

Capítulo XV

Calagem, adubação e estado nutricional em oliveiras

Tadeu Luis Tiecher¹
Frederico Costa Beber Vieira²
Gilberto Nava³
Jorge Atilio Benati⁴
Renan Navroski⁴
Caroline Farias Barreto⁴
Tales Tiecher⁵
Gustavo Brunetto⁶

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Professor do Instituto Federal Rio Grande do Sul (IFRS), Av. Alberto Hoffmann, 285, CEP 91791-508, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: tadeu.t@hotmail.com

² Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Professor da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Av. Antonio Trilha, 1847, CEP 97300-162, São Gabriel, RS, Brasil. E-mail: fredericovieira@unipampa.edu.br

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), BR 392, km 78, CEP 96010-971, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: gilberto.nava@embrapa.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Doutorando do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Av. Eliseu Maciel, s/n, CEP 96160-000, Capão do Leão, RS, Brasil. E-mail: jorgeatiliobenati@hotmail.com, navroski@outlook.com, carol_fariasb@hotmail.com

⁵ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: tales.tiecher@gmail.com

⁶ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Professor da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. Bolsista em Produtividade do CNPq. E-mail: brunetto.gustavo@gmail.com

Resumo: A olivicultura é uma atividade recente no Rio Grande do Sul (RS) e também no Brasil, sendo que a área de cultivo no país ainda é relativamente pequena, mas com enormes possibilidades de expansão. Devido a isso, publicações referentes às recomendações técnicas quanto ao manejo do cultivo de oliveiras ainda são escassas. Neste capítulo foram compiladas informações sobre o manejo da adubação e nutrição de oliveiras obtidas nas condições de clima e solos brasileiros, bem como em outros países. São apresentadas os valores de referência do pH do solo e a importância do aumento do pH do solo através da calagem nas condições de solos ácidos encontradas no Brasil. Também são apresentados os teores críticos de nitrogênio, fósforo e potássio no solo e as doses de adubação recomendadas para o desenvolvimento das plantas e para a produção de frutos. Por fim são apresentadas as quantidades de nutrientes exportadas pelos frutos através da colheita e os teores de nutrientes foliares adequados para a manutenção de plantas bem nutridas e com boas respostas de produtividade. Esse capítulo visa contribuir com a assistência técnica e a cadeia produtiva da olivicultura para uma melhor compreensão da dinâmica de absorção e distribuição dos

nutrientes nas plantas de oliveiras, bem como colaborar na recomendação e manejo da adubação do solo para a cultura da oliveira na região Sul do Brasil.

Palavras-Chave: olivicultura, fertilidade do solo, nutrição de frutíferas.

1. Introdução

A expansão da cultura da oliveira (*Olea europaea*) no Brasil e, principalmente, no estado do RS é recente e expressiva, e atende a necessidade de diversificação da produção agrícola da região, aliando geração de renda, empregos e sustentabilidade no uso dos recursos naturais do Pampa. Atualmente, o Brasil é o segundo país que mais importa azeite e azeitonas e está entre os dez países que mais consomem azeitona de mesa e azeite de oliva no mundo (COI, 2018), enquanto a produção nacional de azeite supre apenas 2% dessa demanda. O cenário é, portanto, favorável a uma significativa expansão da atividade no país, especialmente na região Sul, que apresenta as condições mais favoráveis ao desenvolvimento da cultura, devido ao seu clima subtropical (Zoneamento Agroclimático e Edafoclimático – Alba et al., 2013; Wrege et al., 2009).

É notável a diferença de clima e solo encontrado no Sul do Brasil comparado à região do Mediterrâneo, de onde se origina a oliveira. Por isso, ainda é necessário gerar muitas informações técnicas e científicas para adequar o manejo da cultura no Sul do Brasil, buscando assim maximizar o retorno econômico, especialmente no que se refere às recomendações de adubação e calagem.

As recomendações oficiais para manejo da fertilidade da oliveira ainda precisam ser aprimoradas e validadas para diferentes condições fisiográficas encontradas no Sul do Brasil. Somente na última atualização do Manual de Calagem e Adubação para os estados do RS e Santa Catarina (SC) (CQFS-RS/SC, 2016), foi introduzida uma recomendação de calagem e adubação para a cultura da oliveira. Contudo, ainda existem muitas lacunas que devem ser respondidas com pesquisas locais e aplicadas para adequar as práticas de manejo do solo, especialmente quanto ao manejo da adubação e calagem, permitindo maior ajuste e confiabilidade nas doses de fertilizantes recomendadas para esta cultura. Dessa forma, esse capítulo foi elaborado com objetivo de sintetizar o estado da arte do manejo da adubação e os valores de referência nos tecidos das plantas e no solo para a cultura.

2. Recomendação da calagem para a cultura da oliveira

A acidez dos solos brasileiros é um dos maiores empecilhos para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas cultivadas e resulta em prejuízos econômicos aos produtores rurais. Solos ácidos, com pH abaixo de 5,5, possuem alumínio na forma trivalente (Al^{3+}), que é tóxica para a oliveira. Nestas situações, a prática da calagem é essencial para a obtenção de produtividades adequadas da oliveira. A recomendação técnica atual é que o pH em água do solo para esta cultura seja próximo de 6,5, situação em que não existe mais Al^{3+} no solo e, portanto, não existe efeito tóxico às plantas. Além disso, a calagem proporciona maior efeito residual quando o pH é elevado a 6,5 e aumenta a disponibilidade de nutrientes, principalmente o cálcio (Ca).

A dose de calcário necessário para elevar o pH do solo até 6,5 deve ser calculada para corrigir até 30 cm de profundidade, com incorporação mecânica através de aração e gra-

dagens. Para tanto, o produtor deve aumentar a dose de calcário aplicado e incorporado, aumentando a dose recomendada para 1 SMP em 50%, o que seria suficiente para a correção até 30 cm de profundidade (CQFS-RS/SC 2016). As quantidades de calcário a serem aplicadas para elevar o pH do solo a 6,5 são apresentadas na Tabela 1. Existindo viabilidade operacional, é interessante a correção de camadas ainda mais profundas que 30 cm, pois a oliveira é uma cultura perene, exigente em valores altos de pH (6,5) e cujo sistema radicular se desenvolve a grandes profundidades.

Tabela 1. Quantidade de calcário (PRNT 100%) necessário para se elevar o pH em água do solo da camada de 0 a 20 cm a 6,5, estimada pelo índice SMP.

Índice SMP	t de calcário ha ⁻¹	Índice SMP	t de calcário ha ⁻¹
≤4,4	29,0	5,8	6,3
4,5	24,0	5,9	5,6
4,6	20,0	6,0	4,9
4,7	17,5	6,1	4,3
4,8	15,7	6,2	3,7
4,9	14,2	6,3	3,1
5,0	13,3	6,4	2,6
5,1	12,3	6,5	2,1
5,2	11,3	6,6	1,6
5,3	10,4	6,7	1,2
5,4	9,5	6,8	0,8
5,5	8,6	6,9	0,5
5,6	7,8	7,0	0,2
5,7	7,0	7,1	0

Fonte: Adaptado de CQFS-RS/SC (2016).

Após a implantação do pomar, a incorporação do calcário torna-se inviável, pois danifica o sistema radicular das plantas. Desta forma, a única opção para a correção do pH do solo é a aplicação superficial do calcário. No entanto, em um primeiro momento, essa calagem superficial propicia a rápida correção apenas da camada superficial do solo (Ernani et al., 2004). Posteriormente, ocorre a formação de uma frente alcalinizante, que se propaga no perfil (Kaminski et al., 2005; Rodrighero et al., 2015), em uma velocidade proporcional à dose de calcário aplicada e ao tempo de reação, e também afetada pela acidez da camada superficial do solo, textura e estrutura do solo e disponibilidade de água (Edmeades & Ri-

dley, 2003). Normalmente a descida do calcário e de seus produtos de solubilidade ocorre a uma velocidade muito baixa e os efeitos em profundidade nunca serão comparáveis com os resultados obtidos com a incorporação do calcário antes do plantio da cultura.

Cabe ressaltar que, embora a cultura da oliveira exija valores de pH elevados, solos que apresentam valores de pH próximos à neutralidade podem apresentar uma grande redução na disponibilidade de micronutrientes catiônicos (exemplos: Cu, Zn, Mn e Fe), podendo inclusive ocasionar deficiências nutricionais às plantas. Portanto, o ajuste de recomendação de calagem para oliveiras deve considerar este risco, aliado ao retorno econômico da correção do pH em camadas mais profundas (Bender et al., 2018). Além disso, a aplicação de calcário calcítico pode aumentar expressivamente os teores de Ca no solo, promovendo um desequilíbrio na disponibilidade de outros nutrientes catiônicos como o magnésio (Mg) e o potássio (K). Desta forma recomenda-se o uso de calcário dolomítico ou a mistura de parte calcítico e parte dolomítico, em proporção equivalente, para se alcançar a relação Ca/Mg desejável no solo.

3. Adubação nitrogenada para a cultura da oliveira

O nitrogênio (N) é o nutriente mineral requerido em maiores quantidades pela plantas (Epstein & Bloom, 2006) e, geralmente, o mais limitante ao crescimento, desenvolvimento e produtividade da oliveira, que requer adubação nitrogenada anualmente (Grompone & Villamil, 2013). Portanto, é essencial uma adubação nitrogenada balanceada desde os estádios iniciais do cultivo, para que ocorra o equilíbrio entre o conteúdo mineral e o incremento de matéria seca no crescimento das brotações.

O N compõe numerosos processos que envolvem o crescimento e a fotossíntese e, em caso de deficiência, as plantas apresentam clorose generalizada, reduzido crescimento dos ramos, baixo número de frutos, e conseqüentemente baixa produtividade. Por outro lado, o uso excessivo de adubos nitrogenados pode causar problemas relacionados ao excesso de vigor (superbrotamento), além de um efeito negativo na qualidade do azeite por meio de reduções nos níveis de ácidos graxos saturados (Simões et al., 2002) e conteúdo de polifenóis (Fernández-Escobar et al., 2006).

Para definição das doses e do momento em que se deve realizar a aplicação de N, é necessário considerar o aporte de N advindo da matéria orgânica do solo (MOS). Durante a fase de crescimento da oliveira, desde o plantio das mudas até primeira safra, a dose de N varia de acordo com o teor de MOS (Tabela 2). Os adubos nitrogenados devem ser aplicados de forma fracionada, em três vezes a cada 45 dias, a partir do final do inverno, reduzindo assim as perdas excessivas de N por lixiviação. Sempre que possível e economicamente viável, o produtor pode optar por uma fonte de adubação orgânica, tendo em vista que esta possui uma liberação mais lenta do nutriente e mais sincronizada com a absorção pela planta, o que reduz as perdas por lixiviação, além de melhorar diversas propriedades físicas e biológicas do solo. Todavia, a dose dos fertilizantes orgânicos deve ser compensada de acordo com o seu teor de N e respectivo índice de conversão (CQFS-RS/SC 2016).

Tabela 2. Quantidade de nitrogênio à ser aplicado durante a fase de crescimento da oliveira.

Teor de matéria orgânica do solo (MOS)	Ano após o plantio			
	1º	2º	3º	4º
%	-----kg de N ha ⁻¹ -----			
≤ 2,5	40	50	60	80
2,6 a 5,0	30	35	40	50
> 5,0	20	25	30	40

Fonte: Adaptado de CQFS-RS/SC (2016).

A adubação nitrogenada de manutenção, que compreende o período produtivo da cultura, considera: i) a exportação do nutriente pelos restos de poda; ii) as possíveis perdas do fertilizante no solo, principalmente por lixiviação e volatilização; iii) a exportação pelos frutos; e iv) a quantidade demandada para o crescimento das plantas. Nos estados do RS e SC, recomenda-se a aplicação de 16 kg de N ha⁻¹ para cada tonelada de fruto colhido (CQFS-RS/SC, 2016), parcelando-se a dose total em três épocas. Estas doses estão relacionadas principalmente à exportação do nutriente nos frutos, cujos valores são demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3- Exportação de nutrientes via frutos em oliveiras.

Estatística descritiva	N (g kg ⁻¹)	P (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)	B (mg kg ⁻¹)	Ca (g kg ⁻¹)	Mg (g kg ⁻¹)
Bender (2018)						
Base seca						
<i>n</i>	37	37	37	37	-	-
Média	1,5	0,13	12,8	6,7	-	-
Desvio Padrão	0,4	0,03	1,7	4,0	-	-
IC -95%	1,4	0,12	12,2	5,3	-	-
IC +95%	1,7	0,14	13,4	8,0	-	-
1º quartil	1,2	0,11	11,7	3,7	-	-
3º quartil	1,8	0,14	14,0	8,1	-	-
Percentil 10%	1,0	0,10	10,2	2,5	-	-
Percentil 90%	1,9	0,17	14,8	12,8	-	-
Mínimo	0,9	0,08	9,1	1,7	-	-
Máximo	2,6	0,18	15,8	19,4	-	-
Fernández-Hernández et al. 2015; López et al. 2008						
Base úmida						
<i>n</i>	7	16	16	-	16	16
Média	2,88	0,26	2,09	-	0,46	0,13
Desvio Padrão	0,95	0,26	2,17	-	0,20	0,05
IC -95%	2,00	0,12	0,94	-	0,36	0,10
IC +95%	3,75	0,40	3,25	-	0,57	0,15
1º quartil	2,14	0,08	0,21	-	0,32	0,09
3º quartil	2,95	0,31	4,48	-	0,59	0,16
Percentil 10%	1,99	0,07	0,17	-	0,21	0,07
Percentil 90%	4,87	0,76	5,04	-	0,73	0,19
Mínimo	1,99	0,06	0,08	-	0,10	0,05
Máximo	4,87	0,82	5,10	-	0,85	0,20

Na primeira época, aplica-se 50% da dose durante o período de floração, no qual se deve ter maior atenção quanto à aplicação de N, já que muitos elementos tornam-se potencialmente limitantes. Nesta fase, há competição por nutrientes no broto vegetativo de cada folha para se iniciar a indução floral, pois ocorrem, simultaneamente, o crescimento de ramos vegetativos e o crescimento das partes reprodutivas (Bouranis et al., 2001). Na segunda época, aplica-se 25% da dose e deve ser realizada aproximadamente 40 dias após a plena floração, no momento em que ocorre o endurecimento do caroço da azeitona. Por fim, na terceira época, aplicam-se os 25% restantes da dose após a colheita, onde a fertilização nitrogenada visa repor a extração de N pelos frutos, além de fornecer condições das plantas acumularem reservas, propiciando uma boa brotação e floração na primavera seguinte. Dependendo da frutificação efetiva, em anos de baixa carga de frutos, é possível dispensar a segunda ou a terceira aplicação de N.

A aplicação do fertilizante nitrogenado deve ser próxima às raízes da planta, na projeção da copa das árvores (CQFS-RS/SC, 2016). A quantidade ideal de adubação nitrogenada depende da idade e tamanho das plantas, da capacidade produtiva, do tipo de solo e do manejo adotado nos pomares. Todavia, este ajuste deverá ser realizado a partir de análises foliares periódicas, as quais indicarão a necessidade de aumentar ou reduzir as doses de N a serem aplicadas no pomar, conforme o item 6 deste capítulo.

Para as condições de cultivo no sul do Brasil, ainda são escassas as informações sobre adubação da oliveira, tendo em vista as diferenças climáticas e de solo quando comparadas as principais regiões produtoras do mundo. Todavia, alguns estudos estão sendo realizados em locais com potencial produtivo, sendo que as novas informações que serão geradas irão auxiliar na tomada de decisão de quanto e quando fornecer N às plantas, além da definição do nível crítico de N foliar para as nossas condições. Ressalta-se que ensaios regionais com curvas de resposta da cultura ao N constituem a melhor maneira para o ajuste da real necessidade de N da cultura.

4. Adubação fosfatada para a cultura da oliveira

O fósforo (P) é um macronutriente que tem papel importante em vários processos vitais na planta, sendo o segundo elemento que mais limita o crescimento/produção de plantas mundialmente (Li et al., 2016). Em oliveiras, o P estimula a formação de flores, frutificação e maturação de frutos, bem como o crescimento de raízes e a lignificação de tecidos.

Os solos do sul do Brasil são naturalmente pobres em P, requerendo atenção especial quanto ao manejo deste nutriente para as culturas. A disponibilidade de P para as plantas é fortemente afetada pelo pH do solo e, devido à exigência da oliveira quanto a pH neutro, é importante conhecer o efeito do pH na dinâmica do P para esta cultura. Em solos ácidos o P tem sua disponibilidade diminuída devido a forte fixação (ou adsorção) pelos óxidos de Fe e Al. Por outro lado, em pH elevado (acima de 7,0-7,5), o P tem sua disponibilidade diminuída devido à precipitação na forma de fosfatos de cálcio.

Em pomares novos, a análise química do solo é a principal ferramenta para determinar a dose da adubação fosfatada. Na implantação do pomar, é recomendado que os teores de P do solo sejam corrigidos até o nível considerado Alto, o que varia em função dos teores dis-

poníveis de P e argila do solo. Esta correção favorece uma melhor nutrição das plantas por longo período. Para os estados do RS e SC, a recomendação para adubação de pré-plantio segue a mesma quantidade das frutíferas em geral, que é de 250, 170, 130, 90 e 0 kg P_2O_5 ha^{-1} para solos com níveis Muito baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito alto, respectivamente (CQFS-RS/SC, 2016). Deve-se ressaltar que a aplicação de P em excesso, além de não implicar em retorno econômico, pode favorecer eutrofização de cursos de água se houver transferência do elemento por escoamento superficial e pode, inclusive, induzir deficiência de Zn em oliveiras jovens (Jiménez-Moreno & Fernández-Escobar, 2016). Após a realização da adubação fosfatada em pré-plantio, não há necessidade de fornecimento de P na fase de crescimento das plantas, período que pode durar entre 3 e 4 anos.

Em pomares adultos, em período de produção, leva-se em consideração para a recomendação da adubação fosfatada a análise química do solo e das folhas e a exportação do nutriente pelos frutos, com destaque para a análise química foliar. A recomendação atual é que a adubação de manutenção seja realizada principalmente de acordo com a expectativa de produtividade da cultura, devendo-se adicionar 4 kg P_2O_5 ha^{-1} para cada tonelada de frutos (CQFS-RS/SC, 2016), o que está relacionado com a exportação de nutrientes pelos frutos, cujos valores de alguns estudos constam na Tabela 3. Como a exigência da oliveira por P é baixa, a análise química do solo por si só, pode superestimar a necessidade da adubação fosfatada (Ferreira et al., 2018).

Trabalhos científicos evidenciando resposta de oliveiras à adubação fosfatada são raros (Jiménez-Moreno & Fernández-Escobar, 2017; Ferreira et al., 2018). Uma das razões atribuídas para isso é a baixa quantidade de P exportado via colheita de frutos, que normalmente é menor do que 1 kg de P por tonelada de fruta fresca ou cerca de 4 a 6 kg P_2O_5 ha^{-1} considerando a exportação média por frutos e poda (Fernández-Escobar et al., 2015). Além disso, a fácil reutilização do P em plantas lenhosas e a associação das raízes de oliveiras com fungos arbusculares micorrízicos também ajudam a explicar a ausência de resposta da cultura à adubação fosfatada (Calvente et al., 2004; Seifi et al., 2014).

5. Adubação potássica para a cultura da oliveira

O potássio (K) não faz parte de nenhuma estrutura ou molécula orgânica na planta, mas atua em muitos processos fisiológicos. Em oliveiras, a deficiência de K é uma das principais limitações nutricionais. Por ser um elemento muito móvel no floema da planta, os sintomas de deficiência de K surgem inicialmente nas folhas mais velhas das plantas e são caracterizados por clorose seguida de necrose nas pontas e bordas das folhas, desfoliação, além dos frutos apresentarem tamanho menor que o normal e com rachaduras. A deficiência de K em oliveiras é mais provável de acontecer em anos de elevada produção e de baixa precipitação pluviométrica (Fernández-Escobar, 2018), uma vez que este nutriente é suprido, principalmente via mecanismo de difusão, o qual é fortemente influenciado pela disponibilidade de água no solo.

A adubação potássica para o período de crescimento (até o início da produção das plantas) pode ser realizada antecipadamente na implantação do pomar, onde as quantidades a serem aplicadas em pré-plantio dependem da disponibilidade deste nutriente no solo

(CQFS-RS/SC, 2016). Recomenda-se elevar o teor do nutriente no solo para o nível Alto, o qual varia em decorrência da capacidade de troca de cátion do solo (CTC). Tendo em vista que nos anos iniciais não há exportação de K pelos frutos, novas fertilizações somente se farão necessárias quando o pomar começar a produzir. Entretanto, como as plantas jovens possuem um sistema radicular limitado, a falta de umidade no solo poderá induzir deficiência de K nesta fase, mesmo em solos com teores elevados deste nutriente. Neste caso, intervenções com irrigação são recomendadas. Solos arenosos e com baixa CTC são mais propensos para ocorrência de deficiência de K, mesmo nos primeiros anos de crescimento da oliveira.

No sul do Brasil, com exceção de anos de estiagem, tanto o suprimento de K pelo solo quanto a absorção de K pela planta tendem a ser mais rápidos e eficientes que em países mediterrâneos, onde a disponibilidade hídrica é limitada. Mesmo assim, devido à alta demanda pela planta, é um macronutriente que exige atenção especial para o manejo da fertilização da oliveira. É recomendado que a aplicação do fertilizante potássico seja realizada próxima às raízes, na projeção da copa das árvores, preferencialmente na primavera, quando há elevada demanda de K nas folhas jovens (CQFS-RS/SC, 2016; Restrepo-Díaz et al., 2009).

O K é o elemento mais abundante nos frutos de azeitona, como pode ser observado na Tabela 3, perfazendo em média $4,4 \text{ g K kg}^{-1}$ de frutos, o que significa mais de 50% da composição mineral do fruto (Fernández-Escobar et al., 2015). Considerando a exportação pela poda e pelas possíveis perdas do fertilizante em adição à exportação pelos frutos, recomenda-se nos estados do RS e SC a aplicação de $20 \text{ kg de K}_2\text{O ha}^{-1}$ para cada tonelada de fruto colhido (CQFS-RS/SC, 2016). As análises químicas do nutriente no solo e nas folhas devem ser utilizadas em conjunto com os dados de produção para subsidiar no ajuste da quantidade acima especificada.

Muitos dos pomares de oliveira instalados no sul do Brasil encontram-se em solos de textura arenosa, com baixa CTC e baixa fertilidade natural. Nestes casos, a eficiência de uso do K pelas oliveiras tende a aumentar se as doses do fertilizante forem aplicadas parceladas. Por outro lado, em algumas regiões onde o cultivo da oliveira tem se expandido no sul do Brasil existem solos nos quais a resposta da adubação potássica tende a ser menor. Isto pode ocorrer em solos da região do escudo cristalino (centro-sul do RS), onde a presença de minerais ricos em K no solo, tais como feldspatos de K, fornecem naturalmente quantidade suficiente para atender a demanda das plantas (Streck et al., 2018). Além disso, em alguns solos da Campanha cultivados com oliveiras, como Santana do Livramento, Bagé, Dom Pedrito e Hulha Negra, há a presença de argilominerais do tipo 2:1, com maiores teores de K não trocável. Em ambos os casos, em culturas perenes como a oliveira, a liberação de K de formas não trocáveis pode ser uma fonte importante deste nutriente, diminuindo a necessidade de adubação potássica. É importante ressaltar que nesses casos o K não trocável não é acessado pelos métodos tradicionais de análise de solo, e por isso, pode não haver resposta da cultura à adubação potássica mesmo quando o teor de K disponível no solo (estimado pela análise de rotina) encontra-se abaixo do considerado ótimo.

Em solos que apresentam baixa disponibilidade de K e que tenham certa disponibilidade de sódio (Na), há relatos de que a oliveira pode utilizar o Na em substituição parcial

do K (Erel et al., 2018). No entanto, em solos muito salinos, a deficiência de K pode ser exacerbada devido ao antagonismo existente entre o Na e o K.

Para as condições de cultivo no sul do Brasil, ainda são escassas as informações sobre adubação potássica em oliveira, principalmente quando comparadas as principais regiões produtoras do mundo. Todavia, estudos já foram iniciados em alguns locais com potencial de cultivo e os resultados que serão disponibilizados, já nos próximos anos, poderão auxiliar na tomada de decisão em relação à adubação potássica para as condições edafoclimáticas desta região.

6. Valores de referência de nutrientes em folhas de oliveiras

O aspecto nutricional de plantas é importante devido aos efeitos diretos sobre a produtividade e também porque a adubação representa um significativo percentual dos custos de produção de frutíferas. O conhecimento dos fatores nutricionais que estão limitando a produtividade do olival, obtido através da análise foliar das plantas, permite a adoção de uma adubação racional. Para tanto, é primordial que sejam estabelecidos os valores de referência das concentrações de nutrientes nos tecidos das folhas das plantas considerados adequados à nutrição das mesmas.

Os valores de referência considerados normais, adotados para fins de monitoramento da nutrição das plantas e para a tomada de decisão na aplicação de doses de fertilizantes, nos estados do RS e SC, atualmente são os seguintes: N= 1,5-2,0%; P= 0,1-0,3%; K= 0,8-1,2%; Ca= >1,0%; e Mg= 0,1-0,3% (CQFS-RS/SC, 2016).

Em um levantamento que avaliou 13 pomares de oliveira na região central do estado do RS, Bender et al. (2018) observaram que apenas 14% dos pomares apresentaram teor de N no tecido foliar menor que 1,5%, considerado limitante à produção de frutos pela oliveira. Porém, mesmo com baixo teor de MOS, uma grande proporção de pomares (58%) manifestou níveis altos deste nutriente no tecido foliar (>2,0%). Teores altos de N na folha pode resultar em problemas mais graves para a produção das oliveiras do que teores baixos de N foliar (Barranco et al., 2008). Oliveiras com teores de N foliares maiores que 1,7% exibem menor quantidade de inflorescências e frutos (Erel et al. 2008). Cabe ressaltar que as principais regiões produtoras brasileiras se encontram em regiões subtropicais, com temperaturas elevadas em boa parte do ano, onde ocorre significativa mineralização da MOS e disponibilização de N, o que aliado ao fornecimento de N via adubação, propicia a disponibilização e absorção de grandes quantidades de N pelas plantas. Desta forma, os valores de referência da concentração de N nos tecidos foliares de oliveiras considerados normais deveriam ser reduzidos.

No mesmo estudo de Bender et al. (2018), 49% dos solos avaliados encontravam-se com níveis de P no solo abaixo do nível crítico (enquadrados como Muito baixo, Baixo e Médio). No entanto, apenas 4% dos pomares apresentaram teor de P foliar $\leq 0,10\%$, considerado baixo. Devido a isso, os autores sugeriram que a oliveira seja enquadrada no grupo das culturas pouco exigentes quanto à disponibilidade de P no solo (Grupo 3) no sistema de recomendação de CQFS-RS/SC (2016). Assim, a oliveira se aproximaria mais das culturas florestais do que das frutíferas em geral em relação à exigência de P no solo e, neste caso, a

interpretação dos teores de P do solo seria condizente com o diagnóstico nutricional baseado nas análises foliares.

Bender et al. (2018) verificaram ainda que apenas 11% das amostras foliares apresentavam níveis insuficientes de K ($\leq 0,8\%$) (CQFS-RS/SC, 2016), enquanto 51 e 38% estavam com nível normal e alto, respectivamente. Tais resultados condizem com os resultados das análises de solo dos mesmos pomares, uma vez que foram observados 14% dos solos no nível baixo e 38% no nível muito alto, estando o restante em níveis intermediários. A estreita relação entre os níveis de K disponível no solo com os teores de K no tecido foliar sugere que a recomendação de fertilização potássica para oliveira no estado do RS está adequada para a situação edafoclimática existente. Para os demais macro e micronutrientes, os valores de referência ainda carecem de estudos que visem a melhoria das informações disponibilizadas aos produtores.

7. Considerações finais

A expansão da cultura da oliveira no Brasil ainda é recente, sendo que a geração de informações agronômicas sobre a cultura nas nossas condições ainda é incipiente e as pesquisas não tem acompanhado a velocidade do crescimento das áreas cultivadas com a cultura. Neste capítulo foi realizada uma abordagem sobre os aspectos da fertilidade e nutrição de oliveiras, onde são apresentadas aproximações das melhores doses de fertilizantes e corretivos a serem utilizadas, épocas de aplicação e concentrações de nutrientes nos tecidos foliares. Cabe ressaltar que diversos estudos estão sendo desenvolvidos a campo com a cultura da oliveira, sendo que recentemente houve um esforço técnico por meio dos pesquisadores envolvidos com a cultura, para que os mesmos atuem em uma rede de ensaios e dialoguem entre si. Isto permitirá que as recomendações técnicas para a oliveira sejam aperfeiçoadas dentro de um curto espaço de tempo, permitindo que essas informações cheguem até os olivicultores na maior brevidade de tempo possível, permitindo melhorias na produtividade e rentabilidade da cultura, o que contribuirá para o desenvolvimento da atividade no país.

8. Referências bibliográficas

- ALBA, J. M. F.; FLORES, C. A.; WREGGE, E. M. S. **Zonamento edafoclimático da olivicultura para o Rio Grande do Sul**. Embrapa, Brasília, DF, 92p. 2013.
- BARRANCO, D.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; RALLO, L. **El cultivo del olivo**. Fertilización. 6ª ed. In: FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; BARRANCO, D. Madri: Mundi-Prensa, 297-362, 2008.
- BENDER, D. D. B. B.; WEBER, M. A.; VIEIRA, F. C. B. Necessidade de ajustes no sistema de recomendação de calagem e adubação de oliveiras (*Olea europaea* L.) no sul do Brasil. **Ecologia e Nutrição Florestal**, 6(1):17-32, 2018.
- BOURANIS, D. L.; ZAKYNTHINOS, G.; KAPETANOS, C.; CHORIANOPOULOU, S. N.; KITSAKI, C.; DROSSOPOULOS, J. B. Dynamics of nitrogen and phosphorus partition in four olive tree cultivars during bud differentiation. **Journal of plant nutrition**, 24(10): 1535-1550, 2001.

- CALVENTE, R.; CANO, C.; FERROL, N.; AZCÓN-AGUILAR, C.; BAREA, J. M. Analysing natural diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in olive tree (*Olea europaea* L.) plantations and assessment of the effectiveness of native fungal isolates as inoculants for commercial cultivars of olive plantlets. **Applied Soil Ecology**, 26: 11-19, 2004.
- COI – Comitê Olivícola Internacional. **World Olive Oil**. Figures, 2018. Disponível em: <<http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/131-world-olive-oil-figures>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2018.
- CQFS – RS/SC – Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. **Manual de Calagem e Adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre, 376p. 2016.
- EDMEADES, D. C.; RIDLEY, A. M. Using lime to ameliorate topsoil and subsoil acidity, in: REN-GEL Z. (ed). **Handbook of soil acidity**. Marcel Dekker. New York. 297-336, 2003.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.
- EREL, R.; DAG, A.; BEN-GAL, A.; SCHWARTZ, A.; YERMIYAHU, U. Flowering and fruit set of olive trees in response to nitrogen, phosphorus and potassium. **Journal of the American Society Horticultural Science**, 133: 639-647, 2008.
- EREL, R.; YERMIYAHU, Y.; BEN-GAL, A.; DAG, A. Olive fertilization under intensive cultivation management. **Acta Horticulturae**, 1217: 207-224, 2018.
- ERNANI, P. R.; RIBEIRO, M. F. S.; BAYER, C. Chemical modifications caused by liming below the limed layer in a predominantly variable charge acid soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 35: 889-901, 2004.
- FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; BELTRÁN, G.; SÁNCHEZ-ZAMORA, M. A.; GARCÍA-NOVELO, J.; AGUILERA, M. P.; UCEDA, M. Olive oil quality decreases with nitrogen over-fertilization. **HortScience**, 41(1): 215-219, 2006.
- FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; SÁNCHEZ-ZAMORA, M. A.; GARCÍA-NOVELO, J. M.; MOLINA-SORIA, C. Nutrient Removal from Olive Trees by Fruit Yield and Pruning. **HortScience**, 50(3): 474-478, 2015.
- FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. Trends in olive nutrition. **Acta Horticulturae**, 1199: 215-224, 2018.
- FERREIRA, I. Q.; RODRIGUES, M. A.; MOUTINHO-PEREIRA, J. M.; CORREIA, C. M.; ARROBAS, M. Olive tree response to applied phosphorus in field and pot experiments. **Scientia Horticulturae**, 234: 236-244, 2018.
- GROMPONE, M. A.; VILLAMIL, J. **Aceites de oliva: de la planta al consumidor**. Hemisferio Sur - Montevideo, 2, 230p. 2013.
- JIMÉNEZ-MORENO M. J.; AND FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. Response of Young Olive Plants (*Olea europaea*) to Phosphorus Application. **HortScience**, 51(9): 1167-1170, 2016.
- JIMÉNEZ-MORENO, M. J.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. Influence of nutritional status of phosphorus on flowering in the olive (*Olea europaea* L.) **Scientia Horticulturae**, 223: 1-4, 2017.
- KAMINSKI, J.; SANTOS, D. R.; GATIBONI, L. C.; BRUNETTO, G.; SILVA, L. S.; Eficiência da calagem superficial e incorporada precedendo o sistema plantio direto em um Argissolo sob pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 29: 573-580, 2005.
- LI, G.; HUANG, G.; LI, H.; VAN ITTERSUM, M. K.; LEFFELAAR, P. A.; ZHANG, F. Identifying potential strategies in the key sectors of China's food chain to implement sustainable phosphorus management: a review. **Nutrient Cycling Agroecosystems**, 104: 341-359, 2016.

- RESTREPO-DÍAZ, H.; BENLLOCH, M.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. Leaf potassium accumulation in olive plants related to nutritional K status, leaf age, and foliar application of potassium salts. **Journal of Plant Nutrition**, 32 (7): 1108-1121, 2009.
- RODRIGHERO, M. B.; BARTH, G.; CAIRES, E. F.; Aplicação superficial de calcário com diferentes teores de magnésio e granulometrias em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 39: 1723-1736, 2015.
- SEIFI, E.; TEYMOOR, Y. S.; ALIZADEH, M.; FERAYDOONI, H. Olive mycorrhization: Influences of genotype, mycorrhiza, and growing periods. **Scientia Horticulturae**, 180: 214-219, 2014.
- SIMÕES, P.; PINHEIRO-ALVES, C.; CORDEIRO, A. M.; MARCELO, M. E. Effect of the nitrogen and potassium fertilization on fatty acids composition and oxidative stability for 'Carasquenha' cultivar olive oil at different harvest periods-preliminary study. **Acta Horticulturae**, 586: 337-339, 2002.
- STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; GIAS-SON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 3. ed. rev. e ampl. – Porto Alegre, RS: Emater/RS-Ascar, 252p. 2018.
- WREGE, M. S.; COUTINHO, E. F.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. de; MATZENAUER, R. E.; RADIN, B. **Zoneamento Agroclimático para Oliveira no Estado do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 24p.