

CRITÉRIOS DE PREDIÇÃO DA ADUBAÇÃO E DA CALAGEM EM FRUTÍFERAS

Gustavo Brunetto, George Wellington Bastos de Melo e João Kaminsk

A predição da adubação e da calagem para a maioria das espécies frutíferas temperadas cultivadas no Brasil é realizada com base no diagnóstico da fertilidade do solo e do estado nutricional das plantas, via enquadramento dos resultados das análises de solo e/ou de tecido - normalmente a folha completa, em faixas de disponibilidade, de acordo com a probabilidade de resposta das plantas à adição dos nutrientes. Além da análise de solo e tecido, alguns sistemas de recomendação consideram outros critérios para a prescrição da adubação, como a produtividade esperada, o crescimento dos ramos do mesmo ano e, para algumas espécies, os resultados de análise de frutos.

Entretanto, nos últimos anos têm surgido critérios alternativos e/ou complementares de estimativa do estado nutricional em algumas frutíferas, que possibilitam a predição da adubação. Em geral, eles são métodos não destrutivos, realizados com equipamentos portáteis, cujos dados são gerados rapidamente no campo. Neste texto, serão comenta-

dos os princípios, bem como algumas vantagens e limitações dos critérios mais usados na predição de adubação ou calagem em frutíferas temperadas.

ANÁLISE DE SOLO

Quando usada isoladamente, a análise de solo tem sido um método eficiente na avaliação da disponibilidade de nutrientes e recomendação de adubação de correção. Nas áreas a serem incorporadas no sistema de cultivo da maioria das espécies de frutíferas temperadas, recomenda-se coletar o solo nas camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, em 15 pontos da área, normalmente, depois da colheita dos frutos. Além disso, quando as frutíferas estiverem em produção, se necessária nova coleta de solo, ela deve ser realizada somente na camada de 0 a 20 cm, em geral, na projeção da copa, seguindo o mesmo número de pontos da área a ser implantada. Exemplos do uso dessas recomendações podem ser encontrados no *Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e*



Mudança da cor das bagas, indicada como época de coleta de folhas completas em videiras cultivadas no RS e SC (Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004)

Santa Catarina. Os resultados obtidos são usados para a determinação da necessidade e, se for o caso, da dose de fertilizantes e do corretivo da acidez.

São raros na literatura científica brasileira artigos que relacionem os teores disponíveis de nutrientes no solo, estimados pelos métodos de análise química, com a produção ou rendimento relativo, com o teor de nutrientes nas folhas completas, nem tampouco com indicadores de qualidade do fruto, o que impossibilita o estabelecimento de níveis de suficiência. O mais comum é encontrar artigos que avaliem a concentração de nutrientes nos tecidos e a comparem com valores de tabelas vindas do exterior.

A ausência de informações pode ser atribuída, em parte, ao número de amostras coletadas, que são, algumas

vezes, insuficientes para diagnosticar a fertilidade do solo, especialmente, em pomares em produção. No entanto, a falta de relação também pode estar associada à época de coleta de solo ou ao local de sua amostragem. Normalmente, em pomares em produção, as amostras são coletadas na linha de plantio (projeção da copa), mas as raízes também se distribuem nas entrelinhas.

Além disso, a camada de amostragem de solo normalmente considerada (0 a 20 cm) em pomares em produção pode não ser a mais adequada, uma vez que as raízes mais finas, que são responsáveis pela maior absorção de água e nutrientes, localizam-se normalmente nas camadas mais superficiais do solo.

Por fim, somado a tudo isso, a análise de solo não garante que os nutrien-

tes encontrados no solo sejam absorvidos pelas plantas, porque esse processo depende do movimento deles até as raízes. Tal movimento é afetado pela umidade existente ali, especialmente, pela compactação, que frequentemente ocorre em pomares onde práticas de manejo (adubação e aplicação de fungicidas, inseticidas e herbicidas, etc.) são realizadas de forma mecanizada.

ANÁLISE DE TECIDO

A análise de tecido permite avaliar o teor de nutrientes nas mais diferentes espécies frutíferas. No entanto, a interpretação isolada de seus resultados, particularmente nas frutíferas temperadas, apresenta pouca validade. É mais adequado interpretar os seus valores de forma associada aos resultados de nutrientes disponíveis obtidos na análise

se de solo, e a outros critérios, como a expectativa de produção e o crescimento de ramos do mesmo ano.

Normalmente, coleta-se a folha completa das frutíferas temperadas para diagnosticar o estado nutricional das plantas. Elas são coletadas, secas até matéria seca constante e submetidas à análise química para a determinação do teor total de nutrientes. No entanto, nem sempre os teores de nutrientes detectados nas folhas apresentam relação com a produção ou rendimento relativo, nem tampouco com indicadores de qualidade dos frutos, o que impede o estabelecimento do nível de suficiência. Isso pode ser atribuído ao órgão da espécie frutífera coletado para representar o estado nutricional da planta.

Na maioria dos sistemas de recomendação, estabelece-se a coleta das folhas completas, mas outros órgãos podem ter potencial de estimativa do estado nutricional, como os pecíolos, que inclusive já são usados para estimar a necessidade de aplicação e a dose do fertilizante na cultura da videira no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porém, em futuro próximo, os frutos em estádios predefinidos e até os ramos ou partes deles - caso o teor de nutrientes contido neles apresente relação, por exemplo, com a produção -, poderão ser usados como indicadores do estado nutricional de frutíferas.

Além disso, a falta de relação entre o teor do nutriente no órgão e a produção também pode estar associada ao local de coleta do órgão na planta ou à época ou estágio fenológico de amostragem. Como exemplo, pode-se relatar a recomendação de coleta de folhas



Pessegueiro com crescimento excessivo da parte aérea

completas para a cultura da videira, sem se preocupar com a gama de variedades que são cultivadas. Assim, preconiza-se a coleta das folhas no lado oposto ao primeiro cacho do ramo frutífero e na mudança da cor das bagas. Entretanto, trabalhos recentes têm mostrado a inexistência de relação entre o teor total do nutriente detectado e a produção de uva em distintas vitivinícolas gaúchas e catarinenses, indicando que a posição na planta onde o órgão é coletado ou a época de coleta ainda não são adequados.

Somado a isso, convém salientar que, quando o órgão é coletado em épocas próximas à colheita do fruto - como a mudança da cor da uva, com base no laudo de análise de tecido obtido -, caso seja diagnosticada a necessidade de aplicação do fertilizante,

ele somente poderá ser fornecido à planta no ano seguinte. Isso ocorre porque os estádios de maior demanda pelos nutrientes, especialmente o nitrogênio para a videira, precedem a mudança da cor da baga. Tal constatação reforça a necessidade da escolha de outras épocas ou estádios fenológicos e, até mesmo, de outras posições do órgão na planta. Porém, para isso, são necessários estudos de calibração entre o teor no nutriente no órgão e a produção e/ou indicadores de qualidade do fruto.

Convém ressaltar que o teor de nutrientes no órgão amostrado, como as folhas completas, depende da disponibilidade do nutriente no solo, da sua absorção pelas raízes e do seu transporte para os órgãos das plantas, como os frutos. Em alguns casos, a quantidade



O comprimento de ramos é usado como um dos critérios para definir necessidade de nutrientes em plantas perenes

de de nutrientes no solo é suficiente para suprir a demanda da planta. No entanto, quando se analisa um órgão, como a folha completa, pode ser que, por alguma razão (baixa quantidade de água no solo, excesso ou compactação do solo, etc.), observe-se que os nutrientes não são absorvidos em quantidades suficientes pelas plantas. E, em alguns casos, mesmo sendo absorvidos, eles podem ser redistribuídos para órgãos que são drenos, como os frutos - desta forma, são encontrados em baixos teores nas folhas.

Deve ser salientado ainda que, normalmente na análise de tecido, o órgão amostrado é submetido a métodos de análise química, quando se quantifica o total de macronutrientes, como N, P, K, Ca e Mg, ou à digestão de $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$, o que permite a quantifi-

cação do total de micronutrientes, como Zn, Cu, Mn, Fe e S. Porém, nem sempre o teor total do nutriente no órgão analisado reflete o estado nutricional da planta e, conseqüentemente, nem apresenta relação com a produção ou com indicadores de qualidade do fruto. Isso pode ser atribuído à compartimentalização de parte do nutriente em organelas da célula. Assim, quando é absorvido em quantidades maiores que a demanda fisiológica da planta, ele é armazenado no vacúolo, como o P, N, entre outros, o que lhe confere uma concentração maior do que a necessidade para realizar suas funções metabólicas. Com isso, pode-se incorrer em erros de interpretação na avaliação da necessidade da cultura.

Portanto, modelos de predição de adubação baseados nos teores totais

em órgão do vegetal devem ser interpretados com cuidado, pois é possível que outras formas do nutriente possam estimar mais adequadamente o estado nutricional das plantas, sendo os resultados melhor relacionados, por exemplo, com a produção.

ANÁLISE DE FRUTOS

A análise de frutos em espécies frutíferas temperadas, como as cultivadas em alguns estados da região Sul (Rio Grande do Sul e Santa Catarina, por exemplo), é um método pouco usado. Entretanto, em algumas espécies, como na macieira, é usada para estimar o teor de macronutrientes e suas relações na polpa fresca dos frutos em pré-colheita. Com base nos resultados obtidos, é possível inferir sobre o potencial de conservação do

fruto em câmara fria, o que diminui as perdas provocadas por distúrbios fisiológicos, uma vez que o teor de alguns nutrientes, como o N, Ca, K, apresentam relação com a ocorrência de distúrbios fisiológicos, como o "bitter pit", o "cork spot" e a depressão lenticelar, entre outros.

No entanto, o uso da análise de frutos em maior quantidade de espécies frutíferas - especialmente naquelas em que eles são armazenados em câmara fria para posterior comercialização *in natura* - está condicionado à padronização do número que deve compor a amostra, à época de coleta e ao diâmetro dos produtos amostrados. Somado a isso, existe a necessidade de padronizar os protocolos de preparo de amostras no laboratório, como a lavagem dos frutos, local de amostragem, etc., bem como as técnicas de análise. Com isso, poderá ser possível estabelecer recomendações mais adequadas para essas frutíferas temperadas.

CRESCIMENTO VEGETATIVO

Alguns parâmetros de crescimento vegetativo, especialmente o comprimento de ramos do mesmo ano, têm sido usados como critérios complementares na definição da necessidade e da dose do nutriente a ser aplicado em algumas espécies frutíferas temperadas, como a macieira, o pessegueiro, a nectarina e a ameixeira. Isoladamente, o comprimento de ramos tem sido usado para diagnosticar o vigor das plantas. Quando elas são vigorosas, isso tem sido atribuído, em geral, à alta disponibilidade de nutrientes no solo, especialmente o N, derivado da mineralização da fração lábil da matéria orgânica do solo, da decomposição dos resíduos de plantas depositados na

superfície ou das fontes de fertilizantes aplicados, que estimulam o crescimento vegetativo da parte aérea de frutíferas.

A análise de solo não garante que os nutrientes encontrados no solo sejam absorvidos pelas plantas porque esse processo depende do movimento deles até as raízes

Além disso, o excesso de crescimento não é desejado porque pode causar, por exemplo, menor incidência de raios solares no interior das frutíferas, reduzindo a atividade de enzimas que regulam a síntese de alguns compostos, como as antocianinas, o que diminui a cor vermelha dos frutos, depreciando a sua qualidade. Outro aspecto a se considerar é que parte dos compostos produzidos nos frutos e as antocianinas em plantas com excesso de crescimento podem ser redistribuídas para os ramos - o que não é desejado, uma vez que diminuem a sua concentração no fruto.

O comprimento dos ramos pode ser relacionado ao teor de nutrientes nas folhas e/ou nos frutos. Quanto maior o comprimento, maior o número de folhas e/ou frutos e, com isso, a diminuição do teor de nutrientes nesses órgãos, por causa do efeito de diluição. Este pode ser mais um dos motivos para o uso do comprimento dos ramos como um dos critérios para a predição de adubação em sistemas de

recomendação. Entretanto, atualmente, na maioria das espécies frutíferas temperadas, necessita-se entender melhor as relações entre o comprimento dos ramos e o teor de nutrientes nas folhas, nos frutos e, especialmente, associá-los à produção e aos indicadores de qualidade dos frutos.

PRODUTIVIDADE ESPERADA

A produtividade esperada de frutos tem sido adotada como um dos critérios para definir a necessidade e a dose do fertilizante a serem aplicadas em pomares de frutíferas temperadas, como macieira e videira. Entretanto, seu uso isolado não é aconselhado, uma vez que este critério é muito empírico, porque não considera as reações químicas importantes que afetam a disponibilidade de nutrientes no solo. Além disso, eventos climáticos (geadas, chuvas de granizo e ventos, por exemplo), incidência de doenças, ataques de pragas, etc. podem afetar negativamente a expectativa de produção.

Mesmo assim, em sistemas de recomendação para frutíferas temperadas, tanto no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, como em tradicionais países produtores de frutas, o uso da produtividade esperada tem sido usado considerando que os dados de produtividade e teor médio de nutriente no fruto podem definir (mesmo que de maneira muito aproximada) a quantidade de nutriente exportada via frutos. Com isso, tem-se uma aproximação da quantidade de nutriente a ser reposta ao solo pela adubação, princípio este considerado na elaboração da maioria das tabelas de recomendação de fertilizantes para a adubação de manutenção nas frutíferas temperadas. Porém, deve-se ressaltar que o conhecimento



O uso do clorofilômetro serve para estimar o estado nutricional de espécies frutíferas

da eficiência da adubação colaboraria para melhorar a predição da recomendação. Além disso, é também necessário conhecer o teor de nutrientes totais nos frutos das frutíferas. Mas, para isso, devem-se considerar os desafios a serem superados na análise de fruto, como comentado anteriormente.

CRITÉRIOS ALTERNATIVOS OU COMPLEMENTARES

Na tentativa de melhorar os atuais critérios de predição da adubação em frutíferas, a bibliografia tem sugerido alguns critérios alternativos e/ou complementares de estimativa do estado nutricional de espécies frutíferas e, por consequência, a predição da adubação, como os realizados por equipamentos portáteis, como o clorofilômetro. Este aparelho funciona com dois diodos que emitem feixes de luz a 650 nm (verme-

lho, onde a absorção é alta) e a 940 nm (infravermelho próximo, em que a absorção é muito baixa) através da folha, e dois detectores que medem a transmitância da luz por ela. A luz transmitida, dependendo do tom de verde da folha, é convertida em sinais elétricos, e a razão transmitida nas duas regiões de comprimentos de ondas corresponde a um valor numérico, chamado de leitura SPAD (*Soil Plant Analysis Development*). Em frutíferas, as leituras do clorofilômetro têm sido muito usadas em países tradicionais produtores de frutas para se estimar o teor de N nas folhas completas. Por ser um método prático, o técnico pode ir a campo, fazer a leitura e, usando a equação recomendada, estimar o teor de N.

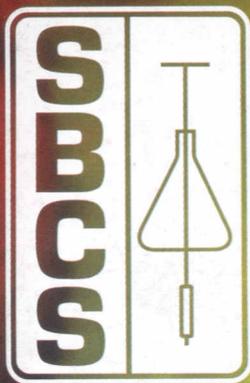
Para o uso do clorofilômetro em maior escala, é necessário o desenvolvimento de protocolos que definam o

órgão da planta, a parte do órgão, a posição na planta, a época de leitura, a influência da cultivar, do porta-enxerto, etc. Também é necessária a calibração dessas leituras com o teor total de N. Somado a isso, trabalhos devem estabelecer o nível de suficiência de nutrientes, como o N, em órgãos das frutíferas, como nas folhas completas, o que possibilitará a interpretação do teor de N total estimado por meio da leitura do clorofilômetro.

Pelo exposto, constata-se que, embora já se tenha avançado consideravelmente no conhecimento de critérios para a predição da adubação e calagem em frutíferas, especialmente nas temperadas, ainda há várias informações que devem ser obtidas, especialmente, em experimentos de campo de longa duração.

Gustavo Brunetto (brunetto.gustavo@gmail.com) é professor Adjunto do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). **George Wellington Melo** (george@cnpv.embrapa.br) é pesquisador da Embrapa Uva e Vinho em Bento Gonçalves (RS). **João Kaminski** (joão.kaminski@gmail.com) é professor do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

BOLETIM INFORMATIVO



Sociedade Brasileira de Ciência do Solo

ISSN 1981-979X
volume 36
número 01
Janeiro - Abril de 2011
www.sbcsc.org.br

EM DEBATE
**FERTILIDADE
PARA PLANTAS
PERENES**

PARTICIPE DO XXXIII CBCS, EM UBERLÂNDIA, MG