

Nutrição Mineral de Frutíferas Tropicais

Renato de Mello Prado¹

¹ Professor Adjunto, Depto. de Solos e Adubos da UNESP – Câmpus Jaboticabal, Via de Acesso Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal-SP. Bolsista PQ do CNPq. Fone: 16 3209 2672, E-mail: rmprado@fcav.unesp.br.

1-Introdução

Para que uma cultura qualquer possa manifestar todo o seu potencial genético por meio da produção de um alimento qualquer, é necessário que tenha à sua disposição todos os fatores vitais otimizados (climáticos, genótipos, edáficos, luz, água, temperatura, nutrientes etc.).

No tocante à nutrição, é necessário que a planta tenha a seu dispor durante todo o seu ciclo vital, os nutrientes em quantidades adequadas para que possam cumprir as suas funções no metabolismo vegetal.

Salienta-se que dos fatores que determinam o lucro do empreendimento agrícola, ou seja, preço do produto, custo de produção e produtividade, o último é o principal que, por sua vez é, na maior parte, explicada pelo estado nutricional adequado da cultura. É necessário então saber se a planta ou a cultura está ou não bem-nutrida, pois é do adequado estado nutricional que depende a produção de uma cultura qualquer.

Portanto, para otimizar a nutrição da planta, prevenindo insucessos devido a deficiências ou excessos de elementos, deve-se empregar a análise de solos como critério para recomendação de corretivos e fertilizantes e, também, a própria planta como objeto de diagnóstico. Assim, a avaliação do estado nutricional das plantas pode ser feito utilizando-se a análise química do solo e de planta (folhas).

No caso da planta, tem-se o diagnóstico foliar, tendo dois caminhos que podem auxiliar neste sentido, ou seja, pode-se lançar mão de sintomas visuais e de análises químicas do material vegetal (PRADO, 2008).

a) Diagnose visual

Para usar o diagnóstico pelo método visual, é preciso garantir que o problema no campo é causado pela deficiência ou pelo excesso de um nutriente, pois a incidência de pragas e doenças, entre outros, podem “mascarar” pelo fato de gerar sintomas parecidos com

um nutricional. Assim, nos casos de desordem nutricional, os sintomas normalmente, apresentam as seguintes características:

Dispersão – o “problema nutricional” ocorre de forma homogênea no campo, pois em casos de doenças/pragas, por exemplo, estes ocorrem em plantas isoladas ou em “reboleiras”.

Simetria – em um par de folhas, a desordem nutricional ocorre nas duas folhas.

Gradiente – em um ramo ou planta, os sintomas respeitam um gradiente, apresentando um agravamento dos sintomas nas folhas velhas para as novas ou vice-versa.

Assim, na diagnose visual, a sintomatologia de deficiência/excesso podem variar com as culturas. Normalmente, a sintomatologia de deficiência ocorre em folhas velhas (para os nutrientes móveis na planta) ou novas ou em brotos (para os nutrientes pouco móveis na planta), a ainda pode ser visualizada na raiz, caracterizando diferentes tipos de sintomas. Assim, os sintomas visuais de deficiência nutricional podem ser agrupados em seis categorias: a) crescimento reduzido; b) clorose uniforme ou em manchas nas folhas; c) clorose internerval; d) necrose. e) coloração purpúreo; f) deformações.

A diagnose visual permite avaliar os sintomas de deficiência ou excesso de nutrientes, de maneira rápida, sendo possível fazer correções no programa de adubação, com certas limitações. Entretanto, este método recebe críticas por uma série de limitações:

* No campo, a planta é passível de sofrer interferências de agentes (pragas e patógenos) que podem mascarar a exatidão da detecção do nutriente-problema, conforme dito anteriormente.

* No campo, os sintomas de deficiência podem ser diferentes das descritas em publicações especializadas, pois nestes trabalhos ilustram sintomas “severos” de desordem nutricional e no campo tais sintomas poder ser “leves”.

* O sintoma de deficiência de certo elemento pode diferir em diferentes culturas, ou seja, o conhecimento do sintoma de deficiência em uma dada espécie pode não ser válido para outra. Por exemplo, o Zn em frutíferas pode ocorrer sintomas como folhas pequenas e em milho folhas novas com branqueamento.

* Podem ocorrer sintomas de deficiência iguais para um nutriente diferente.

* Pode ocorrer um nível de deficiência que irá reduzir a produção sem que a planta desenvolva qualquer sintoma.

* A deficiência de dois ou mais nutrientes simultaneamente impossibilita a identificação dos nutrientes em deficiência.

* Uma condição de excesso de um dado nutriente pode ser confundida com deficiência de um outro nutriente.

* O uso adequado da técnica da diagnose visual, exige técnicos com significativa experiência na cultura da sua região.

* Além disso, a diagnose visual não quantifica o nível de deficiência ou de excesso do nutriente em estudo.

Cabe salientar que somente quando a planta apresenta uma desordem nutricional aguda, é que ocorre claramente a manifestação dos sintomas visuais de deficiência ou excesso característicos, passíveis de diferenciação; entretanto, neste ponto, parte significativa da produção (cerca de 40-50%) já está comprometida, pois série de danos fisiológicos já foram desencadeados e a visualização dos sintomas mostra os danos a nível de tecidos que neste estágio é irreversível. Portanto, o uso da diagnose visual não deve ser a regra e, sim, como um complemento da diagnose.

b) Diagnose foliar

Assim, um método de diagnose com menor grau de limitação que a diagnose visual, é a diagnose foliar por meio da análise química das folhas de forma que passa a ser um método mais utilizado no monitoramento do estado nutricional das culturas. O uso do teor de nutrientes nas plantas para indicar o estado nutricional das plantas foi inicialmente proposta na década de 30, pelo Lagatu & Maume (1934). Embora a técnica da análise química de plantas ser relativamente antiga, ainda, hoje é pouco utilizada pelos agricultores brasileiros (PRADO, 2008).

A diagnose foliar propriamente dita, consiste na avaliação do estado nutricional de uma planta tomando uma amostra de um tecido vegetal e comparando-a com seu padrão preestabelecido. Este padrão consiste em uma planta que apresenta todos os nutrientes em proporções adequadas, capazes de propiciar condições favoráveis para a planta expressar seu máximo potencial genético para a produção.

As folhas constituem o tecido vegetal mais comumente empregado para a análise, pois este órgão é a sede do metabolismo da planta. Embora podem ser utilizados outros tecidos vegetais, como parte da folha (pecíolo) ou frutos, entretanto, como o acúmulo de nutrientes nestes tecidos não é igual para todos os elementos, especialmente os imóveis ou pouco móveis, de forma que é pouco provável que este órgão reflita adequadamente o estado nutricional para todos os macro e micronutrientes da cultura.

A análise química foliar, pode ser interpretada tomando-se um único nutriente, por meio do método do nível crítico ou da faixa de suficiência ou alternativamente, tomando

como base a relação entre os nutrientes feita pelo método denominado DRIS (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação). Assim, existem várias ferramentas que podem ser utilizadas, preferencialmente, de maneira integrada para o conhecimento do sistema solo-planta, com subsídios suficientes para a interferência, se for o caso, na adoção de práticas de adubação, inclusive tornando-a mais eficiente.

A diagnose foliar serve para identificar o estado nutricional da planta, pela análise química de um tecido vegetal que seja mais sensível em demonstrar as variações dos nutrientes, e que seja o centro das atividades fisiológicas da planta, ou seja, na maioria das vezes, a folha. A utilização da análise foliar como critério diagnóstico baseia-se na premissa de existir relação entre o suprimento de nutrientes, e os níveis dos elementos foliares e que aumentos ou decréscimos nas concentrações relacionam-se com produções mais altas ou mais baixas,. O teor de nutriente dentro da planta é um valor integral de todos os fatores que interagiram para afetá-lo. Para fins de interpretação dos resultados de análise química de plantas, é preciso conhecer os fatores que afetam a concentração de nutrientes, os procedimentos padronizados de amostragem e as relações pertinentes (premissas básicas para o uso da diagnose foliar):

- a) suprimento do nutriente pelo solo x produção. Isto quer dizer que em um solo mais fértil a produção deverá ser maior que um solo de baixa fertilidade;
- b) suprimento do nutriente pelo solo x teor foliar. Com o aumento do suprimento do nutriente no solo, aumenta-se também, o teor na folha das plantas;
- c) teor foliar x produção. O aumento do nutriente na folha é que explicaria o incremento da produção.

Especificamente, quanto à relação teor foliar e a produção, tem-se, diversas fases ou zonas como:

Faixa ou zona deficiente: Nesta fase, têm-se os sintomas de deficiência visível. Isto ocorre em solos (ou substratos) muito deficientes no elemento que recebem doses (ainda insuficientes) do nutriente.

Faixa ou zona de transição: Nesta fase, embora, tenha sintomas de deficiência não-visível (fome oculta), existe uma relação direta entre o teor foliar e a produção.

Faixa ou zona de consumo de luxo: Nesta fase, o aumento da concentração do nutriente não resulta em aumento da produção. Esse fato é observado em solos não deficientes do nutriente que recebem doses do elemento.

Faixa de toxicidade: Esta fase inicia quando o aumento do teor do nutriente diminui significativamente a produção. Assim, quando um dado teor do nutriente promove queda igual ou superior 5 a 20% da produção máxima, é interpretado como nível tóxico.

Nos trabalhos de pesquisa, o nível crítico de deficiência é o mais estudado, corresponde, portanto, à concentração abaixo da qual a taxa de crescimento (produção ou qualidade) é significativamente diminuída e, acima dela, a produção é pouco econômica.

Após atingir a produção máxima, o aumento da concentração do nutriente na folha não vai mais resultar em acréscimo de produção e, assim, a planta passa a realizar um “consumo de luxo”. Salienta-se que no consumo de luxo, tem-se acúmulo dos nutrientes nos vacúolo das células, que poderá ser liberado gradualmente para atender as eventuais necessidades nutricionais das plantas. Após a faixa de concentração do nutriente que caracteriza o consumo de luxo, o acréscimo do nutriente no tecido vegetal pode levar à diminuição da produção, caracterizando a zona de toxidez.

Salienta-se, que na diagnose foliar é necessário que a planta esteja em uma época de máxima atividade fisiológica, como no florescimento ou início de frutificação.

Em virtude desta exigência da análise química das folhas no auge do desenvolvimento da planta, coloca-se a diagnose foliar com pouca ação na eventual correção da deficiência de nutrientes em culturas anuais no mesmo ciclo de produção da cultura. Entretanto, em culturas perenes como citros, etc., a diagnose foliar apresenta potencial elevado no diagnóstico do estado nutricional da planta, possibilitando a correção no mesmo ano agrícola, com satisfatória eficiência.

Ressalta-se, ainda, que a diagnose foliar tem como vantagem utilizar a própria planta como extrator. Por fim, acrescenta-se que a diagnose foliar tem várias aplicações:

*avaliação da exigência e exportação de nutrientes em culturas;

*identificação de deficiências que provocam sintomas semelhantes, dificultando ou impossibilitando a diagnose visual;

*avaliação do estado nutricional auxiliando manejo de programas de adubação.

A diagnose foliar constitui um método direto de avaliação do estado nutricional das culturas, pois utiliza o teor do nutriente presente na planta. Por outro, lado existem os métodos indiretos que avalia o nível de um composto orgânico ou a atividade de uma enzima, onde o nutriente faz parte deste composto orgânico ou é ativador desta enzima, ou seja, planta deficiente em N deverá apresentar baixa quantidade de clorofila ou baixa atividade da redutase de nitrato (o NO_3^- induz a enzima, pois é substrato dela). Neste sentido, Malavolta et

al. (1997) descreveram para diversos nutrientes testes bioquímicos que poderiam ser realizados para avaliar o estado nutricional da planta. Por exemplo: N (atividade da redutase, sintetase da glutamina, N amídico, asparagina); P (frutose-1,6-2P e fotossíntese; atividade da fosfatase); K (teores de amidas e de ácido piperídico; teor de putrescina); Mg (ácido piperídico); S (reação com glutaraldeído; aminoácidos livres); Mn (peroxidases; relação clorofila a/b); B (atividade ATPase); Zn (ribonuclease; anidrase carbônica; teor de arginina). No caso do P, outros estudos indicam que o Pi nas células do vacúolo pode indicar o estado nutricional da planta (BOLLONS BARRACLOUGH, 1997).

2- Critérios de amostragem de folhas

É oportuno informar que somente será válido um resultado de análise foliar se houver um padrão para que o mesmo seja comparado. Existem variações entre espécies e intra-espécies, dificultando sobremaneira a generalização dos padrões. Assim, o controle rigoroso destes critérios é que garantirá a validade do resultado da análise química foliar, sua interpretação e a correção das deficiências com as futuras adubações. Soma-se a isto, o fato de que é na etapa de amostragem que ocorre a maioria dos erros que podem comprometer um programa de adubação. Assim, advém da amostragem malfeita e não por problemas analíticos de laboratório ou, ainda, do uso de tabelas de recomendação inadequadas.

Para a amostragem correta da folha-diagnose propriamente dita, devem-se considerar alguns critérios que são específicos a cada cultura como:

- * **Tipo de folha**
- * **Época de coleta**
- * **Número de folhas por talhão**

Quanto ao **tipo de folha**, normalmente é a recém-madura totalmente desenvolvida, pois esta deve ter uma maior sensibilidade para refletir o real estado nutricional da planta, além de ter sofrido pouco efeito da redistribuição dos nutrientes. Esta folha é chamada de folha-diagnose ou folha-índice. A padronização da mesma é importante visto que a folha mais velha apresenta maior concentração de nutrientes pouco móveis (Ca, S e micros) e a muito nova tem maior concentração dos nutrientes móveis (N, P e K). Neste sentido, Chadha et al. (1980), em mangueira, observaram maior estabilidade ou equilíbrio dos macro e micronutrientes nas folhas com idade de 6-8 meses (folhas com idade média, ou seja, nem novas, nem velhas), (**Tabela 1**). Entretanto, apenas o N aumentou nas folhas mais velhas devido à aplicação de fertilizante nitrogenado nesta época.

Tabela 1. Efeito da idade da folha na concentração de nutrientes da mangueira

Idade folhas	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Mn	Fe
mês	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹				
1	12,8	1,52	11,07	9,1	2,0	0,88	20	12	27	105
2	11,8	1,18	9,8	10,8	2,9	0,81	28	11	32	153
3	11,9	0,98	8,1	12,2	3,2	1,05	28	11	46	171
4	11,7	0,90	7,7	13,1	3,4	0,88	14	8	46	129
5	12,0	0,84	8,1	14,0	3,5	1,14	15	12	54	193
6	11,7	0,73	7,0	15,9	3,3	1,13	13	11	63	156
7	11,7	0,73	6,4	16,7	3,3	1,14	13	10	63	154
8	11,7	0,73	5,8	17,2	3,3	1,15	12	12	78	169
9	11,6	0,66	5,7	18,8	3,1	1,13	17	21	100	143
10	12,8	0,73	4,8	19,1	3,4	1,19	22	22	87	108
11	12,9	0,70	5,4	20,7	3,3	1,39	15	14	112	145
12	13,0	0,77	4,2	21,2	3,7	1,32	50	17	100	182

A pesquisa que busca identificar a folha-diagnose deve isolar a folha mais sensível para discriminar com clareza os teores de nutrientes no tecido vegetal que expressam níveis deficientes, adequados e tóxicos. Além disso, os nutrientes não podem sofrer variações abruptas com a época de amostragem.

Assim, a folha a ser coletada deve ser a mesma da qual foi obtido o nível crítico/faixa adequada que compõem o padrão das Tabelas para respectiva cultura.

A **época de amostragem** deve ocorrer em estádios fisiológicos definidos, uma vez que os nutrientes podem variar com a idade da planta. Isto significa que os dados da análise de plantas devem ser calibrados com a idade da planta.

Normalmente, é adotado que a época de amostragem deve coincidir com a maior atividade fisiológica da planta (ou atividade fotossintética), muitas vezes ocorre na época da fase reprodutiva das plantas. Nesta época, a concentração de nutrientes é maior.

Neste sentido, Natale et al. (1994) observaram que a melhor correlação (valor de R²) das doses de fertilizante nitrogenado e N foliar ocorreu na época do florescimento comparado à frutificação.

De toda a forma, a época de amostragem de folhas de uma determinada cultura deve coincidir com a época de coleta das folhas utilizadas pela pesquisa para estabelecer o nível crítico/faixa adequada ou padrões.

Com relação ao **número de folhas** é normalmente utilizado de 25 a 100 folhas por amostra. O erro da amostragem normalmente diminui em amostragem que utiliza o maior número de folhas e associado com maior número de plantas (HOLLAND et al., 1967).

Na literatura, existem indicações de amostragem de folhas para diversas culturas. Entretanto, para algumas culturas, ainda não definiu-se os padrões de amostragem sustentados pela pesquisa, melhor refletiria o estado nutricional da planta.

Os critérios para amostragem de folhas de outras culturas, segundo Quaggio et al. (1997):

Abacate- coletar, em fevereiro/março, folhas recém-expandidas com idade entre 5 a 7 meses, da altura média das copas. Amostrar 50 árvores.

Abacaxi- Coletar antes da indução floral, uma folha recém-madura “D” (4ª folha a partir do ápice). Cortar as folhas (1 cm de largura), eliminando a porção basal sem clorofila.

Acerola- Amostrar nos quatro lados da planta, folhas jovens totalmente expandidas, dos ramos frutíferos. Amostrar 50 plantas.

Banana-Retirar os 5-10 cm centrais da 3ª folha a partir da inflorescência, eliminando a nervura central e metades periféricas. Amostrar 30 plantas.

Caju*-Coletar folhas maduras (quarta folha) de novos crescimentos em pomares em produção. Amostrar 4 folhas por árvore em 10 plantas.

Carambola²-Coletar a 6ª folha com pecíolo, em ramos com flores, nos meses de agosto a outubro. Coletar 30 folhas por gleba. ²- Prado & Natale (2004).

Citros- Coletar a 3ª folha a partir do fruto, gerada na primavera (6 meses de idade), em ramos com frutos (2-4 cm de diâmetro). Amostrar 4 folhas por planta (25 plantas por talhão)

Figo – Coletar folhas recém-maduras e totalmente expandidas, da porção mediana dos ramos, três meses após a brotação. Amostras de 25 plantas por talhão, num total de 100 folhas.

Goiaba¹-Coletar o 3º par de folhas com pecíolo, a partir da extremidade do ramo, a 1,5 m do solo. Amostrar 4 pares de folhas por árvore, em 25 plantas por gleba. ¹Natale et al. (1996).

Mamão – Coletar 15 pecíolos de folhas jovens, totalmente expandidas e maduras (17ª a 20ª folhas a partir do ápice), com uma flor visível na axila.

Maçã – Coletar 4 a 8 folhas recém-maduras e totalmente expandidas. Amostrar 25 plantas por talhão, num total de 100 folhas.

Mamão: Coletar 15 pecíolos de folhas jovens, totalmente expandidas e maduras (17^a a 20^a folhas a partir do ápice), com uma flor visível na axila.

Manga- Coletar folhas do meio do último fluxo de vegetação de ramos com flores na extremidade. Amostrar 4 folhas por árvore, 20 plantas por talhão.

Maracujá- Coletar no outono a 3^a folha, a partir do ápice de ramos não sombreados ou folha com botão floral na axila, prestes a se abrir. Amostrar 20 plantas.

Melancia/melão – Coletar a 5^a folha a partir da ponta, excluindo o tufo apical da metade até 2/3 do ciclo da planta. 15 plantas.

Morango – Coletar a 3^a ou 4^a folha recém-desenvolvida (sem pecíolo), no início do florescimento: 30 plantas.

Pêssego- Coletar 26 folhas recém-maduras e totalmente expandidas, da porção mediana dos ramos. Amostrar 25 plantas por talhão.

Uva – Coletar a folha recém-madura mais nova, contada a partir do ápice dos ramos da videira, retirando um total de 100 folhas.

O procedimento que deve ser seguido no campo para coletar à amostra de folhas é semelhante ao descrito no caso da amostragem de solo. Deste modo, a obtenção de amostras representativas depende de técnicas de amostragem capazes de contornar a heterogeneidade que pode ocorrer na gleba. Assim, seguem algumas indicações gerais para a amostragem de folhas:

- * Caminhamento em ziguezague;
- * Caminhamento em nível;
- * Evitar plantas próximas de estradas ou carregadores.

Além disso, não se deve proceder a amostragem de folhas nas seguintes condições:

- * plantas com sinais de pragas e moléstias;
- * glebas que receberam adubação há menos de 30 dias ou defensivos;* variedades diferentes, pois o estado nutricional é influenciado pelo fator genético, fato amplamente relatado na literatura, em diversas culturas.
- * no caso de culturas perenes enxertadas não misturar folhas de plantas que tinham copa ou porta-enxerto diferentes, pois os mesmos influenciam o estado nutricional, a exemplo da copa do maracujazeiro-amarelo (PRADO et al., 2005).
- * em nenhum caso são misturadas folhas de idades diferentes;
- * em se tratando de culturas perenes não se pode colocar na mesma amostra folhas de ramos produtivos e folhas de ramos não produtivos.

* tecidos mortos ou com danos (mecânicos)

* Evitar coletar folhas após a ocorrência de alta precipitação, pois pode haver perdas de alguns nutrientes, a exemplo do N e K.

Por fim, na hipótese de um problema isolado em determinada cultura. Por exemplo, para se avaliar qual é o nutriente que estaria causando um determinado sintoma de deficiência numa planta qualquer, recomenda-se retirar amostras de folhas com os sintomas bem acentuados, separadas de outras amostras com sintomas menos acentuados e ainda deve-se colher folhas sem sintomas, devendo em todos os casos as folhas amostradas serem da mesma idade e mesma posição na planta.

3- Preparo de material vegetal e análise química

O preparo do material vegetal e a análise química, ocorre normalmente no laboratório de Nutrição de Plantas, constituindo etapa importante em estudos de diagnose foliar.

Após a amostragem das folhas no campo, alguns procedimentos imediatos devem ser tomados, tais como (MALAVOLTA, 1992):

a) Se a amostra puder chegar ao laboratório no máximo em dois dias depois da coleta: colocar em sacos de papel e enviar ao laboratório.

b) Se a amostra chegar ao laboratório em mais de dois dias depois da coleta: lavar previamente, na seqüência: água corrente “limpa”; solução detergente (0,1%) e água; secar em forno regulado para temperatura próxima de 70°C ou a pleno sol (para interromper a respiração das folhas); colocar em saco de papel e enviar ao laboratório.

Em seguida, ao chegar ao laboratório, a amostra de folha passa pelos seguintes tratamentos:

a) registro: a amostra recebe um número que a identifica;

b) lavagem, em caso de folhas frescas com: água corrente “destilada”; solução detergente (0,1%); solução ácido clorídrico (0,3%); água deionizada e secagem. A solução detergente tem como princípio eliminar a terra ou seja contaminação especialmente de Fe das amostras, enquanto que o ácido poderia remover metais previamente aplicados em adubação foliar (exemplo do Zn).

c) A secagem deverá efetuar-se o mais rapidamente possível de forma a minimizar as alterações, tanto biológicas, como químicas. Eliminar, por escorrimento, o excesso de água, colocar as amostras em sacos de papel e secar em estufa com circulação forçada de ar, com temperaturas variando de 65 a 70°C (BATAGLIA et al. 1983), até atingir massa constante, que deverá ocorrer após 48 a 72 horas.

d) moagem: pulverização em moinho para se ter material fino e homogêneo para análise. Indica-se moinho providos de câmaras de aço inoxidável ou plástico, de forma a evitar contaminações do material vegetal com alguns micronutrientes, como por exemplo, o Fe e o Cu.

e) armazenamento: as folhas moídas são colocadas em sacos de papel devidamente etiquetados, onde ficam até o momento da análise propriamente dita.

Ainda no laboratório, a amostra que será analisada deverá ser submetida a diferentes procedimentos para a análise química como: a) pesagem; b) obtenção do extrato; c) determinação do elemento.

4- Diagnose foliar em frutíferas

Conforme dito anteriormente, para avaliar o estado nutricional das culturas, pode-se utilizar diferentes ferramentas como a diagnose foliar (nível crítico/faixa adequada ou DRIS), diagnose visual e análise química do solo.

a) Diagnóstico foliar (nível crítico ou faixa adequada)

Na opção da diagnose foliar, para avaliação do estado nutricional das plantas, deve-se realizar alguns procedimentos, como: amostragem de folhas, preparo do material, análise química no laboratório e a obtenção dos resultados analíticos. Estes resultados poderão ser utilizados pela pesquisa para a definição de níveis críticos e confecção das tabelas de teores adequados (padrões) ou caso já existam essas tabelas, fazer apenas as comparações e as devidas interpretações que indicaram se os nutrientes estão em teores adequados, deficientes ou em excesso. Assim, tem-se o diagnóstico do estado nutricional das culturas, que servirá para recomendação de adubação ou ajuste, com reflexos diretos na expressão da produtividade e lucratividade da exploração agrícola.

Na literatura, existem as **Tabelas** com os teores dos nutrientes, que consistem nos padrões de culturas ditas normais (alto crescimento e produção). Assim, a **Tabela 2** apresenta os teores foliares de macro e micronutrientes considerados adequados para várias culturas (QUAGGIO et al., 1997).

Tabela 2. Faixas de teores adequados de macro e micronutrientes em folhas de algumas frutíferas (Adaptado de Quaggio et al., 1997)

Cultura	N	P	K	Ca	Mg	S
Abacaxi	15-17	0,8-1,2	22-30	8-12	3-4	-
Abacate	16-20	0,8-2,5	7-20	10-30	2,5-8	2,0-6,0
Acerola	20-24	0,8-1,2	15-20	15-25	1,5-2,5	4,0-6,0
Banana	27-36	1,8-2,7	35-54	3-12	3-6	2,5-8,0
Figo	20-35	1,0-3,0	10-30	30-50	7,5-10	1,5-3,0
Goiaba	13-16	1,4-1,6	13-16	9-15	2,4-4,0	-
Laranja	23-27	1,2-1,6	10-15	35-45	2,5-4,0	2,0-3,0
Maça	19-26	1,4-4,0	15-20	12-16	2,5-4,0	2,0-4,0
Mamão	10-25	2,2-4,0	33-55	10-30	4,0-12,0	-
Manga	12-14	0,8-1,6	5-10	20-35	2,5-5,0	0,8-1,8
Maracujá	42-52	1,5-2,5	20-30	17-27	3,0-4,0	3,2-4,0
Pêssego	30-35	1,4-2,5	20-30	18-27	3,0-8,0	1,5-3,0
Uva	30-35	2,4-2,9	15-20	13-18	4,8-5,3	3,3-3,8
	mg kg ⁻¹					
	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Abacaxi	20-40	5-10	100-200	50-200	-	5-15
Abacate	50-100	5-15	50-200	30-100	0,05-1,0	30-100
Acerola	25-100	5-15	50-100	15-50	-	30-50
Banana	10-25	6-30	80-360	200-2000	-	20-50
Figo	30-75	2-10	100-300	100-350	-	50-90
Goiaba ¹	20-25	20-40	60-90	40-80	-	25-35
Laranja	36-100	4-10	50-120	35-300	0,1-1,0	25-100
Maça	25-50	6-50	50-300	25-200	0,1-1,0	20-100
Mamão	20-30	4-10	25-100	20-150	-	15-40
Manga	50-100	10-50	50-200	50-100	-	20-40
Maracujá	40-60	5-20	100-200	100-250	1,0-1,2	50-80
Pêssego	20-60	5-16	100-250	40-160	-	20-50
Uva	45-53	18-22	97-105	67-73	-	30-35

Obs.: Estes teores adequados de nutrientes são válidos apenas para as culturas que tiveram a amostragem de folhas realizadas segundo Quaggio et al. (1997). ¹ refere-se a cv. Paluma (NATALE et al., 1996).

Conforme dito, com os resultados da análise química foliar de uma determinada amostra, pode-se comparar com o padrão (Tabelas), onde então podem ocorrer três situações (PRADO, 2008):

- a) o teor da amostra é menor do que o teor considerado padrão. Isto indica uma possível deficiência;
- b) o teor na amostra é igual ao teor considerado padrão, indicando não haver nem deficiência, nem toxidez;
- c) o teor na amostra é maior do que o teor considerado padrão, indicando uma possível toxidez do elemento.

Estes níveis adequados, presentes nas Tabelas, podem ser obtidos por extrapolação de plantas cultivadas em outros países e transferidas para o Brasil, onde podem estar embutidos erros devido às condições edafoclimáticas diferentes. Uma segunda forma é pela experimentação local conduzida no Brasil. Esta última forma de obtenção dos níveis adequados dos nutrientes é a mais precisa para garantir as maiores produtividades com o uso da diagnose foliar. Para isso, são instalados experimentos de campo, onde são usados comumente mais de três doses de um dado nutriente, na presença de doses suficientes dos demais elementos. Assim, obtêm-se as relações já ditas anteriormente que são:

- a) Dose (suprimento do nutriente pelo solo) x produção.
- b) Dose (suprimento do nutriente pelo solo) e/ou teor do nutriente do solo x teor foliar (ou produção)
- c) **Teor foliar x produção.**

Assim, com a relação teor foliar versus produção, é possível estabelecer os níveis adequados de nutrientes nas plantas. Existem trabalhos de pesquisa com estas relações, para diversos nutrientes e culturas. Nestas relações de aumento das doses do nutriente (ou do teor foliar) e produção, está associado um coeficiente de variação ou um erro experimental, comum em experimentos de campo, admitindo-se adotar níveis adequados um pouco acima do nível crítico, numa faixa de suficiência (~100% da produção máxima), para que a futura recomendação de adubação garanta a obtenção da produtividade esperada. Deste modo, dependendo do autor a interpretação de teor de nutrientes foliar baixo, médio, adequado e alto está associado com produção relativa <70%, 70-90%; 90-100% e >100%, respectivamente.

Assim, para a interpretação dos resultados do estado nutricional das plantas, a faixa de suficiência, é a mais adequada, comparado ao valor pontual como nível crítico. Isso porque além do coeficiente de variação, obtido na obtenção da curva de calibração, conforme

comentado anteriormente, as culturas apresentam variações genéticas pela diversidade de variedade e/ou híbridos/clones. Portanto, o método de interpretação do nutriente foliar pela faixa adequada é menos afetado pelas variações do ambiente e da própria planta.

Um outro aspecto importante da nutrição, além do aumento da produção seria na qualidade das frutas. Normalmente, a qualidade das frutas pode ser influenciado pelos aspectos genéticos, tratos culturais, condições climáticas e especialmente pela nutrição da planta.

Alguns trabalhos com mangueira ilustram a relação de desequilíbrio nutricional e problemas na qualidade das frutas. Prado (2004), em um trabalho de revisão sobre colapso interno em frutos de manga, constatou que o fator nutricional foi importante para explicar o problema. Observou que o nível adequado de Ca provindo da calagem e com uso da irrigação e a aplicação moderada de nitrogênio podem diminuir a desordem nutricional e melhorar a qualidade das frutas.

Schaffer *et al.* (1988) avaliaram a nutrição da mangueira Tommy Atkins com sintomas de declínio (desordem ainda não definida). Para tanto, utilizaram o método de diagnóstico DRIS, observando maior índice de desequilíbrio de nutrientes em pomares com alta porcentagem de árvores com declínio, comparando os pomares sem a presente sintomatologia. O desequilíbrio esteve associado a baixos teores de Mn e de Fe nas folhas e altos teores de Mg. O P pelo índice DRIS apresentava limitação por deficiência; entretanto, sua concentração estava acima da considerada como valor crítico.

Por fim, o uso e o manejo dos nutrientes, de forma equilibrada, têm demonstrado também ser uma alternativa válida e eficiente no controle de determinadas doenças de plantas. Há, contudo, a necessidade de se desenvolver mais pesquisas nas condições brasileiras, procurando conhecer melhor as exigências nutricionais, bem como o comportamento das doenças em diferentes níveis, fontes e combinação de nutrientes (ZAMBOLIM & VENTURA, 1996).

5-Referências Bibliográficas

BATAGLIA, O. C. ; FURLANI, A.M.C. ; FURLANI, P. R. ; TEIXEIRA, J.P.F. ; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas, Instituto Agrônomo. Boletim Técnico, 78. 48p.1983.

BOLLONS,H.M.;BARRACLOUGH, P.B. Inorganic orthophosphate for diagnosing the phosphorus status of wheat plants. **Journal of Plant Nutrition**,v.20,n.6,p.641-655,1997.

CHADHA, K. L.; SAMRA, J. S.; THAKUR, R.S. Standardization of leaf-sampling technique for mineral composition of leaves of mango cultivar Chausa. **Scientia Horticulturae**,v.13, p.323-329, 1980.

HOLLAND, D.A.; LITTLE, R.C.; ALLEN, M.; DERMOTT, W. Soil and leaf sampling in apple orchards. **Journal Horticulturae Science**, v.42,p.403-417, 1967.

LAGATU, H.; MAUME, L. Le diagnostic foliare de la pomme de terre. **Annales de l'École Nationale d'Agriculture**, v.22,p.50-158,1934.

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas**: amostragem, interpretação e sugestões de adubação. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992.124p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2ª. Ed.Piracicaba: POTAFÓS, 1997,319p.

NATALE, W.; COUTINHO, E.L.M.; BOARETTO, A.E.; BANZATTO, D.A. Influência da época de amostragem na composição química das folhas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista de Agricultura**, v.69, p. 247-255, 1994.

NATALE, W.; COUTINHO, E.L.M.; BOARETTO, A.E.; PEREIRA, F.M.; MODENESE, S.H. **Goiabeira**: calagem e adubação. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1996. 22 p.

PRADO, R.M. **Nutrição de Plantas**. 1. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008. v.1. 407 p.

PRADO, R.M.; NATALE, W. Leaf sampling in carambola trees. **Fruits**, v.52,n.4,p.281-289,2004.

PRADO, R.M. **Nutrição e desordens fisiológicas na cultura da manga**. In: ROZANE, D.E.; DAREZZO, R.J.; AGUIAR, R.L.; AGUILERA, G.H.A.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). Manga: produção integrada, industrialização e comercialização. Viçosa: UFV, 2004. p.199-231

PRADO, R.M.; NATALE, W.; BRAGHIROLI, L.F.; RAGONHA, E. Estado nutricional do maracujazeiro-amarelo "FB 200" sobre cinco porta-enxertos, cultivado em um Latossolo Vermelho distrófico. **Revista de Agricultura**, v.80,n.3,p.388-399,2005.

QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van.; PIZA JÚNIOR, C.T. **Frutíferas**. In: Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Eds). 2. Ed.rev. Campinas: IAC. 1997. p.121-125 (Boletim Técnico, 100).

SCHAFFER, B.; LARSON, K.D.; SNYDER, G.H.; SANCHEZ, C.A. Identification of mineral deficiencies associated with mango decline by DRIS. **Hortscience**,v.23,p.617-619, 1988.

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J.A. Resistência a doenças induzidas pela nutrição mineral das plantas. **Informações Agronômicas**, v.75,p.1-16,1996.