

## Caracterização da Fertilidade de Solos Cultivados com Nogueira-pecã no Rio Grande do Sul e Santa Catarina



OBJETIVOS DE  
DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL

**2** FOME ZERO  
E AGRICULTURA  
SUSTENTÁVEL



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Clima Temperado  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
355**

Caracterização da Fertilidade de Solos Cultivados com  
Nogueira-pecã no Rio Grande do Sul e Santa Catarina

Jorge Atílio Benati  
Gilberto Nava  
Carlos Roberto Martins  
Julio Cesar Medeiros  
Jéssica Luz Lopes

***Embrapa Clima Temperado  
Pelotas, RS  
2021***

**Embrapa Clima Temperado**  
BR 392 km 78 - Caixa Postal 403  
CEP 96010-971, Pelotas, RS  
Fone: (53) 3275-8100  
www.embrapa.br/clima-temperado  
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações

Presidente  
*Luis Antônio Suíta de Castro*

Vice-Presidente  
*Walkyria Bueno Scivittaro*

Secretário-Executivo  
*Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros  
*Ana Luiza B. Viegas, Fernando Jackson,  
Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon*

Revisão de texto  
*Bárbara Chevallier Cosenza*

Normalização bibliográfica  
*Marilaine Schaun Pelufê*

Editoração eletrônica  
*Fernando Jackson*

Foto da capa  
*Jorge Benati*

**1ª edição**  
Obra digitalizada (2021)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
Embrapa Clima Temperado

---

C257 Caracterização da fertilidade de solos cultivados com  
nogueira-pecã nos estados do Rio Grande do Sul e de  
Santa Catarina / Jorge Atílio Benati... [et al.]. – Pelotas:  
Embrapa Clima Temperado, 2021.  
17 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento /  
Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518 ; 355)

1. Noz pecã. 2. Fertilidade do solo. 3. Adubação.  
I. Benati, Jorge Atílio. II. Série.

CDD 634.52

## Sumário

---

Introdução.....	7
Material e métodos.....	7
Caracterização da fertilidade de solos cultivados com noqueira pecã no RS e SC.....	8
Pomares de 0 a 7 anos.....	8
Pomares de 8 a 12 anos.....	11
Pomares de 30 a 40 anos.....	14
Conclusões.....	16
Referências.....	16



# Caracterização da Fertilidade de Solos Cultivados com Nogueira-pecã no Rio Grande do Sul e Santa Catarina

Jorge Atilio Benati<sup>1</sup>

Gilberto Nava<sup>2</sup>

Carlos Roberto Martins<sup>2</sup>

Julio Cesar Medeiros<sup>3</sup>

Jéssica Luz Lopes<sup>4</sup>

**Resumo** - A cultura da noqueira-pecã tem grande importância para a economia de vários municípios do Sul do Brasil. Entretanto, atualmente são escassas as informações sobre o manejo da adubação em pomares de noqueira-pecã do Rio Grande do Sul (RS) e de Santa Catarina (SC), o que pode acarretar em inadequado manejo da fertilidade. Portanto, o objetivo do presente estudo foi realizar um levantamento da fertilidade dos solos de pomares com noqueira-pecã, avaliando as principais limitações químicas e os aspectos que carecem de maior atenção no manejo da calagem e adubação. O estudo foi realizado em 65 pomares de noqueira-pecã, localizados em 59 municípios no RS e SC. As amostras de solos foram classificadas quanto à profundidade da camada de solo avaliada: 0 a 20 cm, 20 a 40 cm e 40 a 60 cm e, para os pomares com idade entre 30 e 40 anos, de 0 a 20 cm e 20 a 60 cm. Determinou-se: pH água e os teores de matéria orgânica (MO), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), enxofre (S), zinco (Zn), cobre (Cu), boro (B) e manganês (Mn). Os resultados mostraram limitações de ordem química nos solos, que certamente estão influenciando a produtividade dos pomares de noqueira nos estados do RS e SC. Os teores de B e Zn apresentaram níveis baixos na maioria dos solos avaliados, necessitando-se realizar um acompanhamento mais rigoroso quanto os teores foliares desses micronutrientes. Os teores de Mn e o Al em solos com baixo pH e em camadas mais profundas do solo são elevados e potencialmente tóxicos. Também, os baixos valores de pH e de P constituem as principais limitações da fertilidade dos solos com noqueira-pecã.

**Termos para indexação:** *Carya illinoensis*, adubação, análise de solo, noqueira-pecã

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, doutorando da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, mestre em Desenvolvimento Regional, consultor da Nozes Pitol, Anta Gorda, RS.

<sup>4</sup> Tecnóloga em gestão ambiental, bolsista CNPq / Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

## Fertility Characterization of Soils Cultivated with Pecan Trees in Rio Grande do Sul and Santa Catarina

**Abstract** - The pecan culture is of great importance for the economy of many cities in Southern Brazil. However, there is currently little information on the management of fertilization of pecan orchards with regard to the conditions of Rio Grande do Sul (RS) and Santa Catarina (SC) states, triggering production difficulties. Therefore, the objective of the study was to carry out a survey of the soil fertility of orchards with pecan tree, evaluating the main chemical barriers and the aspects that need more attention in relation to the management of liming and fertilization. The study was carried out in 65 pecan orchards, located in 59 cities. Soil samples were classified according to the depth of the evaluated soil layer: 0 to 20 cm, 20 to 40 cm and 40 to 60 cm, and, for orchards aged between 30 and 40 years, from 0 to 20 cm and 20 to 60 cm. The following parameters were determined: pH, organic matter (OM), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminum (Al), sulfur (S), zinc (Zn), copper (Cu), boron (B) and manganese (Mn). According to the results, there are soil chemical limitations that are certainly influencing the productivity of pecan orchards in the states of RS and SC. The contents of B and Zn reached low levels in most of the evaluated soils, implying the need of a more rigorous monitoring on the leaf contents of these micronutrients. Mn and Al in soils with low pH and from deeper soil layers reached high and potentially toxic contents. Low soil pH and P content are the most difficult problems to be solved.

**Index terms:** *Carya illinoensis*, fertilization, soil analysis, fruit tree

## Introdução

---

A noqueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch] é uma planta perene, arbórea, caducifolia, monoica, com dicogamia, pertencente à família Juglandaceae, nativa da América do Norte, ocorrendo originalmente nas planícies do Rio Mississippi (Sparks, 2005). Atualmente, os cultivos comerciais de noqueira-pecã ocorrem nos diferentes continentes e apresentam relevância econômica em países como Argentina, África do Sul, Austrália, Brasil, China, Estados Unidos, Israel, México e Peru (Fronza et al., 2018).

A área cultivada com noqueira-pecã tem aumentado significativamente no Brasil, expandido principalmente nas regiões Sul, destacando-se os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (Bilharva et al., 2018). Embora o clima nessa região apresente características favoráveis ao cultivo da noqueira-pecã, a atividade ainda é pouco explorada, existindo possibilidade de expansão da produção (Fronza et al., 2018), para abastecimento do mercado interno e/ou para exportação da fruta. O conhecimento acerca do modo de produção é fundamental para se implementar estratégias de gestão produtiva quanto à produtividade e qualidade de frutos, principalmente quando há demanda por noz-pecã, o que amplia a necessidade do diagnóstico e da implementação de estratégias para um manejo sustentável de produção (Crosa et al., 2020).

A região de origem da noqueira-pecã caracteriza-se por solos de textura média, profundos, bem drenados, com acidez moderada a neutra e com boa disponibilidade de nutrientes (Sparks, 2005). Contudo, os solos brasileiros, em geral, possuem elevada acidez e baixos teores de P; assim, evidencia-se a necessidade de calagem e adubações ao cultivo, visando elevar a disponibilidade dos nutrientes no solo e satisfazer as necessidades da cultura (Ernani, 2016).

A noqueira-pecã constitui-se em boa alternativa de produção em médio e em longo prazos, além de ser uma possibilidade para a diversificação da matriz produtiva de propriedades rurais. No entanto, seu cultivo ainda requer informações de pesquisa específicas para as condições do Sul do Brasil, especialmente pelo fato de o manejo de adubação atualmente ser realizado sob forte influência de informações internacionais.

Nesse sentido, o presente estudo teve por objetivo realizar levantamento da fertilidade dos solos de pomares de noqueira-pecã dos estados do RS e de SC, buscando avaliar as principais limitações químicas e os aspectos que requerem maior atenção quanto ao manejo da calagem e adubação para a cultura.

## Material e métodos

---

O estudo foi realizado em 65 pomares de noqueira-pecã, localizados em 59 municípios nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Essa região é classificada como recomendável ao cultivo de noqueira-pecã no RS pelo zoneamento edafoclimático (Wrege et al., 2019; Filippini-Alba et al., 2020). Os atributos químicos e o número de amostras de solo analisados, de acordo com a idade do pomar e a profundidade, estão apresentados na Tabela 1. Os dados foram classificados e subdivididos em pomares com idade de: 0 a 7; 8 a 12 e 30 a 40 anos, caracterizando pomares em formação, entrada em produção e plena produção, respectivamente. As amostras de solos também foram classificadas quanto à profundidade da camada de solo avaliada: 0 a 20 cm, 20 cm a 40 cm, e 40 cm a 60 cm, entretanto, para os pomares com idade entre 30 e 40 anos, devido ao baixo número de amostras, utilizaram-se apenas, as profundidades de 0 a 20 cm, e 20 cm a 60 cm.

No solo, foram determinados os seguintes atributos químicos: pH água e os teores de matéria orgânica (MO), fósforo disponível (P), potássio extraível (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al) trocáveis, enxofre (S), zinco (Zn), cobre (Cu), boro (B) e manganês (Mn) disponível. As amostras de solo foram analisadas utilizando métodos descritos por Tedesco et al. (1995), e interpretados de acordo com CQFS-RS/SC (2016). Os resultados dos atributos químicos do solo foram transformados em frequências relativas, inferidas sobre um caráter químico do solo e/ou correlacionados entre os diferentes pontos levantados, sendo esses os elementos utilizados para as interpretações.-



**Tabela 1.** Descrição das análises de solo avaliadas, de acordo com a profundidade coletada e idade do pomar. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2021.

Atributo	Número de amostras		
	Profundidade (cm)		
	0 a 20 cm	20 cm a 40 cm	40 cm a 60 cm
----- 0 a 7 anos -----			
Análise básica (pH, MO, P, K, Ca, Mg e Al)	124	88	16
Análise básica e de enxofre e micronutrientes (pH, MO, P, K, Ca, Mg e Al) (S, Zn, Cu, B e Mn)	124	79	16
----- 8 a 12 anos -----			
Análise básica (pH, MO, P, K, Ca, Mg e Al)	63	42	12
Análise básica e de enxofre e micronutrientes (pH, MO, P, K, Ca, Mg e Al) (S, Zn, Cu, B e Mn)	57	42	12
----- 30 a 40 anos -----			
Análise básica (pH, MO, P, K, Ca, Mg e Al)	6		6*
Análise completa (pH, MO, P, K, Ca, Mg e Al) (Zn, B e Mn)	6		6*

\*Referente à camada de solo de 20 cm a 60 cm de profundidade.

## Caracterização da fertilidade de solos cultivados com noqueira pecã no RS e SC

### Pomares de 0 a 7 anos

A maioria dos pomares avaliados apresentaram parâmetros do solo que necessitam correção da acidez e adubação, tanto na camada de 0 a 20 cm (Figura 1), bem como de 20 cm a 40 cm de profundidade (figura 2). Os teores de P, Ca, Mg e, principalmente, o pH e o Al são os que necessitam de maior atenção nos pomares de noqueira-pecã.

Em relação à disponibilidade de P na camada de 0 a 20 cm de solo, 85% dos pomares jovens (0 a 7 anos de idade) apresentaram valores abaixo do nível crítico, sendo 61% das amostras com teores muito baixos do nutriente, e 17 % classificadas com baixos. Na camada de 20 cm a 40 cm de profundidade (Figura 2), a disponibilidade foi ainda menor, sendo que 94 % dos solos com cultivo de noqueira-pecã do RS e de SC possuem disponibilidade de P no solo abaixo do teor crítico nessa camada.

Na camada de solo de 0 a 20 cm, 43 % dos teores de Ca e 27 % dos teores de Mg das amostras estão inferiores ao nível crítico, enquanto que na profundidade de 20 cm a 40 cm para essas teores a limitação é ainda maior e são considerados insuficientes em 61 % e 45 % das amostras, respectivamente. Uma vez que esses nutrientes fazem parte da composição do calcário, os baixos valores de ambos estão relacionados, principalmente, com as aplicações insuficientes de calcário anteriormente ao plantio das mudas.

Além dos baixos teores de Ca e Mg, calagem aquém da real necessidade ocasionou ainda reduzidos valores de pH (64% dos pomares na profundidade de 0 a 20 cm e 74 % de 20 cm a 40 cm) e elevada disponibilidade de elementos tóxicos, como o Al (em 67% e 75 %) e Mn (em 75% e 67 % das amostras).

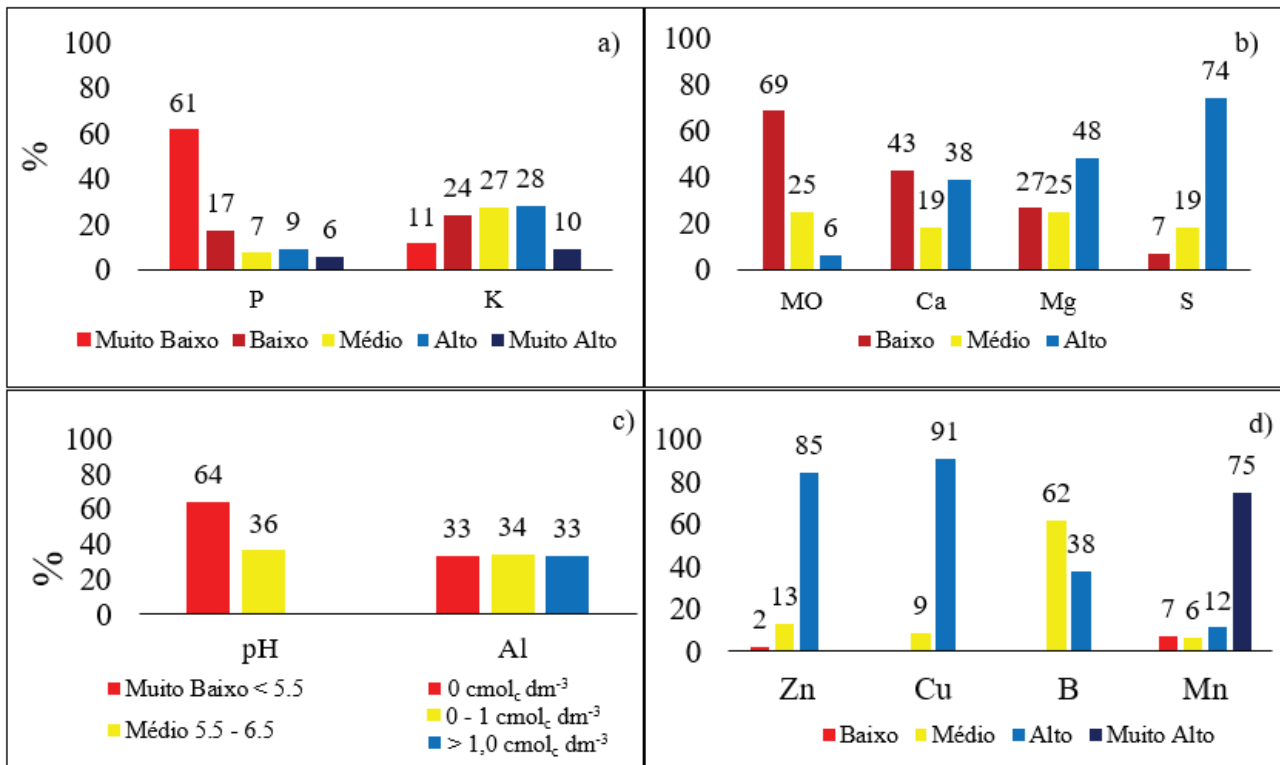
É fundamental ressaltar que a aplicação de calcário em solos ácidos promove maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas e, conseqüentemente, favorece a absorção de água e nutrientes. A concentração de Ca no solo é um indicativo do potencial de crescimento do sistema radicular das frutíferas, especialmente nas fases de implantação e formação do pomar (Rozane et al., 2017). Também, ressalta-se que é imprescindível que a calagem e a correção dos níveis de fósforo sejam realizadas anteriormente ao plantio das mudas, tendo em vista que essa é a última oportunidade de incorporação de forma eficiente desses corretivos da acidez e fertilidade (Nava et al., 2016). Portanto, realizar o preparo de solo, elevando-se o pH a 6,0, neutralizar o Al e corrigir os teores de P no solo para a classe alta torna-se essencial para o bom desenvolvimento da nogueira-pecã. Alguns autores relatam que a pecaneira tem boa adaptação em solos profundos e bem drenados, com pH entre 6 e 6,5. Juntamente com bons níveis de nutrientes, matéria orgânica e boa capacidade de retenção de água, tais características proporcionam condições ideais para o desenvolvimento do sistema radicular (Fronza et al., 2018; Wells, 2013).

Em relação à disponibilidade do K, 62 % das amostras, para a camada de 0 a 20 cm, e 63 % das amostras, para a profundidade de 20 cm a 40 cm, apresentaram teores desse nutriente abaixo do nível crítico no solo (Tabela 3) (CQFS-RS/SC, 2016). Todavia, para a fertilização com K, é possível que a aplicação desse nutriente seja realizada sobre a superfície do solo e sem incorporação, devido a sua melhor mobilidade no perfil do solo (Ernani, 2016). Além disso, o manejo do solo com utilização de plantas de cobertura, como aveia, azevém, nabo-forrageiro, entre outras, pode colaborar, por meio da ciclagem, para a redução dessa deficiência ao longo da vida produtiva dos pomares.

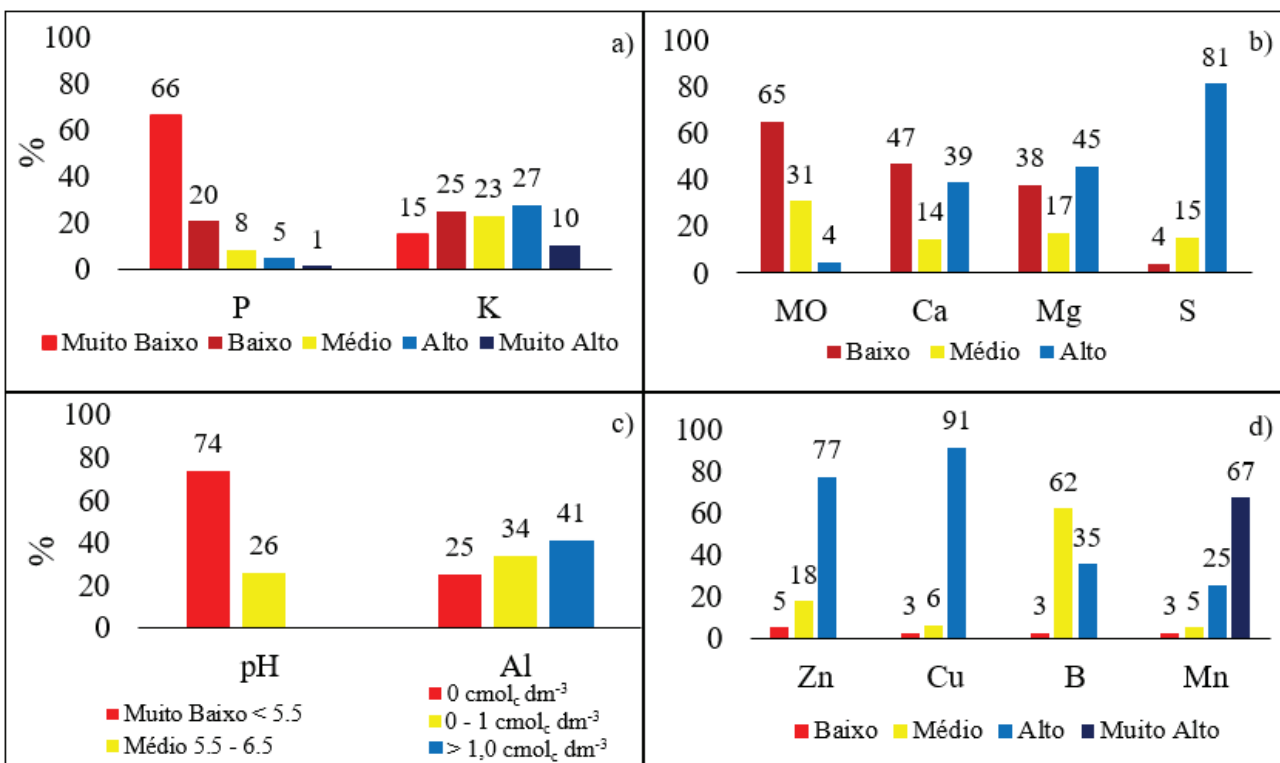
Quanto aos teores de MO, 69% das amostras apresentaram baixos teores, contudo, esse parâmetro é menos influenciado pelo manejo da adubação. O manejo adequado de plantas de cobertura e ausência de revolvimento do solo podem auxiliar na manutenção ou mesmo no aumento dos teores de MO no solo ao longo dos anos. Também a manutenção da cobertura vegetal no pomar pode gerar quantidade de matéria seca suficiente para manter o solo coberto, elevar o teor de matéria orgânica e contribuir para a ciclagem de nutrientes (Souza Gallo et al., 2019). Os níveis de S, em sua grande maioria (74% e 81 %) encontram-se com valores adequados; também, vale ressaltar que o S tende a não ocasionar problemas devido à baixa exportação desse nutriente.

Os teores de Zn (85% e 77 %) e Cu (91%) apresentaram quantidades satisfatórias. Já o B (62% foram teores médios e 38% altos) presente no solo, em geral está relacionado à MO, portanto, para os solos da região Sul, necessita-se aplicar pequenas quantidades desse nutriente; todavia, deve-se ter cuidado e aplicar no máximo  $1,0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para evitar toxidez (CQFS-RS/SC, 2016).

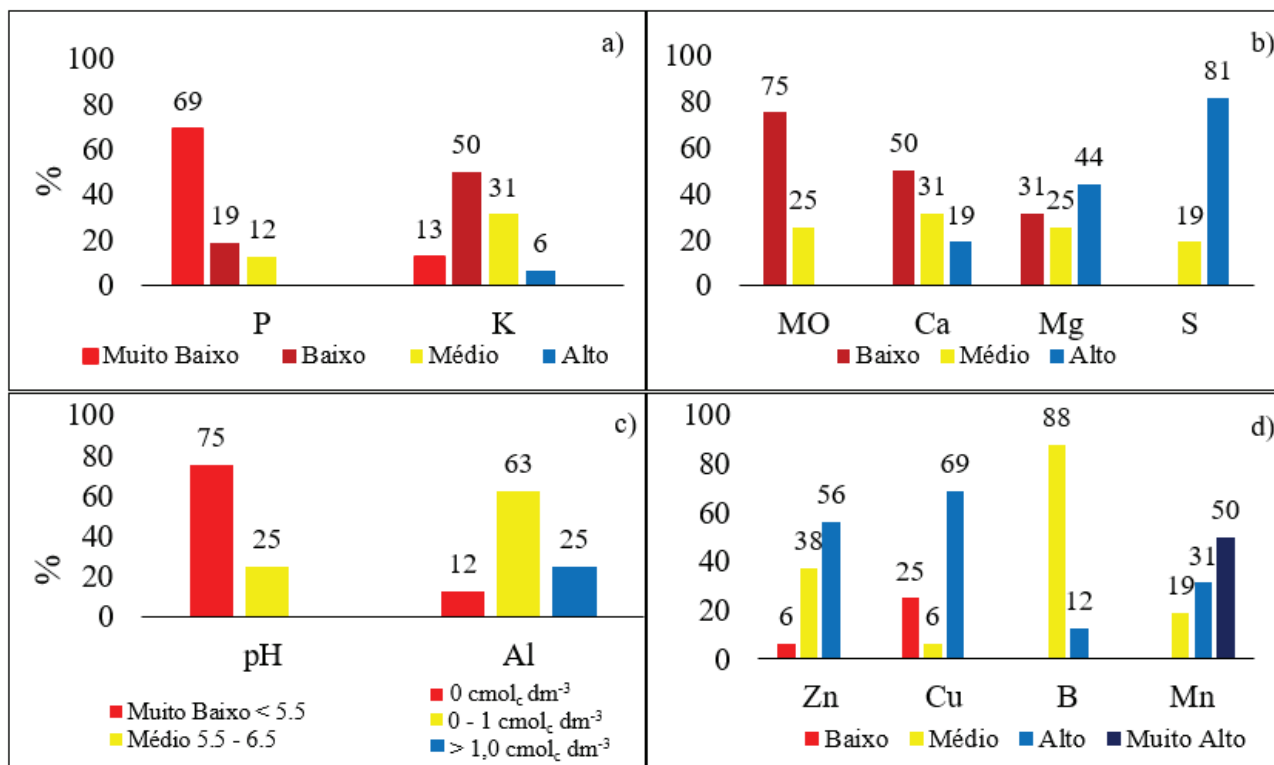
Diante da dificuldade de se incorporar os corretivos nas camadas mais profundas, particularmente na profundidade de 40 cm a 60 cm, bem como do fato de as adubações após o plantio serem realizadas em superfície, verifica-se que quanto maior a profundidade da camada de solo, menores os teores de nutrientes. Conforme observado na Figura 3, com exceção dos micronutrientes Cu, Zn e Mn, que apresentam elevados teores devido ao baixo pH nessa faixa de solo, os demais parâmetros encontram-se em condições adversas para o bom desenvolvimento do sistema radicular. Esses resultados reafirmam a importância de se realizar um bom preparo do solo e correção da fertilidade do solo, através da aplicação de calcário, P e K em pré-plantio, incorporando-se no mínimo até 30 cm de profundidade, proporcionando às plantas uma condição de solo favorável ao bom desenvolvimento radicular e absorção de nutrientes. Paulus (2015), em estudo realizado no município de Santa Maria - RS, ressaltou que a baixa disponibilidade de fósforo, nitrogênio e zinco e a alta saturação por alumínio são os fatores químicos que limitam com mais intensidade o desenvolvimento e a produção da nogueira-pecã.



**Figura 1.** Distribuição percentual dos teores de P e K (a), MO, Ca, Mg e S (b), valores de pH e Al (c) e Zn, Cu, B e Mn (d) disponíveis no solo, interpretados de acordo com CQFS-RS/SC (2016), na camada de 0 – 20 cm de profundidade, em pomares de noqueira-pecã com 0 – 7 anos de implantação no RS e SC. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2021.



**Figura 2.** Distribuição percentual dos teores de P e K (a), MO, Ca, Mg e S (b), valores de pH e Al (c) e Zn, Cu, B e Mn (d) disponíveis no solo e interpretados de acordo com CQFS-RS/SC (2016), na camada de 20 – 40 cm de profundidade, em pomares de noqueira-pecã com 0 – 7 anos de implantação no RS e SC. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2021.



**Figura 3.** Distribuição percentual dos teores de P e K (a), MO, Ca, Mg e S (b), valores de pH e Al (c) e Zn, Cu, B e Mn (d) disponíveis no solo e interpretados de acordo com CQFS-RS/SC (2016), na camada de 40 – 60 cm de profundidade, em pomares de nogueira-pecã com 0 – 7 anos de implantação no RS e SC. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2021.

## Pomares de 8 a 12 anos

Nos pomares com idade de 8 a 12 anos, os quais já se encontram em fase de produção, também verifica-se a necessidade de correção da fertilidade do solo nas diferentes camadas avaliadas (Figuras 4, 5 e 6). Entretanto, verifica-se uma condição química na camada superficial do solo mais adequada para o desenvolvimento das raízes, quando comparada às condições encontradas nos pomares de 0 a 7 anos, o que possivelmente está relacionado ao maior tempo para ciclagem dos nutrientes aplicados superficialmente pelas plantas de cobertura do solo.

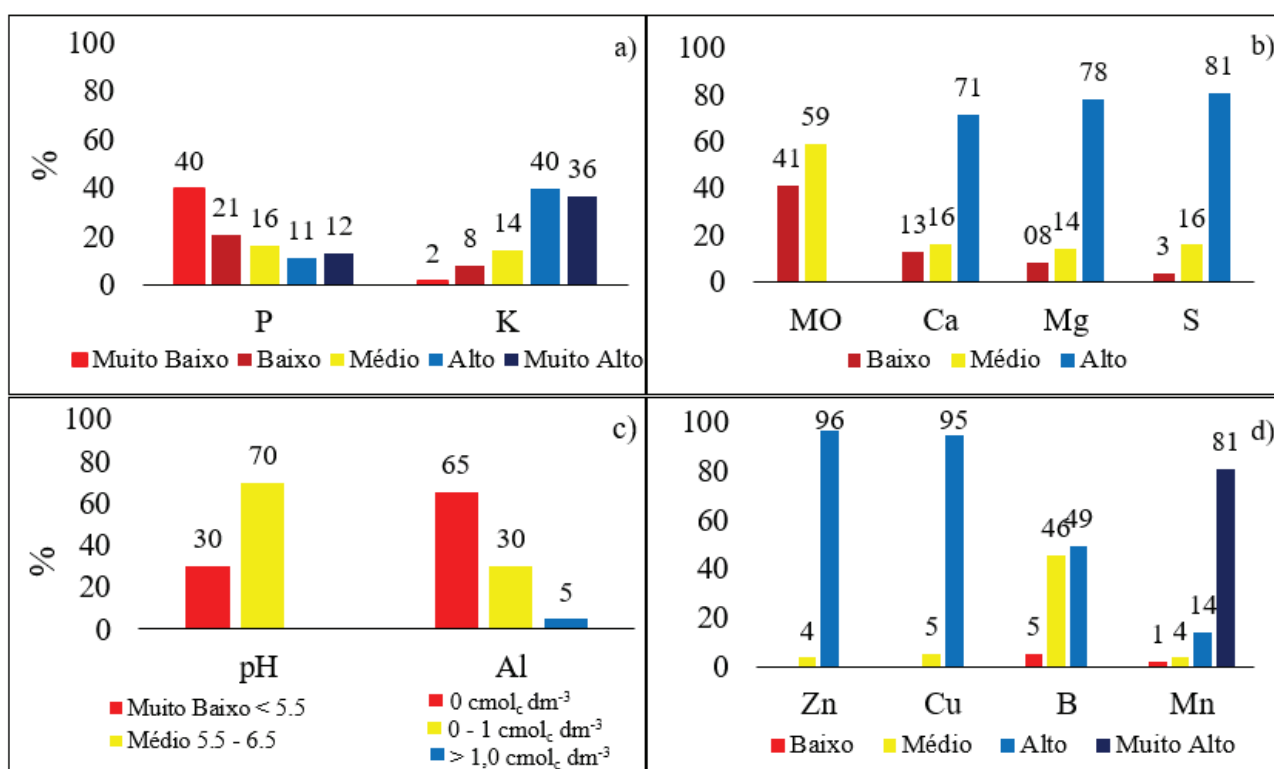
Em relação ao P, 77% das amostras na camada de 0 – 20 cm do solo, 98% das amostras na camada de 20 cm a 40 cm (Figura 5a) e 100% das amostras na camada de 40 cm a 60 cm de profundidade do solo (Figura 6a) apresentaram níveis abaixo do ideal. Uma vez que, mesmo na camada superficial do solo, os teores de P são considerados insuficientes, é provável que os produtores estejam utilizando quantidades de adubos fosfatados em manutenção menores que as necessárias. A intensa limitação de P nas camadas mais profundas do solo também demonstra a correção ineficiente por ocasião da implantação do pomar, uma vez que o P não chegou nas camadas mais profundas, o que depende da incorporação do fertilizante ao solo.

Em relação ao K disponível, verifica-se que 76% dos pomares apresentaram teores acima do nível crítico na camada de 0 a 20 cm de profundidade (Figura 4), o que se deve à adubação potássica em superfície. Entretanto, 78% das amostras para as camadas de 20 cm a 40 cm e 58% das amostras para a camada de 40 cm a 60 cm apresentaram teores abaixo do normal.

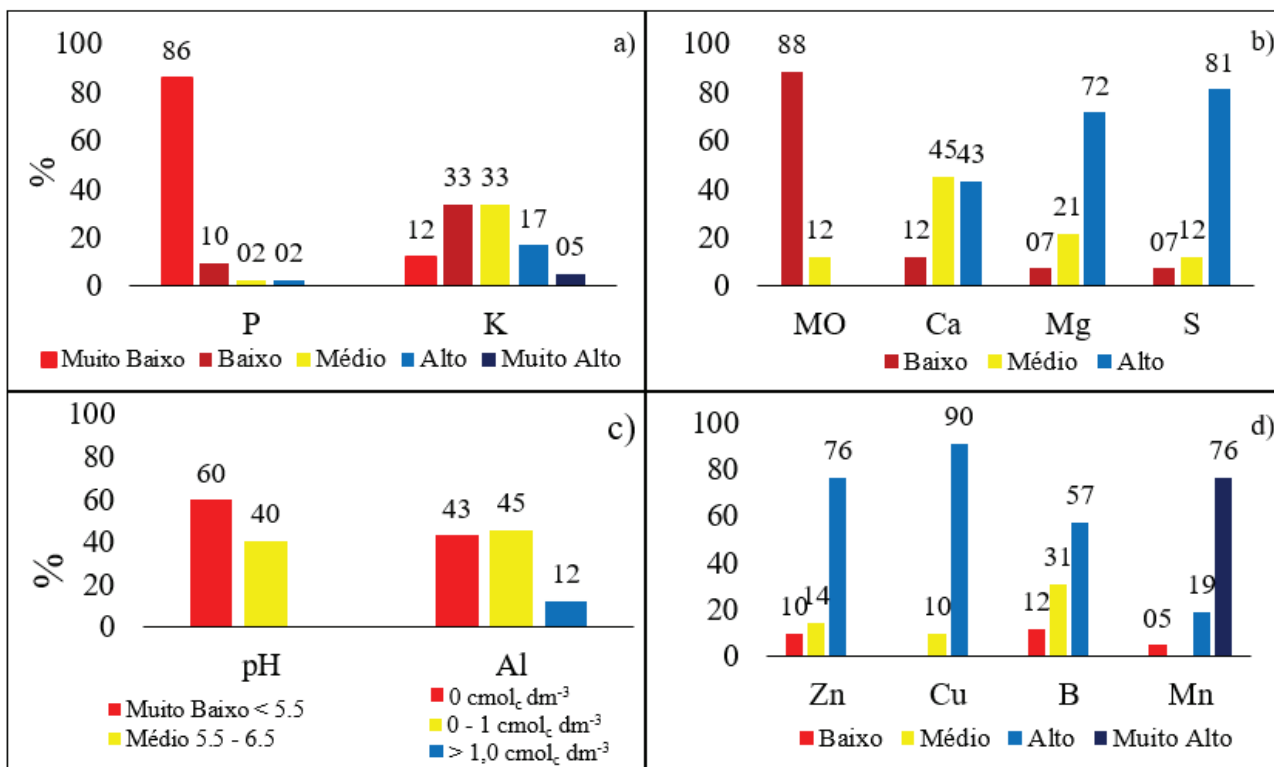
Os teores de Ca, Mg, S, Zn, Cu e B, em geral, estão enquadrados em disponibilidade adequada para as faixas de 0 a 20 e 20 cm a 40 cm de profundidade (Figura 4 e 5), diferindo dos pomares mais jovens. Todavia, em 81% e 76% dos pomares, respectivamente, os teores de Mn para essas mesmas camadas de solo apresentaram disponibilidade “muito alta” (CQFS-RS/SC, 2016), o que pode ocasionar toxidez, principalmente em situações de solos mal drenados. Mesmo que se obtenha níveis adequados de Zn, a sua disponibilidade para as plantas depende do pH do solo (Wells, 2013).

Os valores de pH em 30% e 60 % das amostras de solo de 0 – 20 e 20 – 40 cm, respectivamente, foram inferiores a 5,5, e os níveis de Al disponíveis aumentaram conforme a profundidade da camada de solo avaliada, sendo 35% das amostras de 0 a 20 cm e 57 % de 20 cm a 40 cm. Em pomares já implantados, é necessário o monitoramento do pH, uma vez que os solos tendem a se reacidificar. Deve-se reaplicar calcário quando necessário, evitando-se que o pH do solo alcance valores inferiores a 5,5, pois abaixo disso ocorre a solubilização do Al, que é tóxico ao sistema radicular.

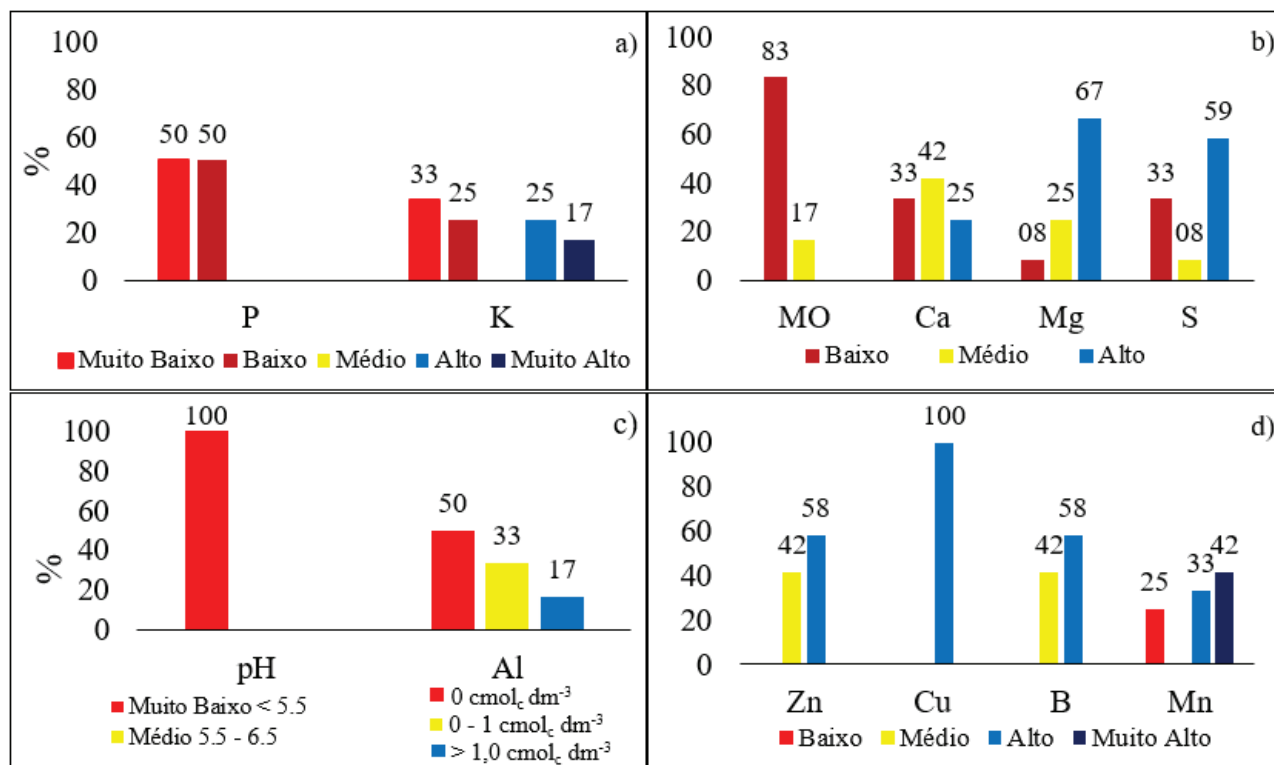
É extremamente difícil corrigir a acidez em camadas de solo mais profundas exploradas pelas raízes em pomares adultos. Portanto, a estratégia, nessas situações, é aplicar a cada dois anos, pequenas doses de calcário (no máximo 5 t ha<sup>-1</sup>) de baixa granulometria, a fim de corrigir a acidez gradativamente por meio da lixiviação das bases ao longo do perfil no decorrer dos anos (Rozane et al., 2017). Porém, essa prática é de manutenção do pH, não substituindo a correção de pré-plantio.



**Figura 4.** Distribuição percentual dos teores de P e K (a), MO, Ca, Mg e S (b), valores de pH e Al (c) e Zn, Cu, B e Mn (d) disponíveis no solo e interpretados de acordo com CQFS-RS/SC (2016), na camada de 0 – 20 cm de profundidade, em pomares de noqueira-pecã com 8 – 12 anos de implantação no RS e SC. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2021.



**Figura 5.** Distribuição percentual dos teores de P e K (a), MO, Ca, Mg e S (b), valores de pH e Al (c) e Zn, Cu, B e Mn (d) disponíveis no solo e interpretados de acordo com CQFS-RS/SC (2016), na camada de 20 – 40 cm de profundidade, em pomares de nogueira-pecã com 8 – 12 anos de implantação no RS e SC. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2021.



**Figura 6.** Distribuição percentual dos teores de P e K (a), MO, Ca, Mg e S (b), valores de pH e Al (c) e Zn, Cu, B e Mn (d) disponíveis no solo e interpretados de acordo com CQFS-RS/SC (2016), na camada de 40 – 60 cm de profundidade, em pomares de nogueira-pecã com 8 – 12 anos de implantação no RS e SC. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2021.

## Pomares de 30 a 40 anos

Os solos dos pomares avaliados na camada de 0 a 20 cm de profundidade em pomares de 30 a 40 anos (Figura 7) apresentaram, em 60% das amostras, teores de P e de K abaixo do nível crítico. Cabe destacar que a adubação de manutenção ou produção em pomares é assim denominada porque visa manter a fertilidade do solo e repor os nutrientes exportados pela colheita dos frutos (CQFS-RS/SC, 2016; Rozane et al., 2017).

Os baixos teores de MO em 97% dos solos avaliados em pomares mais velhos remetem ao baixo potencial que possuem em suprir N, e à necessidade de fertilização nitrogenada anual para se obter produtividades satisfatórias, as quais devem ser baseadas em análises foliares e na expectativa de rendimento. Uma alternativa para reduzir as quantidades de adubos nitrogenados é o cultivo de culturas de cobertura do solo, com capacidade de fixar N, como as leguminosas, que podem suprir grande parte do N necessário para as plantas (Wells, 2012). Também vale ressaltar que a manutenção de plantas de cobertura nos pomares auxilia para manter e mesmo elevar os teores de MO no solo, além de gerar bioporos através do sistema radicular e ciclar nutrientes nas diferentes camadas exploradas pelas raízes (Melo et al., 2016)

Em relação aos micronutrientes, os teores de Mn se mostraram altos na maioria das amostras (74 %). Entretanto, os teores de Zn e B foram baixo e médio em 71% e 60% das amostras, respectivamente, possivelmente devido à exportação com a colheita ao longo dos anos. O B e o Zn merecem especial atenção, por se tratar de elementos cujas deficiências aparecem em maior frequência nas culturas e por estarem diretamente relacionados à formação de frutos e à qualidade da colheita (Malavolta et al., 1997; Marschner, 2012). Assim, o monitoramento do estado nutricional das plantas pode indicar a necessidade de fertilizações foliares com fontes de zinco (sulfato de zinco) e B (ácido bórico), de acordo com as recomendações de CQFS-RS/SC (2016).

Em relação aos parâmetros químicos relacionados à calagem, ressalta-se os baixos valores de pH em 78% das amostras e os baixos teores de Ca e Mg em 90 e 62% das amostras, respectivamente, além de altos teores de Al em 78% das amostras de solo analisadas. Devido à impossibilidade de se incorporar o calcário, aliada à sua baixa solubilidade, é difícil corrigir a acidez e neutralizar o Al tóxico em profundidade. Quando diagnosticada a necessidade - que acontece quando o pH em água for menor que 5,5 - deverá ser aplicada metade da dose de calcário indicada pelo Índice SMP. A dose a ser aplicada não deverá ser maior que 5 t ha<sup>-1</sup>.

O gesso agrícola, embora não promova a correção da acidez, tem sido uma alternativa para solos ácidos e para redução dos danos causados pela acidez no subsolo (Pavan et al., 1987; Carvalho; Raij, 1997). O gesso promove o desenvolvimento radicular em solos deficientes em Ca ou com saturação por Al elevada, nos quais o gesso reduz a atividade do Al e alivia seu efeito tóxico ao sistema radicular (Ritchey et al., 1980; Alcarde; Rodella, 2003; Raij, 2008). Diferente do calcário, o gesso não altera o pH e as cargas elétricas do solo (Ernani et al., 2001) e, por isso, grande parte do Ca aplicado permanece na solução do solo, enquanto outra parte é adsorvido às cargas negativas, deslocando outros cátions para a solução (Ernani; Barber, 1993; Ernani et al., 2001). Como o gesso também mantém o ânion SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> em solução, a mobilidade do Ca no perfil do solo é muito maior quando aplicada via gesso do que na forma de calcário (Ernani, 1986). Essa é uma das principais vantagens do uso do gesso, quando aplicado na superfície do solo, a exemplo das aplicações em pomares já estabelecidos e que não permitem a incorporação do calcário.

Para a profundidade de 20 cm a 60 cm (Figura 8), a disponibilidade de nutrientes foi ainda mais limitada. Além disso, os reduzidos valores de pH e altos níveis de Al<sup>3+</sup> constituem uma condição impeditiva ao crescimento radicular das plantas de noqueira-pecã. Portanto, enfatiza-se a importância da correção do solo em pré-plantio, aliada ao monitoramento da fertilidade do solo ao longo dos anos. Assim, manter teores de P, K, Ca e Mg acima do nível crítico e aplicar pequenas doses de calcário periodicamente contribuirão significativamente para uma melhor nutrição das plantas e manutenção de produtividades satisfatórias ao longo dos anos.

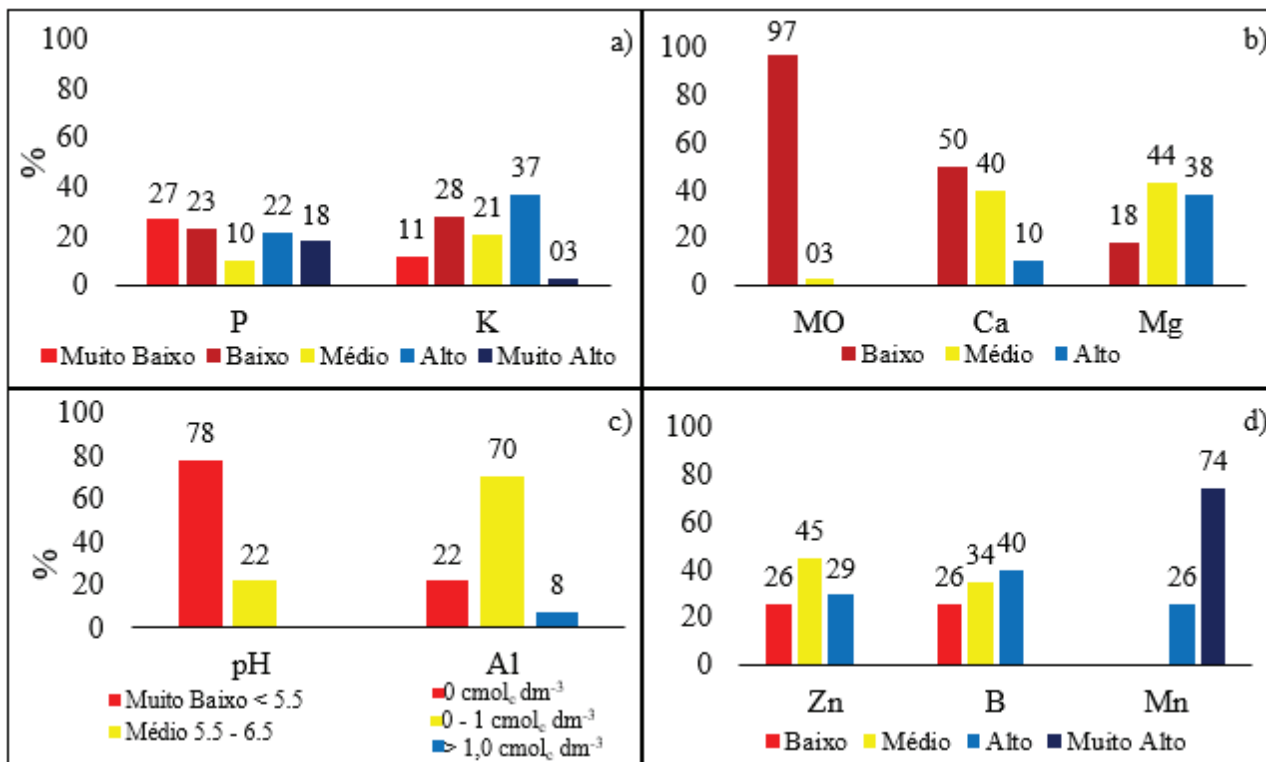


Figura 7. Distribuição percentual dos teores de P e K (a), MO, Ca e Mg (b), valores de pH e Al (c) e Zn, B e Mn (d) disponíveis no solo e interpretados de acordo com CQFS-RS/SC (2016), na camada de 0 – 20 cm de profundidade, em pomares de nogueira pecã com 30 – 40 anos de implantação no RS e SC. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2021.

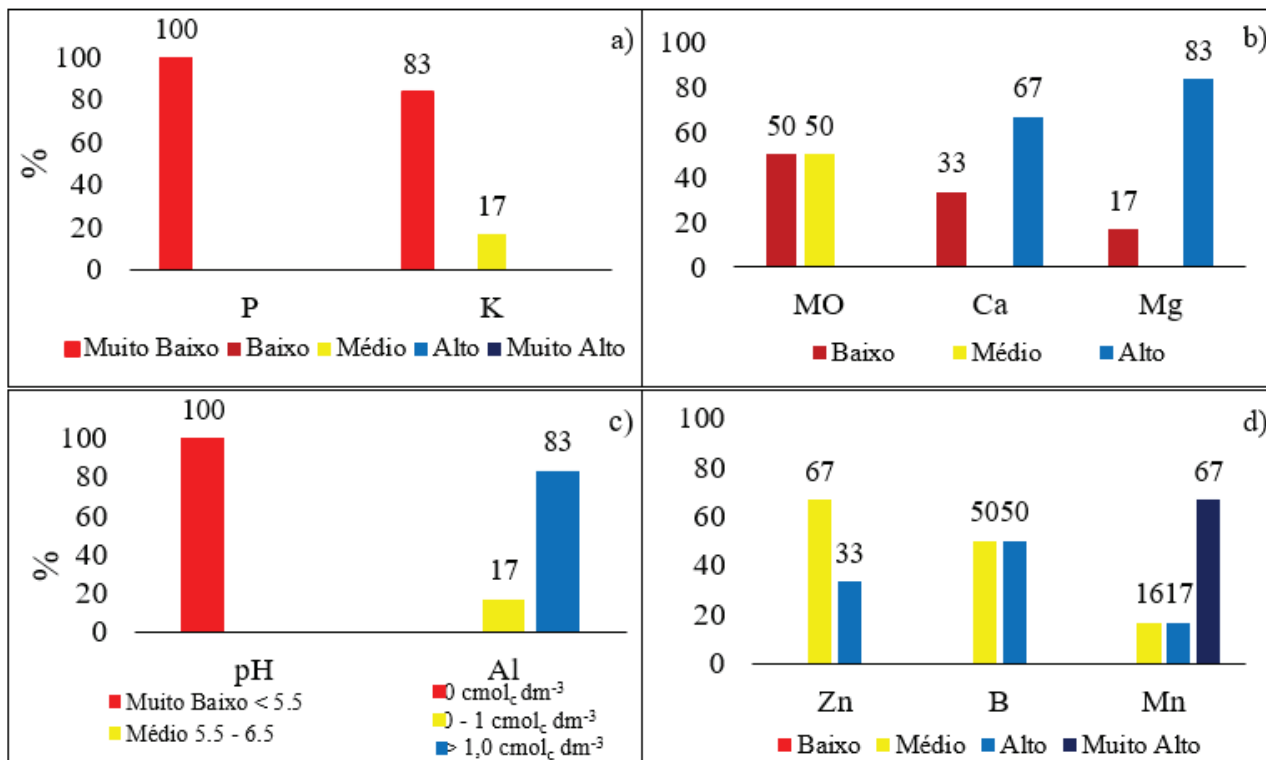


Figura 8. Distribuição percentual dos teores de P e K (a), MO, Ca e Mg (b), valores de pH e Al (c) e Zn, B e Mn (d) disponíveis no solo e interpretados de acordo com CQFS-RS/SC (2016), na camada de 20 – 60 cm de profundidade, em pomares de nogueira-pecã com 30 – 40 anos de implantação no RS e SC. Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2021.



## Conclusões

Os resultados apresentados indicam que, independentemente da idade dos pomares, ocorrem limitações de ordem química do solo, não importando a profundidade de amostragem, influenciando a produtividade dos pomares de nogueira nos estados do RS e SC.

Nos pomares de nogueira-pecã localizados no RS e SC, os micronutrientes B e Zn apresentam baixos teores na maioria dos solos avaliados. O Mn em solos com baixo pH e em camadas mais profundas do solo ocorre em teores elevados, portanto, potencialmente tóxicos. Os baixos valores de pH e de P constituem os problemas de maior dificuldade de solução, face às características de baixa mobilidade dos corretivos, quando aplicados na superfície de pomares implantados.

As informações obtidas neste trabalho indicam a necessidade do produtor verificar a fertilidade dos solos em pomares de nogueira-pecã no RS e SC, avaliando as principais limitações químicas e os aspectos que carecem de atenção no manejo da calagem e adubação, com a finalidade de minimizar problemas de produtividade.

## Referências

- ALCARDE, J. A.; RODELLA, A. A. Qualidade e legislação de fertilizantes e corretivos. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S.; ALVARES V, V. H. (ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. p. 291-334.
- BILHARVA, M. G.; MARTINS, C. R.; HAMANN, J. J.; FRONZA, D.; DE MARCO, R.; MALGARIM, M. B. Pecan: from research to the brazilian reality. **Journal of Experimental Agriculture International**, Gurgaon, v. 23, n. 6, p. 1-16, 2018.
- CARVALHO, M. C. S.; RAIJ, B. van. Calcium sulphate, phosphogypsum and calcium carbonate in the amelioration of acid subsoils for root growth. **Plant Soil**, v. 192, p. 32-48, 1997.
- 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, 2016. 375 p.
- CROSA, C. F.; MARCO, R. D.; SOUZA, R. S.; MARTINS, C. R. Tecnologia de produção de noz-pecã no Sul do Brasil. **Revista Científica Rural**, v. 22, p. 249-262, 2020.
- ERNANI, P. R. Alterações em algumas características químicas da camada arável do solo pela aplicação de gesso agrícola sobre a superfície de campos nativos. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 10, p. 241-245, 1986.
- ERNANI, P. R. **Química de solo e disponibilidade de nutrientes**. 2. ed. Lages, 2016. 256 p.
- ERNANI, P. R.; BARBER, S. A. Composição da solução do solo e lixiviação de cátions afetados pela aplicação de cloreto e sulfato de cálcio em um solo Ácido. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 17, p. 41-46, 1993.
- ERNANI, P. R.; RIBEIRO, M. S.; BAYER, C. Modificações químicas em solos ácidos ocasionadas pelo método de aplicação de corretivos da acidez e de gesso agrícola. **Scientia Agrícola**, v. 58, p. 825-831, 2001.
- FILIPPINI-ALBA, J. M.; WREGGE, M. S.; ALMEIDA, I. R. de; MARTINS, C. R.; ZEMNICAHAK, S.; SOUZA, T. G. de. **Zoneamento edafoclimático da nogueira-pecã para o Sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2020. 65 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 492).
- FRONZA, D.; HAMANN, J. J.; BOTH, V.; ANESE, R. de O.; MEYER, E. A. Pecan cultivation: general aspects. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 48, n. 2, p. 1-9, 2018.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 2012.
- MELO, G. B.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A.; GUARESCHI, R. F.; SOARES, P. F. C. Estoques e frações da matéria orgânica do solo sob os sistemas plantio direto e convencional de repolho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1511-1519, 2016.
- NAVA, G.; SANTOS, K. L. dos; COSTA, M. D.; CIOTTA, M. N. Crescimento, composição mineral, produção e colonização micorrízica de goiabeira serrana em resposta à aplicação de calcário e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 8, p. 942-949, 2016.
- PAULUS, E. **Preparo do solo no estabelecimento do solo inicial da nogueira-pecã em argissolo vermelho no RS**. 94 f. Tese. (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, 2015.
- PAVAN, M. A.; BINGHAM, F. T.; PERYEA, F. J. Influence of calcium and magnesium salts on acid soil chemistry and calcium nutrition of apple. **Soil Science Society of America Journal**, v. 51, n. 6, p. 1526-1530, 1987.
- RAIJ, B. **Gesso na agricultura**. Campinas: Instituto Agronômico, 2008. 233 p.
- RITCHEY, K. D.; SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E.; CORREA, O. Calcium leaching to increase rooting depth in a Brazilian Savannah Oxisol. **Agronomy Journal**, v. 72, p. 40-44, 1980.

ROZANE, D. E.; BRUNETTO, G.; NATALE, W. **Manejo da fertilidade do solo em pomares de frutíferas**. Piracicaba: IPNI Brasil, 2017.

SOUZA GALLO, A.; ARAÚJO, T. dos S.; ARAÚJO, F. dos S.; SANTOS, L. C. dos; GUIMARÃES, N. de F.; SILVA, R. F. da. Biomassa e atividade microbiana em solo cultivado com milho consorciado com leguminosas de cobertura. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 347-357, 2019.

SPARKS, D. Adaptability of Pecan as a Species. **HortScience**, Ohio, v. 40, n. 5, p. 1175-1189, 2005.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995.

WELLS, L. **Southeastern pecan growers' handbook**. Georgia: University of Georgia, 2013. 236 p.

WELLS, M. L. Pecan tree productivity, fruit quality, and nutrient element status using clover and poultry litter as alternative nitrogen fertilizer sources. **HortScience**, v. 47, n. 7, p. 927-931, 2012.

WREGGE, M. S.; FILIPPINI-ALBA, J. M.; ALMEIDA, I. R. de; MARTINS, C. R. Critérios e indicadores edafoclimáticos para o cultivo da Nogueira-pecã no Sul do Brasil. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DA NOZ-PECÃ, 2., 2019, Cachoeira do Sul. **Anais**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 116-119.

**Embrapa**

---

***Clima Temperado***

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL

CGPE 00000