

I Workshop sobre frutificação e adubação de pereiras

Organizadores

Marlise Nara Ciotta
Gustavo Brunetto
Jucinei Comin
Mateus da Silveira Pasa
Paula Beatriz Sete



Governador do Estado
João Raimundo Colombo

Vice-Governador do Estado
Eduardo Pinho Moreira

Secretário de Estado da Agricultura e da Pesca
Moacir Sopelsa

Presidente da Epagri
Luiz Ademir Hessmann

Diretores

Giovani Canola Teixeira
Administração e Finanças

Ivan Luiz Zilli Bacic
Desenvolvimento Institucional

Luiz Antonio Palladini
Ciência, Tecnologia e Inovação

Paulo Roberto Lisboa Arruda
Extensão Rural



ISSN 0100-8986
Agosto/2017

DOCUMENTOS Nº 276

I WORKSHOP SOBRE FRUTIFICAÇÃO E ADUBAÇÃO DE PEREIRAS

Organizadores

Marlise Nara Ciotta
Gustavo Brunetto
Jucinei Comin
Mateus da Silveira Pasa
Paula Beatriz Sete



Florianópolis

2017

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)
Rodovia Admar Gonzaga, 1347, Itacorubi, Caixa Postal 502
88034-901 Florianópolis, SC, Brasil
Fone: (48) 3665-5000, fax: (48) 3665-5010
Site: www.epagri.sc.gov.br

Editado pelo Departamento Estadual de Marketing e Comunicação (DEMC)

Editoração técnica: Lucia Moraes Kinceler

Revisão textual: Laertes Rebelo

Foto de capa: Pomar experimental de pereiras no município de São Joaquim (SC), safra 2016/17. Foto Mateus da Silveira Pasa

Primeira edição: agosto de 2017

Este trabalho teve o apoio da Unesp e Gepaces e o patrocínio da Fapesc.



É permitida a reprodução parcial deste trabalho desde que a fonte seja citada.

Ficha catalográfica

CIOTTA, M.N.; BRUNETTO, G.; COMIN, J.; PASA, M.S.; SETE, P.B (orgs.). *I Workshop sobre frutificação e adubação de pereiras*. Florianópolis, SC: Epagri, 2017. 120p. (Documentos 276)

Pyrus communis; Fruticultura; Pera.

ISSN 0100-8986

O

Capítulo 3

Respostas de pereiras à adubação nitrogenada, fosfatada e potássica

Gustavo Brunetto, Marlise Nara Ciotto, Paula Beatriz Sete, Jucinei José Comin, Gilberto Nava, Jamilli Almeida Salume, Cledimar Rogério Lourenzi, Arcângelo Loss, Danilo Eduardo Rozane, Tales Tiecher, Luciano Colpo Gatiboni, Mateus da Silveira Pasa, Lincon Stefanello, Betânia Vahl de Paula

1 Introdução

A pereira (*Pyrus communis*) é considerada uma alternativa de cultivo importante para a diversificação da produção de frutas de clima temperado no sul do Brasil (PASA et al., 2012). Isso acontece especialmente porque as condições edafoclimáticas são favoráveis para o cultivo de pereira e a infraestrutura de produção, processamento e comercialização, já estabelecida para a cadeia produtiva da macieira, é passível de ser usada, permitindo a exploração das duas frutíferas de forma conjunta. Enquanto o consumo de peras no Brasil aumentou 20% nos últimos 10 anos, por outro lado a área cultivada com a pereira diminuiu aproximadamente 20,7% em 9 anos, passando de 1.941 hectares em 2001, para 1.540 hectares em 2010 (FAO, 2014; IBGE, 2015). Por causa disso, a produção nacional de peras reduziu 15,1% ao longo dos anos. A diminuição da área de cultivo e, por consequência, da produção, pode estar associada à carência de informações sobre os melhores porta-enxertos (hipobiotos) e cultivares (epibiotos) utilizados, bem como a práticas de manejo adequadas, como o controle de doenças e pragas, mas também, sobre as recomendações de calagem e adubação, e o estado nutricional para a pereira em distintas regiões edafoclimáticas, como aquelas da região do Planalto Serrano de Santa Catarina (SC). Essa região possui a maior área cultivada com pereira de SC.

No Planalto Serrano de SC as principais classes de solos são Nossolos Litólicos e Cambissolos Húmicos, ou ainda a associação entre os dois (SANTOS et al., 2013). Os Neossolos não apresentam horizonte B diagnóstico, pois são jovens, rasos e pedregosos. Por outro lado, os Cambissolos já apresentam um horizonte B incipiente e os que predominam na região possuem horizonte A com espessura maior que 18cm (DORTZABACH et al., 2016, SANTOS et al., 2013). Decorrente de fatores como material de origem, clima e relevo da região, esses solos são argilosos, possuem médios a altos teores de matéria orgânica, são ácidos e possuem baixa fertilidade natural. Por isso, quando incorporados ao sistema de produção de pereira, sempre que diagnosticada a necessidade de corretivos da acidez através da análise do solo, eles devem ser aplicados antes do transplante das mudas para elevar os valores de pH em água, mas também, elevar os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) do solo, que se reflete em aumento da saturação por bases e diminuição da saturação por alumínio (Al). Assim, a melhoria do ambiente químico para o crescimento do sistema radicular da pereira pode se refletir em crescimento vegetativo e produtividades adequadas. Aliado a isso, quando diagnosticada a necessidade pela análise do solo, realiza-se a adubação de pré-plantio para elevar os teores, especialmente, de fósforo (P) e potássio (K), até no mínimo o nível de suficiência estabelecido para a cultura.

Na adubação de crescimento, normalmente fontes de nitrogênio (N) são aplicadas para estimular o crescimento do sistema radicular e a parte aérea das plantas. Na adubação de produção (manutenção), os nutrientes são fornecidos para repor ao solo a quantidade de nutrientes exportada pelos frutos (CQFS-RS/SC, 2016), garantindo produtividades adequadas e frutos com a qualidade exigida pelo mercado consumidor (BRUNETTO et al., 2015b). No entanto, ainda são escassas as informações sobre as recomendações mais

adequadas para a cultura da pereira na Região Sul do Brasil. Por isso, ao longo do presente capítulo, serão abordadas as recomendações de correção da acidez do solo em pomares de pereira e, em seguida, as adubações de pré-plantio, crescimento e produção. O principal enfoque será dado à adubação de produção, devido ao maior número de resultados de pesquisa obtidos ao longo dos anos na região do Planalto Serrano de SC.

2 Critérios de predição de adubação em frutíferas

A predição da adubação para a maioria das espécies frutíferas temperadas cultivadas no Brasil, entre elas a pereira, é realizada com base no diagnóstico da fertilidade do solo e no estado nutricional das plantas, pelo enquadramento dos resultados da análise de solo ou 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, preferencialmente em 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 e dar maior segurança na indicação de corretivos e fertilizantes. Na recomendação de calagem e adubação oficial para a cultura da pereira (CQFS-RS/SC, 2016) são utilizados critérios de análise de solo e de tecido, mas também é considerada a expectativa de produtividade. Porém, no presente item, optamos em abordar também os parâmetros de crescimento vegetativo das plantas, bem como a análise de fruto, pois as informações poderão ser consideradas em futuros sistemas de adubação para a cultura, auxiliando na tomada de decisão sobre a necessidade e a dose de nutrientes a aplicar.

2.1 Análise de solo

A análise de solo, mesmo que usada isoladamente, tem sido uma ferramenta eficiente para a avaliação da disponibilidade de nutrientes, o que resulta na necessidade ou não de adubação. As interpretações desses resultados de análise informam sobre 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 de doses de determinado fertilizante (BRUNETTO et al., 2011). A primeira análise do solo deve ser realizada antes da instalação do pomar, permitindo 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, quando o pomar apresenta oscilações de produtividade, ou em intervalo de anos, a fim de monitorar os teores de nutrientes e corrigir possíveis desordens. O 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 dessas recomendações.

Na área onde o pomar será implantado recomenda-se que a análise do solo seja realizada com antecedência suficiente que permita a intervenção para correção da acidez ou a realização da adubação corretiva. Por isso, a amostragem de solo para a realização das análises deva ser feita no mínimo três meses antes do transplante das mudas. A área total deve ser subdividida em áreas homogêneas, principalmente quanto à textura e à profundidade do solo, relevo e uso anterior. Em cada área homogênea, 10 a 20 subamostras de solo devem ser coletadas aleatoriamente (zigue-zague) na camada de 0-20cm. Essas subamostras serão agrupadas para compor a amostra a ser enviada ao laboratório. Em pomares já implantados e em produção, a amostragem de solo deve ser realizada na mesma camada, 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. Mas, 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.

Como principais ferramentas para amostragem do solo tem-se a pá-de-corte, o trado holandês, o trado calador e o 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, é mais criterioso o uso da pá-de-corte para a coleta de solo. Para maiores e melhores informações sugere-se consultar o Manual ou o Boletim que descreve esses procedimentos, como aquele publicado pela CQFS-RS/SC (2016).

As subamostras coletadas devem ser destorroadas, misturadas, homogeneizadas e secas ao ar, reservando-se aproximadamente 500 g de solo. A amostra de solo deverá ser acondicionada em saco plástico limpo e, em seguida, deverá ser enviada 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 são raros na literatura científica brasileira artigos científicos com indicação das exigências de teores disponíveis de nutrientes no solo para frutíferas, inclusive para pereira. Estudos 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 às dificuldades na amostragem, como o número de subamostras a serem coletadas, a época de coleta, a camada de solo a ser amostrada, bem como o local de amostragem.

2.2 Análise de tecido

A análise de tecido, que geralmente é feita na folha completa porque esse órgão possui maior atividade bioquímica, permite avaliar o teor total de nutrientes, o que possibilitaria diagnosticar o estado nutricional das frutíferas. No entanto, a planta tem a capacidade de armazenar nutrientes que não utiliza fisiologicamente nas organelas das células, 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, podendo resultar em alta produtividade, a acumulação foliar é maior que a necessária, e esse teor mais elevado pode ser erroneamente ser interpretado como o teor necessário para atingir alta produtividade. Por isso, a interpretação isolada dos resultados da análise de tecido possui pouca validade, sendo recomendado interpretar essa análise sempre de forma associada aos resultados de nutrientes obtidos via análise de solo e a outros critérios, como expectativa de produção, parâmetros de crescimento das plantas, comprimento de ramos, diâmetro de caule, entre outros. Por outro lado, o teor foliar de nutrientes é um excelente indicativo para avaliar se as variações de produtividade dentro de um mesmo pomar são realmente em detrimento da fertilidade do solo.

O diagnóstico do estado nutricional deve ter como objetivo: (i) diagnosticar problemas nutricionais que não se manifestam visualmente; (ii) identificar a causa de sintomas visuais observados no campo; (iii) 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, 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, mas 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, a compactação do solo ou qualquer outro impedimento físico ou químico ao crescimento radicular, inclusive algumas propriedades do solo, como alto teor de Al^{3+} tóxico ou deficiência de Ca e Mg. Além disso, os nutrientes absorvidos pelas plantas são redistribuídos para órgãos que atuam como drenos, como os frutos, o que resulta em baixos teores nas folhas.

Quando a opção for realizar o diagnóstico nutricional da pereira, 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. Para os estados do RS e SC recomenda-se coletar folhas completas e normais da parte mediana das brotações do ano, no período de 15 de janeiro a 15 de fevereiro e compor a amostra com aproximadamente 100 folhas, oriundas de 20 a 30 plantas representativas (CQFS-RS/SC, 2016). Destaca-se alguns cuidados importantes na coleta de folhas, como (i) evitar a coleta de folhas durante, aproximadamente, 15 dias após a aplicação de fertilizantes foliares ou aplicação de fungicidas ou inseticidas na planta; (ii) não coletar amostras de folhas em plantas localizadas próximas a estradas, pois ocorre uma maior deposição de partículas de solos sobre a superfície do limbo, o que poderá resultar em superestimação do teor de nutrientes, especialmente, se as folhas não forem lavadas após a coleta; (iii) evitar a coleta de tecido em plantas com ataque de pragas e doenças, e (iv) coletar separadamente o tecido das plantas com e sem sintomatologia de toxidez ou deficiência nutricional. Preferencialmente, realizar a coleta alguns dias após uma chuva ou irrigação, o que minimiza os problemas de deposição de partículas de solo sobre a superfície das folhas.

As folhas devem ser acondicionadas em saco de papel ou embalagem fornecida pelo laboratório. Se entre os nutrientes analisados estiver o boro, o saco de papel deve ser do tipo encerado, para evitar contaminação do papel na amostra. A amostra deve ser enviada imediatamente ao laboratório (em até dois dias) e, caso não seja possível, deve-se secar o material ao sol dentro do próprio saco de papel.

No laboratório, as folhas completas são lavadas com água destilada e secas 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 métodos recomendados pela literatura, como aqueles descritos por Tedesco et al. (1995).

Os resultados da análise foliar podem então ser interpretados usando dados disponíveis na literatura, como os encontrados na Tabela 12 para a cultura da pereira (CQFS-RS/SC, 2016). Com isso, é possível estimar o estado nutricional das plantas.

Tabela 12. Interpretação dos teores de nutrientes em folhas de pereira europeia

Material	Interpretação	Macronutrientes (%)				
		N	P	K	Ca	Mg
Folhas completas	Insuficiente	< 1,70	< 0,10	< 0,80	< 0,80	< 0,20
	Normal	2,10 – 2,50	0,15 – 0,30	1,30 – 1,50	1,20 – 1,70	0,25 – 0,45

Excessivo		> 3,00	-	> 2,00	-	-
		Micronutrientes (mg/kg)				
		Fe	Cu	Zn	Mn	B
Folhas	Insuficiente	-	< 3,0	< 15	< 20	< 20
completas	Normal	50 – 250	5 – 30	20 – 100	30 – 130	30 – 50
	Excessivo	-	> 50	-	> 200	> 140

Fonte: CQFS-RS/SC (2016). Obs: $\text{g.kg}^{-1} \div 10 = \%$

2.3 Análise de frutos

A análise de frutos em frutíferas temperadas, como as cultivadas nos estados do RS e SC, normalmente é um método pouco utilizado. Entretanto, em algumas espécies, como na macieira, essa análise é usada para estimar o teor de macronutrientes e suas relações na polpa fresca dos frutos em pré-colheita. No futuro a análise também poderá ser utilizada na cultura da pereira. Com base nos resultados obtidos é possível inferir sobre o potencial de conservação do fruto em câmara fria, permitindo diminuir as perdas de frutos provocadas por distúrbios fisiológicos, uma vez que o teor de alguns nutrientes, como o N, Ca e K, entre outros, apresenta 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, será possível estabelecer recomendações mais adequadas para as frutíferas temperadas que produzem frutos passíveis de ser armazenados e posteriormente, comercializados *in natura*.

2.4 Crescimento vegetativo

Alguns parâmetros de crescimento vegetativo, em especial o comprimento de ramos do ano, têm sido utilizados como critério complementar para a definição do estado nutricional e da necessidade do nutriente a ser aplicado em algumas frutíferas temperadas, como na macieira, pessegueiro, nectarina e a ameixeira (BRUNETTO et al., 2011; CQFS-RS/SC, 2016). No futuro, parâmetros de crescimento poderão ser inseridos na recomendação oficial de adubação para a cultura da pereira. 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 diminuir incidência de raios solares no interior das copas das frutíferas, reduzindo a atividade da fotossíntese e de enzimas que regulam a síntese de alguns compostos, por exemplo, de antocianinas, o que diminui a coloração uniforme dos frutos e deprecia a sua qualidade.

3 Calagem e tipos de adubação em pomares

3.1 Calagem

A aplicação de calcário para solos ácidos visa proporcionar um ambiente de crescimento radicular adequado, diminuindo a atividade de elementos potencialmente

tóxicos para as plantas não adaptadas, como o Al e o Mn, além de favorecer a disponibilidade de elementos essenciais à nutrição de plantas pela elevação do pH e por ser fonte de Ca e Mg. As doses recomendadas são proporcionais para neutralizar a acidez potencial na massa total de solo onde deseja que ocorra crescimento radicular. No entanto, uma vez corrigida a 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 Al retornará a seu estado natural (CQFS-RS/SC, 2016). Com o avanço do intemperismo do solo, há aumento da acidificação do solo e aumento da quantidade de coloides inorgânicos com alta capacidade de adsorver fosfato, o que contribui para reduzir a disponibilidade de P para as plantas e a sua produtividade. Então, sempre que há referência à baixa fertilidade de solos ácidos, a presença de saturações por Al elevadas e a baixa disponibilidade de P têm sido apontadas como as maiores limitadoras da produtividade das plantas.

No Brasil há duas formas preferenciais 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 cada cultura, o que faz com que, nas recomendações da CQFS-RS/SC (2016), a aplicação de calcário seja indicada em solos com pH em água menor que 5,5. As doses de calcários a serem adicionadas são para elevar o pH em água do solo para a maioria das frutíferas entre 5,5 e 6,5, mas para a pereira o pH desejado é 6,0. Alternativamente no RS e SC, como em outros estados do Brasil, a dose de calcário poderá ser definida pela necessidade de elevar a saturação por bases, considerando a CTC a pH 7. Para o valor de pH 6,0, assume-se um valor correspondente da saturação de bases de aproximadamente 75%.

Como a correção da acidez para áreas cultivadas com frutíferas temperadas objetiva elevar o valor de pH desejado na camada de 0-20cm, a dose recomendada é igual à relatada no Manual (CQFS-RS/SC, 2016) (Tabela 13). Nos casos onde o calcário for aplicado em camadas menores ou maiores que 0-20cm, as doses podem ser corrigidas proporcionalmente (ERNANI, 2003). Porém, doses maiores para menores profundidades não afetam o rendimento, mas aumentam o efeito residual da calagem. Para algumas frutíferas temperadas pode-se realizar a correção da acidez do solo até 30 ou 40cm, mas nesse caso é necessário recalcular as doses de acordo a profundidade. Também será necessário dispor de equipamentos adequados para a mobilização do solo nessas profundidades. Exemplo disso é a recomendação para as frutíferas no RS e SC (CQFS-RS/SC, 2016), onde para corrigir a acidez do solo até a camada de 30cm, pode ser aplicada 1,5 vezes a dose de calcário recomendada para corrigir a camada de 0-20 cm. No entanto, cabe salientar que em algumas situações de solos rasos da região do Planalto Serrano Catarinense, não é possível incorporação do corretivo em profundidade maior que 20cm. A adição de calcário em camadas mais profundas visa estimular e emissão de raízes nessas camadas e, com isso, contribuir para a absorção de água e nutrientes.

O calcário, preferencialmente, deve ser aplicado sobre a superfície do solo e incorporado com antecedência à instalação do pomar. Quando as doses são elevadas, maiores que 5 Mg ha⁻¹, pode ser dividido em duas ou mais vezes, seguido de gradagem e nova incorporação.

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 do solo é lento e, por isso, deve-se esperar pequena eficiência na correção da acidez em profundidade quando aplicado na superfície sem incorporação. 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). Em pomares já instalados, a calagem deverá ser realizada preferencialmente em superfície sem incorporação, pois a mobilização do solo com equipamentos pode

causar danos físicos às raízes e aumentar 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, com a mesma prevista pela análise do solo. No entanto, 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. Entretanto, a mistura de parte de calcário calcítico com parte de calcário dolomítico pode ser uma boa alternativa para se aumentar a relação Ca: Mg no solo. A adição de cal hidratado, originado das câmaras de atmosfera controlada dos 'packing-houses', também é uma boa alternativa para essas duas frutíferas, em suplemento ao calcário dolomítico. Isso diminuiria os custos da calagem e ao mesmo tempo seria utilizado um subproduto do processo de armazenagem de frutos (ERNANI, 2003).

Tabela 13. Recomendações de calagem (calcário com PRNT 100%) com base no Índice SMP para a correção elevar o pH em água do solo a 6,0 (camada de 0 a 20cm) nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina

Índice SMP	pH desejado		
	5,5	6,0	6,5
	t/ha ⁽¹⁾		
≤ 4,4	15,0	21,0	29,0
4,5	12,5	17,3	24,0
4,6	10,9	15,1	20,0
4,7	9,6	13,3	17,5
4,8	8,5	11,9	15,7
4,9	7,7	10,7	14,2
5,0	6,6	9,9	13,3
5,1	6,0	9,1	12,3
5,2	5,3	8,3	11,3
5,3	4,8	7,5	10,4
5,4	4,2	6,8	9,5
5,5	3,7	6,1	8,6
5,6	3,2	5,4	7,8
5,7	2,8	4,8	7,0
5,8	2,3	4,2	6,3
5,9	2,0	3,7	5,6
6,0	1,6	3,2	4,9
6,1	1,3	2,7	4,3
6,2	1,0	2,2	3,7
6,3	0,8	1,8	3,1
6,4	0,6	1,4	2,6
6,5	0,4	1,1	2,1
6,6	0,2	0,8	1,6
6,7	0	0,5	1,2
6,8	0	0,3	0,8
6,9	0	0,2	0,5
7,0	0	0	0,2
7,1	0	0	0

⁽¹⁾ Calcário a PRNT 100%

Fonte: CQFS-RS/SC (2016).

3.2 Adubação de correção (pré-plantio)

A adubação de correção ou pré-plantio é uma prática de antecipação da adubação e é necessária para culturas que dificultam a mobilização do solo depois de implantadas, caso das frutíferas. Ela visa elevar a disponibilidade de nutrientes para um nível adequado,

para então conduzir o pomar com adubações sazonais ou estacionais, de acordo com a exigência da espécie. Essa adubação consiste na adição de P e K de acordo com a classe de disponibilidade do solo, cujas quantidades necessárias constam nos boletins ou manuais de adubação de cada estado ou região. As frutíferas, entre elas, a pereira, são enquadradas como exigentes quanto ao nível de exigência de disponibilidade de P no solo (Grupo 2) (CQFS-RS/SC, 2016). A interpretação do teor de P extraído pelo método de Mehlich-1 é realizada de acordo com o teor de argila (Tabela 14), sendo as doses de P recomendadas na adubação de pré-plantio para a pereira apresentadas na Tabela 16. Para a recomendação de K, as frutíferas também são enquadradas no Grupo 2, sendo a interpretação do teor de K no solo extraída pelo método de Mehlich-1 e realizada considerando a CTC a pH 7,0 (Tabela 15). As doses de K a serem aplicadas são apresentadas na Tabela 16.

As aplicações devem ser realizadas antes do plantio dos porta-enxertos ou das mudas e os procedimentos são similares aos previstos para a calagem. Assim, as doses de fertilizantes fosfatados e potássicos devem ser distribuídos sobre a superfície do solo e incorporadas até a camada de 0-20cm. Caso a opção seja a aplicação em camadas mais profundas, exemplo, até 30cm, a dose dos fertilizantes deve ser proporcionalmente corrigida. Por isso, a adubação corretiva pode ser realizada simultaneamente à calagem. Sugere-se que preferencialmente a calagem seja realizada em toda a área, para evitar futuros problemas de toxidez de Al. Convém destacar que em solos arenosos ou mesmo naqueles localizados em relevo ondulado, poderá ser analisada a possibilidade de realizar a adubação em covas ou mesmo em sulco, evitando o revolvimento do solo em área total. Não se recomenda a aplicação de N na adubação de correção, porque os porta-enxertos ou as mudas possuem um pequeno volume de raízes explorando o solo. Se a aplicação for efetuada, espera-se que grande parte do N possa ser perdida 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 ao solo e incorporados na mesma operação de incorporação dos fertilizantes fosfatados e potássicos. A aplicação de B é uma prática comumente 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).

Tabela 14. Interpretação do teor de P no solo extraído pelo método Mehlich-1, conforme o teor de argila para frutíferas

Classe de disponibilidade	Classe de teor de argila ^(1,2)			
	1	2	3	4
	 mg de P dm ³			
Muito baixo	≤ 3,0	≤ 4,0	≤ 6,0	≤ 10,0
Baixo	3,1 – 6,0	4,1 – 8,0	6,1 – 12,0	10,1 – 20,0
Médio	6,1 – 9,0	8,1 – 12,0	12,1 – 18,0	20,1 – 30,0
Alto	9,1 – 12,0	12,1 – 24,0	8,1 – 36,0	30,1 – 60,0
Muito alto	> 18,0	> 24,0	> 36,0	> 60,0

⁽¹⁾ Teores de argila: classe 1 = > 60%; classe 2 = 60 a 41%; classe 3 = 40 a 21%; classe 4 = ≤ 20%; ⁽²⁾. Caso a análise tenha sido feita por Mehlich-3, transformar previamente os teores em “equivalentes Mehlich-1”, conforme equação $PM1 = PM3 / (2 - (0,02 \times \text{arg}))$.

Fonte: CQFS-RS/SC (2016).

Tabela 15. Interpretação do teor de K no solo extraído pelo método Mehlich-1, conforme a CTC do solo para frutíferas

Classe de disponibilidade	CTC _{pH7,0} do solo ⁽¹⁾			
	≤ 7,5	7,6 a 15,0	15,1 a 30,0	> 30,0
	 mg de K dm ³			
Muito baixo	≤ 20	≤ 30	≤ 40	≤ 45

Baixo	21 - 40	31 - 60	41 - 80	46 - 90
Médio	41 - 60	61 - 90	81 - 120	91 - 135
Alto	61 - 120	91 - 180	121 - 240	136 - 270
Muito alto	> 120	> 180	> 240	> 270

⁽¹⁾ Caso a análise tenha sido feita por Mehlich-3, transformar previamente os teores em “equivalentes Mehlich-1”, conforme equação $KM1 = KM3 \times 0,83$.

Fonte: CQFS-RS/SC (2016).

Tabela 16. Quantidades de P e K recomendadas em pré-plantio para as espécies frutíferas em função dos teores de P e K disponíveis no solo

Interpretação do teor de P e K no solo	Nutriente ⁽¹⁾	
	Fósforo	Potássio
	kg de P ₂ O ₅ /ha	kg de K ₂ O/ha
Muito baixo	250	150
Baixo	170	90
Médio	130	60
Alto	90	30
Muito alto	0	0

⁽¹⁾ Dependendo do tipo de solo, da espécie frutífera e do sistema de produção, essas doses podem ser aumentadas ou diminuídas a critério do técnico responsável pelo pomar.

Fonte: CQFS-RS/SC (2016).

3.3 Adubação de crescimento

A adubação de crescimento visa promover o vigor da frutífera, estimulando o crescimento das raízes e da parte aérea. 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. Para a pereira, a necessidade e dose de N são estabelecidas com base no teor de matéria orgânica do solo, considerando a idade das plantas (Tabela 17) (CQFS-RS/SC, 2016).

O N é o único nutriente recomendado na adubação de crescimento. Porém, se visualmente as plantas apresentarem sintomatologia de deficiência, outros nutrientes também poderão ser aplicados ao solo, mas isso muito provavelmente só ocorrerá se não for feita a adubação de correção. Pode-se usar fertilizantes minerais e, ou, orgânicos, que devem ser aplicados na linha ou na 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, a fim de aumentar o seu aproveitamento e minimizar as perdas. Quando possível, recomenda-se o uso de fertilizantes orgânicos na adubação de crescimento, pois espera-se que a sua mineralização seja mais gradual, comparativamente aos fertilizantes minerais, resultando em maior sincronismo entre a liberação do nutriente e sua absorção pela frutífera.

Tabela 17. Quantidades de N recomendadas para o crescimento da pereira

Teor de matéria orgânica no solo	Ano após o plantio		
	1	2º	3º
%	kg de N/ha		
≤ 2,5	40	50	60
2,6 a 5,0	30	40	50
> 5,0	20	30	40

Fonte: CQFS-RS/SC (2016).

3.4 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. 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 da adubação de manutenção é regida pelos sistemas de recomendação regionais ou estaduais de acordo com a espécie de plantas e/ou com o resultado da análise de solo ou de planta. Para a cultura da pereira a recomendação oficial no RS e SC preconiza adicionar quantidades de N e K com base na quantidade de frutos a ser colhida, não sendo recomenda a aplicação de P, quando o nutriente foi adicionado na adubação de pré-plantio (CQFS-RS/SC, 2016). Porém, sempre que possível, sugere-se monitorar o estado nutricional das plantas pela análise foliar. Convém destacar que a predição da adubação apenas com base na exportação de nutrientes pelos frutos da safra anterior, baseada na expectativa de produtividade não é aconselhada, pois a prática desconsidera reações químicas dos solos que afetam a disponibilidade de nutrientes (ERNANI, 2003) nos primeiros anos de produção.

Os fertilizantes na adubação de manutenção devem ser aplicados sobre a superfície do solo na 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 à linha de plantio e, por isso, se espera maior eficiência de absorção de nutrientes quando os fertilizantes forem adicionados nesses dois locais. Por outro lado, plantas adultas em produção possuem raízes distribuídas nas linhas e entrelinhas de plantio e os fertilizantes podem ser aplicados nas linhas, inclusive em doses menores nas entrelinhas. Na cultura da pereira recomenda-se parcelar a dose de N em até três vezes (CQFS-RS/SC, 2106), preferencialmente ao longo da primavera. A dose de K poderá ser aplicada no inverno ou junto com a primeira aplicação de N na primavera. Na adubação de manutenção podem ser utilizados fertilizantes simples, formulados ou orgânicos. 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 dos fornecedores de energia para atividades microbiológicas dos solos.

3.5 Resultados de pesquisa obtidos em experimentos realizados no Planalto Serrano de SC

Em 2010 pesquisadores vinculados à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Epagri (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) e a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) implantaram no Planalto Serrano de SC experimentos de calibração para definição das melhores doses e fontes de nutrientes (N, P e K) a serem aplicadas em pereiras; dos teores mais adequados de P e K no solo, bem como de N, P e K em folhas para a cultura, além da verificação do impacto destes nutrientes na qualidade de frutos. Alguns dos resultados obtidos até a safra de 2016/2017 sobre o efeito da adubação nitrogenada, potássica e fosfatada nos referidos experimentos serão apresentados a seguir.

Nitrogênio em folhas (g kg ⁻¹)	13,9	14,9	14,9	14,4	14,3	ns	13,2	-
Número de frutos por planta	47	35	40	46	46	ns	17,0	-
Massa de frutos (g)	106,0	131,0	139,0	119,0	135,0	ns	14,3	-
Produção planta (kg)	4,9	4,6	5,4	5,5	6,2	ns	20,0	-
Produtividade por hectare (Mg ha ⁻¹)	12,4	11,6	13,5	13,7	15,5	ns	20,0	-
-----Ano 4 (afra 2014/2015)-----								
Nitrogênio em folhas (g kg ⁻¹)	15,2	16,0	17,7	19,3	21,4	ns	9,4	-
Fósforo em folhas (g kg ⁻¹)	1,4	1,2	1,3	1,4	1,7	ns	23,4	-
Potássio em folhas (g kg ⁻¹)	2,8	3,2	3,1	3,0	3,3	ns	23,1	-
Número de frutos por planta	39	35	34	33	32	ns	22,4	-
Massa de frutos (g)	127,5	120,5	134,0	134,5	126,5	ns	15,6	-
Produção planta (kg)	5,1	3,9	4,8	4,3	4,4	ns	27,6	-
Produtividade por hectare (Mg ha ⁻¹)	12,7	9,8	12,0	10,7	10,9	ns	27,6	-
-----Ano 5 (Safr 2015/2016)-----								
Nitrogênio em folhas (g kg ⁻¹)	15,2	19,3	16,0	16,8	18,5	ns	18,3	-
Fósforo em folhas (g kg ⁻¹)	2,9	3,3	3,1	2,8	3,2	ns	8,5	-
Potássio em folhas (g kg ⁻¹)	2,9	2,2	3,5	3,3	3,2	ns	28,5	-
Número de frutos por planta	58	27	44	45	35	ns	18,2	-
Massa de frutos (g)	98,5	99,6	109,2	103,8	98,8	ns	17,1	-
Produção planta (kg)	5,8	2,7	5,2	5,0	3,5	ns	26,8	-
Produtividade por hectare (Mg ha ⁻¹)	14,4	6,8	12,9	12,4	8,7	ns	26,9	-

Dados não publicados

3.5.2 Impacto da adubação fosfatada e potássica em pereiras

A aplicação de doses crescentes do fertilizante fosfatado na linha de plantio, durante três safras, proporcionou aumento do teor de P disponível na camada de 0-20cm do solo (Tabela 19), mas não afetou a massa de frutos e a produtividade, tampouco o número de frutos nas quatro primeiras safras de pereira (Tabela 19).

A falta de resposta das pereiras à aplicação do fertilizante fosfatado pode ter acontecido, em especial, porque as raízes finas das plantas mais jovens, responsáveis pela absorção de água e nutrientes de todo o pomar, podem ter absorvido P em camadas mais profundas que as camadas amostradas e também da região não adubada. Além disso, a falta de adaptação climática das pereiras europeias no sul do Brasil, a exemplo do cultivar Rocha utilizado no presente estudo, somada à falta de cultivares asiáticas para colaborar na polinização das fruteiras, podem ter limitado a expressão da máxima produtividade, sobrepondo-se à disponibilidade de P.

O acúmulo de P disponível (Tabela 19), especialmente nas maiores doses, aconteceu porque o fertilizante fosfatado ao longo dos anos foi aplicado na superfície do solo, sem incorporação, para evitar danos mecânicos às raízes, o que pode reduzir a capacidade de absorção de nutrientes pelas plantas (BRUNETTO et al., 2015a; SCHMITT et al., 2017). Além disso, o acúmulo de P no solo pode ser atribuído à sua alta energia de ligação à superfície da fração mineral do solo. A adsorção acontece principalmente pelo mecanismo da troca de ligantes, pela saída do OH⁻ ou H₂O e a entrada do íon fosfato (H₂PO₄⁻ ou HPO₄⁻²) e, dependendo do valor de pH do solo, isso pode acontecer nos grupos funcionais dos óxidos e da caulinita. A interação entre o oxigênio do fosfato e o cátion do grupo funcional, especialmente o aluminol dos argilominerais, e os grupos Fe-OH e Al-OH da superfície dos óxidos, faz com que a ligação aconteça com diferentes graus de energia (BRUNETTO et al., 2015b). Porém, ao longo dos anos, as aplicações continuadas de P na superfície do solo podem causar a ocupação das superfícies de adsorção, causando diminuição da sua energia de adsorção, o que pode aumentar a dessorção e, por consequência, favorecer a migração no perfil de solos cultivados com frutíferas, incrementando o teor no nutriente em profundidade (BRUNETTO et al., 2015ab).

Houve incremento do teor de P nas folhas completas das pereiras nas safras de 2011/2012 e 2012/2013 (Tabela 19), o que não ocorreu na primeira e nas duas últimas safras avaliadas. O incremento de P nas folhas em duas safras pode indicar que a folha completa, na posição da coleta proposta pela CQFS-RS/SC (2016), pode ser sensível em diagnosticar o incremento de P no interior da planta.

Tabela 19. Teor de P disponível no solo, teor de P em folhas, produtividade e seus parâmetros, em pereiras submetidas à aplicação de fertilizante fosfatado

Dose	P disponível 0-20 cm	P total nas folhas	Nº frutos planta ⁻¹	Massa média dos frutos	Produtividade
kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹	mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹		g	Mg ha ⁻¹
Safrinha 2010/2011					
0	7,0 ⁽³⁾	1,6 ^{ns}	20 ^{ns}	207,0 ^{ns}	5,1 ^{ns}
40	7,9	1,8	27	209,0	7,2
80	10,7	2,0	33	212,0	8,0
120	11,1	2,0	7	209,0	1,8
160	19,0	2,1	9	223,0	2,6
Safrinha 2011/2012					
0	1,9 ⁽⁶⁾	1,7 ⁽⁷⁾	23 ^{ns}	182,0 ^{ns}	5,2 ^{ns}
40	2,7	2,5	13	181,0	3,0
80	10,5	2,5	26	195,0	6,3
120	18,5	2,4	27	182,0	6,1
160	20,3	2,8	27	174,0	5,9
Safrinha 2012/2013					
0	4,8 ⁽¹⁰⁾	1,3 ⁽¹¹⁾	68 ^{ns}	185,0 ^{ns}	15,6 ^{ns}
40	6,4	1,4	74	197,0	18,0
80	8,1	1,5	74	195,0	18,3
120	18,7	1,6	125	180,0	28,0
160	19,6	1,5	63	182,0	14,4
Safrinha 2013/2014					
0	na	-	53 ^{ns}	166,0 ^{ns}	8,8 ^{ns}
40	na	-	107	173,0	18,3
80	na	-	91	182,0	16,5
120	na	-	92	165,0	14,8
160	na	-	77	176,0	13,3
Safrinha 2014/2015					
0	na	1,0 ^{ns}	25 ^{ns}	150,1 ^{ns}	3,8 ^{ns}
40	na	0,9	33	152,3	5,4
80	na	1,8	37	140,5	5,1
120	na	1,8	28	147,0	4,3
160	na	1,1	26	150,3	3,8
Safrinha 2015/2016					
0	na	1,5 ^{ns}	4 ⁽¹²⁾	120,0 ^{ns}	0,6 ^{ns}
40	na	1,6	3	145,0	0,4
80	na	1,0	14	112,5	1,9
120	na	1,0	9	135,0	1,4
160	na	1,1	8	142,5	1,3

⁽¹⁾ $y = 9,1176 - 0,0625x + 0,0008x^2$ ($R^2 = 0,73^{**}$); ⁽²⁾ $y = 6,381 + 0,0436x$ ($R^2 = 0,76^{**}$); ⁽³⁾ $y = 7,3599 - 0,0145x + 0,0005x^2$ ($R^2 = 0,90^{**}$); ⁽⁴⁾ $y = 0,1201 + 0,0874x + 0,0015x^2$ ($R^2 = 0,91^{**}$); ⁽⁵⁾ $y = 2,2454 - 0,0267x + 0,0005x^2$ ($R^2 = 0,84^{**}$); ⁽⁶⁾ $y = 0,2734 + 0,1312x$ ($R^2 = 0,88^{**}$); ⁽⁷⁾ $y = 1,8704 + 0,0109x - 0,00003x^2$ ($R^2 = 0,53^{**}$); ⁽⁸⁾ $y = 5,8504 - 0,0255x + 0,0012x^2$ ($R^2 = 0,90^{**}$); ⁽⁹⁾ $y = 2,9807 + 0,0049x + 0,0002x^2$ ($R^2 = 0,89^{**}$); ⁽¹⁰⁾ $y = 4,1713 + 0,0526x + 0,0003x^2$ ($R^2 = 0,85^{**}$); ⁽¹¹⁾ $y = 1,3194 + 0,0051x - 0,00002x^2$ ($R^2 = 0,42^{**}$); ⁽¹²⁾ $y = 2,72 + 0,13x - 0,0006x^2$ ($R^2 = 0,43^{**}$); ^{ns} = não significativo; ^{*} = significativo a 5 % de probabilidade de erro; ^{**} = significativo a 1 % de probabilidade de erro; na = não avaliado. Fonte: adaptado Brunetto et al., 2015a

A queda do teor de P em folhas de pereira nas duas últimas safras, assim como a queda na produtividade podem ser explicados pela remoção do cultivar polinizador Hosui, o que reduziu drasticamente a produção (safra 2015/2016) e no número de frutos, porém, mantendo-se a mesma massa de frutos (Tabela 19).

Por causa da falta de incremento da produção de frutos com o aumento da dose do fertilizante fosfatado, não foi possível estabelecer o teor crítico do nutriente entre o rendimento relativo de frutos obtidos nas cinco safras e o teor de P na camada de 0-20cm (dados não apresentados). A ausência do estabelecimento do teor crítico entre o rendimento relativo de frutos e o teor de P disponível no solo pode ser explicada em parte pelo local de coleta do solo que ocorreu na linha de plantio e coincide com a projeção da copa das árvores, onde foi aplicado o fertilizante e provavelmente se localiza a maior parte das raízes. Mas, parte das raízes, que também podem absorver P disponível não derivado do fertilizante, está presente nas entrelinhas das plantas, local que não foi amostrado.

Tabela 20. Potássio trocável no solo, teor de K em folhas, produtividade e seus parâmetros, em pereiras submetidas à aplicação de fertilizante potássico

Dose	K trocável 0-20 cm	K total nas folhas	Nº frutos planta ⁻¹	Massa média dos frutos	Produtividade
kg K ₂ O ha ⁻¹	-----mg kg ⁻¹ -----	g kg ⁻¹		g	Mg ha ⁻¹
Safrinha 2010/2011					
0	77,7 ⁽³⁾	12,6 ^{ns}	15 ^{ns}	219,0 ^{ns}	4,6 ^{ns}
40	95,6	10,5	23	225,0	6,3
80	130,2	11,1	26	209,0	7,0
120	236,8	11,4	31	215,0	8,3
160	246,0	12,3	18	247,0	5,2
Safrinha 2011/2012					
0	59,1 ⁽⁶⁾	10,0 ⁽⁷⁾	30 ^{ns}	170,0 ^{ns}	6,4 ^{ns}
40	71,6	11,2	37	180,0	8,4
80	171,3	13,0	28	166,0	5,9
120	197,4	13,6	34	192,0	8,1
160	333,2	13,6	35	191,0	8,4
Safrinha 2012/2013					
0	57,9 ⁽¹⁰⁾	5,5 ⁽¹¹⁾	72 ^{ns}	193,0 ^{ns}	17,3 ^{ns}
40	117,3	5,8	144	193,0	34,3
80	208,0	7,1	40	187,0	9,3
120	269,3	7,5	82	189,0	19,3
160	353,7	9,3	76	212,0	20
Safrinha 2013/2014					
0	na	-	121 ^{ns}	161,0 ^{ns}	19,0 ^{ns}
40	na	-	135	171,0	22,0
80	na	-	103	159,0	16,6
120	na	-	110	169,0	18,4
160	na	-	134	182,0	24,4
Safrinha 2014/2015					
0	na	9,5 ^{ns}	40 ^{ns}	171,7 ^{ns}	7,0 ^{ns}
40	na	10,3	59	168,2	9,9
80	na	9,5	76	149,3	11,0
120	na	10,8	73	169,0	12,2
160	na	11,3	59	173,0	9,8
Safrinha 2015/2016					
0	na	11,2 ^{ns}	20 ^{ns}	145,0 ^{ns}	3,6 ^{ns}
40	na	12,6	15	152,5	2,5
80	na	11,6	15	150,0	3,4
120	na	13,1	24	147,5	3,7
160	na	12,9	23	165,0	4,3

(¹) $y = 97,7995 + 1,9663x$ ($R^2 = 0,85^{**}$); (²) $y = 70,7874 - 0,00975x + 0,0043x^2$ ($R^2 = 0,86^{**}$); (³) $y = 69,4927 + 0,8054x + 0,0024x^2$ ($R^2 = 0,87^{**}$); (⁴) $y = 61,4524 + 0,7922x + 0,007x^2$ ($R^2 = 0,95^{**}$); (⁵) $y = 50,1491 - 0,3202x - 0,008x^2$ ($R^2 = 0,84^{**}$); (⁶) $y = 56,4026 + 0,4495x + 0,0077x^2$ ($R^2 = 0,94^{**}$); (⁷) $y = 9,852 + 0,0494x - 0,0002x^2$ ($R^2 = 0,53^*$); (⁸) $y = 85,1193 + 3,0731x - 0,0048x^2$ ($R^2 = 0,81^{**}$); (⁹) $y = 58,6801 + 0,2627x + 0,0061x^2$ ($R^2 = 0,96^{**}$); (¹⁰) $y = 52,459 + 1,8593x$ ($R^2 = 0,98^{**}$); (¹¹) $y = 5,4856 + 0,0081x - 0,00009x^2$ ($R^2 = 0,82^{**}$); ns = não significativo; * = significativo a 5 % de probabilidade de erro; ** = significativo a 1 % de probabilidade de erro; na = não avaliado. Fonte: adaptado Brunetto et al., 2015a

A aplicação de doses crescentes de fertilizante potássico aumentou o teor de K trocável na camada de 0-20cm (Tabela 20). Nas safras 2011/2012 e 2012/2013 observou-se incremento do teor total de K nas folhas completas de pereiras submetidas a doses crescentes de fertilizante, fato que não ocorreu na primeira (2010/2011) e nas duas últimas safras (2014/2015 e 2015/2016). Porém, na última safra os teores de K nas folhas já foram considerados como normais (12-15 g kg⁻¹) (CQFS-RS/SC, 2016), demonstrando o incremento de teores de K em folhas de pereiras. Por outro lado, nas outras três safras os teores de K nas folhas completas das pereiras foram interpretados como abaixo do normal (8,0-11,9 g kg⁻¹) ou insuficiente (< 8,0 g kg⁻¹) (CQFS-RS/SC, 2016), o que pode estar relacionado com a falta de umidade no solo ocasionada pela distribuição irregular de chuvas.

A aplicação de K não afetou o número de frutos por planta, a massa de frutos e tampouco a produtividade (Tabela 20). Isso pode ter acontecido em parte porque o teor de K trocável no solo no início do experimento foi interpretado como alto (61 a 120mg de K,

em solo com $CTC_{pH\ 7,0}$ entre 5 e 15 $cmol_c\ kg^{-1}$) (CQFS-RS/SC, 2004) e, por isso, os teores naturais do solo podem ter suprido a demanda da planta pelo nutriente. Porém, nas safras 2011/2012 e 2012/2013, no tratamento sem adição de fertilizante potássico (Tabela 20), verificou-se diminuição do teor de K trocável no solo, possivelmente porque as plantas superiores são eficientes na absorção do nutriente, especialmente com o decréscimo da sua concentração de K na solução do solo, o que cria um forte gradiente químico em direção à rizosfera (BRUNETTO et al., 2016). A diminuição do nutriente no solo pode ter causado a menor absorção pelas plantas e teores abaixo do normal nas folhas.

O teor crítico de K no solo não foi estabelecido, uma vez que a produtividade não foi influenciada pelas doses de K aplicadas no solo. Isso demonstra que outros fatores mais importantes que a adubação potássica estão associados às baixas produtividades obtidas na maioria das safras.

4. Considerações finais

A maioria dos solos na Região Sul do Brasil, inclusive aqueles do Planalto Sul Catarinense, são ácidos e possuem baixa fertilidade natural. Por isso, quando diagnosticada a necessidade, através da análise do solo, deve ser realizada a calagem e a adubação de pré-plantio nos solos que serão cultivados com pereiras. Posteriormente, com os resultados da análise de solo, mas também considerando outros critérios de predição de adubação, como a análise de folhas e parâmetros de crescimento, as adubações de crescimento e de produção poderão ser necessárias. Porém, até o presente momento são pequenas as respostas de pereiras à aplicação de doses de nutrientes, como N, P e K, ou mesmo incremento de teores, como de P e K, em solos do Planalto Sul Catarinense cultivados com pereiras. Mas independentemente disso, devem ser seguidas as recomendações de calagem e adubação para a cultura da pereira estabelecidas pela recomendação oficial, como as propostas pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo para os estados do RS e SC (CQFS-RS/SC, 2016), que preveem para pomares em produção, no mínimo, a aplicação de nutrientes no solo para repor as quantidades exportadas pelos frutos mantendo a fertilidade dos solos.

5. Referências

ATUCHA, A.; MERWIN, I.A.; BROWN, M.G. Long-term effects of four groundcover management systems in an apple orchard. **HortScience**, v.46, p.1176-1183, 2011.

BRUNETTO, G., KAMINSKI, J., MELO, G.W.B., BRUNING, F.S., MALLMANN, F.J.K. Destino do nitrogênio em videiras Chardonnay e Riesling Renano quando aplicado no inchamento das gemas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, p.497-500, 2006.

BRUNETTO, G., VENTURA, M., SCANDELLARI, F., CERETTA, C.A., KAMINSKI, J., MELO, G.W.B., TAGLIAVINI, M., Nutrients release during the decomposition of mowed perennial ryegrass and white clover and its contribution to nitrogen nutrition of grapevine. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.90, p.299-308, 2011.

BRUNETTO, G.; CERETTA, C.A.; MELO, G.W.B.; KAMINSKI, J.; TRENTIN, G.; GIROTTI, E.; FERREIRA, P.A.; MIOTTO, A.; TRIVELIN, P. C. O. Contribution of nitrogen from agricultural residues of rye to Niagara Rosada grape nutrition. **Scientia Horticulturae**, v.169, p.66-70, 2014.

BRUNETTO, G.; NAVA, G.; AMBROSINI, V.G.; COMIN, J.J.; KAMINSKI, J. The pear tree response to phosphorus and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, n.2, p. 507-516, 2015a.

BRUNETTO, G.; MELO, G.W.B.; TOSELLI, M.; QUARTIERI, M.; TAGLIAVINI, M. The role of mineral nutrition on yields and fruit quality in grapevine, pear and apple. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, n.4, p.1089-1104, 2015b.

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).

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: SBRS Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2016. 375p.

CORREIA, C.M.; BRITO, C.; SAMPAIO, A.; DIAS, A.A.; BACELAR, E.; GONÇALVES, B.; FERREIRA, H.; MOUTINHO-PEREIRA, J.; RODRIGUES, M.A. Leguminous cover crops improve the profit ability and the sustainability of rainfed Olive (*Olea europaea* L.) orchards: from soil biology to Physiology of yield determination. **Procedia Environmental Sciences**, v.29, p.282-283, 2015.

CQFS-RS/SC - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10^a ed. Porto Alegre: SBRS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400p.

DORTZBACH, D. PEREIRA, M. G.; VIANNA, L. F. N.; GONZALEZ, A. P. Horizontes diagnósticos superficiais de Cambissolos e uso de $\delta^{13}C$ como atributo complementar na classificação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, p.1339-1348, 2016.

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.

FAO. **FAOSTAT**: Production crops Brazil pears 1961-2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#compare>>. Acesso em: 20/06/2017.

IBGE Estados. **Lavoura Permanente 2015**. Produção de pera. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=sc&tema=lavourapermanente2015>>. Acesso em 22/06/2017.

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.

LORENSINI, F.; CERETTA, C. A.; GIROTTO, E.; CERINI, J. B.; LOURENZI, C. R.; DE CONTI, L.; TRINDADE, M. M.; MELO, G. W. B. D.; BRUNETTO, G. Lixiviação e volatilização de nitrogênio em um Argissolo cultivado com videira submetida à adubação nitrogenada. **Ciência Rural**. v. 42, p.1173-1179, 2012.

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, p.241-247, 2014.

MELO, G.W.B. Correção de deficiência de boro em videira. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003 (**Instrução Técnica**).

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**).

MONTANARO, G.; DICHIO, B.; BATI, C. B.; XILOYANNIS, C. Soil management affects carbon dynamics and yield in a Mediterranean peach orchard. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v.161, p.46-54, 2012.

MONTANARO, G.; XILOYANNIS, C.; DICHIO, B. Orchard management, soil organic carbon and ecosystem services in Mediterranean fruit tree crops. **Scientia Horticulturae**, v.217, p.92-101, 2017.

NETO, C.; CARRANCA, C.; CLEMENTE, J. Senescent leaf decomposition in a Mediterranean pear orchard. **European Journal of Agronomy**, v.30, p.34-40, 2009.

PASA, M.S.T. Desenvolvimento, produtividade e qualidade de peras sobre porta-enxertos de marmeleiro e *Pyrus calleryana*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, p.873-880, 2012.

RODRIGUES, M.Â.; CORREIA, C.M.; CLARO, A.M.; FERREIRA, I.; BARBOSA, J.C.; MOUTINHO-PEREIRA, J.M.; BACELAR, E.A.; FERNANDES-SILVA, A.A.; ARROBAS, M. Soil nitrogen availability in olive orchards after mulching legume cover crop residues. **Scientia Horticulturae**, v.158, p.45-51, 2013.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos. EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: EMBRAPA Solos, 2013. 353p.

SCHUNFENG, G.E.; JIANG, Y.; WEI, S. Gross nitrification rates and nitrous oxide emissions in an apple orchard soil in northeast China. **Pedosphere**, v.25, p.622-630, 2015.

SCHMITT, D.E.; BRUNETTO, G.; WAGNER, W.L.; SETE, P.B.; SOUZA, M.; AMBROSINI, V.G.; SANTOS, M.A.; COMIN, J.J.; COUTO, R.C.; GATIBONI, L.C.; GIACHINI, A. Phosphorus fractions in apple orchards in southern Brazil. **Bragantia**, 2017. (Aceito para publicação).

TAGLIAVINI, M.; TONON, G.; SCANDELLARI, F.; QUIÑONES, A.; PALMIERI, S.; MENARBIN, G.; GIOACCHINI, P.; MASIA, A. Nutrient recycling during the decomposition of apple leaves (*Malus domestica*) and mowed grasses in orchard. **Agriculture, Ecosystems & Environment**. v.118, p.191-200, 2007.

TEDESCO, M. J; GIANELLO, C; BISSANI, C; BOHNEN, H; VOLKWEISS, S. J.
Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre. UFRGS/FA/DS, 1995. 174p.

VASCONCELOS, M.C.; GREVEN, M.; WINEFIELD, C.S.; TROUGHT, M.C.T.; RAW, V. The Flowering Process of *Vitis vinifera*: A Review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.60, p.411-434, 2009.

WEI, H.; XIANG, Y.; LIU, Y.; ZHANG, J. Effects of sod cultivation on soil nutrients in orchards across China: A meta-analysis. **Soil and Tillage Research**, v.169, p.16-24, 2017.