

MANEJO DA FERTILIDADE DE SOLOS EM POMARES DE FRUTÍFERAS DE CLIMA TEMPERADO

Gustavo Brunetto¹, Danilo Eduardo Rozane², George Wellington Bastos de Melo³, Jovani Zalamena⁴, Eduardo Giroto⁵, Cledimar Lourenzi⁶, Rafael Rosa Couto⁷, Tales Tiecher⁸ & João Kaminski⁹

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Professor Adjunto II do Departamento de solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Avenida Roraima, 1000, Bairro Camobi, Santa Maria, CEP 97105-900, RS, Brasil. Pesquisador 1D-CA/AG do CNPq. E-mail: brunetto.gustavo@gmail.com. Autor para correspondência

² Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Professor da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Campus de Registro e do Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Pesquisador 2-CA/AG do CNPq. E-mail: danilorozane@registro.unesp.br

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho, Rua Livramento, 515, Bairro Juventude, Bento Gonçalves, CEP 95700-000, RS, Brasil. E-mail: wellington.melo@embrapa.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Pós-Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFSM. E-mail: jovanzalamena@yahoo.com.br

⁵ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), Campus de Ibirubá, Rua Nelsi Ribas Fritsch, 1111, Bairro Esperança, Ibirubá, CEP 98200-000, RS, Brasil. E-mail: girottosolos@gmail.com

⁶ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Professor do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Centro de Ciências Agrárias, Rodovia Admar Gonzaga, 1346, Florianópolis, CEP 88034-000, SC, Brasil. E-mail: lourenzicr@gmail.com

⁷ Tecnólogo em Agropecuária, Doutor em Engenharia Ambiental, Pós-Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFSM. E-mail: rrcouto@hotmail.com

⁸ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Professor do Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Avenida Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, CEP 91540-000, RS, Brasil. E-mail: tales.tiecher@gmail.com

⁹ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Professor Aposentado do Departamento de Solos da UFSM. E-mail: joao.kaminski@gmail.com

INTRODUÇÃO

A fruticultura é uma atividade agrícola de alto custo, mas em contrapartida, de elevada lucratividade até superior ao cultivo de grãos. Na região sul do Brasil a fruticultura é uma atividade praticada predominantemente em propriedades familiares em pequenas áreas, mas também por poucos grupos empresariais que utilizam grandes extensões de terra. Os frutos produzidos são comercializados "in natura" no mercado nacional ou internacional, como a maçã, ou são industrializados, como a uva, pêssego, figo, goiaba e outros. Em geral, a produção de frutos e a sua comercialização possuem impacto positivo na economia das comunidades, aumentando seus ganhos e melhorando a qualidade de vida das famílias envolvidas com a cadeia produtiva da fruticultura.

O sucesso de um pomar, como aqueles de frutíferas de clima temperado, está relacionado ao processo de sua implantação, como a escolha da espécie e de sua variedade, a qualidade da muda utilizada, o preparo do solo, a drenagem, a irrigação, o controle de pragas e de doenças. Como a maioria dos solos utilizados na fruticultura são ácidos e de baixa fertilidade, a calagem e a adubação impactam positivamente a produção. No entanto os parâmetros relacionados à fertilidade de

solo nas áreas cultivadas com as frutíferas são determinantes para estado nutricional das plantas, da sua produção e da qualidade dos frutos e de seus subprodutos.

Ao longo do presente capítulo, sem a pretensão de esgotar os assuntos, serão destacadas algumas frutíferas de clima temperado, entre elas, a macieira (*Malus x domestica*), a videira (*Vitis vinifera*), o pessegueiro (*Prunus persica*) e a pereira (*Pyrus communis*), que possuem exigências nutricionais distintas das culturas anuais, que interferem nas práticas de calagem e tipos de adubação (correção ou pré-plantio, cobertura e manutenção). A necessidade e doses de corretivos e fertilizantes são estabelecidas com base em critérios de predição, que também serão discutidos ao longo do texto. Por fim, será abordado o uso e manejo de espécies de plantas de cobertura do solo que coabitam os pomares e são necessárias, especialmente, para a conservação de solos e ciclagem de nutrientes.

1. Principais espécies e importância econômica de frutíferas de clima temperado

As frutíferas de clima temperado normalmente necessitam de uma certa quantidade de frio, abaixo de 7,2°C, para que possam plenamente florescer. Essa exigência limita o cultivo dessas espécies no Brasil, onde a grande maioria das áreas cultivadas se encontra na

região sul, nos estados do Paraná (PR), Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS). No entanto, os estados de São Paulo (SP) e de Minas Gerais (MG) vem expandindo as áreas cultivadas com frutíferas de clima temperado, graças entre outras tecnologias, aos programas de melhoramento genético que introduzem novos genótipos com menor exigência em horas frio. As principais espécies cultivadas no Brasil são a macieira, videira, frutas de caroço (pessegueiro, ameixeira e nectarina), kiwizeiro (*Actinidia deliciosa*) e pereira.

1.1. Macieira

O sul do Brasil é a região onde se encontram as principais áreas cultivadas com macieira. Isso se deve principalmente pela exigência climática das plantas que necessitam de unidades de frio para a brotação (FRANCESCATTO, 2014; PUTTI et al., 2003). As maçãs brasileiras são produzidas em áreas acima de mil metros de altitude, no nordeste gaúcho, no planalto e no meio-oeste catarinense e no sul paranaense, o que permite a obtenção de produções de qualidade (KIST, 2015).

A área plantada, segundo dados do IBGE (2011) é de 38.292 ha, com produção de 1.231.472 Mg e produtividade média de 32 Mg ha⁻¹. Cerca de 52% da produção nacional se concentra no RS, 43% em SC e 4% no PR (Tabela 18).

Tabela 18. Área plantada, produção e produtividade da cultura da macieira no Brasil e nos principais estados produtores.

UF	Área plantada		Produção		Produtividade (Mg ha ⁻¹)
	(ha)	(%)	(Mg)	(%)	
Brasil	38.292	100	1.231.472	100	32
BA	47	0,12	702	0,06	15
MG	187	0,49	4.128	0,34	22
SP	178	0,46	3.742	0,30	21
PR	1.739	4,54	49.188	3,99	28
SC	18.161	47,43	530.725	43,10	29
RS	17.980	46,95	642.987	52,21	36

Fonte: IBGE (2011).

Outros estados, inclusive do Nordeste, como Bahia (BA) e Ceará (CE), colheram menos de 2.000 Mg nos anos em que houve registro (KIST, 2015). Do total da área plantada com macieira, em SC estão plantados 18.161 ha de macieira em 39 municípios, sendo que entre os três principais estão São Joaquim, que participa com 46% da área plantada, seguido por Fraiburgo com 12% e Bom Jardim da Serra com 8%. Já no RS, 82 municípios cultivam 17.980 ha, sendo que Vacaria participa com 39%, Caxias do Sul 17% e Bom Jesus 16% (IBGE, 2011). Na Tabela 18 também se observa que a maior

produtividade de frutos está no RS, com 36 Mg ha⁻¹, seguido do PR e SC, com 29 e 28 Mg ha⁻¹, respectivamente. O Brasil possui aproximadamente 2.910 propriedades rurais produtoras de maçã, onde 64% está em SC e 29% no RS (IBGE, 2011). Santa Catarina possui uma estrutura produtiva dominada por médias e grandes empresas na região de Fraiburgo, enquanto que na região de São Joaquim o processo é dinamizado por pequenos e médios produtores e cooperativas, com produtividade limitada, onde 90% dos produtores de maçã cultivam até 4,5 ha, perfazendo um total de 2.497 produtores (MATTEI; BITTENCOURT, 2015; SECRETARIA DE POLÍTICA AGRÍCOLA (MAPA), 2013). Pela própria natureza da atividade, a pomicultura é uma atividade intensiva em mão de obra, gerando assim aproximadamente 58.500 empregos diretos e 136.500 empregos indiretos (BRDE, 2011).

1.2. Videira

No Brasil são cultivados 79.759 ha com videiras, distribuídos em 17 estados, tendo como principais produtores o RS com 62,8%, seguido por SP, Pernambuco (PE), PR e SC, com 11,0, 8,5, 6,6 e 6,2%, respectivamente (IBGE, 2011). Em produção, o RS é responsável por 56,1% do total, seguido por PE (15,9%), SP (11,6%), PR (6,1%) e SC (4,8%). Em produtividade, os Estados do Nordeste apresentam as maiores taxas, com destaque para PE (34 Mg ha⁻¹) e Piauí (32 Mg ha⁻¹); ainda se destacam o Distrito Federal (25 Mg ha⁻¹) e Goiás (23 Mg ha⁻¹).

O Brasil tem aproximadamente 26.000 propriedades com viticultura familiar. Destas, 90% se encontram na região sul, 71% no RS, 10% no PR e 9% em SC. Em relação a propriedades não familiares, são encontradas no Brasil em torno de 4.000 unidades, 58% no Sul, 27% no Sudeste e 14% no Nordeste. O RS (39%), SP (24%) e PR (14%) são os estados que apresentam o maior número de estabelecimentos com viticultura não familiar.

Em 2014, a produção de uvas para vinho, suco e processamento foi de 673.422 Mg, correspondendo a 46,9% da produção nacional. O restante da produção (53,11%) foi destinado ao consumo "in natura". Em 2014 a produção de uvas no RS foi de 606.080 Mg, sendo que 89% do total foram uvas comuns e 11% uvas viníferas. Já a produção de vinho total foi de 234.637.437 de litros, com 14% oriundo de viníferas e 86% de uvas comuns (UVIBRA, 2015). As uvas destinadas à elaboração de sucos têm obtido forte crescimento nos últimos anos. Mello (2013) relata que a produção de vinhos, sucos e derivados do RS em 2012 foi de 579,31 milhões de litros, sendo que, em relação ao ano de 2011, o maior acréscimo ocorreu na produção de

suco de uva concentrado e no mosto de uva, com aumento de 27,3% e 20,8%, respectivamente.

1.3. Frutas de caroço

As frutas de caroço são representadas pelo pessegueiro, a ameixeira e a nectarina. Segundo IBGE (2011) o Brasil cultiva 18.092 ha com pessegueiro, distribuídos nos estados de MG, Espírito Santo (ES), Rio de Janeiro (RJ), SP, PR, RS e SC. O RS, principal produtor, é responsável por quase 73% da área cultivada (**Tabela 19**) e quase 63% da produção. Os estados com maiores produtividades são MG e SP. A ameixeira é cultivada em 2.657 ha, sendo 57% na região sul, 42% na sudeste e 1% nordeste. No Sul, 43, 38 e 19% da produção da região está localizada no RS, SC e PR, respectivamente. Já na região sudeste 62, 37 e 1% está localizada nos estados de SP, MG e ES, respectivamente.

Tabela 19. Área plantada, produção e produtividade da cultura do pessegueiro no Brasil e nos principais estados produtores.

UF	Área plantada		Produção		Produtividade (Mg ha ⁻¹)
	(ha)	(%)	(Mg)	(%)	
Brasil	18.092	100	217.706	100	12
ES	6	0,03	30	0,01	5
RJ	13	0,07	156	0,07	12
MG	893	4,94	20.139	9,25	23
SP	1.246	6,89	26.849	12,33	22
PR	1.284	7,10	11.706	5,38	9
SC	1.486	8,21	21.985	10,10	15
RS	13.164	72,76	136.841	62,86	10

Fonte: IBGE (2011).

A área territorial brasileira se concentra em um ambiente climático de baixa aptidão para as frutíferas de clima temperado. Mesmo assim, como relatado acima, essas culturas têm grande importância social e econômica, pois além de contribuir para a diminuição da importação de frutas, também são responsáveis pela geração de milhares de empregos e pela fixação do homem no campo nas pequenas propriedades rurais. Elas ajudam a diversificar a produção, permitindo ao produtor a obtenção de receitas durante quase todo o ano.

A comercialização da produção é uma das fases mais críticas da produção de frutas, necessitando de infraestrutura para armazenamento e prolongamento da vida de prateleira das frutas. O associativismo ou cooperativismo tem contribuído para minimizar os problemas relacionados com a comercialização. A união de pequenos produtores, por exemplo, em pequenas associações, mesmo não tendo grande volume de produção, conseguem se estruturar e adquirem câmaras frias, assim conseguem escalonar no tempo a comercialização, o que permite atingir os mercados mais exigentes.

2. Diferenças nas exigências nutricionais entre culturas anuais e frutíferas

Plantas anuais são aquelas que completam seu ciclo durante uma estação de crescimento e, por isso, há necessidade de fazer uma nova semeadura a cada ano. Algumas espécies, cujas sementes permanecem viáveis no solo durante anos não necessitam de semeadura anual, pois elas germinam tão logo as condições ambientais sejam favoráveis. Essas plantas têm altas taxa de absorção de nutrientes, por isso a sua disponibilidade deve ser alta no solo já que grande quantidade é absorvida num curto espaço de tempo; as suas raízes estão localizadas nas camadas mais superficiais explorando pequeno volume de solo para absorver água e nutrientes. As suas reservas em órgãos da planta são de pouca importância, mas isso não significa que essas plantas deixem de acumular quando existem em altos teores no solo, porém retornam ao solo quando elas pereçam, fazendo uma ciclagem que pode ser aproveitada no ciclo seguinte, mas absorvida do solo.

As frutíferas são plantas perenes, de porte arbóreo ou arbustivo, mas também têm um ciclo estacional vegetativo reprodutivo a cada ano. Absorvem nutrientes mais ativamente durante esse período, mas também o fazem gradualmente ao longo dos estágios de menor atividade fisiológica. Essas plantas possuem raízes fixadas em maiores profundidades, ocupando um maior área e volume de solo para absorção de água e nutrientes. Comparativamente às culturas anuais. A cada novo ciclo as raízes se renovam e se ramificam e se concentram nas camadas mais superficiais do solo. Se o solo é protegido por palha ou outro tipo de cobertura vegetal é possível a aplicação de fertilizantes na adubação de manutenção sobre a superfície sem incorporação, embora nessa prática não há certeza de resultados de curto prazo. Os nutrientes absorvidos são utilizados fisiologicamente no ciclo vegetativo reprodutivo, redistribuídos por toda a planta, inclusive caule, ramos, raízes, onde são armazenados e permanecem assim até a senescência das folhas. No reinício do processo vegetativo são redistribuídos para as brotações novas, enquanto a planta acumula energia para reiniciar a absorção do solo. Kliewer & Cook (1974), relatam que o nitrogênio (N) se acumula em partes perenes da videira, principalmente nas raízes, o que concorda com dados mais atuais gerados no Brasil por Brunetto et al. (2005; 2006).

Esse processo de acumulação e redistribuição constitui o ciclo interno de nutrientes nas culturas perenes. Esse fenômeno é muito estudado para o N. Na **Figura 73** é apresentado um esquema proposto por Millard e Grelet (2010), aqui adaptado para N, onde as

fontes externas de N, proveniente do solo suprem as necessidades das plantas. Já, as fontes internas são consequência do acumulado do ano anterior. As plantas absorvem o N que é usado nos diversos processos fisiológicos internos, ou armazenado; este pode ser redistribuído e/ou sequestrado, quando esse N acumulado não mais participa de processos fisiológicos. Então, durante o ciclo anual das plantas perenes o N utilizado para crescimento e desenvolvimento da planta é oriundo do “pool” externo e interno, que é levado para os pontos de crescimento por translocação e remobilização. Além disso, após o uso metabólico, o N ainda pode ser redistribuído para os órgãos de reservas ou perdido através das folhas e raízes senescentes ou ramos podados (MILLARD e GRELET, 2010). Então, esse processo de absorção, mobilização, ciclagem e armazenamento pode dificultar a interpretação de resultados analíticos do teor puro e simples presente na planta para avaliação de seu estado nutricional, porque isso não ocorre somente com o N, mas com a maioria dos nutrientes essenciais absorvidos do solo.

3. Principais critérios de predição da adubação em frutíferas

A predição da adubação para a maioria das espécies frutíferas temperadas cultivadas no Brasil é realizada com base no diagnóstico da fertilidade do solo e no estado nutricional das plantas, pelo enquadramento

dos resultados da análise de solo e/ou da análise de tecido, normalmente a folha completa, em faixas de disponibilidade, de acordo com a probabilidade de resposta das plantas à adição dos nutrientes. Esses critérios são estabelecidos a partir de resultados experimentais, com experimentos de longa duração, instalados em locais próximos das áreas de produção para isolar o efeito climático, procurando abranger ampla gama de tipos de solos para dar maior segurança na indicação de corretivos e fertilizantes.

Além da análise de solo e tecido, alguns sistemas de recomendação de adubação adotados em alguns estados ou regiões consideram outros critérios para a prescrição da adubação, como a produtividade esperada, os parâmetros de crescimento vegetativo, a relação entre os teores de nutrientes na planta, o comprimento ou o número de gemas de ramos do ano e até os resultados de análise químicas e sensoriais de frutos.

3.1. Análise de solo

A análise de solo mesmo usada isoladamente, tem sido uma forma eficiente na avaliação da disponibilidade de nutrientes que resultam na necessidade ou não da indicação de adubação. A interpretação desses resultados de análise informam a disponibilidade de cada nutriente no solo e o seu enquadramento na faixa de disponibilidade o que subsidia a recomendação técnica quanto à necessidade de aplicação de nutrientes e de corretivos da acidez, bem como a dose de determinado fertilizante (Brunetto et al., 2011).

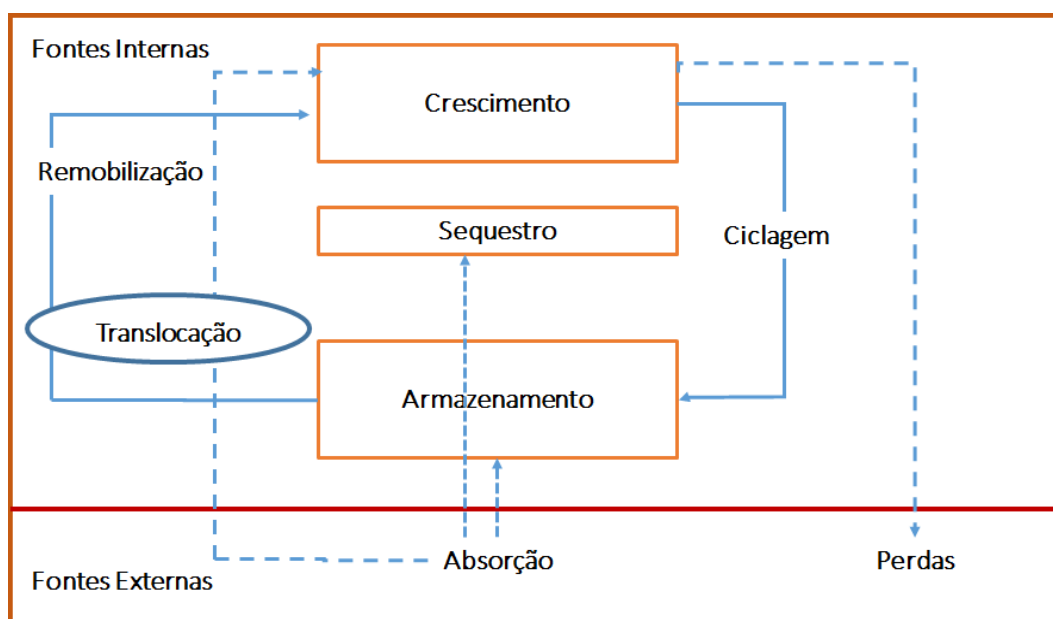


Figura 73. Representação esquemática da fonte de aquisição de N e ciclo interno de nutrientes em árvores. Troca entre fontes externas e internas na árvore são mostrados como linhas pontilhadas: para a absorção diretamente no local de armazenamento, sequestro ou usar no crescimento, reprodução ou outro metabolismo. Ciclagem interna de nutrientes, mostrada em linhas cheias, como remobilização sazonal dos nutrientes através de translocação para outros tecidos a serem usados para o crescimento, reprodução ou outro metabolismo. Fonte: Adaptado de Millard e Grelet (2010).

A primeira análise do solo deve ser realizada antes da instalação do pomar, visando conhecer os parâmetros relacionados à acidez do solo e os teores de nutrientes, para definir a necessidade de intervenção e enquadrá-los nos níveis de suficiência. Mas a análise do solo também é necessária durante a fase produtiva das plantas, anualmente ou até em intervalos de 3 a 5 anos, desde que o pomar apresente oscilações de produtividade, para monitorar os teores de nutrientes e corrigir possíveis desordens. No entanto, intervalo de coleta de solo e análise dependerá das recomendações estaduais ou regionais estabelecidas pelas Comissões de Química e Fertilidade do Solo, que geralmente coordenam a confecção dos boletins ou manuais dessa recomendação. No RS e SC, a CQFS-RS/SC (2004) estabelece a necessidade e dose de fertilizantes na fase produtiva de algumas frutíferas com base nos teores totais de nutrientes nas folhas completas ou partes delas, como pecíolos, e na expectativa de produção. Em algumas frutíferas também se considera o comprimento de ramos do ano. Por isso, os resultados da análise de solo na fase de produção são necessários como informação complementar.

Em área de implantação do pomar recomenda-se que a avaliação por análise do solo seja realizada com antecedência suficiente para permitir a intervenção na área para correção da acidez ou a realização da adubação corretiva. Isso geralmente indica que a amostragem do solos para a realização das análises deva ser feita três meses antes do transplante das mudas. Para isso, a área total deve ser subdividida em áreas homogêneas, principalmente quanto à textura e profundidade do solo, relevo e uso anterior. Em cada área homogênea devem ser coletadas aleatoriamente (zigue-zague), na camada de 0-20 cm, 10 a 20 subamostras. Essas subamostras vão compor a amostra a ser enviada ao laboratório e devem ser destorroadas e misturadas retirando-se em torno de 500g para o envio. Saliente-se que a presença de um torrão nessa mistura é um indicativo de que a amostra não é suficientemente homogênea e representativa da área em questão.

Em pomares já implantados e em produção, a amostragem de solo deve ser realizada na camada de 0-20 cm, após a colheita dos frutos. Se no ano anterior os fertilizantes foram distribuídos na linha de plantio, a amostragem deve ser feita somente nesse local. Se a distribuição dos fertilizantes foi realizada na área total (linha + entrelinha), a coleta das subamostras de solo deve ser realizada em toda a área, seguindo o procedimento da amostragem para implantação do pomar descrito anteriormente.

No transplante de mudas de videira em áreas de vinhedos erradicados, a amostragem do solo deve considerar os diferentes sistemas de produção, separando-se em áreas distintas. Assim, áreas de vinhedos destinados à produção de uvas de mesa, para suco e destinadas à elaboração de vinhos devem ser amostradas separadamente, pois, a produtividade é distinta e, conseqüentemente, a quantidade de nutrientes exportados também, o que aumenta a heterogeneidade do teor de nutrientes no solo. Em áreas declivosas como ocorre em algumas regiões da Serra Gaúcha do RS, o relevo pode ser sistematizado com a construção de terraços tipo patamar. A construção destes terraços causa mistura da camada superficial, com maior fertilidade, com camadas mais profundas, menos férteis. Nessas situações, a amostragem inicial do solo deve sempre ser realizada após a sistematização do terreno.

As principais ferramentas para amostragem do solo são a pá-de-corte, trado holandês, trado calador e trado de rosca. A coleta realizada com trado exige cuidado especial para não perder o solo da camada mais superficial, onde normalmente são observados os maiores teores de matéria orgânica e nutrientes. Por isso, em geral, se recomenda o uso da pá-de-corte para a coleta de solo. Para maiores e melhores informações consultar o Manual ou o Boletim que descreve esses procedimentos.

As subamostras coletadas devem destorroadas, misturadas e homogeneizadas, tomando-se aproximadamente 500 g de solo, evitando-se que esteja encharcado e, de preferência, que seja seco ao ar. Acondiciona-lo em saco plástico limpo e envia-lo para um laboratório de análise, preferencialmente vinculado a alguma Rede Oficial de Laboratórios de Análise do Solo, no caso do RS e SC, da Rede Oficial de Laboratórios de Análise do Solo (ROLAS) dos dois estados. Recomenda-se analisar os macronutrientes (Ca, Mg, P e K), micronutrientes (B, Cu e Zn), além do valor de pH em H₂O, Índice TSM (Tampão Santa Maria) e os teores de Al, matéria orgânica e argila, e calculados os valores de capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases e por Al, como consta no boletim de resultados emitido pelos laboratórios.

Convém destacar que é raro na literatura científica brasileira artigos científicos com exigências de teores disponíveis de nutrientes no solo para frutíferas de um modo geral. Trabalhos de calibração entre os teores estimados pelos métodos de análise do solo com a produtividade ou rendimento relativo, ou mesmo com indicadores de qualidade do fruto, também são escassos, o que dificulta o estabelecimento de níveis de suficiência de nutrientes no solo. A falta dessas informações pode ser atribuída as dificuldades na amostragem,

como o número de subamostras a serem coletadas, à época de coleta ou ao espaço de amostragem. A questão do diagnóstico da disponibilidade de nutrientes e da adubação será tratada mais adiante.

3.2. Análise de tecido

A análise de tecido, geralmente a folha completa, por ser nesses órgãos que as plantas tem maior atividade bioquímica, permite avaliar o teor total de nutrientes, o que possibilitaria diagnosticar o estado nutricional de frutíferas. No entanto, como comentado anteriormente, as plantas tem a capacidade de armazenar nas organelas das células a quantidade de nutrientes que não utiliza fisiologicamente, formando uma reserva que poderá ou não ser utilizada mais tarde, dependendo da demanda bioquímica. Normalmente quando os teores no solo estão acima da necessidade da planta, resultando em alta produtividade, a acumulação foliar é maior e esse “plus” na avaliação do estado nutricional poderá ser interpretado como o teor necessário para atingir alta produtividade, o que não é real. Por isso, a interpretação isolada de seus resultados possui pouca validade, sendo o mais adequado interpretar os valores de forma associada aos resultados de nutrientes obtidos na análise de solo e a outros critérios, como a expectativa de produção, parâmetro de crescimento das plantas, como o comprimento de ramos, entre outros. Porém, essa avaliação pode servir para avaliar a situação dentro de um mesmo pomar que apresenta variações de produtividade e será um dos critérios para se saber se as diferenças observadas são realmente devido a fertilidade do solo.

O diagnóstico do estado nutricional deve ter como objetivos: diagnosticar problemas nutricionais que não se manifestam visualmente; identificar a causa de sintomas visuais observados no campo; verificar se determinado nutriente aplicado foi absorvido pela planta; caracterizar a causa específica de um problema nutricional e juntamente com a análise de solo, orientar um programa racional de adubação e correção do solo (CARMO et al., 2000). Por outro lado, o teor de nutrientes nas folhas completas não depende exclusivamente da sua disponibilidade no solo, pois reflete a taxa de absorção pelas raízes e do seu transporte e redistribuição nos diversos órgãos da planta (Brunetto et al., 2006). Na maioria dos casos, a quantidade de nutrientes do solo pode ser suficiente para suprir a demanda da planta, porém, há outros fatores que podem fazer com que um ou mais nutrientes não sejam absorvidos em quantidade suficiente, como a deficiência ou o excesso de água, como a compactação do solo ou

qualquer impedimento ao crescimento radicular, inclusive algumas propriedades do solo, como alumínio trocável alto ou deficiência de cálcio e magnésio. Além disso, e como já foi destacado, os nutrientes absorvidos pelas plantas são redistribuídos para órgãos que atuam como drenos, como os frutos, o que resulta em baixos teores nas folhas. Por exemplo, na cultura da videira, estudos realizados por Brunetto et al. (2007) e Brunetto et al. (2008c) alertaram sobre as limitações da análise foliar como ferramenta de diagnóstico do estado nutricional, e detectaram que o teor de N nas folhas de videiras aumentou com a aplicação de doses crescentes do nutriente no solo, porém isso não se refletiu em aumento na produtividade de uva. A falta de relação entre o teor foliar de nutriente e a produtividade pode ter origem na compartimentalização de parte do nutriente em organelas da célula. Isso ocorre quando o nutriente é absorvido em quantidade maior que a demanda fisiológica da planta e é armazenado no vacúolo, como ocorre também com P e K. Com isso, a concentração foliar supera o valor necessário para atendimento de suas funções metabólicas, contribuindo para a ocorrência de erros de interpretação da necessidade da cultura. Por isso, os modelos de previsão de adubação baseados somente nos teores totais de nutrientes em tecido da planta devem ser interpretados com cuidado.

Quando a opção for realizar o diagnóstico nutricional de frutíferas usando a análise de folhas, estas devem ser coletadas seguindo as recomendações estabelecidas, normalmente, pelas Comissões de Química e Fertilidade do Solo de Estados ou regiões, ou por outra recomendação oficial para a frutífera. Em geral, estas recomendações estabelecem a melhor época do ano ou estágio fenológico de coleta das folhas; posição na planta e nos ramos onde as folhas devem ser coletadas e número de folhas por planta ou área. Por exemplo, na cultura da videira, a CQFS-RS/SC (2004) estabelece a coleta de folhas de videiras na mudança de cor das bagas, quando cerca de 50% atinge a cor final. A folha completa deve ser coletada na posição oposta ao primeiro cacho de um ramo frutífero. Caso a opção seja a coleta do pecíolo, ele deve ser retirado na mudança de cor da baga, em folhas recém-maduras de ramos frutíferos, ou seja, aquelas mais novas que já completaram o crescimento. Mas, convém destacar que a amostragem de folhas completas ou mesmo pecíolos exigem cuidados, como não coletar amostras durante 15 dias após a aplicação de fertilizantes foliares ou aplicação de fungicidas ou inseticidas na planta; não coletar amostras em frutíferas localizadas próximas a estradas, pois a deposição de partículas de solos sobre a superfície do limbo tende a ser maior, o que poderá superestimar o teor de nutrientes, especialmente, se as folhas

não forem lavadas depois da coleta; evitar a coleta de tecido em plantas com ataque de pragas e doenças, e coletar separadamente o tecido das plantas com e sem sintomatologia de deficiência ou toxidez nutricional.

As folhas depois de coletadas, independentemente da frutífera devem ser lavadas com água destilada ou, em algumas situações, com detergente neutro e enxaguadas com mais água destilada. Em seguida, devem ser secas ao ar ou imediatamente acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e enviadas ao laboratório de análise de tecido. Caso não seja possível a lavagem das folhas a campo, aquelas folhas coletadas preferencialmente não devem conter deposição de resíduos de fungicidas ou partículas de solo. No laboratório, as folhas completas ou pecíolos são secos em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até matéria seca constante. Em seguida, o tecido é moído e submetido aos métodos de análise química, que iniciam pela abertura das amostras, com posterior análise de nutrientes por métodos que permitem determinar os teores de N, P, K, S, Ca, Mg e de micronutrientes, como Zn, Cu, Mn, Fe, B e Mo, por via úmida ou seca, por métodos descritos por Tedesco et al. (1995) ou Carmo et al. (2000).

Os resultados da análise das folhas referenciais, constantes nos laudos podem ser interpretados usando a **Tabela 20** para a cultura da videira nos estados do RS e SC. Isso remete à interpretação para definir as doses de nutriente a serem adicionados ao solo na forma de fertilizantes industrializados ou orgânicos (CQFS-RS/SC, 2004), mas não assegura que esses resultados representem o estado nutricional das plantas.

3.3. Análise de fruto

A análise de frutos em frutíferas temperadas, como as cultivadas nos estados do RS e SC, normalmente é um método pouco usado. Entretanto, em algumas espécies, como na macieira, a análise de fruto 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 de frutos provocadas por distúrbios fisiológicos, uma vez que o teor de alguns nutrientes, como o N, Ca, K, entre outros, apresentam relação com a ocorrência de distúrbios fisiológicos, como o "bitter pit", o "cork spot", a depressão lenticelar, entre outros. No entanto, o uso da análise de frutos em um maior número de frutíferas, especialmente naquelas em que os frutos são armazenados em câmara fria, para posterior comercialização "in natura" está condicionado à padronização do número de frutos que devem

compor uma amostra, à época de coleta dos frutos e ao diâmetro dos frutos amostrados (Ernani, 2003). Somado a isso, existe a necessidade de padronizar os protocolos de preparo de amostras no laboratório, como a lavagem dos frutos, local de amostragem no fruto, bem como as técnicas de análise. Feito isso, poderá ser possível estabelecer recomendações mais adequadas para as frutíferas temperadas que produzem frutos que podem ser armazenados e posteriormente comercializados "in natura".

3.4. Crescimento vegetativo

Alguns parâmetros de crescimento vegetativo, em especial, o comprimento de ramos do ano, têm sido usado como critério complementar para definição do estado nutricional e da necessidade do nutriente para ser aplicado em algumas frutíferas temperadas, como por exemplo, a macieira, o pessegueiro, a nectarina e a ameixeira (CQFS-RS/SC, 2004; Brunetto et al., 2011). Isoladamente, o comprimento dos ramos tem sido usado para diagnosticar o vigor das plantas e isso se associa à disponibilidade de nutrientes no solo, especialmente do N. O excesso de crescimento não é desejado porque pode causar menor incidência de raios solares no interior das frutíferas, reduzindo a atividade da fotossíntese e de enzimas que regulam a síntese de alguns compostos, como as antocianinas, diminuindo a cor vermelha dos frutos o que deprecia a sua qualidade. Exemplo de planta com excesso de vigor é apresentada na **Figura 74**, onde os cachos de uva (**Figura 74 a**) e os frutos de pessegueiro (**Figura 74 b**) não são visíveis por causa da maior área foliar, estimulada pelas doses e de N adicionadas acima das necessidades da planta.

3.5. Produtividade

A produtividade esperada de frutos tem sido usada como um dos critérios para definir a necessidade e a dose do fertilizante a ser aplicado em pomares de frutíferas temperadas, como por exemplo, na videira (CQFS-RS/SC, 2004). Entretanto, o uso isolado da produtividade esperada para definir a dose do nutriente a ser aplicado 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, como as geadas, as chuvas de granizo, os ventos, entre outros, bem como a incidência de doenças e o ataque de pragas, podem afetar negativamente a expectativa de produção.

Tabela 20. Interpretação dos teores de macronutrientes e micronutrientes em pecíolos e folhas completas de videira.

Material	Interpretação	Macronutrientes (%)					Rel.	Micronutrientes (mg kg ⁻¹)			
		N	P	K	Ca	Mg	K/Mg	B	Fe	Mn	Zn
Pecíolos	Insuficiente	< 0,4	< 0,09	< 0,8	< 0,5	< 0,15	< 1	< 15	< 15	< 20	< 15
	Abaixo do normal	0,4-0,65	0,09-0,15	0,8-1,5	0,5-1,0	0,15-0,25	1-3	15-22	15-30	20-35	15-30
	Normal	0,66-0,95	0,16-0,25	1,51-2,5	1,01-2,0	0,26-0,50	4-7	23-60	31-150	36-900	31-50
	Acima do normal	0,96-1,25	0,26-0,40	2,51-3,5	2,01-3,0	0,51-0,70	8-10	61-100	151-300	901-1500	51-100
Folhas completas	Excessivo	> 1,25	> 0,40	> 3,5	> 3,0	> 0,70	> 10	> 100	> 300	> 1500	> 100
	Abaixo do normal	< 1,6	< 0,12	< 0,8	< 1,6	< 0,2	-	< 30	< 60	< 20	< 25
	Normal	1,6-2,4	0,12-0,40	0,8-1,6	1,6-2,4	0,2-0,6	-	30-65	60-180	20-300	25-60
	Acima do normal	> 2,4	> 0,4	> 1,6	> 2,4	> 0,6	-	> 65	> 180	> 300	> 60

Fonte: CQFS-RS/SC (2004).



Figura 74. Videiras (A) e pessegueiros (B) com excessivo vigor da parte aérea provocado pela aplicação de doses elevadas de fertilizante nitrogenado.

Mesmo assim, tanto em sistemas de recomendação para frutíferas temperadas, por exemplo, no RS e SC, bem como em outros tradicionais países produtores de frutas do mundo, o uso da produtividade esperada tem sido usado alicerçado no fato de que, se estimando a produtividade, aliada ao teor médio de nutriente no fruto, pode-se definir, mesmo que de maneira muito aproximada, a quantidade de nutriente exportada via fruto. Com isso, tem-se uma aproximação da quantidade de nutriente que deve ser adicionada no solo via adubação, princípio este considerado na elaboração da maioria das tabelas de recomendação de fertilizantes para a adubação de manutenção na maioria das frutíferas temperadas.

Convém relatar que alguns sistemas de recomendação de adubação já utilizam a produtividade obtida no ano ou safras anteriores, como critério principal ou auxiliar para definir a dose de fertilizantes a serem adicionados nos pomares.

4. Calagem e tipos de adubação em pomares

4.1. Calagem

A calagem é uma prática baseada na recomendação de calcário para solos ácidos e visa proporcionar um ambiente de crescimento radicular adequado, diminuindo a atividade de elementos potencialmente tóxicos para as plantas não adaptadas, como o alumínio e o manganês, além de favorecer a disponibilidade de elementos essenciais à nutrição de plantas pela elevação do pH. As doses recomendadas são aquelas necessárias à neutralização dessa acidez potencial na massa total de solo onde se quer ter crescimento radicular. No entanto, uma vez corrigida essa acidez potencial, o solo nunca mais será o mesmo e jamais numa escala centenária de anos a acidez potencial e, em especial, a saturação por alumínio retornará a seu status natural. Concomitantemente a acidificação do solo, nos casos avançados como se observam em regiões tropicais e subtropicais, os coloides inorgânicos do solo passam a ter alta capacidade de adsorver fósforo e sua disponibilidade também se torna desfavorável à obtenção de produtividades elevadas. Então, sempre que há referência à baixa fertilidade de solos ácidos, a presença de saturações por alumínio elevadas e baixa disponibilidade de fósforo têm sido apontadas como as maiores limitadoras da produtividade das plantas.

Há no Brasil duas formas de estabelecer as doses de calcário para a correção da acidez. No RS e SC se visa alcançar um pH considerado favorável para o crescimento de plantas, então nas recomendações da CQFS-RS/SC (2004) se pode escolher doses que permitam que o pH alcance entre 5,5 e 6,5, mas para a maioria das situações o pH escolhido é 6,0. Já em outros estados do Brasil a dose é definida pela necessidade de elevar a saturação por bases, considerando a CTC a pH 7, para

valores de 70%. Isso não representa uma divergência, pois solos com saturação por bases na ordem de 70% tem um pH próximo de 6,0.

A correção da acidez para áreas cultivadas com frutíferas temperadas objetiva elevar o valor de pH desejado na camada de 0-20 cm, por isso a dose recomendada é igual a constante no Boletim (CQFS-RS/SC, 2004). Nos casos onde o calcário for aplicado em camadas menores ou maiores a 0-20 cm, as doses podem ser corrigidas proporcionalmente (ERNANI, 2003), porém doses maiores para menores profundidades não afetam o rendimento e aumentam o efeito residual da calagem. Para as frutíferas temperadas pode se realizar a correção da acidez do solo até 30 ou 40 cm e também é necessário recalcular as doses à profundidade, mas essa prática é dependente da disponibilidade de equipamentos adequados para a mobilização do solo. A adição de calcário em camadas mais profundas é para estimular e emissão de raízes em maiores profundidades e, com isso, podem contribuir na absorção de nutrientes e água. Nem sempre o menor o valor de pH do solo indica que maior será a dose de calcário a ser aplicada, pois a dose depende da acidez potencial e não do caráter ácido do solo. Convém comentar, que atualmente nos laboratórios de análise de solo no RS e SC a estimativa da acidez potencial é realizada através do Tampão Santa Maria (TSM). O TSM funciona igual ao SMP, mas sem a presença na solução de *p*-nitrofenol e do cromato de potássio.

O calcário, preferencialmente, deve ser aplicado com antecedência da instalação do pomar, sobre a superfície do solo e incorporado, quando as doses são elevadas, maiores que 5 t ha⁻¹, pode ser dividido em duas ou mais vezes, seguido de gradagem e nova incorporação. Nessa situação o calcário pode ser aplicado sobre o solo e incorporado nos dias que antecedem o transplante das mudas (ERNANI, 2003).

Nos pomares em produção, quando diagnosticada a necessidade de aplicação de corretivo da acidez do solo ele pode ser adicionado sobre a superfície, mas o seu deslocamento no perfil é lento solo e se deve esperar pequena eficiência na correção da acidez, especialmente em profundidade. Isso ocorre porque a migração da frente de neutralização proporcionada por seus produtos da dissolução e dissociação é muito lenta no perfil do solo (Melo et al., 2006; Kaminski, et al., 2005). Deve se evitar a mobilização do solo com equipamentos, para evitar danos físicos às raízes. Com isso, se evita a incidência de doenças radiculares e a perda de reservas nas raízes, como carboidratos e N. Porém, se a acidez for elevada e estiver prejudicando a produtividade das plantas, o solo deverá ser mobilizado do

mesmo modo que o previsto para a implantação, evitando-se a mobilização muito próxima da planta, mas a dose pode ser aquela prevista pela análise do solo. Porém, a expectativa de produtividade do ciclo imediato a correção da acidez é menor

Recomenda-se a utilização de calcários dolomíticos porque são mais baratos e suprem a demanda das plantas por Ca e Mg e, por outro lado, nenhum desses nutrientes tem efeito prejudicial sobre as culturas mesmo excedendo os limites muito altos. Como relatado por Ernani (2003), mesmo para espécies exigentes em Ca, para evitar a incidência de distúrbios fisiológicos em frutos, como da macieira e pereira, não se recomenda a utilização de calcários calcíticos. Segundo o autor, a adição de cal hidratado, originado das câmaras de atmosfera controlada dos 'packing-houses', é uma boa alternativa para essas duas frutíferas, em suplemento ao calcário dolomítico. Isso diminuiria os custos da calagem e ao mesmo tempo utilizaria um subproduto do processo de armazenagem de frutos.

4.2. Adubação de correção (pré-plantio)

A adubação de correção, ou pré-plantio é uma prática de antecipação de adubação e é necessária para culturas que dificultam a mobilização do solo depois de implantadas, como o caso de frutíferas. Ela visa elevar a disponibilidade de nutrientes para um nível de suficiência bom, para então conduzir o pomar com adubações sazonais ou estacionais, de acordo com a exigência da espécie. Ela consiste na adição de fósforo e potássio de acordo com a classe de disponibilidade do solo, cujas quantidades necessárias constam nos Boletins ou Manuais de Adubação de cada Estado ou Região. Ela independe da cultura a ser implantada e está associada às condições de fertilidade da área escolhida para o pomar. Deve ser realizada antes do plantio dos porta-enxertos ou das mudas e os procedimentos são similares aos previstos para a calagem. Assim, doses de fertilizantes fosfatados e potássicos devem ser distribuídos sobre a superfície do solo e incorporados até a camada de 0-20 cm. Caso a opção seja a aplicação em camadas mais profundas, exemplo, até 30 ou 40 cm, a dose dos fertilizantes deve ser proporcionalmente corrigida. Por isso, a adubação corretiva pode ser realizada simultaneamente a calagem.

Não se recomenda aplicar N na adubação de correção, porque, os porta-enxertos ou as mudas possuem um pequeno volume de raízes explorando o solo e grande parte do N assim aplicado pode ser rapidamente perdido por lixiviação, especialmente, em solos com textura superficial arenosa, como os Argissolos (LORENSINI et al., 2014).

Na adubação de correção, em culturas exigentes, micronutrientes, como o Zn e o B podem ser adicionados no solo e incorporados na mesma operação de incorporação dos fertilizantes fosfatados e potássicos. A aplicação de B é uma prática algumas vezes realizada em solos a serem cultivados com videira e macieira (MELO, 2003). Além disso, o Zn também é adicionado em solos a serem cultivados com macieira (ERNANI, 2003).

4.3. Adubação de crescimento

A adubação de crescimento visa promover o vigor da planta, estimulando o crescimento das raízes e da parte aérea das frutíferas. Ela é realizada após o estabelecimento do pomar, durante o crescimento das plantas, antes que as plantas iniciem a produção de frutos, o que dependerá da espécie, mas deve durar de 2 a 4 anos.

O N é o único nutriente recomendado na adubação de crescimento. Porém, se visualmente as plantas apresentarem sintomatologia de deficiência, outros nutrientes também podem ser aplicados ao solo, mas isso só ocorrerá se não foi feita adubação de correção. Pode-se usar fertilizantes minerais e orgânicos, que devem ser aplicados na linha ou projeção da copa das plantas, sobre a superfície do solo e sem incorporação, para evitar danos físicos às raízes das frutíferas, ou antes da capina se for mecânica. Fontes de N mineral, como a ureia, devem ter sua aplicação parcelada em duas ou mais vezes, o que aumenta o seu aproveitamento e minimiza as perdas.

4.4. Adubação de manutenção (produção)

A adubação de manutenção ou produção é assim denominada porque visa manter a fertilidade do solo e repor os nutrientes exportados pela colheita dos frutos, por isso é realizada depois do início da produção de frutos. Os nutrientes aplicados no solo normalmente são o P, K e N, mas pode se incluir alguns micronutrientes para as espécies exigentes ou se a recomendação de adubação assim o prever.

A definição de doses de fertilizantes é regida pelos sistemas de recomendação regionais ou estaduais de acordo com a espécie de plantas e/ou com o resultado da análise do solo ou da planta. A predição apenas com base na exportação de nutrientes pelos frutos da safra anterior e baseado na expectativa de produtividade não é aconselhada, pois se desconsidera reações químicas em solos que afetam a disponibilidade de nutrientes (ERNANI, 2003), principalmente nos primeiros anos do estabelecimento do pomar. Por isso, em alguns

sistemas de recomendação de adubação para frutíferas (CQFS-RS/SC, 2004), a dose é definida com base não só na expectativa de produtividade ou produção do ano anterior, mas auxiliada pelo teor total de nutriente da folha e parâmetros de crescimento, como o comprimento de ramos.

Os fertilizantes na adubação de manutenção devem ser aplicados sobre a superfície do solo da projeção da copa das plantas, na linha de plantio ou em toda a área do pomar, sem incorporação, para evitar danos às raízes. O local da aplicação (projeção, linha de plantio ou área total) é dependente da idade das plantas. Plantas mais jovens e em início da produção possuem raízes mais localizadas na projeção da copa ou próximas a linha de plantio e, por isso, se espera maior eficiência de absorção de nutrientes quando os fertilizantes forem adicionados nestes dois locais. Por outro lado, plantas adultas, em produção, possuem raízes distribuídas nas linhas e entrelinhas de plantio. Assim, os fertilizantes podem ser aplicados nas linhas e inclusive nas entrelinhas, mas preferencialmente em menores doses.

Na adubação de manutenção podem ser utilizados fertilizantes simples, formulados ou orgânicos. Também, em alguns casos pode ser realizada adubações foliares, tema que será abordado a seguir.

Alguns trabalhos relatam que a adição de resíduos orgânicos, como o composto orgânico, pode promover maior crescimento de frutíferas em comparação a fertilizantes minerais. Muito provavelmente isso possa estar associado à liberação mais lenta de N, P, K e de micronutrientes, o que aumenta o sincronismo com a absorção das plantas, sem considerar que esses materiais também são condicionadores de solo na retenção da umidade, no aumento da porosidade e fornecedores de energia para atividade microbológicas dos solos.

4.5. Adubação foliar

Para o fornecimento dos nutrientes de maior exigência pelas frutíferas em geral, inclusive aquelas de clima temperado, faz-se necessário, em função das doses e dos custos envolvidos, que seja priorizada a aplicação via solo, onde as raízes além de constituírem órgãos de apoio mecânico, absorvem água e nutrientes. No entanto, em agudas deficiências de nutrientes, em especial, para aqueles que são menos exigidos, ou, em condições adversas de mobilidade do nutriente na planta e, ou absorção via raízes, às vezes é necessário recorrer à adubação foliar.

As folhas, órgãos fotossintéticos, podem absorver elementos dissolvidos e a ela fornecidos. Essa capaci-

dade originou a prática da adubação foliar, em que soluções de um ou mais nutrientes são aspergidas sobre a parte aérea das plantas, atingindo principalmente as folhas (VOLKWEISS, 1991), para correção ou prevenção de deficiências nutricionais.

A aplicação e deposição de nutriente(s) no tecido foliar não implica necessariamente que o mesmo esteja ativo em termos fisiológicos. A eficiência da absorção e transporte do(s) nutriente(s) aplicado via adubação foliar depende de inúmeros fatores que atuam isoladamente ou em combinação, que estão relacionados com a morfologia e fisiologia da planta, as características da solução aplicada e o ambiente externo.

Como apresentado por Malavolta (2006), a penetração dos nutrientes depositados na superfície foliar não ocorre em toda a superfície cuticular. Isso se concentra em áreas puntiformes cuja localização coincide com os ectodermas, ou seja, filamentos protoplasmáticos que penetram a parede celular em contato com a cutícula. A absorção é maior quando a solução é aplicada na face abaxial (inferior) da folha, pois a cutícula é mais delgada e as cavidades estomáticas (desde que não estejam ocupadas por gases), aumentam a superfície de contato com a solução.

Após o contato dos nutrientes com a superfície foliar a absorção ocorrerá em três etapas: (1) atravessar a cutícula e as paredes das células epidérmicas por difusão; (2) chegada à superfície externa do plasmalema; (3) passagem através da membrana citoplasmática e entram no citoplasma e no vacúolo depois de atravessar o tonoplasto (MALAVOLTA, 2006). Dependendo do elemento, poderá haver retenção cuticular a exemplo do Ca como verificou Chamel (1988) após aplicação foliar de Ca em folhas de pereira.

Salienta-se, que os constituintes das membranas (fosfolipídios, sulfolipídios e proteínas), contém grupos com carga elétrica e os íons interagem com estes grupos, assim quanto maior a valência, maior será o raio do íon hidratado, o que dificultará a passagem do íon pela membrana. Ou seja, a absorção decresce na ordem: moléculas sem carga > cátion⁺, ânion⁻ > cátion²⁺, ânion²⁻ > cátion³⁺, ânion³⁻. Com relação ao íon acompanhante, em se tratando de micronutrientes (catiônicos), a absorção mais rápida é dada ao nutriente (M) acompanhado do MNO₃ ou MCl e a mais lenta ao MSO₄.

O caminhamento do soluto da epiderme para o interior da folha até atingir o sistema de vasos condutores (xilema e/ou floema) se faz vias apoplasto (conjunto de paredes celulares e espaços entre as células) e simplasto (constituído pelo continuum citoplasmático devido às comunicações entre uma célula e outra). Sendo que a velocidade de absorção pelas folhas é depen-

dente do elemento, da concentração da solução aplicada, das condições ambientais e da espécie. Por exemplo, em macieiras o tempo necessário para que haja absorção pela folha de 50% da quantidade aplicada de N e P foi, em média de 1,5 horas e 9 dias, respectivamente (Malavolta, 2006).

Em plantas de kiwizeiro, Tagliavini et al. (1995) constataram pH elevado nas folhas, e que este induzia o aparecimento da deficiência de Fe. Porém a aplicação de ácido cítrico na folha foi suficiente para elevar o teor de clorofila e Fe ativo. Confirmando este fato, Haleem et al. (1995) observaram que o teor de Fe presente nas folhas não refletia adequadamente o parâmetro na avaliação da deficiência deste nutriente.

Uma vez absorvido poderá ocorrer a redistribuição deste elemento. A maior ou menor mobilidade do elemento apresenta consequências práticas no fornecimento. Elementos que apresentam mobilidade restrita exigem aplicações foliares constantes, para correção de suas deficiências e podem ser economicamente mais viáveis quando aplicados via solo.

Quando a mobilidade do nutriente na planta, segundo Welch (1999), didaticamente podemos adotar como móveis os nutrientes: N, P, K, Mg, S e Cl; como variáveis: Fe, Zn, Cu, Mo, Ni e Co; e como condicionais: Ca, B e Mn. A classificação de mobilidade “variável” e “condicional” é apresentada visto que há espécie de plantas, e mesmo o estado nutricional interno destas, que podem alterar a dinâmica de redistribuição. Rodrigues et al. (2005) em espécies de Pomáceas, observaram que a presença do açúcar sorbitol, pode estar associado à capacidade destas plantas em absorver o B via foliar e translocá-lo dentro da planta. Hu e Brown (1997), em plantas de macieiras, verificaram que ocorre a translocação de B em quantidades significativas na forma de um complexo orgânico (B-itóis) móvel na seiva do floema.

Em mudas de pessegueiros Souza et al. (2012), observaram que, apesar de pequena, houve mobilidade do B aplicado via foliar das folhas velhas para as folhas novas, sendo que, do teor total de B aplicado via foliar, em média, 6,5% é encontrado nas folhas novas aos 30 dias e 1,7% aos 60 dias após a aplicação. Os autores ainda concluíram que a adubação com B via solo proporciona maior teor total do nutriente na folha nova em comparação à adubação via foliar. Este último resultado corrobora com os dados obtidos por Quaggio et al. (2003) que concluíram que a adubação boratada no solo é mais eficiente do que a aplicação via foliar em laranjeira Pêra. Sartori et al. (2008) também observaram que a contribuição da adubação foliar ao teor de Zn dos órgãos novos da laranjeira ‘Valência’, nascidos após a

aplicação, foi comparativamente menor que a contribuição da adubação aplicada no solo, que teve também um efeito residual constatado até o segundo fluxo de crescimento.

Em área de cultivo comercial de pessegueiro cultivar Maciel, Gazolla Neto et al. (2007) ao avaliarem quatro diferentes tratamentos de adubação foliar, concluíram que estes não influenciaram a produtividade e a qualidade (podridão, firmeza da polpa, coloração, matéria fresca e seca) dos frutos. Os autores, atribuem à reserva de nutrientes na planta e/ou as quantidades de nutrientes fornecido, via solo, o adequado suprimento nutricional, e por isso a ausência de resposta no emprego da adubação foliar.

Canesin e Buzetti (2007), ao avaliarem o efeito de dez tratamentos de adubação foliar, com B e Zn em Pereira-Japonesa e Pinha, cultivadas em solo com teores considerados médios e altos para estes elementos, concluíram que os tratamentos não influenciaram o número e a massa média das frutas, bem como a produção e os teores de sólidos solúveis totais (SST) e a acidez total titulável dos frutos de ambas as culturas.

Utilizando a técnica isotópica, Boaretto et al. (2002; 2003; 2004) verificaram que o B, Mn e Zn aplicados via foliar, em plantas de citros, aumentaram os teores nas folhas que receberam a solução, mas as demais não tiveram o nível elevado. Os autores relataram que menos de 10% das quantidades Zn e Mn que são depositadas na superfície das folhas de laranjeira são absorvidas. Menos de 1% das quantidades do Zn e do Mn depositadas nas folhas são transportadas as partes da laranjeira que crescem após a adubação foliar e são insuficientes para alterar significativamente os teores foliares destes micronutrientes nestas partes. Para o B total depositado nas folhas, 25% foi absorvido, sendo do total depositado somente 1,4% translocado para as brotações novas.

Brunetto et al. (2005), também empregando a técnica isotópica, observaram que em três genótipos de videiras viníferas a aplicação do N via foliar antes da senescência das folhas, não constitui uma prática eficiente, pois proporciona baixa absorção do elemento. Os autores concluíram ainda que a maior contribuição de N para a rebrota provém das raízes. Brunetto et al. (2008a) complementam ao afirmarem que as aplicações foliares de N promovem aumento no teor de N na folha inteira, apenas por curtos períodos de tempo após a aplicação e podem causar diminuição nos teores de

amido e carboidratos solúveis totais nas gemas dos ramos do ano, e não afetam os teores de carboidratos redutores e os totais de aminoácidos e proteínas.

Contudo, em algumas situações, devido à baixa transpiração dos frutos, a absorção radicular pode não ser suficiente para suprir esses drenos. Por isso, aplicações localizadas têm sido recomendadas em manuais oficiais, a exemplo do Ca em maçã, para minimizar a indução de "*russetting*"³ (CQFS-RS/SC, 2004), e também em frutos de tomateiro (MELO et al., 2014), para prevenir podridão apical.

No entanto, para o controle de "*bitter pit*"⁴, em maçãs, Katsurayama et al. (2011) ao avaliarem aplicações foliares de Ca de diversas fontes durante três safras agrícolas, concluíram que as fontes do nutriente testadas pouco afetaram o teor dele no fruto e, portanto, possuem pouca eficiência de seu controle. Isso corrobora com as observações de Brunetto et al. (2008b), que ao avaliarem a aplicação foliar de duas fontes de Ca sobre o ciclo produtivo de pessegueiros na Serra Gaúcha do RS observaram aumento do teor deste nutriente na folha, contudo sem interferência deste no teor do fruto e na produção.

No que tange a avaliação do estado nutricional, que geralmente em frutíferas é realizada pela diagnose foliar na floração ou no início do desenvolvimento dos frutos, se houver anteriormente a esta, a prática da adubação foliar, os teores observados na análise química poderão não refletir o real estado nutricional das plantas, haja vista, o exemplo já citado do Ca retido na cutícula em pereira (CHAMEL, 1986) e do Fe em quivezeiro (TAGLIAVINI et al., 1995; HALEEM et al., 1995); bem como o trabalho de Rozane et al. (2015), que observaram que pulverizações de fungicidas cúpricos, interferem no balanço do estado nutricional de plantas cítricas.

Peryea (2005), observou que o uso da lavagem das folhas de macieira submetidas à aplicação de fertilizantes com Zn diminuiu a concentração do nutriente foliar comparado às amostras não lavadas. Por outro lado, Gallaher (1995) ao avaliarem a eficiência da lavagem de folhas de laranjeiras, submetidas à aplicação de sulfato de Zn verificaram que apesar de ter ocorrido a diminuição do teor de Zn foliar comparado às amostras não lavadas, o nutriente ainda apresentou-se estatisticamente superior ao tratamento testemunha (sem a aplicação de sulfato de Zn). Conforme observações feitas por Fontes (2001), contaminantes na amostra podem

³ "*Russetting*" é um distúrbio fisiológico da maçã que se caracteriza por apresentar a película rugosa e áspera.

⁴ "*Bitter pit*" é um distúrbio fisiológico que ocorre em maçãs, sendo caracterizado por uma pequena depressão na superfície da casca, a área lesionada possui coloração escura, acima das áreas de tecido necrosado da polpa.

ser fonte significativa de erros na análise química, principalmente de micronutrientes, devendo ser eliminados dos tecidos.

Convém ressaltar que algumas plantas possuem certa tolerância a níveis elevados de determinados nutrientes, como ocorre com o Mn em caramboleiras (HERNANDES et al., 2011) e o Zn em milho (STOREY, 2007). Desta forma a prática da adubação foliar com estes nutrientes, em especial nestas culturas, poderá superestimar os teores, pois mesmo que os resíduos sejam totalmente ou parcialmente lavados da superfície foliar, há plantas que podem acumular nutrientes nos vacúolos, permanecendo uma concentração baixa no citoplasma (STOREY, 2007; HERNANDES et al., 2011). No entanto, a determinação química de análise foliar determina o teor total do elemento na folha, computando a fração metabólica e não metabólica do nutriente, ou pouco solúveis, na forma de precipitados e, portanto, não ativo à planta.

Assim, se a prática da adubação foliar e/ou a utilização de defensivos que contenham em sua composição nutrientes a serem avaliados no balanço nutricional, for indicada anteriormente à avaliação do estado nutricional, se ressalta que deverá haver cautela na interpretação e avaliação de seus resultados.

5. Plantas de cobertura do solo em pomares

A diversidade de espécies de plantas de cobertura é grande para uso em pomares. Independentemente da espécie, gramíneas, leguminosas, a mistura delas ou mesmo a vegetação espontânea, o importante é que essas plantas protejam a superfície do solo contra o impacto da gota de chuva e a erosão, e promovam a ciclagem de nutrientes.

Antes de definir quais espécies se adaptam melhor às condições do pomar e às demandas do fruticultor, algumas características importantes das plantas precisam ser abordadas. Existem dois principais grupos que predominam: as leguminosas e as gramíneas.

As leguminosas apresentam como principal característica o elevado teor de N no tecido, resultando numa baixa relação C/N. Essa característica faz com que sua decomposição e liberação de nutrientes ocorram rapidamente após seu manejo, diminuindo o sincronismo entre a liberação e absorção do nutriente pela frutífera, o que estimula as perdas de nutrientes, principalmente, aqueles que possuem baixa energia de adsorção na fração coloidal do solo, como o N-NO₃ (FERREIRA et al., 2014). Além disso, uma rápida decomposição significa diminuição na cobertura do solo deixando-o exposto. A ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.) é uma leguminosa normalmente introduzida solteira ou

consorciada com gramíneas em pomares na região Sul (Figura 75 a). Existem algumas leguminosas perenes que também podem ser utilizadas, dentre elas destacam-se o trevo branco (*Trifolium repens* L.) e trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.).

Gramíneas apresentam maior relação C/N e a decomposição dos resíduos sobre o solo é mais lenta. Assim, se por um lado a liberação de nutrientes será mais lenta, por outro, a permanência dos resíduos na superfície do solo por mais tempo aumenta a sua proteção. Exemplos de espécies gramíneas anuais que se adaptam muito bem em pomares de diversas regiões da região Sul do Brasil são as seguintes: aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), aveia branca (*Avena sativa* L.), azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e o centeio (*Secale cereale* L.) (Figura 75 b). Outras gramíneas de ciclo perene também podem ser usadas, como por exemplo, as espécies de gramas do gênero *Cynodon* e capins do gênero *Paspalum*.

O plantio consorciado entre espécies de plantas de cobertura leguminosas e gramíneas é uma boa estratégia para melhorar o aproveitamento dos nutrientes pelas frutíferas. No consórcio, a relação C/N será intermediária àquela observada no tecido das plantas cultivadas isoladamente e a decomposição e liberação de nutrientes será de forma gradual, aumentando o aproveitamento dos nutrientes pelas frutíferas. O consórcio de ervilhaca com aveia preta ou branca e plantas espontâneas é uma prática comum em pomares da região Sul do Brasil (Figura 75 c, d).

5.1. Implantação de plantas de cobertura

A semeadura é uma etapa muito importante para o sucesso do estabelecimento das plantas de cobertura do solo em pomares. A melhor forma para obter uma boa população de plantas é através da ressemeadura natural. Para isso, é necessário que as plantas de cobertura do ano anterior completem o ciclo e as sementes permaneçam no solo para que no ano seguinte, as mesmas possam germinar e emergir, assim que as condições de clima e solo permitirem. Com isso, é possível eliminar etapas mecanizadas de implantação e necessidade de aquisição de sementes.

Quando é necessário realizar a semeadura, a primeira etapa é adquirir sementes de boa qualidade que possuem bom poder germinativo. Para distribuir as sementes no solo, o fruticultor precisa escolher a forma mais prática e disponível para execução, mas sempre cuidando para condicionar um bom contato das sementes com o solo, pois é um fator importante e que vai determinar a boa germinação.



Figura 75. Cultivo de ervilhaca solteira em vinhedo (A); de azevém solteiro em pomar de pessegueiro (B) e de ervilhaca consorciada com aveia em vinhedo (C) e em pomar de pessegueiro (D).

A semeadura em linha utilizando semeadoras apropriadas ou a semeadura a lanço e posterior incorporação com grade de discos pode ser uma alternativa adotada. Porém, existe o risco desses equipamentos cortarem as raízes das frutíferas do pomar, potencializando a incidência de doenças. Outra prática mais recomendada para a implantação das plantas de cobertura no outono-inverno é a realização da semeadura a lanço e posterior roçada das espécies de plantas de cobertura existentes na área, de modo que os resíduos culturais destas faça o recobrimento das sementes. Para isso, é importante que as plantas espontâneas, crescidas no período de verão, permaneçam a uma altura adequada, sem prejuízos para o fruticultor realizar os tratos culturais do pomar, mas que possibilite uma produção de resíduos capaz de atender o objetivo proposto. Nesta forma de semeadura (sementes a lanço e roçada da vegetação espontânea), se recomenda adicionar 50% a mais de sementes do que a dose utilizada para cultivos em áreas de lavouras anuais, em que a semeadura é realizada com incorporação. Esse aumento da dose de sementes se deve ao fato que parte delas podem ficar sobre os resíduos culturais, diminuindo o contato semente-solo.

5.2. Benefícios das plantas de cobertura em pomares

Espécies de plantas de cobertura do solo proporcionam benefícios nas características químicas, físicas e biológicas de solos. Ferreira et al. (2000) mencionam, de forma sucinta, algumas das funções das espécies de plantas de cobertura: a) protegem o solo das chuvas de elevada intensidade, evitando a desagregação do solo e o selamento superficial; b) facilitam a infiltração da água no solo pela redução da velocidade de escoamento da enxurrada e a formação de canais após a decomposição das raízes; c) permitem a manutenção e até elevação do teor de matéria orgânica do solo pelo aporte contínuo de material vegetal; d) melhoram a estrutura do solo em função da massa de raízes produzidas e das substâncias orgânicas por elas liberadas, resultando num processo de cimentação, aumentando o tamanho dos agregados do solo; e) aportam N a partir do uso de leguminosas, possibilitando a redução do uso deste nutriente na cultura em sucessão; f) ciclam nutrientes através do sistema radicular profundo de algumas espécies de cobertura; g) fornecem substratos para a população microbiana do solo, considerados como os principais agentes na formação e estabilização dos agregados.

Além dos benefícios acima mencionados é importante destacar, de forma específica, as vantagens das plantas de cobertura em solos de pomares. As frutíferas, como macieiras, videiras, kiwizeiros, pessegueiros, ameixeiras, entre outras, passam uma parte do ano (outono-inverno) em dormência, quando a demanda por nutrientes é baixa ou quase nula. Neste período, os nutrientes que estão disponíveis na solução do solo, principalmente o N-NO₃, poderão ser perdidos por lixiviação, caso não existam outras plantas cultivadas ou até mesmo espécies espontâneas que poderão absorver os nutrientes disponíveis no solo.

Além disso, as plantas de cobertura do solo, como as leguminosas, poderão fixar N atmosférico, incorporando-o no sistema. Após a senescência das plantas, naturalmente ou pelo manejo, os nutrientes acumulados no tecido serão mineralizados gradualmente ao solo, podendo ser parte absorvido pelas frutíferas, especialmente, em períodos de maior demanda por nutrientes, como na brotação e florescimento.

A produção de matéria seca (MS) de plantas de cobertura cultivadas em pomares geralmente é menor, comparativamente aquelas cultivadas em áreas que antecedem às culturas anuais (por exemplo, o milho), em sistema de plantio direto. Mesmo assim, a produção nos pomares pode ser considerada satisfatória, como observado em pomar de macieira no município de Vacaria (RS), em que a aveia preta produziu o equivalente a 2,7 Mg ha⁻¹ e o azevém mais de 4,0 Mg ha⁻¹ (PELIZZA et al. 2009).

Em vinhedos da Serra Gaúcha do RS, a produção de aveia preta variou de 2,6 a 6,0 Mg ha⁻¹ de MS (ROSA et al., 2009). Considerando a concentração média no tecido de 1,14; 0,28; 2,11; 0,77 e 0,26% de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente, a aveia preta acumulou 57, 14, 106, 39 e 13 kg ha⁻¹ dos respectivos nutrientes, considerando uma produção de 5,0 Mg ha⁻¹ de MS. Também em vinhedos, mas na região da Campanha Gaúcha do RS, durante o período de inverno, a produção de MS de aveia preta, ervilhaca e o consórcio dessas plantas variou de 2,46 a 3,14 Mg ha⁻¹. As quantidades de nutrientes acumulados pelas respectivas plantas de cobertura podem ser observadas na **Tabela 21**.

5.3. Manejo de plantas de cobertura

O manejo de plantas de cobertura compreende a maneira que a matéria verde das espécies é processada, visando fornecer os melhores benefícios ao sistema de produção. Por exemplo, podemos citar o manejo através de roçadas, dessecação, rolagem e/ou até mesmo deixar as plantas completar seu ciclo, chegando à se-

nescência naturalmente. É expressamente proibido realizar o manejo das plantas através do seu revolvimento e incorporação ao solo, especialmente, em pomares nas condições edafoclimáticas da região Sul do Brasil. Esta operação deixa o solo mais susceptível à erosão, principalmente nas áreas declivosas e em solos com textura arenosa, além de causar dano mecânico às raízes das frutíferas.

Tabela 21. Produção de massa seca (Mg ha⁻¹) da parte aérea e quantidade de nutrientes acumulados (kg ha⁻¹) pelas espécies de plantas de cobertura cultivadas em vinhedo na Campanha Gaúcha do RS (safra 2014/15).

Plantas de cobertura	Massa seca	N	P	K	Ca	Mg
Aveia preta	2,46	25	7,0	42	11,6	5,1
Ervilhaca	2,94	92	8,4	67	10,0	4,8
Aveia + ervilhaca	3,14	51	7,5	61	22,4	8,3

Fonte: Embrapa Uva e Vinho, 2015.

5.4. Manejo de plantas de cobertura em pomares em crescimento

Da implantação dos pomares, até o terceiro ano, é necessário manter o solo sem cobertura vegetal em um raio de 80 cm das frutíferas. A retirada da vegetação pode ser com capina ou dessecação. Neste período, as plantas de cobertura situadas próximas à frutífera poderão competir por água e nutrientes.

Se por um lado essa competição inicial é problema, pois diminui o vigor da frutífera e talvez retarde em um ano o início da produção, por outro, o menor vigor demandará menos mão de obra para realizar os tratamentos culturais como o desbaste de ramos e poda.

Nas entrelinhas das frutíferas deve ser seguido o mesmo procedimento de manejo a ser descrito em seguida para os pomares em produção.

5.5. Manejo de plantas de cobertura em pomares em produção

Após o terceiro ano da implantação, quando as frutíferas já estiverem formadas, se aproximando da produção, a competição por nutrientes é nula. Pode existir competição por água apenas se não ocorrer precipitações por um período prolongado. Nesta situação, é recomendado fazer o manejo das plantas de cobertura com dessecação ou capinas nas linhas das frutíferas durante o período de estiagem.

Nas entrelinhas das frutíferas, as plantas de cobertura de porte baixo a médio podem ser deixadas até sua maturação e senescência, possibilitando a ressemeadura natural no ano seguinte (isso vale para as plantas

implantadas – aveia, azevém, ervilhaca). O manejo com roçadas ou rolagem se torna necessário se as plantas de cobertura estiverem interferindo no acesso do fruticultor ao pomar para realizar os tratamentos culturais. Aquelas plantas espontâneas de maior porte, tipo arbustivas, por exemplo, o mata-campo (*Vernonia grandiflora*), capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), precisam ser arrancadas, pois sua presença além de interferir na frutífera, estará prejudicando o crescimento das plantas de cobertura (nativas ou introduzidas) de porte baixo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As frutíferas, entre elas, aquelas de clima temperado, possuem particularidades e exigências nutricionais diferentes das culturas anuais. Isso, sempre que possível, é considerado na recomendação de calagem e tipos de adubação em pomares, onde os critérios de predição normalmente usados para definir a necessidade e dose de fertilizantes é a análise de solo, a análise de tecido, a expectativa e destino (indústria ou *in natura*) da produção, os parâmetros de crescimento, como de ramos do ano e, em alguns casos, a análise de flores e frutos.

As adubações das frutíferas têm o objetivo de elevar a fertilidade do solo a níveis considerados adequados para as culturas e também repor os nutrientes que são exportados pelos frutos, assim deve-se adubar o solo e não a planta. No entanto, frequentemente são observadas áreas dentro do pomar em que as plantas não têm o crescimento adequado, sendo aconselhável o uso de fertilizantes foliares como um complemento à adubação do solo e com o objetivo específico corrigir de imediato a provável carência nutricional. A adubação foliar nunca deve ser usada como um programa de permanente de adubação, porque em geral, possui pouco impacto sobre a produtividade. Em alguns casos e espécies, ela afeta positivamente parâmetros qualitativos de frutos.

As plantas de cobertura são de fundamental importância para o meio ambiente da atividade frutícola. Sempre é necessário o uso de espécies de plantas de cobertura do solo, que coabitam linhas e/ou entrelinhas de pomares, pois são inúmeros os seus benefícios, como, de forma destacada, a ciclagem de nutrientes e o controle da erosão de solo, especialmente naqueles pomares localizados em relevos com declividade acentuada e os solos arenosos.

Com a adoção de corretas práticas de manejo em pomares, entre elas, calagem, adubações e manejo de espécies de plantas de cobertura do solo, se espera a obtenção de produtividades satisfatórias e frutos e seus

subprodutos com qualidade exigida pelo mercado consumidor e/ou indústria. Com isso, a sustentabilidade financeira (lucratividade) da atividade poderá ser maior para os fruticultores e os impactos negativos no ambiente, como as perdas de nutrientes, serão menores.

REFERÊNCIAS

- BOARETTO, A.E.; TIRITAN, C.S.; BOARETTO, R.M.; MOURÃO FILHO, F.; MURAOKA, T. Foliar micronutrient application effects on citrus fruit yield and on soil and foliage Zn concentrations and ⁶⁵Zn mobilization within plant. *Acta Horticulturae*, v. 594, p. 383-386, 2002.
- BOARETTO, A.E.; MURAOKA, T.; BOARETTO, R.M. Absorção e translocação de micronutrientes (⁶⁵Zn, ⁵⁴Mn, ¹⁰B), aplicados via foliar, pelos citros. *Laranja*, v. 24, n.1, p. 177-198, 2003.
- BOARETTO, A.E.; BOARETTO, R.M.; CONTIN, T.L.M.; MURAOKA, T. É móvel ou imóvel o Boro em Laranjeira? *Laranja*, v. 25, n.1, p. 195-208, 2004.
- BRDE. *Cadeia Produtiva da Maçã no Brasil: Limitações e Potencialidades*. Porto Alegre: [s.n.]. Disponível em: <http://www.brde.com.br/media/brde.com.br/doc/estudos_e_pub/NT_2011-04_Maca.pdf>.
- BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J.; MELO, G.W.B.; GATIBONI, L.C.; URQUIAGA, S. Absorção e redistribuição do nitrogênio aplicado via foliar em videiras jovens. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.27, n.1, p.110-114, 2005.
- BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J.; MELO, G.W.B.; RHEINHEIMER, D.S. Recuperação e distribuição do nitrogênio fornecido a videiras jovens. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, n.7, p.1299-1304, 2006.
- BRUNETTO, G.; CERETTA, C.A.; KAMINSKI, J.; MELO, G.W.B.; LOURENZI, C.R.; FURLANETTO, V.; MORAES, A. Aplicação de nitrogênio em videiras na Campanha Gaúcha: Produtividade e características químicas do mosto da uva. *Ciência Rural*, v.37, n.2, p.389-393, 2007.
- BRUNETTO, G.; GIROTTI, E.; MELO, G.W.; SANTOS, H.P.; CERETTA, C.A.; KAMINSKI, J.; VIEIRA, R.C.B. Aplicação foliar de nitrogênio em videira: avaliação do teor na folha e das reservas nitrogenadas e de carboidratos nas gemas dos ramos do ano. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.30, n.4, p.1119-1123, 2008a.
- BRUNETTO, G.; MELO, G.W.B.; KAMINSKI, J. Aplicação foliar de cálcio em pessegueiro na serra gaúcha: avaliação do teor de nutrientes na folha, no fruto e produção. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.30, n.2, p.528-533, 2008b.
- BRUNETTO, G.; BORGIGNON, C.; MATTIAS, J.L.; DEON, M.; MELO, G.W.B.; KAMINSKI, J.; CERETTA, C.A. Produção, composição da uva e teores de nitrogênio na folha e no pecíolo em videiras submetidas à adubação nitrogenada. *Ciência Rural*, v.38, p.2622-2625, 2008c.
- BRUNETTO, G.; MELO, G.W.B.; KAMINSKI, J. Critérios de predição da adubação e da calagem em frutíferas. In: *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, v.36, p.24-29, 2011.
- CANESIN, R.C.F.S.; BUZETTI, S. Efeito da aplicação foliar de boro e zinco sobre a produção e os teores de SST e ATT dos frutos da Pereira-Japonesa e da Pinheira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.29, n.2, p.377-381, 2007.
- CARMO, C.A.F.S.; ARAÚJO, W.S.; BERNARDI, A.C.C.; SALDANHA, M.F.C. *Métodos de Análises de Tecidos Vegetais Utilizados na Embrapa Solos*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41p. (Circular Técnica; 6).

- CHAMEL, A. **Survey of different approaches to determine the behaviour of chemicals directly applied to aerial parts of plant.** In: ALEXANDER, A. (ed.) *Foliar fertilization* 488p., Martinus Nijhoff Publishers Dordrecht, Boston, 1986, p.66-86.
- CHAMEL, A. **Foliar uptake of chemicals studied sith whole plants and isolated cuticles.** In: NEUMANN, P. M. (ed.) *Plant growth and leaf applied chemicals.* Boca Raton: CRC Press, 1988. p.27-50.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande Do Sul e Santa Catarina.** 10 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.
- ERNANI, P. R. Adubação e calagem para frutíferas de clima temperado. In: **XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003.
- FERREIRA, T.N.; SCHWARZ, R.A.; STRECK, E.V. **Solos: manejo integrado e ecológico - elementos básicos.** Porto Alegre: EMATER/RS, 2000. 95p.
- FERREIRA, P.A.A.; GIOTTO, E.; TRENTIN, G.; MIOTTO, A.; MELO, G.W. de; CERETTA, C.A.; KAMINSKI, J.; DEL FRARI, B.K.; MARCHEZAN, C.; SILVA, L.O.S.; FAVERSANI, J.C.; BRUNETTO, G. Biomass decomposition and nutrient release from black oat and hairy vetch residues deposited in a vineyard, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.38, p.1621-1632, 2014.
- FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas.** Viçosa: UFV, 2001. 122p.
- FRANCESCATTO, P. **Desenvolvimento das estruturas reprodutivas da macieira (*Malus domestica* borkh.) sob diferentes condições climáticas – da formação das gemas à colheita dos frutos.** Universidade Federal De Santa Catarina, 2014.
- GALLAHER, R.N. **Comparison of Zn nutritionals spray treatments for citrus leaf Zn adsorption and absorption.** Agronomy Research Report AY-95-02. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, USA, 1995.
- GAZOLLA NETO, A.; GIACOBBO, C.L.; PAZZIN, D.; FACHINELLO, J. C. Qualidade do pêssego, cv. Maciel, em função de adubação de base mais foliar. *Scientia Agraria*, v.8, n.3, p.233-237, 2007.
- HALEEM, A.A.; LOEPPERT, R.H.; ANDERSON, W.B. **Role of soil carbonate and iron oxide in iron nutrition of soybean in calcareous soils of Egypt and the United States.** In: *Iron Nutrition in Soil and Plants.* ABADÍA, J. (ed.) Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1995. p.307-314.
- HERNANDES, A.; CAZETTA, J.O.; NATALE, W.; ROZANE, D.E.; SOUZA, H.A.; ROMUALDO, L.M. Fracionamento de manganês acumulado nos tecidos de mudas de caramboleira. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, p.1679-1686, 2011.
- HU, H.; BROWN, P.H. **Absorption of boron by plants roots.** In: DELL, B.; BROWN, P. H.; BELL, R. W. (Eds.). *Boron in soils and plants : reviews.* Dordrecht: Kluwer Academic, 1997, p.49-58.
- IBGE. Banco de dados agregados. **Agricultura.** [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/orcfam/default.asp>>. Acesso em: 15 agosto 2015>.
- internal cycling of nitrogen in trees.pdf. , [s.d.].
- KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D.S.; GATIBONI, L.C.; BRUNETTO, G.; SILVA, L.S. Eficiência da calagem superficial e incorporada em um argissolo sob sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, p.573-580, 2005.
- KATSURAYAMA, J.M.; AMARANTE, C.V.T.; STEFFENS, C.A.; PEREIRA, A.J. Pulverização de fontes de cálcio em pré-colheita para o controle de "bitter pit" em maçãs 'Catarina'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.33, p.353-361, 2011.
- KIST, B. B. **Anuário brasileiro da maçã.** Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2015.
- KLIEWER, W.M.; COOK, J. Arginine levels in grape canes and fruits as indicators of nitrogen status of vineyards. *American Journal of Enology and Viticulture*, v.25, p.111-117, 1974.
- LORENSINI, F.; CERETTA, C.A.; BRUNETTO, G.; CERINI, J.B.; LOURENZI, C.R.; CONTI, L.D.; TIECHER, T.L. Disponibilidade de nitrogênio de fontes minerais e orgânicas aplicadas em um Argissolo cultivado com videira. *Revista Ceres*, v.61, n.2, p.241-247, 2014.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** Ceres, 2006, 638p.
- MATTEI, L.F.; BITTENCOURT, C.C. **Panorama e tendências da cadeia produtiva de maçã no estado de santa catarina: uma análise dos segmentos de produção e packing house.** Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/15/248.pdf>>. Acesso em: 4 set. 2015.
- MELLO, L.M.R. *Vitivinicultura Brasileira: Panorama 2012.* Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2013 (**Comunicado Técnico 137**).
- MELO, G.W.B.; BRUNETTO, G.; NACHTIGALL, G.R.; KAMINSKI, J.; FURLANETTO, V. Modificação de atributos do solo pela calagem incorporada em um solo argiloso cultivado com macieira. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006 (**Comunicado técnico 68**).
- MELO, G.W.B. Correção de deficiência de boro em videira. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003 (**Instrução Técnica**).
- MELO, P.C.T.; MELO, A.M.T.; TRANI, P.E. Tomate. In: AGUIAR, A. T. da E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; TUCCI, M. L. S.; CASTRO, C. E. F. de. (Org.). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas** (Boletim 200). 7ed. Campinas: IAC, 2014, v.1, p.385-392.
- MILLARD, P.; GRELET, G.A. Nitrogen storage and remobilization by trees: Ecophysiological relevance in a changing world. *Tree Physiology*, v.30, n.9, p.1083-1095, 2010.
- PELIZZA, T.R., MAFRA, Á.L., AMARANTE, C.V.T. do, NOHATTO, M.A.; VARGAS, L. Coberturas do solo e crescimento da macieira na implantação de um pomar em sistema orgânico de produção. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.31, p.739-748, 2009.
- PERYEA, F. J. Sample washing procedures influence mineral element concentrations in zinc sprayed apple leaves. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.36, p. 2923-2931, 2005.
- PUTTI, G.L.; PETRI, J.L.; MENDEZ, M.E. Temperaturas efetivas para a dormência da macieira (*Malus domestica* Borkh.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 25, n. 2, p. 210-212, 2003.
- QUAGGIO, J.A.; MATTOS, J.R.; CANTARELLA, H.; TANK, J.R. Fertilização com boro e zinco no solo em complementação à aplicação via foliar em laranjeira Pêra. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38, n. 5, p. 627-634, 2003.
- RODRIGUES, A.C.; HERTER, F.G.; VERISSIMO, V.; CHAVARRIA, G.; GARDIN, J.P. P.; CAMPOS, A.D. Determinação por cromatografia gasosa de açúcares em frutíferas de clima temperado. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 27, n. 1, p.173-174, 2005.
- ROSA, J.D.; MAFRA, Á.L.; NOHATTO, M.A.; FERREIRA, E.Z.; LORIS, O.; OLIVEIRA, P. de; JOSÉ, D. Atributos químicos do solo e produtividade de verdes na Serra Gaúcha. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.179-187, 2009.
- ROZANE, D.E.; NATALE, W.; PRADO, R.M.; BARBOSA, J.C. Tamanho da amostra foliar para avaliação do estado nutricional de goiabeiras com e sem irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p. 233-239, 2009.
- ROZANE, D.E.; MATTOS, D.; PARENT, S.E.; NATALE, W.; PARENT, L.E. Meta-analysis in the selection of groups in varieties of citrus. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.46, p.1948-1959, 2015.

- SARTORI, R.H.; BOARETTO, A.E.; VILLANUEVA, F.C.A.; FERNANDES, H.M.G. Absorção radicular e foliar de ⁶⁵Zn e sua redistribuição em laranjeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.2, p.523-527, 2008.
- SECRETARIA DE POLÍTICA AGRÍCOLA (MAPA). Cenário da cadeia produtiva da maçã. **Informativo Secretaria de Política Agrícola Informativo da Secretaria de Política Agrícola**, v.54, n.6, p.7, 2013.
- SOUZA, J.A.; CANESIN, R.C.F.S.; BUZETTI, S. Mobilidade de boro em mudas de pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.3, p.930-935, 2012.
- STOREY, J. B. **Zinc**. In: BARKER, A. V.; PIPEAM, D. J. (eds). Handbook of plant nutrition. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2007. p.411-436.
- TAGLIAVINI, M.; SCUDELLARI, D.; MARANGONI, B.; TOSELLI, M. **Acid-spray regreening of kiwifruit leaves affected by lime-induced iron chlorosis**. In: Iron Nutrition in Soil and Plants. ABADÍA, J. (ed.) Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1995. p.191-195.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.
- UVIBRA. COMERCIALIZAÇÃO DE VINHOS E DERIVADOS ELABORADOS NO RS - 2010 À 2015 - MERCADO INTERNO E EXTERNO. [s.l: s.n.].
- VOLKWEISS, S. J. **Fontes e métodos de aplicação**. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M. C. P. (eds). Micronutrientes na agricultura. Piracicaba, POTAFOS/CNPQ, 1991, p.391-412.
- WELCH, R.M. **Importance of seed mineral nutrient reserves in crop growth and development**. In: Rengel, Z. (ed). Mineral nutrition of crops: Fundamental mechanisms and implications. Food Products Press, New York, 1999, p.205-226.