrientes devido à sua amplitude.

A utilização do método do nível crítico para a interpretação dos resultados tem tido sucesso em locais onde existe deficiência aguda de um determinado nutriente. Mas, se esta deficiência for baixa ou proveniente de vários nutrientes ou mesmo por outros fatores não nutricionais, o nível crítico foliar tem sido menos eficiente (WALWORTHY; SUMNER, 1987; ULRICH, 1961).

Silva et al. (2002) determinaram os valores de níveis críticos dos nutrientes em folhas de bananeiras 'Prata-Anã' (AAB) cultivadas no norte de Minas Gerais, utilizando o método NCRIZ proposto por Maia et al. (2001). Os teores críticos foliares foram de N: 26,2; P: 1,6; K: 30,0; Ca: 4,8; Mg: 3,0; S: 1,8 g kg<sup>-1</sup>; B: 15; Fe: 93,0; Cu: 3,4; Mn: 246,0; Zn: 14,5 mg kg<sup>-1</sup>.

Teixeira et al. (2002) avaliaram o nível crítico em bananeira 'Nanicão', comparando com o DRIS e, em função da resposta na produção de frutos à aplicação de N ou K, classificaram-se os diagnósticos como verdadeiros (V) ou falsos (F), resultando nas quatro possibilidades V+, V-, F+ e F-. Os autores verificaram, com relação ao N, que a eficiência (%V+ e %V-) dos diagnósticos baseados em NC foi de 48% e de 63% para K. A proporção de diagnósticos de deficiência que se confirmaram com respostas positivas à aplicação de N em relação aos falsos positivos (%V+, %F+) para NC foi de 0,68 e 1,67 para K. A variação líquida no rendimento (48 casos) decorrente da aplicação de nitrogênio, associada a diagnósticos corretos, foi de 20 t ha<sup>-1</sup> e, para potássio, essa variação foi de 70 t ha<sup>-1</sup>.

#### Faixas de suficiência (FS)

Para a maioria das culturas, geralmente não existe um determinado teor de nutriente na folha associado à ótima produtividade, mas sim uma determinada faixa de teores, pois o aumento de produção obtido com doses crescentes de nutrientes está sempre associado a um erro (CARVALHO et

al., 2001; BATAGLIA et al., 1992). Por isso, é conveniente recomendar níveis de adubação suficientes para manter as concentrações de nutrientes um pouco acima do nível crítico, numa faixa de suficiência (BATAGLIA et al., 1992).

O método das faixas de suficiência é o mais utilizado. A concentração observada na amostra em teste é comparada com faixas de concentrações consideradas adequadas. Esse método é menos influenciado por pequenos efeitos locais de ambiente e da própria planta, quando comparado ao nível crítico, uma vez que os limites das faixas de suficiência são maiores (BATAGLIA et al., 1992). A adoção de faixas de suficiência proporciona flexibilidade à diagnose, embora haja perda na exatidão, principalmente quando os limites das faixas são muito amplos (MARTINEZ et al., 1999; SUMNER, 1979).

Nas Tabelas 4 e 5, são apresentadas as faixas de suficiência dos nutrientes das variedades de bananeira 'Prata-Anã', do subgrupo Cavendish, bem como de outras bananeiras triploides e tetraploides, respectivamente. As faixas obtidas por Teixeira et al. (2007) foram geradas a partir de normas DRIS estabelecidas para o Estado de São Paulo.

**Tabela 4-** Faixas de nutrientes em folhas de bananeiras 'Prata-Anã' cultivadas no norte de Minas Gerais e do subgrupo Cavendish cultivadas no Estado de São Paulo

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
----- g kg <sup>-1</sup> -----					----- mg kg <sup>-1</sup> -----					
'Prata-Anã'										
<sup>1</sup> 25- 29	1,5- 1,9	27- 35	4,5- 7,5	2,4- 4,0	1,7- 2,0	12 - 25	2,6- 8,8	72- 157	173- 630	14-25
Cavendish										
<sup>2</sup> 27- 29	1,6- 1,7	27- 29	10,4- 11,2	3,5- 3,7	- -	17 - 19	9 - 10	82- 92	420- 453	17-18
<sup>3</sup> 27- 36	1,8- 2,7	35- 54	3,0- 12,0	3,0- 6,0	- -	10 - 25	6 - 30	80- 360	200- 2000	20-50

Fontes: Adaptado de <sup>1</sup>Silva et al. (2002); <sup>2</sup>Teixeira et al. (2007) e <sup>3</sup>Quaggio e Raij (1997).

**Tabela 5.** Faixas de nutrientes em folhas de bananeiras triploides e tetraploides cultivadas nos Estados da Bahia e Pernambuco.

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
----- g kg <sup>-1</sup> -----					----- mg kg <sup>-1</sup> -----					
Triploide AAB: 'Pacovan' (estádio de amostragem, Figura 1A) <sup>1</sup>										
22-24	1,7- 1,9	25- 28	6,3- 7,3	3,1- 3,5	1,7- 1,9	13- 16	6-7	71-86	315- 398	12-14
Triploides AAA: 'Caipira' e 'Nam' (estádio de amostragem, Figura 1A) <sup>2</sup>										
24,8- 27,0	1,4- 1,7	23,8- 30,3	7,3- 9,9	3,0- 3,8	1,0- 2,2	20- 35	6,3- 8,0	68- 128	118- 185	15,7-47,0
Tetraploides AAAB: 'Japira', 'Preciosa', 'Vitória', 'Pacovan Ken', 'Prata-Caprichosa', 'Pioneira', 'Fhia-Maravilha', 'Prata-Graúda', 'Tropical' e 'Prata-Garantida' (estádio de amostragem, Figura 1B) <sup>2</sup>										
22,3- 28,5	1,3- 1,8	14,3- 28,7	4,8- 11,1	2,6- 5,9	1,1- 2,7	15- 96	2,0- 14,0	56- 186	132- 519	12,3-59,3

Fontes: <sup>1</sup>Borges et al. (2002); <sup>2</sup>Borges et al. (2006).

Estudo realizado com dois genótipos (Prata-Anã e seu híbrido BRS Platina), em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, no Estado da Bahia, mostrou que os genótipos diferiram entre si quanto aos teores de N, P, K, Ca, Mg, Cu e Mn, independentemente dos sistemas de irrigação (aspersão convencional, microaspersão e gotejamento); porém, os teores foliares dos nutrientes ocorreram em níveis adequados ou acima deles. Constatou-se também que os sistemas de irrigação apresentaram interações significativas quanto aos teores foliares de B e Cu, sendo os menores teores foliares de micronutrientes observados sob gotejamento (DONATO et al., 2010).

#### Desvio percentual do ótimo (DPO)

Esse método, proposto por Montañés et al. (1993), permite conhecer o percentual de desvio da concentração de um nutriente qualquer em relação à norma e à ordem de limitação nutricional em determinada amostra, além do balanço nutricional. O nível crítico de cada nutriente pode ser utilizado como norma no cálculo do índice DPO. Este índice é calculado aplicando-se a equação (1).

$$\text{DPO} = [(C \times 100) / \text{Cref.}] - 100, (1)$$

em que:

C = concentração do nutriente na amostra em teste, e

Cref. = concentração do nutriente preconizada pela norma para as mesmas condições de amostragem.

O índice DPO obtido indica a ordem de limitação dos nutrientes. Um índice negativo indica deficiência; quando positivo, indica excesso; e igual a zero, indica que o nutriente se encontra em concentração ótima. Quanto maior seu valor absoluto, maior a severidade da carência ou do excesso. O somatório dos valores absolutos dos índices DPO calculados para todos os nutrientes analisados representa um índice de equilíbrio nutricional e permite comparar o estado nutricional de lavouras distintas entre si, sendo maior o desequilíbrio naquelas em que o somatório se apresenta maior.

### Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS)

O sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) é um método de avaliação do estado nutricional de plantas que se baseia na comparação de índices calculados por meio das relações entre nutrientes (BEAUFILS, 1971). O mesmo envolve a comparação das razões de cada par de nutrientes encontrados em determinada amostra de tecido vegetal com as razões médias correspondentes às normas, preestabelecidas a partir de uma população de referência.

O DRIS foi desenvolvido para fornecer uma diagnose válida, independentemente da idade ou do órgão da planta amostrada, e classificar os nutrientes em sua ordem de limitação quanto ao crescimento e desenvolvimento das plantas, permitindo um uso universal das normas DRIS (SUMNER, 1979). Ao DRIS também é atribuída a vantagem de identificar alguns casos em que a produção está limitada por desequilíbrio nutricional, mesmo quando nenhum dos nutrientes está abaixo de seu nível crítico (BALDOCK; SCHULTE, 1996).

Esse método de interpretação de resultados apresenta como desvantagens: a) não indicar a probabilidade de resposta à adição do nutriente considerado limitante (HALLMARK; BEVERLY, 1991); e b) complexidade da metodologia e dependência entre os índices, ou seja,

o teor de um nutriente pode afetar a interpretação de outro nutriente (BALDOCK; SCHULTE, 1996). Para Parent (2011), o DRIS possui algumas falhas computacionais, tais como a utilização de um índice de matéria seca do qual não faz parte, bem como os produtos de nutrientes (por exemplo, NxCa) ao invés de relações.

Segundo Sumner (1978), o método DRIS estuda os fatores contribuintes da produção e resulta numa calibração da composição do solo e planta em relação à produtividade. Essa calibração é feita por meio de índices que quantificam o quanto o teor de um determinado nutriente se distancia de seu ótimo e, assim, os nutrientes são ordenados segundo sua limitação para a produtividade.

Os índices DRIS podem assumir valores negativos quando ocorre deficiência do elemento em relação aos demais, e valores positivos indicando excessos. Quanto mais próximos de zero estiverem os índices, mais próxima estará a planta do equilíbrio nutricional, para o elemento em estudo, permitindo, desse modo, a classificação dos nutrientes em ordem de importância de limitação na produção e fornecendo, ao mesmo tempo, uma indicação da intensidade de exigência de determinado nutriente pela planta (COSTA, 1995; DAVEE et al., 1986; BEAUFILS, 1971). O somatório dos índices sempre será igual a zero. O somatório dos valores absolutos desses índices fornece o índice de equilíbrio nutricional (IEN), que expressa o equilíbrio nutricional de uma lavoura amostrada (BALDOCK; SCHULTE, 1996; LEITE, 1993; BATAGLIA; SANTOS, 1990). Quanto menor for o IEN, melhor será o estado nutricional da lavoura em questão.

Wadt (1996) propôs a utilização do IENm (índice de equilíbrio nutricional médio). Este índice reflete a média dos desvios de cada nutriente em relação ao ótimo. Por exemplo, para quatro nutrientes quaisquer ( $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  e  $X_4$ ), cujos respectivos índices DRIS foram de -3,2; -0,8; +1,2 e +2,8, o IENm será +2,0, ou seja, os desvios absolutos (3,2; 0,8; 1,2 e 2,8) tiveram um efeito médio de 2,0, que é representado pelo IENm. Pode-se ter nutrientes cujos desvios foram causados pela ação de outro nutriente e estar em desequilíbrio, e nutrientes cujos desequilíbrios causam desvios nos valores dos índices dos demais. O nutriente capaz de causar os desvios nos índices de outros será, provavelmente, o nutriente-problema. Diante desses fatos, questiona-se como separar o nutriente-problema, que pode ser um

ou mais nutrientes, dos demais. Para tanto, faz-se necessário estabelecer o grau de probabilidade de resposta à adubação para um nutriente (potencial de resposta à adubação).

O método do potencial de resposta à adubação (PRA), que é um critério para a interpretação dos resultados dos índices DRIS, foi estabelecido por Wadt (1996). Por esse método, são definidas cinco classes de probabilidade de resposta à adubação, comparando-se o índice calculado para determinado nutriente e o índice de equilíbrio nutricional médio (IENm). As cinco classes são:

Classe 1 - resposta positiva à adubação: quando o índice DRIS for o mais negativo, e o seu valor, em módulo, for maior que o IENm, ocorrerão ganhos de produtividade com a aplicação do nutriente.

Classe 2 - resposta positiva ou nula à adubação: tem probabilidade de ocorrer quando o índice DRIS for negativo, porém não é o mais limitante, e o seu valor, em módulo, for maior que o IENm. A aplicação do nutriente pode favorecer ou não o aumento da produtividade.

Classe 3 - resposta nula à adubação: tem probabilidade de ocorrer quando o índice DRIS, em módulo, for inferior ou igual ao IENm. Nesse caso, a adição ou não do nutriente não afetará a produtividade.

Classe 4 - resposta negativa ou nula à adubação: tem probabilidade de ocorrer quando o índice DRIS for maior, em módulo, que o IENm, porém não é o índice DRIS de maior valor.

Classe 5 - resposta negativa à adubação: tem probabilidade de ocorrer quando o índice DRIS, sendo maior que o IENm, também se apresentar maior que todos os índices DRIS. Nesse caso, ocorre perda de produtividade pela presença em excesso do nutriente. Esse é um critério importante para a interpretação dos resultados dos índices DRIS obtidos de determinada lavoura.

A comparação entre o DRIS e outros métodos de diagnose nutricional, principalmente o nível crítico e as faixas de suficiência, tem sido realizada por vários autores (BAILEY et al., 1997; BALDOCK; SCHULTE, 1996; WALWORTH; SUMNER, 1987). Os resultados obtidos são contraditórios, pois alguns autores afirmam que a interpretação da diagnose baseada no DRIS não foi satisfatória (BALDOCK; SCHULTE, 1996; JONES Jr., 1993; MACKAY et al., 1987), enquanto outros verificaram o inverso (BAILEY

et al., 1997; BELL et al., 1995; LEITE, 1993; SUMNER, 1979).

A primeira etapa para utilização do método DRIS é o estabelecimento dos valores padrões ou normas (WALWORTH; SUMNER, 1987). Para estabelecê-los, é necessário utilizar um banco de dados que relacione teores foliares e produtividades. Geralmente, o banco de dados é obtido de uma população de plantas de alta produtividade. Com base no mesmo, são calculados as médias, os coeficientes de variação e a variância de todas as relações entre teores de nutrientes.

Segundo Wadt (1996), existem duas alternativas para a obtenção da população de referência. Na primeira alternativa, a população de referência é selecionada a partir do maior universo possível de dados. Assume-se, assim, que as normas DRIS podem ser obtidas e usadas, independentemente do local ou da região na qual o método será aplicado. A utilização de uma população de referência mais ampla facilita o acúmulo de informações, permitindo que dados de origem diversa, coletados em condições variadas de manejo, sejam utilizados. A segunda alternativa consiste em restringir a coleta dos dados em população de referência formada de plantas que sejam da mesma região de origem, de um mesmo material genético ou que estejam sujeitas a um mesmo conjunto de fatores ecofisiológicos semelhantes àqueles da população de plantas a ser diagnosticada, para obter maior precisão no diagnóstico (ESCANO et al., 1981). Maior precisão no diagnóstico nutricional das plantas é obtida quando normas específicas para cada região são aplicadas (WORTMANN et al., 1992).

Angeles et al. (1993), ao analisarem resultados de experimentos de adubação em bananeira, constataram limitações em diagnósticos nutricionais estabelecidos por nutrientes individualmente (níveis críticos ou faixas de suficiência), sem considerar as relações de proporção entre eles. Assim, a partir de um banco de dados com informações obtidas em experimentos realizados em diversas condições de ambiente e manejo da cultura, os referidos autores propuseram padrões (normas) DRIS preliminares para a bananeira e recomendaram que essas normas fossem validadas. Por serem normas preliminares, Angeles et al. (1993) recomendaram a realização de experimentos de adubação para subsidiar possíveis ajustes. Em 2004, Silva (2004) estabeleceu normas DRIS para bananeiras 'Prata-Anã' cultivadas sob irrigação, no norte do Estado de

Minas Gerais, as quais são apresentadas na Tabela 6.

**Tabela 6.** Normas DRIS (relações, média, desvio-padrão (s) e coeficiente de variação - C.V) para a cultura da bananeira 'Prata-Anã' (AAB) cultivada no semiárido do norte de Minas Gerais.

Relações	Média	s	CV(%)	Relações	Média	s	CV (%)
N/P	15,363	2,5368	16,5	S/Ca	0,365	0,1327	36,3
K/N	1,270	0,2775	21,8	B/Ca	5,339	2,2901	42,9
N/Ca	4,675	1,5742	33,7	Cu/Ca	1,022	0,5060	49,5
Mg/N	0,121	0,0291	24,2	Fe/Ca	20,637	8,9401	43,3
S/N	0,080	0,0217	27,2	Mn/Ca	74,217	54,889	74,0
N/B	0,906	0,1247	13,8	Ca/Zn	0,374	0,1192	31,9
Cu/N	0,228	0,1177	51,7	Mg/S	1,599	0,5620	35,1
N/Fe	0,247	0,0765	31,0	Mg/B	0,109	0,0299	27,5
N/Mn	0,082	0,0381	46,3	Mg/Cu	0,663	0,4063	61,3
N/Zn	1,633	0,4058	24,9	Mg/Fe	0,029	0,0103	35,1
K/P	19,168	3,5996	18,8	Mg/Mn	0,010	0,0049	50,6
Ca/P	3,567	1,0334	29,0	Mg/Zn	0,195	0,0648	33,2
Mg/P	1,836	0,4765	26,0	S/B	0,072	0,0210	29,1
S/P	1,210	0,2963	24,5	S/Cu	0,431	0,2217	51,5
P/B	0,060	0,0098	16,4	S/Fe	0,020	0,0075	38,2
Cu/P	3,426	1,7095	49,9	S/Mn	0,007	0,0035	53,0
P/Fe	0,016	0,0047	28,9	S/Zn	0,128	0,0370	29,0
Mn/P	248,62	178,61	71,8	Cu/B	0,207	0,1145	55,3
Zn/P	10,007	3,3473	33,5	Fe/B	4,060	1,5832	39,0
K/Ca	5,890	2,4114	40,9	Mn/B	14,658	10,2530	70,0
Mg/K	0,102	0,0482	47,5	Zn/B	0,592	0,1941	32,8
S/K	0,065	0,0210	32,2	Cu/Fe	0,056	0,0350	62,3
K/B	1,140	0,2499	21,9	Cu/Mn	0,019	0,0132	70,7
K/Cu	6,921	3,6052	52,1	Cu/Zn	0,368	0,2168	58,9
K/Fe	0,308	0,1025	33,2	Mn/Fe	3,892	2,7175	69,8
Mn/K	14,073	11,5870	82,3	Fe/Zn	7,289	3,0318	41,6
K/Zn	2,033	0,5253	25,8	Mn/Zn	27,211	21,3070	78,3
Mg/Ca	0,533	0,1421	26,6	-	-	-	-

Fonte: Silva (2004).

Empregando essas normas DRIS, Silva e Carvalho (2005) avaliaram o estado nutricional de bananeiras 'Prata-Anã' e verificaram correlação significativa entre o índice de balanço nutricional (IBN) e a produtividade, indicando, segundo os autores, que outros fatores de ordem não nutricional estariam limitando a produção. Teixeira et al. (2002), ao avaliarem o desempenho de diagnósticos nutricionais (NC e do DRIS) para N e K, para a bananeira 'Nanicão', concluíram que o DRIS foi mais eficiente para diagnosticar deficiências de N; para K, o DRIS e o critério de NC apresentaram desempenhos semelhantes, tanto no cultivo em condições de sequeiro como sob irrigação.

Para o Estado de São Paulo, Teixeira et al. (2007) propuseram normas DRIS preliminares e níveis críticos de nutrientes para bananeiras do subgrupo Cavendish e observaram que as relações entre os teores de nutrientes nas folhas, expressas nas normas DRIS, foram eficientes para discriminar as populações de alta e baixa produtividade. Contudo, as normas DRIS obtidas necessitam de validação antes do seu emprego na diagnose nutricional.

Silva (2004), ao realizar a avaliação nutricional de bananeiras 'Prata-Anã' no norte de Minas Gerais, utilizando os métodos DRIS, DPO e faixas de suficiência, concluiu que os métodos DRIS e DPO apresentaram maior sensibilidade para detectar deficiências e excessos de nutrientes em relação às faixas de suficiências, principalmente àquelas limitações nutricionais menos agudas, e que as ordens de limitação por excesso de nutrientes apresentaram semelhanças entre os métodos DRIS e DPO.

Para calcular os índices DRIS, utilizam-se as normas de referência do DRIS apresentadas na Tabela 8 e os resultados da análise foliar de um bananal que se deseja diagnosticar.

O cálculo dos índices DRIS, para cada nutriente, é realizado por meio da fórmula:

$$\text{Índice A} = \frac{Z(A/B) + Z(A/C) + \dots Z(A/N) - Z(B/A) - Z(C/A) - \dots - Z(N/A)}{n + m}$$

Para o cálculo da função  $Z(A/B)$ , foi utilizada a fórmula recomendada por Jones (1981):

$$Z(A/B) = [ (A/B) - (a/b) ]. K/s,$$

em que:

$Z(A/B)$  = função da relação entre os nutrientes A e B da amostra a ser diagnosticada;

$(A/B)$  = valor da relação entre os nutrientes A e B da amostra a ser diagnosticada;

$(a/b)$  = valor médio da relação entre os nutrientes A e B oriundo da população de plantas de alta produtividade (normas de referência, Tabela 8);

$K$  = valor constante e arbitrário (valor = 10);

$s$  = desvio-padrão dos valores da relação  $A/B$  na população de referência;

$n$  = número de funções em que o nutriente A aparece no denominador, e

$m$  = número de funções em que o nutriente A aparece no numerador.

O cálculo do índice de equilíbrio nutricional (IEN) é realizado por meio do somatório dos valores absolutos dos índices DRIS (COSTA, 1995; LEITE, 1993) obtidos para cada nutriente em cada bananal, conforme a equação:

$$\text{IEN} = |\text{Índice A}| + |\text{Índice B}| + \dots + |\text{Índice N}|.$$

Parent (2011) menciona a Diagnose da Composição Nutricional nas relações do log centralizado (CND-clr) para interpretação dos teores nutricionais nas frutíferas, que, como o DRIS, integra todas as possíveis interações de nutrientes.

## 8.4 Considerações finais

A bananeira é uma planta que absorve grande quantidade de nutrientes e existem diferenças de exigências nutricionais entre as variedades. Contudo, o potássio e o nitrogênio são os nutrientes mais absorvidos e necessários para o crescimento e a produção da planta.

Para detectar desequilíbrios e auxiliar na recomendação de fertilizantes, a avaliação do estado nutricional da planta é eficiente em complementação à análise química do solo. Assim, nessa avaliação, identificam-se os nutrientes que limitam o crescimento, o desenvolvimento e a produção das bananeiras. A avaliação do estado nutricional baseia-se nas diagnoses visual e foliar, sendo que esta envolve a

comparação entre resultados da análise química de amostras de folhas e os valores considerados como padrões.

Na diagnose visual, a planta expressa o desequilíbrio do nutriente (deficiência ou excesso) por sintomas visuais. Contudo, em muitos casos, a diagnose visual é imprecisa, por também envolver sintomas devidos a agentes bióticos e abióticos, devendo-se preferencialmente empregar a diagnose foliar.

A diagnose foliar consiste na utilização da planta como solução extratora dos nutrientes disponíveis no solo. É utilizada para detectar respostas das plantas aos vários tipos de manejo, possibilitando interpretar, de maneira eficiente, a situação nutricional da planta e as relações entre os nutrientes na mesma. Para que a diagnose foliar seja aplicada com sucesso, três fases são necessárias: a) amostragem, preparo e análise química do tecido vegetal; b) obtenção dos padrões de referência, e c) interpretação dos resultados analíticos (nível crítico, faixa de suficiência e DRIS).

A diagnose foliar de plantas frutíferas vem sendo usada para detectar respostas das plantas aos vários tipos de manejo, possibilitando interpretar, de maneira mais eficiente, as relações entre os nutrientes na planta. Estudos de avaliação do estado nutricional para outras variedades, incluindo os novos híbridos desenvolvidos pela pesquisa, devem ser realizados para identificar a melhor forma de interpretação dos resultados e sua correlação com o crescimento e a produção da planta.

A diagnose foliar corretamente utilizada é uma ferramenta eficiente; contudo, deve estar associada à análise química do solo para proporcionar o uso racional de calcários e fertilizantes, levando à otimização da produção da bananeira e proporcionando um cultivo ambientalmente sustentável e economicamente viável.

## 8.5 Literatura citada

- ANGELES, D.E.; SUMNER, M.E.; LAHAV, E. Preliminary DRIS norms for banana. *Journal of Plant Nutrition*, v.16, p.1.059-1.070, 1993.
- BAILEY, J.S.; BEATTIE, J.A.M.; KILPATRICK, D.J. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for diagnosing the nutrient status

- of grassland swards: I. Model establishment. **Plant and Soil**, v.197, p.137-147, 1997.
- BALDOCK, J.O.; SCHULTE, E.E. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. **Agronomy Journal**, v.88, p.448-456, 1996.
- BATAGLIA, O.C.; DECHEN, A.R.; SANTOS, W.R. Diagnose visual e análise de plantas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.369-393.
- BATAGLIA, O.C.; SANTOS, W.R. Efeito do procedimento de cálculo e da população de referência nos índices do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p.339-344, 1990.
- BEAUFILS, E.R. Physiological diagnosis: A guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. **Fertilizer Society of South Africa Journal**, v.1, p.1-30, 1971.
- BELL, F.P.; HALMARK, W.B.; SABBE, W.E.; DOMBECK, D.G. Diagnosing nutrient deficiencies in soybean, using M-DRIS and critical nutrient level procedures. **Agronomy Journal**, v.87, p.859-865, 1995.
- BORGES, A.L.; OLIVEIRA, A.M.G. **Sintomas visuais de deficiências de nutrientes em bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 2p. (Embrapa-CNPMPF. Banana em Foco, 38).
- BORGES, A.L.; RAIJ, B. van; MAGALHÃES, A.F. de; BERNARDI, A.C. de. **Nutrição e adubação da bananeira irrigada**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 8p. (Embrapa-CNPMPF. Circular Técnica, 48).
- BORGES, A.L.; SILVA, S. de O.; CALDAS, R.C.; LEDO, C.A. da S. Teores foliares de nutrientes em genótipos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, p.314-318, 2006.
- BOULD, C.; BRADFIELD, E.G.; CLARKE, G.M. Leaf analysis as a guide to the nutrition of fruit crops. I. General principles, sampling techniques and analytical methods. **Journal Science Food Agriculture**, v.11, p.229-242, 1960.
- CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F. de; PRIETO, H.E.; NOVAIS, R.F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F. de; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap.13, p.769-850.
- CARVALHO, J.G. de; LOPES, A.S.; BRASIL, E.; REIS Jr., R.A. **Diagnose da fertilidade do solo e do estado nutricional de plantas**. Lavras: UFLA/FAEP, 2001. 95 p.
- COSTA, A.N. da. **Uso do sistema integrado de diagnose e recomendação**

- (DRIS), na avaliação do estado nutricional do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Estado do Espírito Santo. 1995. 94p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- DANTAS, A.C.V.L.; DANTAS, J.L.L.; ALVES, E.J. Estrutura da planta. In: ALVES, E.J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI / Embrapa-CNPMPF, 1999a. cap.3, p.47-60.
- DANTAS, J.L.L.; SHEPHERD, K.; SILVA, S. de O. e; SOARES FILHO, W. dos S. Classificação botânica, origem, evolução e distribuição geográfica. In: ALVES, E.J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI / Embrapa-CNPMPF, 1999b. cap.1, p.27-34.
- DARA, S.T.; FIXEN, P.E.; GELDERMAN, R.H. Sufficiency level and diagnosis and recommendation integrated system approaches for evaluating the nitrogen status of corn. **Agronomy Journal**, v.84, p.1.006-1.010, 1992.
- DAVEE, D.E.; RIGHETTI, T.L.; FALLAHI, E.; ROBBINS, S. An evaluation of the DRIS approach for identifying mineral limitations on yield in 'Napoleon' sweet cherry. **Journal of American Society of Horticultural Sciences**, v.111, p.988-993, 1986.
- DONATO, S.L.R.; LÉDO, A.A.; PEREIRA, M.C.T.; COELHO, E.F.; COTRIM, C.E.; COELHO FILHO, M.A. Estado nutricional de bananeiras tipo Prata sob diferentes sistemas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.980-988, 2010
- ELWALI, A.M.O.; GASHO, G.J. Soil testing, foliar analysis, and DRIS as a guide for sugarcane fertilization. **Agronomy Journal**, v.76, p.466-470, 1984.
- ELWALI, A.M.O.; GASHO, G.J.; SUMNER, M.E. DRIS norms for 11 nutrients in corn leaves. **Agronomy Journal**, v.77, p.506-508, 1985.
- ESCANO, C.R.; JONES, C.A.; UEHARA, G. Nutrient diagnosis in corn on Hydric Dystrandepts: II. Comparison of two systems of tissue diagnosis. **Soil Science Society American Journal**, v.45, p.1.140-1.144, 1981.
- FAO. **Banana mundo, 2009**. Disponível em: <[http://www.cnpmpf.embrapa.br/planilhas/Banana\\_Mundo\\_2009.pdf](http://www.cnpmpf.embrapa.br/planilhas/Banana_Mundo_2009.pdf)>. Acesso em: 24 maio. 2011.
- FAO. **Plantains mundo, 2008**. Disponível em: <[http://www.cnpmpf.embrapa.br/planilhas/Platano\\_Mundo\\_2008.pdf](http://www.cnpmpf.embrapa.br/planilhas/Platano_Mundo_2008.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2010.
- GOÇALO, S.G.; GODOY, L.J.G. de; MENDONÇA, J.C. de. Variação da concentração foliar de nutrientes e sódio em bananeiras cultivadas no vale do Ribeira-SP, durante o período de adubação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 7., Registro. **Anais...** Registro: SBF, 2010. 1CD
- GOMES, J.M.; GODOY, L.J.G. de; MENDONÇA, J.C. de; SAKAMOTO, C.Y. Levantamento do estado nutricional de bananeiras do vale do Ribeira no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32.,

- Fortaleza, 2009. **Anais...** Fortaleza: SBCS, 2009. 1 CD
- HOFFMANN, R.B.; OLIVEIRA, F.H.T.; GHEYI, H.R.; SOUZA, A.P. de; ARRUDA, J.A. de Acúmulo de matéria seca, absorção e exportação de micronutrientes em variedades de bananeira sob irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, p.536-544, 2010a.
- HOFFMANN, R.B.; OLIVEIRA, F.H.T.; SOUZA, A.P.; GHEYI, H.R.; SOUZA JÚNIOR, R.F. de. Acúmulo de matéria seca e de macronutrientes em cultivares de bananeira irrigada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, p.268-275, 2010b.
- HALLMARK, W.B.; BEVERLY, R.B. Review- an update in the use of the diagnosis and recommendation integrated system. **Journal of Fertilizers**, v.8, p.74-88, 1991.
- IBGE. **Produção Agrícola Municipal, 2010**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=PA&z=t&o=11>>. Acesso em: 27 out. 2011.
- JONES, C.A. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. **Communication in Soil Science Plant Analysis**, v.12, p.785-794, 1981.
- JONES JÚNIOR, J.B. Modern interpretation systems for soil and plant analysis in the USA. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.33, p.1.039-1.043, 1993.
- LEITE, R.A. **Avaliação do estado nutricional do cafeeiro Conilon no Estado do Espírito Santo, utilizando diferentes métodos de interpretação de análise foliar**. 1993. 87p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- MACKAY, D.C.; CAREFOOT, J.M.; ENTZ, T. Evaluation of the DRIS procedure for assessing the nutritional status of potato (*Solanum tuberosum* L.). **Communication Soil Science Plant Analysis**, v.18, p.1.331-1.353, 1987.
- MAIA, C.E.; MORAIS, E.R.C. de; OLIVEIRA, M. de. Nível crítico pelo critério da distribuição normal reduzida: uma nova proposta para interpretação de análise foliar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, p. 235-238, 2001.
- MALAVOLTA, E.; MALAVOLTA, M.L. Diagnose foliar: princípios e aplicações. In: BÜLL, L.T.; ROSOLEM, C.A. **Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação**. Botucatu: FEPAF, 1989. p.227-308.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, C.G.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319p.
- MARTIN-PRÉVEL, P. Bananier. In: MARTIN-PRÉVEL, P.; GAGNARD, J.; GAUTIER, P. (Ed.) **L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales**. Technique et Documentation – Lavoisier.

- Paris: 1984. cap.12, p.715-751.
- MARTINEZ, H.E.P.; CARVALHO, J.G. de; SOUZA, R.B. Diagnose foliar. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação**. Viçosa; 1999. p.143-168.
- PARENT, L.É. Diagnosis of the nutrient compositional space of fruit crops. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.321-334, 2011.
- QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van. Frutíferas. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. rev. Campinas: IAC, 1997. p.121-153. (Boletim Técnico, 100).
- RODRIGUES, M.G.V.; PACHECO, D.D.; NATALE, W.; SILVA, J.T.A. da. Amostragem foliar da bananeira 'Prata-Anã'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, p.321-325, 2010.
- SARC – SECRETARIA DE APOIO RURAL E COOPERATIVISMO, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 001, de 20 de janeiro de 2005. **Diário Oficial União**, Brasília, 4 fev. 2005. Seção 1, p.11.
- SILVA, J.T.A. da. **Avaliação nutricional da bananeira 'Prata-anã'(AAB) sob irrigação, no Semiárido do Norte de Minas Gerais**. 2004. 129p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- SILVA, J.T.A. da; BORGES, A.L.; DIAS, M.S.C.; COSTA, E.L. da; PRUDÊNCIO, J.M. **Diagnóstico nutricional da bananeira "Prata-anã" para o Norte de Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. 16p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 70).
- SILVA, J.T.A. da; CARVALHO, J.G. de. Avaliação nutricional de bananeira 'Prata-anã' (AAB), sob irrigação no semi-árido do norte de Minas Gerais, pelo método Dris. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.731-739, 2005.
- SOPRANO, E.; MALBURG, J.L. Caracterização de deficiências nutricionais em mudas de bananeiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 6., Joinville, 2004. **Anais...** Joinville: SBF, 2004. 1 CD
- SUMNER, M.E. Interpretation of foliar analysis for diagnostic purposes. **Agronomy Journal**, v.71, p.343-348, 1979.
- TEIXEIRA, L.A.J.; SANTOS, W.R.; BATAGLIA, O.C. Diagnose nutricional para nitrogênio e potássio em bananeira por meio do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) e de níveis críticos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, p.530-535, 2002.
- TEIXEIRA, L.A.J.; ZAMBROSI, F.C.B.; BETTIOL NETO, J.E. Avaliação do estado nutricional de bananeiras do subgrupo Cavendish no Estado de São Paulo: normas DRIS e níveis críticos de nutrientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, p.613-620, 2007.

- ULRICH, A. Plant analysis in sugar beet nutrition. In: REUTHER, W. **Plant analysis and fertilizers problems**. Washington: American Institute of Biological Science, 1961. p.190-211.
- WADT, P.G.S. **Os métodos da chance matemática e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto**. 1996. 123p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- WALWORTHY, J.L.; SUMNER, M.E. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Advances in Soil Science**, v.6, p.149-188, 1987.
- WORTMANN, C.S.; KISAKYE, J.; EDJE, O.T. The diagnosis and recommendation integrated system for dry bean: determination and validation of norms. **Journal Plant Nutrition**, v.15, p.2.369-2.379, 1992.

## Diagnose Foliar nas Culturas do Maracujá e do Abacaxi

*Marta Simone Mendonça Freitas<sup>1</sup>*  
*Almy Junior Cordeiro de Carvalho<sup>2</sup>*  
*Pedro Henrique Monnerat<sup>3</sup>*

### 9.1 Introdução

Em 2010, as áreas plantadas do abacaxizeiro e do maracujazeiro no Brasil foram de 60.016 e 62.243 ha, respectivamente (IBGE, 2012), estando entre as principais fruteiras cultivadas no País e representando, ano após ano, uma alternativa para os agricultores, notadamente por apresentarem boas possibilidades de ganhos financeiros em curto espaço de tempo e área. No entanto, existem diversos aspectos da produção que carecem de aprimoramento no processo produtivo e que possibilitem avanços não só na área de produção – o que tem sido comum – mas, principalmente, na produtividade, na sustentabilidade ambiental e na qualidade do produto colhido.

Um dos fatores mais importantes para a obtenção de avanços no cultivo do maracujazeiro e do abacaxizeiro diz respeito à nutrição mineral das plantas e como diagnosticar se a planta está ou não bem nutrida. Do ponto de vista científico, avanços consideráveis foram obtidos nos últimos anos. Sem a ampliação e aplicação de informações científicas, a produtividade

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma, Doutora, Professora do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Av. Alberto Lamengo, 200, CEP 28013-600, Campos dos Goytacazes - RJ, msimone@uenf.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, almy@uenf.br

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, PhD, Professor do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, phmonnerat@yahoo.com.br