

## Capítulo II

### Amostragem e preparo de amostras de solo e folhas em frutíferas

William Natale<sup>1</sup>

Gustavo Brunetto<sup>2</sup>

Danilo Eduardo Rozane<sup>3</sup>

George Wellington Bastos de Melo<sup>4</sup>

Márcio Cleber de Medeiros Corrêa<sup>5</sup>

Antonio João de Lima Neto<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Professor Visitante do Departamento de Fitotecnia e dos Programas de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia e Ciência do Solo) da Universidade Federal do Ceará (UFC), Av. Mister Hull, 2977 - Campus do Pici - CEP 60356-000, Fortaleza, CE, Brasil. Bolsista PQ do CNPq (nº do processo 302858/2018-0). E-mail: natale@ufc.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Professor do Departamento de Solos e do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), C.P. 221, CEP: 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. Bolsista PQ do CNPq. E-mail: brunetto.gustavo@gmail.com

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Produção Vegetal, Professor na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), Registro - SP e no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo na Universidade Federal do Paraná (UFPR), Av. Nelson Brihi Badur, 430 - Vila Tupi - Câmpus de Registro - CEP 11900-000, Registro, SP, Brasil. Bolsista PQ do CNPq (nº do processo 307586/2017-0). E-mail: danilo.rozane@unesp.br

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Rua Livramento, nº 515 Caixa Postal: 130 CEP 95701-008, Bento Gonçalves, RS, Brasil. E-mail: wellington.melo@embrapa.br

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Produção Vegetal, Professor Associado do Departamento de Fitotecnia e dos Programas de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia e Ciência do Solo) da Universidade Federal do Ceará (UFC), Av. Mister Hull, 2977 - Campus do Pici - CEP 60356-000, Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: mcleber@ufc.br

<sup>6</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia/Produção Vegetal, Pós-Doutorando Júnior/CNPq, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/ Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará (UFC), Av. Mister Hull, 2977 - Campus do Pici - CEP 60356-000, Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: limanetoagro@hotmail.com

**Resumo:** Produzir alimentos com elevado valor, que contribuam com a qualidade de vida dos consumidores, sempre com foco na saúde humana e no desenvolvimento adequado dos vegetais passa, necessariamente, pelo correto manejo da nutrição mineral. As plantas frutíferas, em particular, devem apresentar equilíbrio nutricional a fim alcançar rendimentos satisfatórios e alta qualidade dos frutos, mas, sempre considerando a utilização racional dos insumos e a preservação ambiental. A Fruticultura é uma das atividades de maior destaque do Agronegócio brasileiro, seja pela participação financeira para o País devido ao alto valor agregado de sua produção, receita com as exportações, seja pela rentabilidade por área cultivada. A adequada nutrição mineral dos vegetais é sempre um grande desafio quando o

objetivo é praticar uma agricultura duradoura. A carência de parâmetros que possibilitem a diagnose nutricional, a correção do solo e o uso eficiente dos elementos minerais essenciais às plantas têm sido motivo de preocupação dos profissionais que atuam na área. É importante destacar que um grande número de decisões tomadas nas propriedades rurais leva em conta os resultados das análises de solo e folhas, especialmente na Fruticultura. A perenidade da maioria das plantas frutíferas é outro aspecto que deve ser considerado para o adequado manejo das ferramentas de avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional. Os temas abordados neste capítulo são úteis a todos empenhados em compreender os benefícios da correta nutrição das frutíferas, como produtores, empresários agrícolas, agrônomos, técnicos, estudantes de graduação e pós-graduação. Inclui uma ampla revisão e condensa de maneira didática e objetiva as mais recentes pesquisas sobre o manejo da fertilidade do solo e do estado nutricional em pomares de frutas.

**Palavras-Chave:** análise de solo, análise de folhas, fruticultura, diagnose nutricional, nutrição de plantas, manejo da fertilidade do solo.

## 1. Introdução

Dentre os processos que mantém a vida na Terra a fotossíntese é o principal, sendo uma reação físico-química muito antiga, tendo ocorrido pela primeira vez há cerca de dois bilhões de anos, permitindo o aparecimento e a manutenção da vida em nosso planeta. Ao longo da evolução desse processo natural houve aprimoramento, a fim de que a eficiência fotossintética alcançasse o clímax.

Há cerca de 10 mil anos o ser humano compreendeu a importância e o potencial da fotossíntese, tirando proveito e iniciando a agricultura, o que permitiu a fixação do homem e o estabelecimento da civilização. Segundo a FAO (2015), mesmo com todo conhecimento, evolução, desenvolvimento e emprego de tecnologia, ainda hoje, 95% do alimento consumido no mundo é produzido via solo, graças ao processo fotossintético realizado pelos vegetais. Todavia, os solos possuem limites intrínsecos à sua natureza para nutrir as culturas e sustentar a produtividade vegetal, sendo um meio altamente complexo e interativo. Desse modo, não é difícil justificar a relevância dos estudos na área de solos, especialmente por sua importância para o nosso País (Agronegócio) e por sua fragilidade.

Como qualquer processo natural, a fim de que a fotossíntese atinja sua máxima eficácia, todos os fatores essenciais devem estar presentes em níveis satisfatórios. Depois da água, a carência de nutrientes é o aspecto que afeta de modo mais drástico a produtividade vegetal. A importância dos nutrientes é reconhecida desde o século 18, quando as pesquisas evidenciaram a essencialidade dos elementos individualmente, mas, demonstraram também, que é o equilíbrio entre os nutrientes que permite às plantas expressar todo seu potencial genético, traduzido em produção.

Todos os 118 elementos químicos naturais conhecidos são encontrados nos solos e, grande parte deles pode, também, estar presente nos tecidos vegetais. Porém, exceto C, O e H provenientes do ar e da água, somente 13 daqueles presentes no solo são tidos como elementos essenciais ou nutrientes minerais para o crescimento e o desenvolvimento dos vegetais. Os nutrientes são divididos em macronutrientes - nitrogênio (N), fósforo (P), po-

tássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) e, micronutrientes – boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn). Ambos os grupos igualmente essenciais às plantas, sendo a classificação meramente quantitativa.

Apesar de os elementos essenciais serem os mesmos para todos os vegetais, as exigências individuais de cada nutriente, bem como seu equilíbrio, são completamente diferentes entre as espécies. É a diversidade, que de um lado garante a explosão de vida e a heterogeneidade da natureza e, que de outro, dificulta as recomendações de corretivos e fertilizantes. E não apenas a quantidade e o equilíbrio entre os elementos são variáveis para cada espécie, mas, também, a época em que os nutrientes são requeridos durante o ciclo de vida, o que caracteriza a cinética de absorção. Além disso, o modo de aplicação do calcário e do adubo varia bastante em função da cultura como, por exemplo, nos pomares de frutas. Isso é função do ciclo, do sistema radicular das plantas, da perenidade ou não da cultura. É esse conhecimento que determina as ações para satisfazer as exigências nutricionais de cada espécie.

As frutíferas são um grupo particular de vegetais exploradas em todo mundo. Com a maior conscientização e preocupação do homem com a alimentação saudável, as frutas têm ganhado espaço a cada dia no consumo humano. Dentre as principais características da produção de frutas, as quais influirão nas práticas de correção da acidez e na aplicação de adubos, estão o manejo da cultura, a irrigação e a perenidade dos pomares. Este último aspecto implica em que os nutrientes estejam disponíveis, em suas formas assimiláveis, durante praticamente todo o ano. Desse modo, a estratégia para a produção agrícola dessas plantas deve considerar todos esses aspectos, a fim de que a atividade seja rentável.

A maior parte do Brasil é constituído de solos tropicais e subtropicais, que possuem baixa fertilidade natural e são ácidos. Isso se deve, especialmente, ao processo de intemperismo a que foram submetidos durante o período de formação. Essa é uma das principais razões para que se empregue práticas agrícolas como a calagem e a adubação quando se deseja alcançar altas produtividades, o que significa complementar a quantidade de nutrientes que o solo não consegue fornecer às plantas. Por outro lado, deve-se considerar que um País, com as dimensões do Brasil, tem características de clima e solo muito variadas, o que implica em tratamento diferenciado dos pomares instalados em cada diferente localidade.

Outro ponto importante a ser destacado é que a fruticultura é uma atividade intensiva, de longo prazo. Além disso, as doses de corretivos/fertilizantes empregados nos pomares são muito elevadas por unidade de superfície, quando comparadas à outras culturas. Isso pressupõe a adequada capacidade técnica do produtor, a fim de compensar o investimento. É desnecessário mencionar que os adubos representam, depois da mão-de-obra, a maior parcela dos custos de produção na fruticultura. Assim, o manejo adequado desse insumo aumenta a relação benefício/custo e reduz os possíveis riscos de danos ambientais.

A introdução de novas práticas agrícolas e tecnológicas na fruticultura é fundamental para se alcançar elevadas produtividades. A nutrição das plantas desempenha papel importante não apenas no aumento da produção, mas, também, porque afeta a qualidade do produto colhido e, indiretamente o lucro da atividade. Assim, compreender a participação dos nutrientes, suas interações e os possíveis mecanismos para atingir o equilíbrio adequado para as diversas espécies frutíferas contribui para a agricultura durável, necessária à permanência do homem no campo.

A nutrição adequada e equilibrada é fundamental para qualquer cultura agrícola, mas, para as frutíferas assume papel ainda mais importante. Isso porque, parte considerável da produção é consumida *in natura*, ou seja, o comprador “come” primeiro com os olhos; assim, se há algum problema nutricional, os frutos tendem a refletir isso em suas características organolépticas como tamanho, cor, forma, sabor, aroma, aparência, resistência a pragas e doenças, armazenamento pós-colheita e, etc., ou seja, há depreciação do produto colhido e, conseqüentemente, do preço final de venda.

É importante ressaltar, ainda, que solos diferentes têm carências variáveis em nutrientes, bem como as plantas, que por sua vez, têm exigências nutricionais completamente diferentes umas das outras. Assim, a única maneira segura de identificar qual adubo/calcário utilizar para sanar a deficiência em nutrientes de uma dada área é através da avaliação da fertilidade do solo. Qualquer recomendação desses insumos sem a respectiva análise de solo é, no mínimo, insegura, podendo acarretar desequilíbrios entre os nutrientes no solo e causar prejuízos ao fruticultor. Entretanto, o uso dessa ferramenta agrônômica barata, segura e precisa é menos frequente, em todo o País, do que seria desejável. A falta de consciência sobre esse aspecto é causa constante de despesas desnecessárias por parte do produtor, que adquire insumos que o solo ou a planta não precisam.

Outra ferramenta importante para o fruticultor é a análise foliar. Especialmente no caso de culturas perenes, como as frutíferas, é um método preciso de diagnosticar, juntamente com a análise de solo, as necessidades dos pomares e acompanhar os efeitos da calagem e da aplicação de fertilizantes. É importante ressaltar que as fruteiras permanecem explorando praticamente o mesmo volume de solo por vários anos. Nessa situação podem ocorrer impedimentos químicos (acidez) ou físicos (compactação do solo) que reduzem a eficiência desses insumos agrícolas. Assim, a única maneira de saber se a planta está aproveitando o nutriente aplicado é fazer um diagnóstico da planta, através da análise foliar.

## **2. Importância da análise de solo e de folhas para o adequado manejo dos pomares de frutas**

O melhoramento genético vegetal permitiu a “criação” de plantas frutíferas com alto potencial de produtividade. A maioria dos pomares comerciais, atualmente, é constituída dessas plantas. Entretanto, a fim de poder expressar todo seu potencial de produção, é necessário que o fruticultor dê condições adequadas de desenvolvimento à essas culturas. Determinar a acidez e as carências em nutrientes permite realizar calagem e adubação, a fim de garantir que o solo tenha condições adequadas ao desenvolvimento das plantas. O correto manejo nutricional dos pomares é fundamental para atingir a máxima produtividade. Além disso, considerando que a maioria das frutíferas são plantas perenes, as quais permanecem explorando o mesmo local durante muitos anos, nem sempre apenas a análise de solo é suficiente para garantir altas produtividades. Vários fatores como a baixa umidade, a compactação do solo, a concorrência de ervas daninhas, a interação entre nutrientes, a acidez e, etc., podem impedir que a planta se nutra adequadamente. Desse modo, pode-se empregar outra importante ferramenta agrônômica, a análise de folhas, que permite comprovar se a calagem e a adubação estão cumprindo adequadamente os objetivos de nutrir os pomares. O diagnóstico do estado nutricional, realizado com base nas amostras de folhas, permite compara-

ções com resultados de culturas altamente produtivas, facilitando os ajustes necessários nos programas de calagem e adubação. As pesquisas têm mostrado que empregar ferramentas como as análises de solo e folhas, cujo custo é relativamente baixo, permite utilizar de forma racional os insumos, aumentando a relação benefício/custo e diminuindo os impactos ambientais da atividade agrícola.

### 3. Amostragem e preparo das amostras de solo

Há consenso de que a análise química é a forma mais apropriada de se avaliar a fertilidade do solo; entretanto, uma amostragem inadequada pode comprometer a eficácia dessa ferramenta. A fim de que os resultados da análise de solo sejam representativos da área que está sendo avaliada é preciso seguir alguns passos simples, mas, imprescindíveis.

A amostragem de solo em culturas perenes, como as frutíferas, é uma questão que suscita dúvidas. A recomendação existente é para amostrar a área que recebeu adubo; porém, algumas pesquisas têm mostrado melhor correlação entre as concentrações de nutrientes presentes na entrelinha do pomar e os teores foliares da frutífera (Quaggio, 2000; Natale et al., 2007; Natale et al., 2008). Entretanto, caso sejam coletadas amostras na área adubada (projeção da copa) e no meio da rua (entrelinha do pomar), qual análise seguir? Como interpretar ou correlacionar? E a profundidade de retirada da amostra?

No caso da fruticultura, a utilização da análise de solo esbarra, ainda, em problemas como a falta de calibração, no conhecimento restrito sobre as exigências nutricionais de muitas espécies, na profundidade de amostragem (uma vez que é difícil determinar a camada de solo que o sistema radicular efetivamente explora) e, na questão da ciclagem de nutrientes (devido à perenidade das plantas), que distorce resultados. Por tudo isso, estas são dúvidas que persistem, cujas respostas não são fáceis de obter. Até a pesquisa para tentar respondê-las não deverá ser de concepção simples, segundo Raij (1992).

Apesar das dificuldades, a análise de solo figura entre as informações essenciais para a colocação em prática de um plano de adubação, calagem ou reciclagem de resíduos nas áreas de produção agrícola.

Em geral, a avaliação da fertilidade do solo deve ser realizada à cada 2 a 5 anos nas culturas anuais, dependendo da intensidade de exploração da área. A recomendação para as plantas frutíferas é completamente diferente, em especial nos pomares de alta produtividade. Nessa situação, em que se emprega comumente a poda, a irrigação e doses elevadas de fertilizantes a fim de compensar as exportações de nutrientes, a frequência de amostragem deve ser anual ou a cada final de ciclo produtivo. Atenção especial deve ser dada aos solos de textura arenosa na superfície, como os Argissolos, largamente cultivados com fruteiras, tendo em vista que, geralmente, são mais sensíveis à acidificação, lixiviação e erosão, além de possuírem menor CTC.

Quando da implantação dos pomares, os fruticultores estabelecem os talhões, normalmente em áreas homogêneas quanto à cor, textura, declividade, cultivo anterior, etc. Nesse caso, um mínimo de 20 pontos deve ser coletado para talhões de até 10 hectares, para se obter uma amostra composta representativa. Esse número deve ser aumentado de uma subamostra para cada 5 hectares suplementares, desde que a área seja homogênea. Outras

recomendações propõem entre 10 e 15 subamostras por pomar homogêneo, sugerindo-se optar pela coleta de 15 subamostras por pomar (CQFS-RS/SC, 2016).

Nos pomares em produção é importante amostrar a região da projeção da copa das plantas, área que normalmente recebe os fertilizantes e, também, as entrelinhas do pomar. Deve-se coletar, por exemplo, 15 pontos em cada talhão homogêneo (mesma idade das plantas, tipo de solo, manejo, adubação, etc.). Nesse caso, a amostragem deve ser realizada variando as linhas do pomar, buscando-se coletar o solo alternando, também, os pontos cardeais nas diferentes árvores. No caso da amostragem na entrelinha, o mesmo padrão aleatório deve ser empregado, variando as ruas do pomar.

Nos pomares em produção, o melhor período de amostragem do solo é após a colheita dos frutos, no final da safra. Nessa época, as frutíferas perenes têm um período de “repouso”, que antecede a poda. É importante que haja tempo suficiente entre o envio da amostra ao laboratório e o recebimento dos resultados da análise, pois, se houver recomendação de calagem é imperativo que essa operação seja realizada a tempo para a correção da acidez, antes da primeira adubação subsequente.

Em pomares irrigados e, em particular naqueles implantados em solos de textura arenosa, deve-se suspender a irrigação por, pelo menos, uma semana antes de realizar a amostragem de solo, especialmente devido aos efeitos da umidade sobre as características que serão analisadas. Assim, recomenda-se afastar a amostragem de solo das perturbações ligadas ao clima (seca prolongada, precipitações abundantes) ou, das práticas culturais (calagem, adubação orgânica ou mineral). Em pomares não irrigados, que têm uma safra por ano, o momento mais propício à amostragem de solo é, também, no final da colheita. Recomenda-se realizar a amostragem à mesma época do ano, nos anos seguintes e, sempre que possível, em condições semelhantes de temperatura e umidade. Isto é fundamental para manter a coerência, quando da comparação dos resultados ano a ano.

Baseado na amostra de solo coletada, o diagnóstico, a interpretação dos resultados da análise, a preparação dos planos de adubação e calagem, bem como as recomendações que os acompanham, repousam sobre as determinações analíticas de uma única amostra composta para cada talhão, daí a importância da amostragem realizada de forma profissional. Desde que seja bem constituída, a amostra composta representa cerca de 2.000 a 20.000 toneladas de solo por unidade de amostragem de 1 a 10 hectares respectivamente.

Os níveis de fertilidade, tanto vertical como horizontal, nas áreas sob cultivo de frutíferas variam em função das práticas culturais e da permanência das plantas em cada local. Após a implantação do pomar é fortemente recomendável que não haja mais mobilização do solo, a fim de não provocar danos ao sistema radicular das plantas.

Considerando que os fertilizantes são, normalmente, aplicados em faixas, nos dois lados das plantas (ou em círculo em toda volta da frutífera), vai ocorrer naturalmente, ao longo dos anos, diferenciação em termos de fertilidade na linha (projeção da copa), comparada à entrelinha do pomar. Em função disso, a melhor estratégia para avaliar a fertilidade é amostrar a linha de plantio todos os anos e, a entrelinha, a cada dois/três anos. Os resultados da análise da linha servirão para as recomendações de fertilizantes e, também, quando houver acidez para a definição da dose de corretivo. A análise de solo da entrelinha será em-

pregada para avaliar a necessidade de calcário, pois, as pesquisas têm mostrado que as raízes das árvores frutíferas buscam na entrelinha cálcio e magnésio, quando do esgotamento desses elementos na projeção da copa (Quaggio, 2000; Natale et al., 2007; Natale et al., 2008).

Quanto à estratificação vertical, é importante destacar que, em função da mobilidade ou não dos nutrientes, ao longo do tempo vai ocorrendo “enriquecimento” de alguns elementos no perfil do solo, como o fósforo. Além disso, devido a aplicação superficial de adubos nitrogenados (amoniacais e amídicos), ocorre acidificação solo (Malavolta, 2006) de cima para baixo no perfil, criando um gradiente vertical de acidez. Esse é o principal motivo para se realizar a amostragem de solo, em pomares de frutíferas, nas camadas de 0-20 e de 20-40 cm, separadamente. De posse dessa informação pode-se corrigir a acidez de 0-20 cm com calcário e, o Al tóxico da subsuperfície com gesso, levando, ainda, Ca para essa região do perfil.

As subamostras coletadas no campo devem ser ligeiramente trituradas manualmente e misturadas em um balde limpo, retirando-se o equivalente a 300-500 g (amostra composta) que deve ser enviada ao laboratório o mais breve possível. Se a amostra estiver úmida, deve-se deixar secar ao ar livre sobre uma folha de papel limpo durante algumas horas, ao abrigo de poeira. O armazenamento da amostra em depósitos de adubo, de calcário ou de resíduos orgânicos é inadmissível.

Finalmente, pode-se afirmar que, quando utilizada de modo correto, a análise de solo permite recomendações de calagem e adubação que melhoram a produtividade, a qualidade dos produtos colhidos e garantem excelente retorno econômico ao fruticultor.

#### **4. Amostragem e preparo das amostras de folha**

Determinar as necessidades nutricionais das culturas é um desafio constante no setor agrícola. Houve muita evolução nos métodos de diagnose vegetal, de maneira geral, mas, na fruticultura ainda há muitas dúvidas, visto a característica de perenidade das plantas, o emprego da poda (em muitas espécies), o extenso sistema radicular que explora muito além da camada superficial do solo que é rotineiramente analisada, bem como a necessidade de realizar experimentação de longo prazo com essas culturas para se obter resultados consolidados.

A folha, por apresentar normalmente a atividade fisiológica mais intensa da planta, é o tecido empregado na análise para a predição do estado nutricional. Ademais, a elaboração de substâncias para o crescimento e a frutificação dos cultivos reside essencialmente nas folhas e, por isso, é de se esperar que seu conteúdo reflita melhor que o dos demais órgãos o estado nutricional do pomar. O fundamento da análise foliar repousa sobre o fato de que os teores de elementos nutritivos nas plantas refletem, em uma ampla escala de valores, a riqueza e a disponibilidade de elementos essenciais presentes no solo sobre o qual o vegetal está se desenvolvendo. De outro ponto de vista, a diagnose foliar pode ser considerada como a avaliação da fertilidade do solo usando-se a planta como solução extratora (Malavolta, 2006). O método se baseia na existência de relações causais entre as concentrações de nutrientes disponíveis no solo, seus teores em folhas bem definidas e a grandeza da produção. Assim, dentro de limites, têm-se relações diretas entre: a dose de adubo aplicado e o teor foliar; a dose de adubo aplicado e a produção; o teor foliar e a produção. Ao empregar o método, é

importante lembrar que a composição das folhas varia com a cultura, a idade, as práticas de manejo, a posição da folha no ramo, a sanidade quanto a pragas e moléstias e aos efeitos ambientais, daí a necessidade de folhas “bem definidas”.

É importante que se compreenda que a diagnose do estado nutricional faz parte de um programa composto de várias etapas, e que sua eficácia depende da qualidade do resultado da análise de tecido vegetal, bem como da base experimental que gerou a informação. As diferentes etapas que determinam o sucesso dessa ferramenta podem ser assim resumidas: amostragem de tecido, encaminhamento da amostra ao laboratório; preparo da amostra; determinação analítica; interpretação dos resultados; recomendação de corretivos/fertilizantes.

A amostragem de folhas, como ocorre também com o solo, é a etapa mais crítica do processo e na qual verificam-se falhas com maior frequência. Desse modo, sua execução deve ser cuidadosa, seguindo rigorosamente a padronização indicada para cada cultura frutífera que se quer avaliar. Nunca é demais lembrar que se a amostra coletada não for representativa do pomar a ser avaliado, todo o restante do programa estará comprometido, ou seja, a análise laboratorial não é mais importante que a amostra obtida no campo.

Considerando a grande variação que pode haver ao se analisar os tecidos de uma planta, a amostra deve ser coletada com a máxima homogeneidade possível quanto a: idade, época de coleta, posição no ramo e, em pomares homogêneos quanto a cultivar/variedade, tipo de solo, manejo da área, sanidade, produtividade, condições climáticas, etc. Apenas para exemplificar, a amostragem de folhas em pomares de goiabeiras deve ser realizada coletando-se folhas recém-maduras (limbo + pecíolo), que correspondem ao terceiro par a partir da extremidade do ramo, à época de pleno florescimento da cultura, à cerca de 1,5 m do solo, em número de quatro pares de folhas por planta (um par em cada ponto cardeal), em 25 árvores do pomar homogêneo (Natale et al., 2020). Para cada diferente frutífera a ser avaliada há uma indicação padronizada de amostragem para realizar o diagnóstico nutricional que deve ser seguida. Em recente publicação, Natale & Rozane (2018) reuniram as instruções de manuais e da literatura nacional especializada para a amostragem das principais frutíferas exploradas no País, conforme consta da Tabela 1.

Em boa parte das frutíferas a recomendação de amostragem ocorre no início do florescimento, o que pode apresentar-se como a época mais adequada para o diagnóstico nutricional, visto a possibilidade do resultado auxiliar no ajuste (para mais ou para menos) do programa de adubação no mesmo ciclo agrícola. Mas, em algumas frutíferas como as videiras, as folhas podem ser coletadas na mudança da cor das bagas, o que pode inviabilizar a aplicação do fertilizante no mesmo ciclo vegetativo ou mesmo a resposta da frutíferas ao nutriente adicionado. Ajustes baseados na estimativa do estado nutricional das frutíferas no florescimento são importantes para evitar o desperdício de insumos, reduzir os custos de produção, diminuir os impactos ambientais e evitar prejuízos à qualidade dos frutos colhidos. Após a coleta das folhas, a rapidez no envio da amostra ao laboratório para análise é crucial. Nunca é demais lembrar que os materiais coletados, especialmente as folhas, continuam respirando, mesmo depois de retiradas da planta. Assim, devem chegar ao laboratório, se possível, no mesmo dia da coleta. Caso contrário, devem ser acondicionadas em sacos de papel e em geladeira por, no máximo, dois dias. As amostras devem ser adequadamente identificadas para o encaminhamento ao laboratório, onde serão lavadas, secas, moídas e



submetidas a processos analíticos para a determinação do teor total dos nutrientes. A escolha do laboratório ao qual a amostra será enviada é fundamental. O Brasil conta com programas de controle de qualidade dos laboratórios, os quais devem estar credenciados junto a órgãos oficiais que emitem anualmente o selo do controle de qualidade. A mesma recomendação vale para as análises de solo.

### **5. Considerações finais**

As atividades agrícolas e, em particular a fruticultura, têm papel fundamental na economia do Brasil. Porém, os solos da região tropical nos quais a cadeia produtiva de frutas se desenvolve impõe restrições, em especial de fertilidade, o que afeta a nutrição das plantas. Com o objetivo de alcançar altas produtividades e com qualidade dos frutos colhidos, buscando atender a crescente exigência dos consumidores, deve-se lançar mão de todas as ferramentas agrícolas disponíveis, com destaque para a análise de solo e a avaliação do estado nutricional das culturas. O atendimento das necessidades das frutíferas passa pela utilização de quantidades elevadas de insumos, como corretivos e fertilizantes, aumentando os custos de produção. Desse modo, tem havido aprimoramento dos métodos de diagnose vegetal nas últimas décadas, visto ser um processo dinâmico e que evolui conforme se obtém maior conhecimento sobre as exigências das plantas. Garantir a aplicação dos elementos essenciais às culturas significa melhorar a relação benefício/custo pelo aumento da produtividade, sem desperdício de recursos e sem contaminar o ambiente. Desse modo, é primordial que mais pesquisas, especialmente de campo, sejam conduzidas a fim de produzir alimentos cada vez mais saudáveis, de melhor qualidade e com menor custo, considerando as reais necessidades das plantas, com base na análise de solo e de folhas.

Tabela 1. Instruções para amostragem das principais frutíferas cultivadas no País

Cultura	Época	Órgão/Localização	Nº plantas por talhão
Abacate	Fevereiro ou Março <sup>1</sup>	Folhas recém-expandidas com idade entre 5 a 7 meses, oriundas de brotações primaveris, na altura média das copas. Amostrare quatro pares de folhas por planta (um par em cada ponto cardeal).	25
	Janeiro a Março <sup>5</sup>		
	Verão <sup>2,3</sup>	Folhas de 4 meses de idade; ramos terminais sem laterais e sem frente, na altura mediana da copa. Amostrare quatro pares de folhas completas por planta.	20
Abacaxi	Verão <sup>2,3</sup>	Folha recém-madura, "D", num ângulo de 45°, com bordos da base paralelos; análise da porção basal não clorofilada.	50
	Antes da indução floral <sup>1</sup>	Folha recém-madura, "D" (normalmente a 4ª folha a partir do ápice). Cortar as folhas em pedaços de 1 cm de largura, eliminando a porção basal sem clorofila.	
Acerola <sup>1</sup>	Folhas jovens totalmente expandidas, de ramos frutíferos. Amostrare quatro pares de folhas por planta (um par em cada ponto cardeal).	50	
Acerola <sup>3</sup>	Dezembro	Folhas do terço superior da copa e do terço mediano e basal dos ramos. Amostrare um par de folhas por planta.	50
Ameixa	10 dias antes de iniciar a colheita. Podendo equivaler entre a 13ª e a 15ª semana após a plena floração	Folha completa, com limbo e pecíolo, da parte mediana dos ramos emitidos no ano. Amostrare quatro pares de folhas por planta (um par em cada ponto cardeal) <sup>5</sup> .	25
		4ª ou 5ª folha completa recém-madura, com limbo e pecíolo, a partir do ápice de ramos não sombreados. Amostrare quatro pares de folhas completas por planta (um par em cada ponto cardeal) <sup>6</sup> .	
Amora	15 a 30 de Janeiro <sup>5</sup>	6ª folha completa, com limbo e pecíolo, totalmente expandida a partir do ápice, dos ramos emitidos no ano anterior (primocanes). Amostrare quatro pares de folhas por planta (um par em cada ponto cardeal).	25
	15 a 30 de Novembro <sup>6</sup>		
Atemoia <sup>6</sup>	Florescimento	3ª ou 4ª par de folhas completas recém-maduras, com limbo e pecíolo, a partir do ápice, na altura mediana da copa. Amostrare quatro pares de folhas completas por planta (um par em cada ponto cardeal).	25
Banana	3ª folha (f3), a partir do ápice, na época em que a inflorescência apresentar todas as pencas femininas sem brácteas e com duas ou três pencas masculinas abertas <sup>1,2,6</sup> .	Retirar da f3, faixa central, com largura de 10 cm, eliminando-se a nervura central e as metades externas dessa faixa <sup>1,2,3,5,6</sup> .	30 <sup>1</sup>
	3ª folha (f3), a partir do ápice, na época em que estejam no início de florescimento (emissão da inflorescência até a fase de 3 pencas femininas abertas) <sup>3,5</sup> .		25 <sup>2,3</sup> 20 <sup>5,6</sup>

Cacau <sup>3</sup>	Verão	3º folha a partir do ápice, do lançamento recém-amadurecido em plantas a meia sombra. Amostrar uma folha por planta.	18
Caju <sup>3</sup>	Verão	Folhas de posições diferentes da copa. Amostrar uma folha por planta.	40
Caqui <sup>5,6</sup>	15 de janeiro a 15 de fevereiro	Folhas completas da parte mediada do ramo do ano. Amostrar quatro pares de folhas completas por planta (um par em cada ponto cardeal).	20
Citros	Primavera <sup>1,6</sup>	3º folha a partir do fruto, com 6 meses de idade, em ramos com frutos de 2 a 4 cm de diâmetro. Amostrar quatro pares de folhas completas por planta (um par em cada ponto cardeal).	25
	Janeiro a Março <sup>2,3,5</sup>		
Figo	3 meses após o início da brotação <sup>1,2,5</sup>	Folhas completas, com limbo e pecíolo, recém-maduras e totalmente expandidas, localizadas na porção média dos ramos. Amostrar quatro pares de folhas completas por planta (um par em cada ponto cardeal).	25
	Florescimento <sup>3</sup>	Folhas mais novas totalmente expandidas, ao sol, em ramos sem frutos. Amostrar uma folha por planta.	40
Goiaba <sup>3,4,6</sup>	Florescimento	Folhas recém-maduras com limbo e pecíolo, que correspondem ao terceiro par a partir da extremidade do ramo, à cerca de 1,5 m do solo. Amostrar quatro pares de folhas completas por planta (um par em cada ponto cardeal).	25
Maçã	15 de janeiro a 15 de fevereiro <sup>5</sup>	Folhas completas com limbo e pecíolo da parte mediana das brotações emitidas na estação de crescimento. Amostrar quatro pares de folhas completas por planta (um par em cada ponto cardeal) <sup>1,2,5</sup>	25
	Primavera-Verão <sup>3</sup>		
	Florescimento <sup>3</sup>		
Mamão	Pecíolos de folha jovem, totalmente expandida e madura (17ª a 20ª folha a partir do ápice), com uma flor visível na axila <sup>1</sup> .		15
	Florescimento <sup>2,3</sup>	Folha "F" – na axila com a primeira flor completamente expandida	18
Manga	Florescimento <sup>1,6</sup>	Folha completa com limbo e pecíolo, no meio do último fluxo de vegetação que antecede o cacho, no terço médio da planta. Amostrar quatro pares de folhas completas por planta (um par em cada ponto cardeal).	20
	Antes do Florescimento; Plena floração e formação dos frutos; Maturação dos frutos <sup>3</sup> .	Folhas coletadas em diferentes posições na copa. Amostrar uma folha por planta.	60
Maracujá	Outono <sup>1(a)</sup>	3º ou 4º folha, a partir do ápice de ramos não sombreados. Amostrar quatro pares de folhas completas por planta	20
	Outono <sup>2,5</sup>	4º folha a partir do ápice de ramos produtivos. Amostrar quatro pares de folhas completas por planta	20
	250–280 dias <sup>3</sup>	Folhas em todas as posições.	60
	Outono <sup>1(b)</sup>	Folha com botão floral na axila, prestes a se abrir. Amostrar quatro pares de folhas completas por planta	20
	Outubro <sup>6</sup>	4º ou 5º folha, a partir do ápice de ramos não sombreados. Amostrar quatro pares de folhas completas por planta	20

Mirtilo <sup>5</sup>	15 a 30 de novembro	Folhas completas plenamente desenvolvidas, com limbo e pecíolo, localizadas no 5º ou 6º nó, coletadas a partir da extremidade de ramos frutíferos jovens. Amostrar quatro pares de folhas completas por planta (um par em cada ponto cardeal).	25
Morango <sup>5,6</sup>	Início do florescimento	3ª folha recém-desenvolvida a partir do ápice, sem pecíolo.	30
Noz-Pecã <sup>5</sup>	Fevereiro	Folhas completas plenamente desenvolvidas, com limbo e pecíolo, localizadas na parte mediana das brotações do ano à cerca de 1,5 a 2,0 m do solo. Amostrar quatro pares de folhas completas por planta (um par em cada ponto cardeal).	25
Oliveira <sup>5</sup>	Janeiro	Folhas completas plenamente desenvolvidas, com limbo e pecíolo, localizadas na parte mediana dos ramos emitidos no ano. Amostrar quatro pares de folhas completas por planta (um par em cada ponto cardeal).	25
Pera	15 de janeiro a 15 de Fevereiro <sup>5</sup>	Folhas completas plenamente desenvolvidas, com limbo e pecíolo, localizadas na parte mediana das brotações emitidas no ano. Amostrar quatro pares de folhas completas por planta (um par em cada ponto cardeal).	25
	2-3 semanas após o florescimento pleno <sup>2,3</sup>		
Pêssego e Nectarina	10 dias antes de iniciar a colheita. Podendo equivaler entre a 13º e a 15º semana após a plena floração <sup>1,5,6</sup>	Folhas maduras e completas, com limbo e pecíolo, da parte mediana dos ramos emitidos no ano. Amostrar quatro pares de folhas completas por planta <sup>1,2,3,5</sup> .	25
	Verão <sup>2,3</sup>	4º ou 5º folha completa, com limbo e pecíolo, recém-madura e totalmente expandida, a partir do ápice de ramos não sombreados. Amostrar quatro pares de folhas completas por planta <sup>6</sup> .	
Quiwi	Fevereiro <sup>5</sup>	2ª folha completa, com limbo e pecíolo, totalmente expandida, a partir do fruto.	25
	6 a 20 semanas de crescimento <sup>2</sup>	Folhas novas completamente expandidas.	
Uva	Florescimento	Folha completa, com limbo e pecíolo, recém-madura, de ramos produtivos. Amostrar quatro pares de folhas completas por planta <sup>6(a)</sup> .	30
		Base do primeiro cacho <sup>3,3</sup> .	
	Início da maturação das bagas (veraison)	Folha completa, com limbo e pecíolo, oposta ao 1º cacho. Amostrar quatro pares de folhas completas por planta <sup>1,5(a),6(b)</sup> . Pecíolos, coletar das folhas recém-maduras, ou seja, das folhas mais novas que já completaram o crescimento. Amostrar quatro pecíolos por planta <sup>5(b)</sup> .	

<sup>1</sup>Raj et al. (1997); <sup>2</sup>Malavolta et al. (1997); <sup>3</sup>Martinez et al. (1999); <sup>4</sup>Natale et al. (2020); <sup>5</sup>Brunetto et al. (2016); <sup>6</sup>Pauletti; Motta (2017).

## 6. Referências bibliográficas

- BRUNETTO, G.; ERNANI, P. R.; MELO, G. W. B.; NAVA, G. Frutíferas. In: **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. CQSF-RS/SC, SBCS, 89-232, 2016.
- CQFS-RS/SC – Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul. 376p. 2016.
- FAO – Organisation des Nations Unies pour l’Alimentation et l’Agriculture. 2015 - **Année International des Sols**. Des sols sains sont le fondement d’une production alimentaire saine. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i4405f.pdf>>. Acesso em: 26 de Outubro de 2017.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda., 638p. 2006.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: Princípios e Aplicações**. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 201p. 1997.
- MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Eds.) **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais** (5ª aproximação). 5ª Edição, 143-168. 1999.
- NATALE, W. & ROZANE, D. E. **Análise de solo, folhas e adubação de frutíferas**. Unesp-Registro, 124p. 2018.
- NATALE, W.; ROZANE, D. E.; CORRÊA, M. C. M.; PARENT, L. E.; DEUS, J. A. L. Diagnosis and management of nutrient constraints in guava In: **FRUIT CROPS: Diagnosis and Management of Nutrient Constraints**. A. K. SRIVASTAVA & CHENGXIAO HU (Ed.). Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 711-722 (Chapter 48). 2020.
- NATALE, W.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M. Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31: 1475-1485, 2007.
- NATALE, W.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M.; SOUZA, H. A.; HERMANDES, A. Resposta da caramboleira à calagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 30: 1136-1145, 2008.
- PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. Curitiba: SBCS/NESPAR, 482p. 2017.
- QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas, Instituto Agronômico, 111p. 2000.
- RAIJ, B. van. Algumas reflexões sobre análise de solo para recomendação de adubação. In: **Reunião Brasileira de Fertilidade do solo e nutrição de plantas**. Anais. Piracicaba: SBCS, 71-87. 1992.
- 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. Campinas: Instituto Agronômico e Fundação IAC, 285p. (Boletim técnico, 100). 1997.