



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261114-130>

Diagnóstico nutricional de pomares de laranjeiras da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul

Sabrina Raquel Griebeler¹, Mateus Pereira Gonzatto², Walkyria Bueno Scivittaro³, Roberto Pedroso de Oliveira³, Sergio Francisco Schwarz¹

Resumo: A Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul (RS) vem se destacando pela diversificação produtiva e pelo desenvolvimento do setor frutícola. A adequada nutrição dos pomares é um dos fatores essenciais para garantir o sucesso da atividade nessa nova região produtora. Devido à escassez de dados referentes à citricultura da região da Fronteira Oeste do RS, objetivou-se, neste trabalho, avaliar o estado nutricional de laranjeiras cultivadas nas condições edafoclimáticas da região. Os pomares em que se realizaram as amostragens foram constituídos por plantas adultas. Os pomares de laranjeiras da Fronteira Oeste do RS apresentam, de forma geral, deficiência foliar em N, Ca, Mn e Zn, e excesso foliar de Cu e P. Isso indica a necessidade de adequação do manejo do solo e da adubação, visando o aumento no conteúdo de matéria-orgânica do solo, e o aprimoramento da adubação com N, P, Mn e Zn. Os teores de um mesmo nutriente entre solo e tecido foliar não são correlacionados.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*. Estado nutricional. Adubação.

Nutritional diagnosis of orange orchards of the Fronteira Oeste region of Rio Grande do Sul

Abstract: The Fronteira Oeste region of Rio Grande do Sul State (RS), Brazil, has become important by the productive diversification and the development of the fruit sector. The correct nutrition of the orchards is one of the essential factors to guarantee the success of the activity of this new producing region. Due to the scarcity of data referring to citrus production in the region of Fronteira Oeste do RS, the aim of this study was to evaluate the nutritional status of the orange trees cultivated under the edaphoclimatic conditions of this region. The orchards in which the samples were taken are adult plants. The orange orchards of Fronteira Oeste of RS show leaf deficiency in N, Ca, Mn and Zn and leaf excess of Cu and P. This indicates the need for adequate soil management and fertilization, aiming at increasing the soil organic matter and improving fertilization with N, P, Mn and Zn. The contents of the same nutrient between soil and leaf tissue are not correlated.

Keywords: *Citrus sinensis*. Nutritional status, Fertilization.

¹ Departamento de Horticultura e Silvicultura e Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil. schwarz@ufrgs.br

² Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36570-900, Viçosa, MG, Brasil.

³ Embrapa Clima Temperado, Rodovia BR-392, Km 78, CEP 96010-971, Monte Bonito, Pelotas, RS, Brasil.



Introdução

O Rio Grande do Sul (RS) é o quinto maior produtor brasileiro de laranjas com uma produção, em 2018, de 367,7 mil toneladas e um rendimento de 16,4 t ha⁻¹ (IBGE, 2020). A produção de citros no Estado é a principal atividade de dezenas de municípios que, por meio da fruticultura, buscam maior desenvolvimento socioeconômico e melhoria da qualidade de vida das famílias.

A região da Fronteira Oeste do RS vem se destacando pela diversificação produtiva e pelo desenvolvimento do setor frutícola, através da produção de laranjas, tangerinas, limões e pêssegos. Nessa região, o preço da terra é baixo, quando comparado ao dos pólos tradicionais de produção frutícola do Estado, e os frutos produzidos são de excelente qualidade (ALMEIDA et al., 2013). A citricultura da região se caracteriza por estabelecimentos rurais de maior extensão, com área média de 75 ha. Por outro lado, 81 % dos estabelecimentos citrícolas do RS têm menos de 30 ha, sendo que nas regiões do Alto Uruguai e do Vale do Café a área média é de 27,5 e 17,5 ha, respectivamente (SULZBACH et al., 2016).

A citricultura na Fronteira Oeste do RS começou a ser implantada no ano 2000, quando diversos municípios receberam recursos do Governo Federal, através do Programa de Fruticultura da Metade Sul. Os primeiros pomares começaram a produzir em 2003. Passados oito anos da primeira produção, as frutas cítricas produzidas no município de Rosário do Sul alcançaram o mercado nacional e internacional. A amplitude térmica da região favorece a produção de frutas com sabor e coloração adequadas para atender as exigências do mercado externo (OLIVEIRA et al., 2010; ALMEIDA et al., 2013).

A nutrição adequada dos pomares é um dos fatores essenciais para garantir o sucesso da atividade nessa nova região produtora. O manejo adequado da adubação dos pomares influencia a qualidade comercial dos frutos, principalmente quando destinados ao consumo *in natura*. As fruteiras respondem positivamente à adubação, pois o rendimento, a qualidade e o tamanho dos frutos, assim como a armazenabilidade pós-colheita e a resistência a pragas e doenças, são influenciados pelo estado nutricional das plantas (NATALE; MARCHALL, 2002).

A análise química do solo é a ferramenta mais utilizada para avaliar a fertilidade do solo e a necessidade de adubação das culturas. Contudo, para espécies perenes, incluindo diversas fruteiras, é importante utilizar a análise foliar associada à análise de solo (CAMACHO et al., 2012). A análise de tecido vegetal constitui-se em importante suporte técnico para avaliação do estado nutricional de fruteiras, permitindo detectar possíveis desequilíbrios nutricionais durante o ciclo produtivo, mediante a comparação com as faixas de interpretação disponíveis para as culturas (PETRI et al., 2011). Além dessas análises, também deve ser considerada a estimativa de exportação de nutrientes para o estabelecimento das quantidades a serem aportadas desses elementos ao sistema produtivo (FAQUIN, 2002).



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261114-130>

Uma iniciativa no sentido de estudar a condição nutricional dos citros no Rio Grande do Sul foi empreendida por Koller et al. (1986), que realizaram um levantamento do estado nutricional nos pomares de laranjeiras e tangerineiras nos municípios de Montenegro, São Sebastião do Caí, Ivoti e Taquari, importantes produtores de citros na época do estudo. Considerando a importância deste tipo de estudo, principalmente em uma região recente quanto à produção citrícola, como é o caso da Fronteira Oeste do RS, objetivou-se avaliar o estado nutricional de pomares de laranjeira enxertadas sob *Poncirus trifoliata* nas condições edafoclimáticas da região.

Material e Métodos

O estudo compreendeu amostragens de solo e de tecido foliar de pomares de citros localizados nos municípios de Cacequi e Rosário do Sul, na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. Avaliaram-se talhões representativos de pomares de laranjeiras adultas (6 a 10 anos) das cultivares ‘Lane late’, ‘Navelina’, ‘Salustiana’, ‘Valência’, ‘Valência Midnight’ e ‘Valência Delta Seedless’ enxertadas sobre *Poncirus trifoliata*, totalizando 17 locais de amostragem (talhões). Para a amostragem de tecido foliar, foram selecionadas de 10 a 15 plantas por talhão, bem distribuídas em relação à topografia e à homogeneidade do solo. As amostras de solo foram retiradas da camada superficial (profundidade de 0 a 20 cm), ao longo de toda a faixa adubada, na periferia da projeção da copa. Os procedimentos de coleta de folha e de solo seguiram indicações para a cultura de citros (SBCS, 2004). Ambas as amostragens, de solo e tecido foliar, foram realizadas no mês de março de 2014.

Os pomares avaliados recebiam anualmente, por meio de adubos formulados (como 22-0-20 e 03-27-14) e nitrato de cálcio (15,5% de N), 74,3 kg ha⁻¹ de N (variando de 50,9 a 102,1 kg ha⁻¹), 59,4 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (variando de 0 a 108,8 kg ha⁻¹) e 95,6 kg ha⁻¹ de N (variando de 50 a 146,7 kg ha⁻¹). Além disso, eram realizadas diversas adubações foliares nos talhões avaliados, sendo aplicado anualmente, em média, 1,9 kg ha⁻¹ de B, 1,4 kg ha⁻¹ de Mn e 1,1 kg ha⁻¹ de Zn. Outros produtos fitossanitários contendo micronutrientes também foram utilizados, tais como sais de cobre (oxicloreto, hidróxido de cobre e óxido cuproso) e fungicidas do grupo dos ditiocarbamatos, como o mancozebe (contendo Zn e Mn).

As análises de tecido foliar (macro e micronutrientes) e de solo (básica e micronutrientes) foram realizadas utilizando-se métodos descritos em Freire (2001). Os resultados das análises foliares dos pomares foram interpretados conforme os critérios técnicos descritos no Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SBCS, 2016) para citros, que classificam os níveis de nutrientes em B (*baixo*), A (*adequado*) e E (*excessivo*). No presente trabalho, foram admitidos na classe *adequado* (A) todos os valores que se classificaram acima e abaixo dos limiares das classes *baixo* (B) e *excessivo* (E),



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261114-130>

respectivamente, quando essas não se completavam plenamente. Da mesma forma, os resultados das análises de solo foram interpretados segundo critérios técnicos do referido manual (SBCS, 2016), segundo o qual os teores de nutrientes disponíveis no solo são classificados em MB (*muito baixo*), B (*baixo*), M (*médio*), A (*alto*) e MA (*muito alto*). Também foram quantificados valores médios, máximos, mínimos e desvio-padrão de outros atributos químicos do solo, tais como pH em água, matéria orgânica e alumínio trocável (Al^{+3}), sendo calculados a CTC a pH 7,0 ($CTC_{pH\ 7,0}$), a saturação por bases (V%) e a saturação por alumínio (m%) (Saturação de Al) (SBCS, 2016). Adicionalmente, foram realizadas análises de correlação entre os teores de nutrientes no tecido foliar e disponíveis no solo, utilizando-se o programa SAS 9.4®.

Resultados e Discussão

As Tabelas 1 e 2 apresentam, respectivamente, os valores médios de atributos de solo e teores de nutrientes no tecido foliar de laranjeiras em pomares da região Fronteira Oeste do RS, assim como o desvio-padrão e a amplitude do resultado amostral. Contém ainda, as Faixas Ótimas de nutrientes ou de relações desses para a cultura, conforme preconizado por Malavolta et al. (1994) e SBCS (2016), para possibilitar a comparação dos resultados do presente estudo com os valores considerados adequados para a cultura.

Tabela 1. Média, desvio-padrão e amplitude de atributos químicos de solo de pomares de laranjeira da região Fronteira Oeste do RS, 2014.

Atributo de solo	Média	Desvio-padrão	Amplitude ¹
pH em H ₂ O	5,5	0,5	4,7 - 6,5
CTC _{pH 7,0} (cmol _c dm ⁻³)	6,2	2,4	4,0 - 12,3
Saturação por Bases (%)	38,4	15,2	20 - 68
Saturação por Al (%)	5,0	7,6	0,0 - 23,5
Matéria Orgânica (%)	0,8	0,5	0,3 - 2,4
P (mg dm ⁻³)	31,6	17,0	12,7 - 72,0
K (mg dm ⁻³)	114,9	30,0	63 - 161
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,11	0,17	0,0 - 0,6
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,3	0,5	0,7 - 2,3
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,5	0,2	0,2 - 1,0
Ca/Mg	2,9	1,5	0,7 - 7,7

¹valor mínimo e valor máximo



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261114-130>

Dentre os atributos de solo analisados (Tabela 1), evidencia-se que, na média dos pomares, o valor de pH em água, que representa a acidez ativa do solo, é inferior ao pH de referência indicado para a cultura do citros (SBCS, 2004), indicando ausência ou insuficiência da prática de calagem dos pomares, o que é confirmado pelos baixos valores médios de saturação por bases e teores trocáveis de cálcio e magnésio do solo, bem como eventual ocorrência de alumínio trocável (SBCS, 2016).

Na Figura 1, pode-se observar que 82,4 % das amostras de solo da Região de estudo apresentaram pH menor que 6,0 (pH de referência para a cultura de citros). Esse fato está associado à ocorrência de alumínio trocáveis (Al^{3+}) no solo de alguns pomares (47,1% das amostras possuem Al trocável) e saturação por alumínio > 10 % em 17,7 % das amostras avaliadas. Quanto aos teores de cálcio (Ca) e de magnésio (Mg) trocável no solo, esses encontram-se, predominantemente, na classe Baixo, correspondendo a 94,1% e 64,7% das áreas amostradas, respectivamente (Figura 1), refletindo a provável insuficiente aplicação de calcário nos pomares cítricos, visto que, via de regra, a calagem constitui-se na forma preferencial de fornecimento de cálcio e magnésio para as culturas (SBCS, 2016). O cultivo de citros em solos ácidos ou deficientes em Ca e Mg representa um limitante importante à produção da cultura, uma vez que, sob tais condições, há limitação do desenvolvimento radicular, implicando em exploração de menor volume de solo e, conseqüentemente, em menor utilização de água e de nutrientes (SCIVITTARO; OLIVEIRA; SOUZA, 2002).

A relação Ca/Mg do solo apresentou valor médio próximo de 3. No entanto, em alguns locais, registraram-se valores bem menores (Tabela 1), o que pode ser atribuído à elevada exigência da cultura por ambos os cátions básicos, mas de maneira especial cálcio (ETICHA et al., 2017). De forma geral, a relação Ca/Mg do solo varia entre 1 e 5, existindo tolerância das culturas a amplitudes maiores (0,5 até mais de 10), sem prejuízos para a produtividade, desde que não haja limitação na disponibilidade desses nutrientes no solo (SBCS, 2016).

Os resultados das análises de solo demonstraram, de forma geral, suficiência na disponibilidade de fósforo e potássio para as plantas de citros, visto que 76,5% e 100% das amostras apresentaram, respectivamente, teores disponíveis de fósforo e potássio pertencentes às classes Médio, Alto e Muito Alto.

Os valores de CTC a pH 7,0 dos solos apresentaram valores médios de 6,2 $cmol_c dm^{-3}$, variando de 4 a 12,3 $cmol_c dm^{-3}$, sendo classificados como Baixa e Média. Já, a matéria orgânica do solo foi de 0,8 % em média, variando de 0,3 a 2,4 %, onde todas as amostras foram interpretadas na classe Baixo (Tabela 1). Quanto a este último atributo, é importante salientar que o conteúdo de matéria orgânica é utilizado como indicativo da disponibilidade de nitrogênio no solo (SBCS, 2016).



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261114-130>

Tabela 2. Média, desvio-padrão e amplitude de teores e relações de nutrientes no tecido foliar de laranjeiras da região Fronteira Oeste do RS, 2014.

Nutriente / Relação de nutrientes	Média	Desvio-padrão	Amplitude	FO ¹
N (g kg ⁻¹ MS)	22,4	2,0	17,2 - 26,1	23 - 30
P (g kg ⁻¹ MS)	2,2	0,2	2,0 - 2,6	1,2 - 2,0
K (g kg ⁻¹ MS)	14,5	2,6	9,3 - 19,0	10 - 20
Ca (g kg ⁻¹ MS)	34,3	3,3	29,0 - 38,8	35 - 50
Mg (g kg ⁻¹ MS)	3,7	0,7	2,1 - 5,3	3,0 - 5,0
Fe (mg kg ⁻¹ MS)	76,4	39,9	30 - 163	50 - 200
Mn (mg kg ⁻¹ MS)	33,6	15,8	19 - 74	35 - 100
Zn (mg kg ⁻¹ MS)	11,9	9,1	2 - 33	35 - 100
Cu (mg kg ⁻¹ MS)	113,0	50,7	14 - 160	4 - 15
B (mg kg ⁻¹ MS)	86,7	16,2	53 - 103	50 - 150
P/Zn	425,1	420,6	66,7 - 1150,0	24 - 68
Ca/Mg	9,7	2,6	6,7 - 18,5	12 - 16

¹Faixas adequadas de nutrientes para a cultura, adaptado de SBCS (2016). Faixas adequadas para as razões de P/Zn e Ca/Mg nas folhas adaptados de Malavolta et al. (1994).

Quanto aos teores de micronutrientes no solo, o boro (B) foi categorizado predominantemente dentre da classe Médio. O manganês (Mn) possui a maior parte das amostras na categoria Alto, enquanto zinco (Zn) e cobre (Cu) foram categorizados integralmente dentro da classe Alto (Figura 3). Tal condição provavelmente seja explicada pela disponibilidade adequada de micronutrientes nos solos do Rio Grande do Sul (RHEINHEIMER et al., 2001), bem como pelo uso frequente de defensivos químicos contendo tais elementos, de maneira particular ditiocarbamatos (Zn e Mn) e sais de cobre.

A avaliação do estado nutricional das laranjeiras cultivadas na região Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul indicou, na média dos pomares, suficiência de potássio, magnésio, boro e ferro nas plantas. Os teores de fósforo e de cobre no tecido foliar classificaram-se como excessivos, enquanto que os teores de nitrogênio, cálcio, manganês e zinco foram inferiores ao nível crítico indicado para a cultura (Tabela 2).

Com relação à ocorrência de níveis de suficiência de nutrientes no tecido foliar das laranjeiras cultivadas na Fronteira Oeste do RS (Figura 2), verifica-se elevada frequência de teores de nitrogênio e de cálcio categorizados na classe Baixo, correspondendo, respectivamente, a 70,6% e 52,9% dos pomares, o que



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261114-130>

demonstra deficiência generalizada desses nutrientes nos pomares. Comportamento semelhante foi determinado para os micronutrientes manganês e zinco, sendo que, para este último, a condição de deficiência ocorreu em todos os pomares avaliados, não refletindo os altos teores observados no solo (Figura 3).

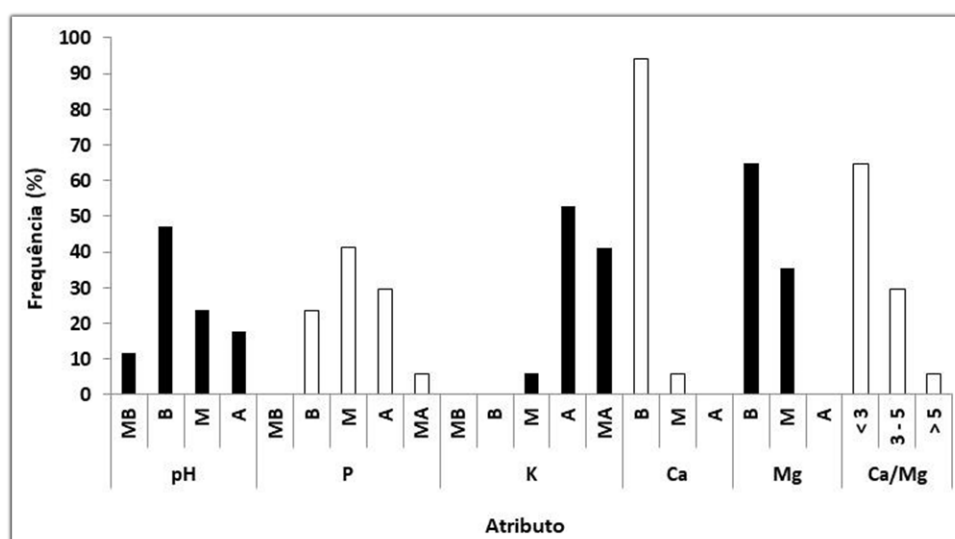


Figura 1. Porcentagem de ocorrência de classes de suficiência de nutrientes e pH em H₂O em solos de pomares de laranjeiras na região Fronteira Oeste do RS, 2014. MB (muito baixo), B (baixo), M (médio), A (alto) e MA (muito alto) (SBCS, 2004, 2016).

Contrariamente, há predomínio de pomares com teores excessivos de fósforo (70,6%) e de cobre (94,1%), este último em decorrência das repetidas aplicações de defensivos químicos com produtos contendo cobre. Os teores foliares de magnésio e boro, por sua vez, predominaram na faixa Adequado (58,8% e 64,75, respectivamente), embora vários pomares tenham apresentado teores Excessivos desses nutrientes.

Vale destacar, ainda, a relação P/Zn no tecido foliar das laranjeiras, cuja média para os pomares de citros foi superior à faixa recomendada por Malavolta et al. (1994), em razão, principalmente, dos conteúdos baixos de zinco na planta, visto que os níveis de fósforo determinados foram semelhantes ou pouco maiores que o limite superior da faixa de suficiência para a cultura (1,2 a 2,0 g kg⁻¹).

De acordo com Dias et al. (2013), cálcio, nitrogênio e potássio, nessa ordem, são os nutrientes presentes em maior quantidade no tecido foliar de laranjeiras ‘Pêra’, demonstrando a importância de evitar a deficiência desses nutrientes nos pomares, visto que, pela demanda elevada, apresentam papel preponderante na expressão do potencial produtivo. Em trabalho realizado nos Vales do Caí e Taquari do RS, Koller et al.



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261114-130>

(1986) determinaram deficiência de N, K, Mg, Zn e Mn em 45%, 60%, 90%, 75% e 35% dos pomares, respectivamente.

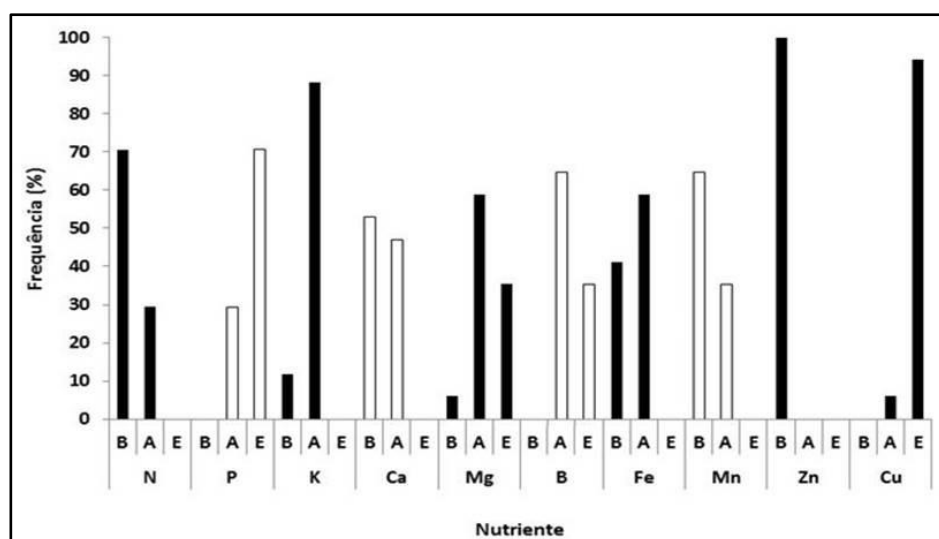


Figura 2. Porcentagem de ocorrência de níveis de suficiência de macro e micronutrientes no tecido foliar de laranjeiras cultivadas na região Fronteira Oeste do RS, 2014. B (Baixo), A (Adequado) e E (Excessivo) (SBCS, 2016).

A frequência elevada de pomares deficientes em N, possivelmente, se deva ao baixo teor de matéria orgânica dos solos da região de cultivo, confirmado pelos resultados da avaliação da fertilidade do solo, interpretado como Baixo em todas as amostras. Também as adubações nitrogenadas realizadas não devem ter sido suficientes para atender a demanda das plantas, tanto em crescimento como em relação à exportação de frutos. Além disso, as perdas de N durante a sua aplicação podem ser significativas, dependendo das condições meteorológicas, pois o N é um nutriente com dinâmica complexa no solo, estando sujeito a lixiviação e volatilização. A lixiviação de nitrato pode ser alta em períodos de chuvas intensas, particularmente em solos arenosos, que predominam na região de avaliação. Por sua vez, as perdas de N por volatilização de amônia são mais comuns e intensas no período seco após aplicação de fontes amídicas (LORENSINI et al., 2012).

Dentre os nutrientes, o nitrogênio é aquele que mais influencia o crescimento, produção e qualidade de frutos de citros (OBREZA; SCHUMANN, 2010). A deficiência do nutriente limita tanto o crescimento da planta, como a produção de frutos. Por outro lado, o excesso de N pode estimular o crescimento vegetativo excessivo (PEREIRA et al., 2013), aumentando o sombreamento de frutos, o que pode retardar sua maturação e a degradação de ácidos orgânicos. Por essa razão, a relação entre a concentração foliar de N e a produtividade



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261114-130>

não é linear, havendo uma faixa ótima de concentração, que corresponde aos melhores rendimentos (SCHOLBERG; MORGAN, 2012).

Os teores insuficientes de manganês e zinco observados no tecido foliar (Figura 2) não estiveram relacionados ao conteúdo disponível desses micronutrientes no solo que, de forma geral, encontravam-se dentro da classe de interpretação Alta (Figura 3). Os micronutrientes Zn, Mn e Cu possuem baixa mobilidade em solos, portanto, altas concentrações podem não garantir a absorção pela planta. A mineralogia, a textura e o teor de matéria orgânica do solo podem afetar a disponibilidade destes micronutrientes, provavelmente devido as propriedades de sorção do solo (SWIETLIK, 1999; HIPPLER et al., 2014, 2015a, b). A maioria dos trabalhos de pesquisa realizados em citros revelou melhor eficácia da aplicação foliar de Zn em combinação com outros micronutrientes, como Mn, Cu e Fe, em comparação com a aplicação isolada ou via solo (SWIETLIK, 2002; SRIVASTAVA; SINGH, 2005).

A adubação com micronutrientes para citros comumente é feita via foliar, a exceção da adubação de Boro que deve ser preferencialmente realizada via solo (MATTOS Jr. et al., 2020). Segundo Obreza et al. (2017), a aplicação foliar é uma excelente forma de suprir as necessidades das plantas de macronutrientes secundários e de micronutrientes. Contudo, a aplicação de adubos via foliar pode apresentar limitações. Primeiramente, pela baixa eficiência de absorção pelas folhas (SWIETLIK, 1999), fazendo com que grande parte dos nutrientes aplicados sejam carregados pela chuva, incrementando seus teores no solo. Além disso, os micronutrientes possuem baixa mobilidade no floema, sendo necessárias aplicações contínuas conforme as brotações vão ocorrendo. Por fim, o suprimento de micronutrientes deve ser realizado por múltiplas aplicações, sendo frequentemente associado a outras práticas culturais para o controle de problemas fitossanitários e não necessariamente nos momentos em que a demanda por micronutrientes seja maior (BOARETTO et al., 2002; FERNÁNDEZ et al., 2013; MACEDO et al., 2017).

A ocorrência de deficiência de potássio nas plantas foi eventual (Figura 2), a despeito de os teores do nutriente no solo serem superiores ao nível crítico (faixas Alto e Muito Alto) (Figura 1). Esse comportamento pode ser explicado pela elevada exportação do nutriente pelos frutos, ou ainda por características dos solos dos pomares, com baixo conteúdo de matéria-orgânica e argila e, conseqüentemente, com poucas cargas negativas, facilitando a perda de potássio por lixiviação.

No entanto, o nível de fósforo nas plantas cítricas (Figura 2) refletiu a disponibilidade do nutriente no solo (Figura 1), sugerindo possível excesso no fornecimento do nutriente à cultura ou a cultivos antecedentes, via adubação. O excesso de P pode afetar a qualidade do fruto, reduzindo a concentração de ácidos e a espessura da casca e aumentando o número de frutos verdes (ZEKRI; OBREZA, 2013).

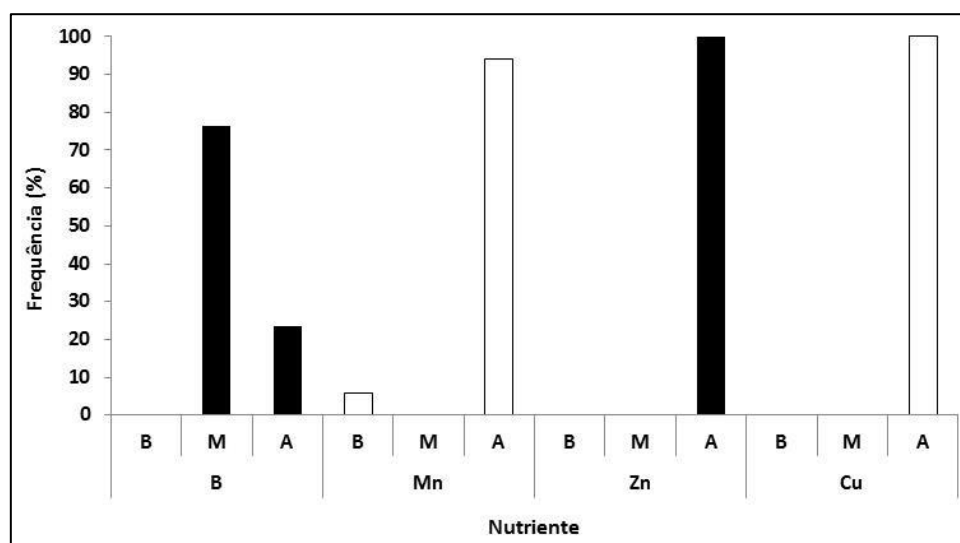


Figura 3. Porcentagem de ocorrência de classes de suficiência de micronutrientes em solos de pomares de laranjeiras da Fronteira Oeste do RS, 2014. B (baixo), M (médio) e A (alto) (SBCS, 2016).

A insuficiência de cálcio na maioria das amostras foliares (Figura 2) indica necessidade de aprimoramento da calagem nos pomares de citros da Fronteira Oeste do RS. Esse aspecto é particularmente importante para garantir o potencial de produtividade e qualidade das frutas, dada a elevada exigência de Ca da cultura (DIAS et al., 2013). Analisando-se os teores de Ca e Mg nas folhas, constata-se desbalanço na relação Ca/Mg (Tabela 2), apresentando de forma geral inferior à considerada ideal para a cultura, refletindo comportamento observado no solo.

Há que se considerar, ainda, o fato da região de avaliação apresentar temperaturas baixas no inverno, de forma que o porta-enxerto predominantemente utilizado é o *Poncirus trifoliata*. Este é mais sensível à acidez do solo e a teores baixos de Ca e Mg trocáveis no solo, em comparação aos porta-enxertos 'Cravo' e 'Cleópatra' recomendados em outras regiões citrícolas brasileiras de clima mais quente (AULER et al., 2011), exigindo maior atenção quanto à calagem.

Na Figura 4, observam-se as correlações significativas para os nutrientes no tecido foliar, sendo positivas entre: P e K; Cu e N; Fe e Mn e negativas entre: Mg e K; Ca e K; Ca e Mn. Tais resultados corroboram observações de Li et al. (2015), que determinaram correlações negativas entre Mg e K, bem como entre Ca e K, e correlação positiva entre P e K. Contudo, os mesmos autores obtiveram correlação positiva entre Ca e Mn.

A Figura 5 apresenta as correlações entre os teores de nutrientes no solo e no tecido foliar de laranjeiras, as quais foram significativas e positivas para N foliar com P, Cu e Zn do solo; Fe foliar com Mn e



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261114-130>

B do solo; e B foliar com K e Ca do solo. Por sua vez, correlações negativas ocorreram entre: N foliar e B do solo; Ca foliar e Mg do solo; e Cu foliar e B do solo. Desta forma, pode-se dizer que os minerais presentes no solo não têm necessariamente correlação com as quantias que há na folha (HUANG et al., 2001; TANG et al., 2013; GRIEBELER et al., 2019), uma vez que não houve nenhuma correlação significativa do mesmo nutriente no solo e nas plantas. Evidenciando-se, assim, necessidade de complementar a avaliação de fertilidade do solo com análises foliares para a recomendação de adubação dos citros (DU PLESI, 1977).

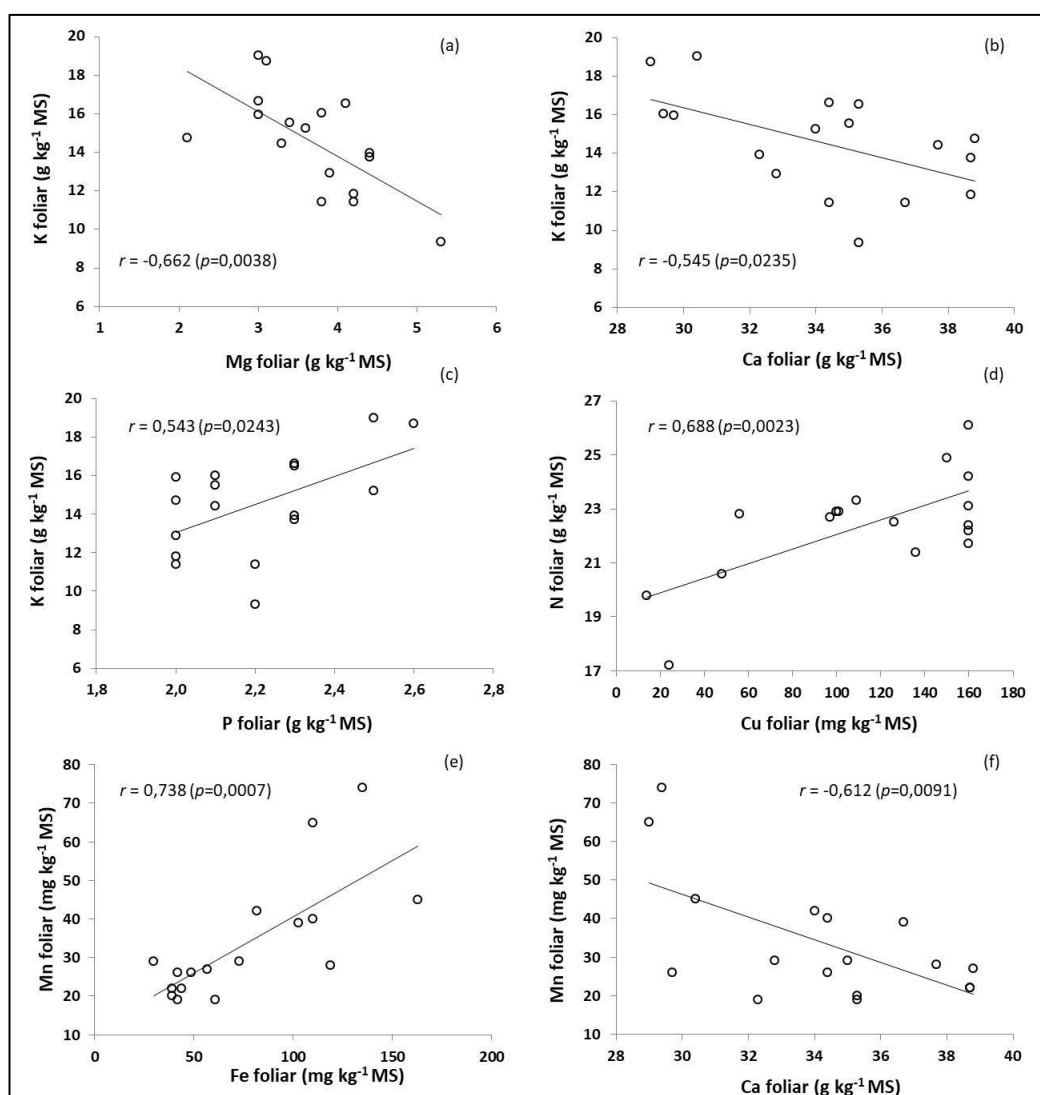


Figura 4. Correlações significativas ($p < 0,05$) entre os teores de nutrientes foliares de laranjeiras na região Fronteira Oeste do RS, 2014. (a) K foliar vs. Mg foliar; (b) K foliar vs. Ca foliar; (c) K foliar vs. P foliar; (d) N foliar vs. Cu foliar; (e) Mn foliar vs. Fe foliar; (f) Mn foliar vs. Ca foliar.



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261114-130>

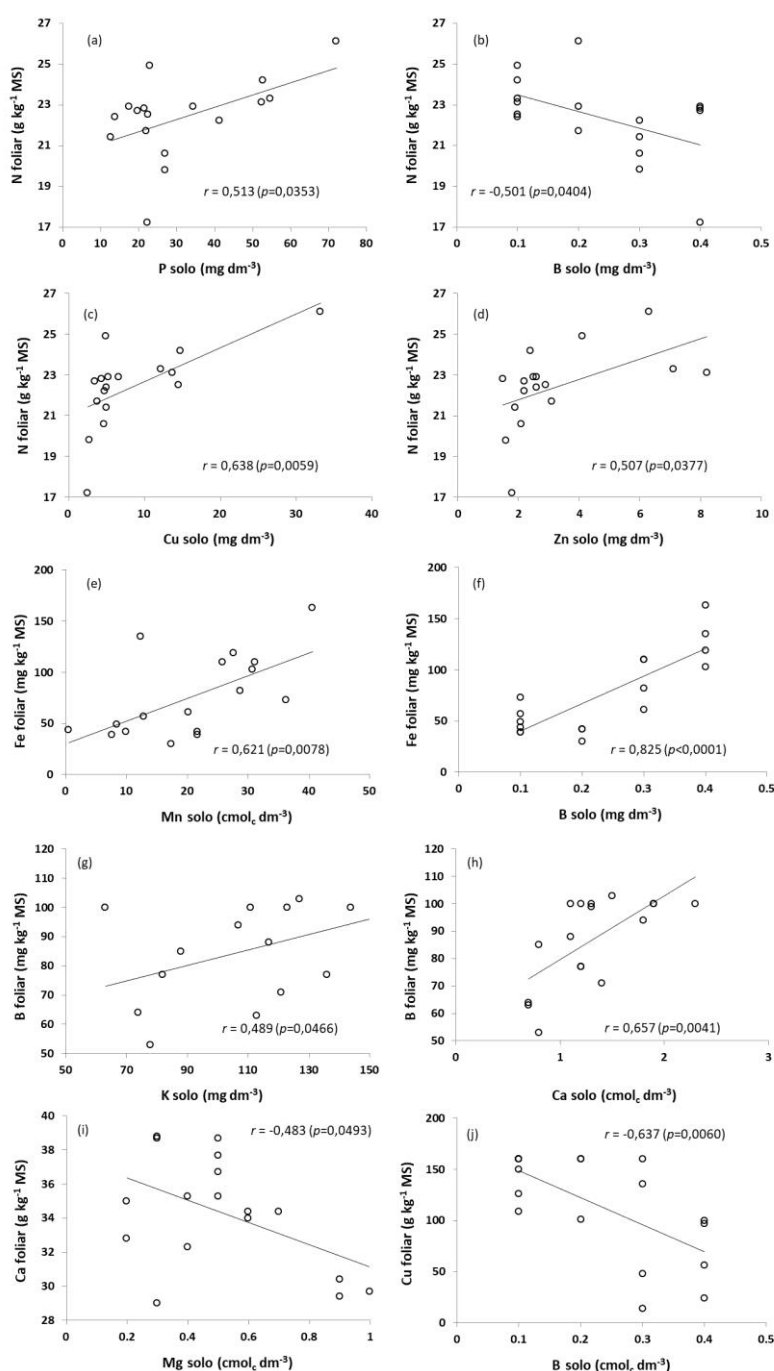


Figura 5. Correlações significativas ($p < 0,05$) entre os teores de nutrientes foliares e os teores de nutrientes nos solos de pomares de laranjeiras na região Fronteira Oeste do RS, 2014. (a) N foliar vs. P solo; (b) N foliar vs. B solo; (c) N foliar vs. Cu solo; (d) N foliar vs. Zn solo; (e) Fe foliar vs. Mn solo; (f) N foliar vs. B solo; (g) B foliar vs. K solo; (h) B foliar vs. Ca solo; (i) Ca foliar vs. Mg solo; (j) Cu foliar vs. B solo.



Conclusões

Os pomares de laranjeiras da Fronteira Oeste do RS apresentam, de forma geral, deficiência foliar em N, Ca, Mn e Zn, apresentando, ainda, excesso foliar de Cu e P, indicando necessidade de adequação do manejo da calagem e adubação, contemplando, particularmente, a realização de calagem, o incremento no conteúdo de matéria-orgânica do solo e o aprimoramento das adubações com N, P, Mn e Zn.

Os teores de um mesmo nutriente entre solo e tecido foliar não são correlacionados.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro e à Embrapa pelo apoio financeiro e operacional.

Referências

ALMEIDA, S.C. et al. Análise econômica da citricultura de Rosário do Sul/RS: um enfoque sobre a adoção de programas de certificação socioambiental. *Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology*, v. 11, n. 11, p. 2427-2436, 2013. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/reget>> Acesso em: 20 dezembro 2019.

AULER, P.A.M. et al. Calagem e desenvolvimento radicular, nutrição e produção de laranja 'Valência'. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 3, p. 254-261, 2011.

BOARETTO, A.E. et al. Foliar micronutrient application effects on citrus fruit yield, soil and leaf concentrations and ⁶⁵Zn mobilization within the plant. *Acta Horticulturae*. v.594, p.203-209, 2002.

CAMACHO, M.A. et al. Faixas Normais de Nutrientes pelos métodos Chm, dris e CNd e Nível Crítico pelo método de distribuição Normal reduzida para laranjeira-pera. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 36, n. 1, p. 193-200, 2012.

DIAS, J.R.M. et al. Normas DRIS multivariadas para avaliação do estado nutricional de laranjeira 'Pera' no estado do Amazonas. *Revista Ciência Agronômica*, v. 44, n. 2, p. 251-259, 2013.



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261114-130>

DU PLESSIS, S.F. Soil analysis as a necessary complement to leaf analysis for fertilizer advisory purposes. *Proceedings of the International Society of Citriculture*, v.1, p. 15-19, 1977.

ETICHA, D. et al. Calcium nutrition of orange and its impact on growth, nutrient uptake and leaf cell wall. *Citrus Research & Technology*, v. 38, n. 1, p. 62-70, 2017.

FAQUIN, V. *Diagnose do estado nutricional das plantas*. Lavras: UFLA/FAEPE. p.77 p., 2002.

FERNÁNDEZ, V. et al. *Foliar Fertilisation: Principles and Practices*. International Fertilizer Paris: Industry Association (IFA), p. 140, 2013.

FREIRE, C.J.S. *Manual de métodos de análise de tecido vegetal, solo e calcário*. 2.ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. p.201, 2001. 201 p.

GRIEBELER, S.R. et al. Diagnóstico nutricional de pomares de tangerineira 'Montenegrina' na Região do Vale do Caí, Rio Grande do Sul, Brasil. In: XXVI Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2019, Juazeiro/Petrolina. *Anais.... Petrolina: Sociedade Brasileira de Fruticultura*. v. 1. p. 2234-2237, 2019.

HIPPLER, F.W.R. et al. Características adsorptivas de solos e o suprimento de zinco e manganês para os citros. *Citrus Research Technology*. v.35, p.73–83, 2014.

HIPPLER, F.W.R. et al. Towards soil management with Zn and Mn: estimates of fertilization efficacy of Citrus trees. *Ann. Appl. Biol.* v.166, p.484–495, 2015a.

HIPPLER, F.W.R. et al. Uptake and distribution of soil applied zinc by citrus trees-addressing fertilizer use efficiency with ⁶⁸Zn labeling. *PLoS ONE*, 2015b.

HUANG, Y.Z. et al. Nutrition condition of the orchards in the main production areas of Guanxihoney pomelo trees (Pinhe County). *Journal of Fujian Agriculture and Forestry University*, v. 30, n. 1, p. 40- 43, 2001.

IBGE. *Produção agrícola municipal*, 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>>. Acesso em: 20 janeiro 2020.



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261114-130>

KOLLER, O.C. et al. Estado nutricional dos citros na região produtora do Rio Grande do Sul. Revista Agronomia Sulriograndense, v. 22, n. 2, p. 185-204, 1986.

LI, Y. et al. Soil chemical properties, ‘Guanximiyou’ pummelo leaf mineral nutrient status and fruit quality in the southern region of Fujian province, China. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, v. 15, n. 3, p. 615-628, 2015.

LORENSINI, F. et al. Lixiviação e volatilização de nitrogênio em um Argissolo cultivado com videira submetida à adubação nitrogenada. Ciência Rural, v. 42, n. 7, p. 1173-1179, 2012.

MACEDO, L.O. et al. Use of sparingly soluble micronutrients sources for citrus production. Citrus Res. Technol. 38 ed. vol.1, 2017.

MALAVOLTA, E. et al. Seja o doutor dos seus citros. Piracicaba: Potafós, 1994. 22p. (Informações Agronômicas, 65).

MATTOS, JR. D. et al. Soil and nutrition interactions. In: TALON, M; CARUSO, M.; GMITTER, F.G. The Genus Citrus. Woodhead Publishing, p. 219-244, 2020.

NATALE, W.; MARCHALL, J. Absorção e distribuição de nitrogênio (15N) em *Citrus mitis*. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 24, n. 1, p. 183-188, 2002.

OBREZA, T.A. et al. Methods of fertilizer application. In: OBREZA, T.A.; MORGAN, K.T. (Eds.) Nutrition of Florida Citrus Trees. 2nd Ed. University of Florida, 2017. p.43-47.

OBREZA, T.A.; SCHUMANN, A. Keeping water and nutrients in the Florida citrus tree root zone. HortiTechnololy, v. 20, n. 1, p. 67-73, 2010.

OLIVEIRA, R.P. et al. Produção Orgânica de Citros no Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 296p.



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261114-130>

PEREIRA, I.S. et al. Adubação nitrogenada e características agronômicas em amoreira-preta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 48, n. 4, p. 373-380, 2013.

PETRI, J.L. et al. Avanços na cultura da macieira no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, n. spe1, p. 48-56, 2011.

RHEINHEIMER, D.S. et al. Situação da fertilidade dos solos no estado do Rio Grande do Sul. Santa Maria: Departamento de Solos/UFSM, 2001. 41 p. (Boletim Técnico, 2).

SBCS. Manual de adubação e calagem: para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre: SBCS-NRS, 2004. 394p.

SBCS. Manual de calagem e adubação: para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. S.I: SBCS-NRS, 2016. 375p.

SCHOLBERG, J.; MORGAN, K.T. Nutrient use efficiency in citrus. In: SRIVASTAVA, A.K. (Ed.). *Advances in citrus nutrition*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2012. p.205-229.

SCIVITTARO, W.B.; OLIVEIRA, R.P.; SOUZA, E.L.S. Adubação e calagem para citros no Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 12p. (Circular Técnica. 36).

SRIVASTAVA, A.K.; SINGH, S. Zinc nutrition, a global concern for sustainable citrus production. *J Sustain Agric*. v.25, p.5-42, 2005.

SULZBACH, M. et al Characterization of citrus farms production systems used in Rio Grande do Sul, Brazil. *Citrus Research & Technology*, v. 37, n. 1, p. 1-9, 2016.

SWIETLIK, D. Zinc nutrition in horticultural crops. *Horticultural Reviews*. New York: John Wiley & Sons. vol. 23, p.109-180, 1999.

SWIETLIK, D. Zinc nutrition of fruit trees by foliar sprays. *Acta Horticulturae*, v.594, p.123–129, 2002.

TANG, Y.Q. et al. Correlation analysis on nutrient element contents in orchard soils and sweet orange leaves in southern Jiangxi province of China. *Acta Horticulturae Sinica*, v. 40, n. 4, p. 623-632, 2013.



doi: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261114-130>

ZEKRI, M.; OBREZA, T. Phosphorus (P) for Citrus Trees. University of Florida, 2013. 4p. (Documento, SL379)