



Evento: XXVI Jornada de Pesquisa

## **CALAGEM E GESSAGEM DOS SOLOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA<sup>1</sup>**

### **LIMING AND GESSAGE OF THE SOIL: A LITERATURE REVIEW**

**Natália Luíza Beuter Baratto<sup>2</sup>, Yan Cassio de Bone<sup>3</sup>, Júlia Mombach Nystrom<sup>4</sup>, Pablo Francisco Benitez Baratto<sup>5</sup>, Jessica Paola Silva Fuchs<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Trabalho de Pesquisa realizado na Universidade do Estado de Santa Catarina

<sup>2</sup> Graduanda de Medicina Veterinária - IFFAR – natalia.2021012778@aluno.iffar.edu.br

<sup>3</sup> Graduando de Medicina Veterinária – IFFAR – yan.2021001774@aluno.iffar.edu.br

<sup>4</sup> Graduanda de Medicina Veterinária – IFFAR – julia.2021012778@aluno.iffar.edu.br

<sup>5</sup> Doutorando em Ciência do Solo – UDESC – pablo.baratto@edu.udesc.br

<sup>6</sup> Graduanda de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura – UNIPAMPA – jessicafuchs.aluno@unipampa.edu.br

### **RESUMO**

No cenário atual, definido pela pandemia do COVID-19 e esforços de distanciamento social implementados para retardar a propagação do vírus, as economias e os sistemas alimentares sofreram consequências extremas na segurança alimentar. Desta maneira, meios para aumentar a fertilidade e durabilidade dos solos agricultáveis são de suma importância e possuem relação direta com a seguridade alimentar da população mundial, e compreender as relações químicas do solo pode trazer benefícios para a fertilidade e conservação do mesmo. Para compreender a química do solo, frequentemente são encontrados os termos calagem e gessagem. Este trabalho teve por objetivo realizar uma revisão de literatura a fim de elucidar detalhadamente os conceitos sobre calagem e gessagem do solo, apontando as principais implicações e ressalvas destas práticas. No final foi constatado que trabalhos sobre a temática de segurança alimentar da população mundial que possuam aplicabilidade simples e direta são fundamentais, principalmente em uma pandemia, onde o isolamento social implica em uma diminuição da produção em todos os setores.

**Palavras-chave:** Calagem. Gessagem. Segurança Alimentar.

### **ABSTRACT**

In the current scenario, defined by the COVID-19 pandemic and social distancing efforts implemented to slow the spread of the virus, economies and food systems have suffered extreme consequences on food security. Thus, ways to increase the fertility and durability of arable soils are of paramount importance and have a direct relationship with the food security of the world population, and understanding the chemical relationships of the soil can bring benefits to its fertility and conservation. To understand soil chemistry, the terms liming and plastering are often encountered. This work aimed to carry out a literature review in order to elucidate in detail the concepts of liming and soil plastering, pointing out the main implications and reservations of these practices. In the end, it was found that works on the theme of food security for the world population that have simple and direct applicability are essential, especially in a pandemic, where social isolation implies a reduction in production in all sectors.

**Keywords:** Liming. Plastering. Food Safety.



## INTRODUÇÃO

No cenário atual - a partir do ano de 2020, marcado pela pandemia COVID-19 e esforços globais para o distanciamento social implementados para retardar a propagação do vírus (KOO et al., 2020) - as economias e os sistemas alimentares locais e globais sofreram severas consequências com extensas ramificações na segurança alimentar (NILES et al., 2020). A insegurança alimentar, definida pela falta de acesso físico, social e econômico consistente à alimentos adequados e que atendam às necessidades dietéticas e preferências alimentares, pode levar a sérias consequências para a saúde pública (FAO, 2008).

Esta preocupação com a segurança alimentar não é apenas de agora, ela é proveniente da necessidade de precisarmos alimentar uma população estimada em mais de 9 bilhões até 2050 com recursos naturais decrescentes, ao mesmo tempo garantindo a saúde das pessoas e do planeta (COLE et al., 2018). Todavia, alimentar o mundo de forma sustentável é um dos grandes desafios da nossa sociedade, uma vez que o aumento dos insumos e produtos agrícolas, ocorre em parte, às custas de efeitos prejudiciais ao meio ambiente (COLE et al., 2018).

Nesse sentido, meios de aumentar a fertilidade e durabilidade dos solos agricultáveis são de suma importância e possuem relação direta com a seguridade alimentar da população mundial (KHAN et al., 2014). Por isso, compreender formas de contornar o problema da segurança alimentar em uma escala local também é importante, uma vez que as condições ambientais de cada região do planeta possuem suas próprias idiossincrasias (HENGL et al., 2017).

Desta forma, compreender mais sobre as relações químicas do solo pode trazer benefícios para a fertilidade e conservação do mesmo, pois a degradação do solo diminui o seu potencial nutricional. Mesmo com as práticas de cultivo, há uma diminuição da fertilidade (COLE et al., 2018).

Nesse contexto, o uso da calagem pode ser visto como uma prática promissora na melhoria da fertilidade do solo com pouco impacto ambiental, uma vez que a aplicação de diferentes materiais de calagem consegue melhorar a condição de acidez do solo, fornecer elementos essenciais como Ca e Mg, e aliviar as emissões de N<sub>2</sub>O em solos ácidos (SHAABAN et al., 2020).

Ademais, a prática da gessagem serve para potencializar a ação da calagem, atuando nas



camadas mais profundas do solo e ainda reduzindo a quantidade de alumínio (Al) presente no mesmo (ANDERSON et al., 2020; BOSSOLANI et al., 2020).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão da literatura a fim elucidar detalhadamente os conceitos sobre calagem e gessagem do solo, apontando os pontos positivos e negativos destas práticas. Pois, embora tenham por finalidade a melhoria na fertilidade dos solos, quando aplicados de forma equivocada podem gerar efeitos prejudiciais para a agricultura convencional (OLIVEIRA; PAVAN, 1996).

## DESENVOLVIMENTO

Para compreendermos a composição química da solução do solo são encontrados com frequência dois termos: a calagem e a gessagem. A calagem se refere à inserção de calcário no solo atuando de maneira superficial, enquanto a gessagem atua nas suas profundezas, sendo determinada pelo uso do gesso agrícola (MADEGWA; UCHIDA, 2021).

## CALAGEM

O calcário dolomítico ( $\text{CaCO}_3$ ) serve para aumentar o pH do solo, sendo o pH ideal encontrado entre 5,5 e 7. A adição de calcário no solo é indicada para aumentar a capacidade de troca de cátions (CTC), sendo esta, determinada pela retenção de coloides, somatórios de partículas de argila e matéria orgânica, em condição de troca com a solução do solo como o cálcio, magnésio e potássio. Sobretudo, o calcário dolomítico, que é definido pela variação de calcário com teores de óxido de magnésio acima de 12% e, é responsável por fornecer magnésio para as plantas (LIANG & ELSGAARD, 2021).

O uso do calcário é requisitado quando os solos se encontram em soluções ácidas, com altas concentrações de íon hidrogênio ( $\text{H}^+$ ) como em 4. O calcário tem a capacidade de atuar nas primeiras camadas do solo, neutralizando a acidez, fornecendo um ambiente propício ao desenvolvimento das plantas, já que estas são beneficiadas com um maior aproveitamento dos nutrientes. Nas propriedades físicas do solo, a calagem aumenta a agregação, podendo reduzir a compactação. Além disso, a calagem também aumenta a disponibilidade de fósforo, a mineralização da matéria orgânica e estimula o crescimento radicular através do cálcio (BAKAIYANG et al., 2021).

Sabe-se que o calcário neutraliza os sítios de cátions dos oxi-hidróxidos de ferro (Fe) e



alumínio (Al), sendo o último prejudicial para a saúde das plantas e do solo, quando em excesso no meio (YIN et al., 2021).

Além disso, a calagem é a maneira mais fácil, comum e econômica de aumentar o pH do solo, pois o calcário é o produto alcalino disponível em maior quantidade na natureza e de menor preço. Os calcários são constituídos predominantemente por carbonatos de cálcio carbonatos de magnésio, mas também podem conter óxidos e hidróxidos. Conforme as concentrações de Ca e Mg, os calcários são classificados em calcíticos, magnesianos e dolomíticos. Os dolomíticos normalmente são os mais indicados, pois além de possuírem Ca e Mg, são os mais baratos (RANDHAWA et al., 2021).

Todavia, existem várias consequências oriundas da aplicação de calcário ao solo (calagem), incluindo os efeitos do pH sobre a composição química do solo e sobre a disponibilidade de nutrientes e íons tóxicos às plantas. Ademais, verificou-se que a calagem diminui ou elimina a toxidez de  $Al^{3+}$  e  $Mn^{2+}$ , aumenta a atividade microorgânica e a disponibilidade de N, S, P e Mo e pode diminuir a disponibilidade de Fe, Cu, Zn, Mn e B, assim como a lixiviação de  $K^{+}$  e  $NH_4^{+}$  (BRUNETTO et al., 2020).

Ademais, a calagem também eleva os teores de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  no solo, aumenta a CTC e interfere na estabilidade dos agregados e na dispersão das argilas. A magnitude de dessas reações varia com o solo, com a espécie cultivada, pH e com a espessura da camada de solo onde o calcário é com o incorporado (ALMEIDA et al., 2021).

Além disso, existe um efeito residual da calagem, que se refere ao período de tempo subsequente à aplicação que o calcário continua afetando os atributos químicos do solo e o desenvolvimento das plantas. Há alguns anos, acreditava-se que esse efeito persistia por apenas quatro ou cinco anos. Atualmente, sabe-se que ele pode durar até mais de calcário aplicada forem altos (ROSA et al., 2021).

## **MESSAGEM**

O gesso agrícola é um subproduto da indústria de fertilizantes fosfatados, formado por cálcio (Ca), enxofre (S), flúor (F) e pentóxido de difósforo ( $P_2O_5$ ). Ele é aplicado no solo para potencializar a ação da calagem, atuando nas camadas mais profundas do solo e ainda reduzindo a quantidade de alumínio (Al) presente nele. É um bom fornecedor de enxofre e aumenta a infiltração da água na superfície do solo (FOIS et al., 2018).



Na calagem, o solo é beneficiado pelo cálcio e magnésio, neutralizando a toxidez de alumínio tóxico nas camadas superficiais do solo. Já as camadas mais profundas do solo são auxiliadas pela gessagem, que reduz o alumínio das profundezas. Além disso, a calagem promove um melhor aproveitamento dos nutrientes, enquanto na gessagem há um aumento da absorção de nutrientes em quantidade. Ainda, a calagem tem impactos positivos diminuindo a lixiviação de nutrientes (SANTOS et al., 2019).

A reação do calcário no solo começa quando ele entra em contato com a água e forma íons de cálcio e magnésio (dependendo do tipo de calcário) e ânions  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{OH}^-$ . Os ânions presentes na primeira fase da reação são utilizados reduzindo a acidez do solo, neutralizando a acidez ( $\text{H}^+$ ) e o alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ) (VARGAS & MARQUES, 2017).

A reação do gesso agrícola ocorre em contato com a água quando ele se dissocia liberando parte do cálcio e enxofre em superfície nas formas de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ , atuando como fertilizante. O restante, que permanece com carga zero, não se adsorve aos colóides do solo, descendo até as profundezas (ARF et al., 2014).

## **CICLOS DO CARBONO (C) E DO NITROGÊNIO (N) E SUA INFLUÊNCIA PH DO SOLO**

Os ciclos de C e N servem como o processo de absorção de nutrientes pelas plantas. Em um sentido amplo, considerando um sistema em equilíbrio que envolva produção de biomassa vegetal e sua total decomposição no solo, nenhum dos dois ciclos afeta o pH do solo, caso não haja lixiviação de íons. A lixiviação, principalmente de nitrato, e a exportação da biomassa vegetal do solo, que é alcalina, entretanto, acidificam gradualmente o solo (GARCIA et al., 2013).

Durante o processo de fotossíntese, parte dos carboidratos produzidos é convertida em ácidos orgânicos, com destaque para ácido carboxílico ( $\text{R-COOH}$ ). Este, por sua vez, dissocia-se em ânion orgânico e íon  $\text{H}^+$  (CARNEIRO et al., 2004).

Alguns desses íons  $\text{H}^+$  são excretados pelas raízes para o solo, por ocasião da absorção de cátions, a fim de manter o balanço elétrico interno da planta. Os resíduos vegetais produzidos terão, portanto, déficit de  $\text{H}^+$ . Se esse material vegetal for decomposto no próprio solo, o balanço de  $\text{H}^+$  no sistema será mantido. Caso parte da biomassa produzida seja exportada do solo, e isso ocorra com colheitas, haverá excesso de  $\text{H}^+$  no solo, que levará a acidificação



gradual do sistema. Por essa razão, a adição de biomassa vegetal solo, produzida em outro local, tende a elevar o pH (VEZZANI & MIELNICZUK, 2009).

Primeiramente, o pH do solo representa a atividade do íon  $H^+$ . Nesse contexto, o pH do solo se relaciona com o ciclo do carbono pois uma vez combinado com água, o dióxido de carbono forma o ácido carbônico, que dissolve rochas por intemperismo químico, liberando íons de potássio, sódio, magnésio e cálcio. Quando isso ocorre, o solo tende a ficar um pouco mais ácido, pois o ácido carbônico é um ácido fraco (GARCIA et al., 2013).

No caso do ciclo do nitrogênio, este elemento é fixado pelas raízes através de bactérias do gênero *Rhizobium* que vivem em simbiose nas raízes de plantas leguminosas, também tem influência sobre o pH do solo. Na planta, o N está principalmente na forma de aminoácidos e proteínas. Por ocasião da decomposição da biomassa vegetal, o N orgânico ( $R-COOHNH$ ) é convertido, inicialmente, em amônia ( $NH_3$ ) (liberada principalmente por excretas de peixes, anfíbios e pelas proteínas da matéria orgânica, pois o nitrogênio está presente na molécula) num processo denominado de amonificação. Na sequência, a amônia é transformada em amônio ( $NH_4^+$ ), havendo consumo de um íon  $H^+$  (BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 2000). Caso haja nitrificação, são produzidos 2 íons  $H^+$  para cada molécula de  $NH_4^+$ , nitrificada. Se o nitrato ( $NO_3^-$ ) for absorvido pelas plantas, será excretada uma molécula de  $OH^-$  ou de  $HCO_3^-$  para cada molécula absorvida, a fim de manter a neutralidade do balanço elétrico interno da planta. O somatório dos produtos dessas reações manterá o balanço de  $H^+$  inalterado. Caso parte do nitrato produzido seja lixiviada do solo, haverá excesso de  $H^+$ , que ocasionará acidificação gradual do sistema (NETO et al., 2010).

A lixiviação de nitrato é um dos principais processos responsáveis pela perda de nitrogênio do solo. Como a matéria orgânica onde os nitratos predominam é rica em cargas negativas e oxigênio, a sua adsorção eletrostática é insignificante. Assim, o nitrato permanece na solução do solo, favorecendo sua lixiviação para profundidades onde não há raízes. No meio natural, há um equilíbrio entre amônia e amônio, que é regulado pelo pH. Em meios onde o pH é mais ácido, predomina a formação de amônio ( $NH_4$ ) e, em ambientes mais básicos, o mais comum é a formação da amônia ( $NH_3$ ) (CHAVES et al., 2016).



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do review apresentado neste trabalho é notável a importância da melhoria da fertilidade do solo para a segurança alimentar da população mundial. Nesse sentido, a explanação de técnicas que visam o aumento da fertilidade do solo como a calagem e gessagem torna-se importante, pois o emprego de ambas técnicas juntas possibilita uma amplificação dos resultados benéficos na fertilidade do solo.

Em suma, o aumento da demanda de alimentos em detrimento ao aumento da população mundial força o setor agrícola e econômico encontrar formas eficazes e sustentáveis para garantir a durabilidade dos solos, bem como o aumento da fertilidade dos mesmos, visando o aumento da produtividade e, conseqüentemente, disponibilidade de alimentos disponíveis para todos.

Nesse sentido, é possível concluir que o uso da calagem neutraliza a acidez do solo e, por consequência fornece um ambiente propício ao desenvolvimento das plantas, com maior aproveitamento dos nutrientes. Contudo, a calagem atua nas camadas mais superficiais do solo, e por isso, o uso da gessagem possibilita às plantas o acesso as camadas mais profundas do solo de forma segura, ou seja, com uma substancial redução do Al presente nele.

Por fim, trabalhos sobre a temática de segurança alimentar da população mundial que possuam aplicabilidade simples e direta são importantes, principalmente no meio de uma pandemia mundial, onde o isolamento social implica em uma diminuição da produção em todos os setores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. C.; FONTES, M. P. F.; DIAS, A. C.; PEREIRA, T. T. C.; KER, J. C. Mineralogical, chemical and electrochemical attributes of soils. **Scientia Agricola**, v.78, n.6, 2021;

ANDERSON, G. C.; PATHAN, S.; EASTON, J.; HALL, D. J. M.; SHARMA, R. Efeitos de curto e longo prazo das aplicações de cal e gesso em solos ácidos em um ambiente com limitação de água: 2. Propriedades químicas do solo. **Agronomy**, v.10, n.12, 2020;



ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; NASCENTE, A. S.; LACERDA, M. C. Gesso aplicado na superfície do solo no desenvolvimento do arroz de terras altas sob plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.11, p.1136–1141, 2014;

BAKAIYANG, L.; MADJADOUMBAYE, J.; BOUSSAFIR, Y.; SZYMKIEWICZ, F.; DUC, M. Reutilização na construção de estradas de um solo rico em argila do tipo Karal dos Camarões do Norte após um tratamento com mistura de cal / cimento usando duas cal diferentes. **Case Studies in Construction Materials**, v.15, 2021;

BOSSOLANI, J. W.; CRUSCIOL, C. A. C.; MERLOTI, L. F.; MORETTI, L. G.; COSTA, N. R.; TSAI, S. M.; KURAMAE, E. E. A correção de longo prazo de calcário e gesso aumenta a fixação de nitrogênio e diminui a nitrificação e a desnitrificação da abundância do gene na rizosfera e no solo em um sistema de consórcio de plantio direto tropical. **Geoderma**, v.375, 2020;

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v.30 n.2, 2000;

BRUNETTO, G.; RICACHENEVSKY, F. K.; STEFANELLO, L. O.; PAULA, B. V.; KULMANN, M. S. S.; TASSINARI, A.; MELO, G. W. B.; NATALE, W.; ROZANE, D. E.; CIOTTA, M. N.; BRIGHENTI, A. F.; COMIN, J. J.; LOURENZI, C. R.; PERDA, A.; SCHMITT, D. E.; ZALAMENA, J.; CONTI, L.; TIECHER, T. L.; SOUZA, A. L. K.; BEM, B. P. Capítulo 47 - Diagnóstico e gestão de restrições de nutrientes na uva. **Colheita de Frutas**, p.693-710, 2020;

CARNEIRO, R. G.; MENDES, I. C.; LOVATO, P. E.; CARVALHO, A. M.; VIVALDI, L. J. Indicadores biológicos associados ao ciclo do fósforo em solos de Cerrado sob plantio direto e plantio convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.7, p.661-669, 2004;  
CHAVES, H. M. L.; JANKOSZ, A. V.; LUCCHESI, L. A. C.; MARQUES, P. Acurácia do Modelo Hydrus na Predição da Lixiviação de Nitrato Resultante da Aplicação de Lodo de





Esgoto Tratado a Solos de Diferentes Texturas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.21, n.1, p.99-104, 2016;

COLE, M. B.; AUGUSTIN, M. A.; ROBERTSON, M. J.; MANNERS, J. M. A ciência da segurança alimentar. **Revista Nature Food**, v.14, n.2, 2018;

FOIS, D. A. F.; LANA, M. C.; ALVAREZ, J. W. R.; FRANDOLOSO, J.; VERA, L. R. Q.; TIECHER, T. Resposta da Soja ao Gesso Agrícola em Plantio Direto no Paraguai. **Revista Ceres**, v. 65, n.5, p. 450-462, 2018;

FAO. An Introduction to the Basic Concepts of Food Security; **Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy, 2008;**

GARCIA, G., CARDOSO, A. A., SANTOS, O. A. M. Da escassez ao estresse do planeta: um século de mudanças no ciclo do nitrogênio. **Revista Química Nova**, v.36, n.9, p.1468-1476, 2013;

HENGL, T.; JESUS, J. M.; HEUVELINK, G. B.M.; GONZALEZ, M. R.; KILIBARDA, M.; BLAGOTIC, A.; SHANGGUAN, W.; WRIGHT, M. N.; GENG, X.; MARSCHALLINGER, B. B.; GUEVARA, M. A.; VARGAS, R.; MACMILLAN, R. A.; KEMPEN, B. SoilGrids250m: informações globais do solo em grade com base em aprendizado de máquina. **Plos One**, v.12, n.2, 2017;

KHAN, Z. R.; MIDEGA, C. A. O.; PITTCHAR, J. O.; MURAGE, A. W.; BIRKETT, M. A.; BRUCE, T. J. A.; PICKETT, J. A. Alcançar a segurança alimentar para um milhão de pobres da África Subsaariana por meio de inovação push-pull até 2020. **The Royal Society**, 2014;

Koo, J.R.; Cook, A.R.; Park, M.; Sun, Y.; Sun, H.; Lim, J.T.; Tam, C.; Dickens, B.L. Interventions to mitigate early spread of SARS-CoV-2 in Singapore: A modelling study. **Lancet Infect. Dis.** **2020;**



LIANG, Z.; ELSGAARD, L. Fluxos de óxido nitroso de solos com calagem de longo prazo após adição de P e glicose: Resposta não linear às taxas de calagem e interação do P adicionado. **Science of the Total Environment**, v.797, 2021;

MADEGWA, Y. M.; UCHIDA, Y. A calagem melhora a estabilidade das estruturas da comunidade microbiana do solo contra a aplicação de digestado feito de resíduos de laticínios. **Journal of Environmental Management**, v.297, 2021;

NETO, M. S.; PICCOLO, M. C.; FILHO, S. P. V.; FEIGL, B. J.; CERRI, C. C. Mineralization and denitrification of soil nitrogen under no-tillage system. **Bragantia**, v.69, n.4, p.923-936, 2010;

NILES, M. T.; BERTMANN, F.; BELARMINO, E. H.; WENTWORTH, T.; BIEHL, E.; NEFF, R. The Early Food Insecurity Impacts of COVID-19. **Nutrients**, v.12, n.7, 2020;

OLIVEIRA, E.; PAVAN, M. A. Controle da acidez do solo em sistema de plantio direto para produção de soja. **Pesquisa de Solo e Lavoura**, v.38, n.2, p.47-57, 1996;

RANDHAWA, K. S.; CHAUHAN, R.; KUMAR, R. Uma investigação sobre o efeito da adição de cal no UCS do solo de algodão negro indiano. **Revista Materials Today Proceedings**, 2021;

ROSA, D. P.; NAVROSKI, M. C.; FONSECA, P. H. T.; PEREIRA, M. O.; BRUN, E. J.; SILVA, J. J. N. Liming and Macronutrient on Early Growth of Eucalyptus Benthamii. **Revista Ciência Rural**, v.51, n.10, 2021;

SANTOS, E. L.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; VIEIRA, M. J.; JUNIOR, A. A. B. Chiseling and Gypsum Application Affecting Soil Physical Attributes, Root Growth and Soybean Yield. **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, n. 4, p. 536-542, 2019;



SHAABAN, M.; WU, Y.; WU, L.; HU, R.; YOUNAS, A.; DELGADO, A. N.; XU, P.; SUN, Z.; LIN, S.; XU, X.; JIANG, Y. Os efeitos da mudança de pH por meio da calagem nas emissões de  $N_2O$  do solo. **Processos**, v.8, n.6, p.702, 2020;

VARGAS, G. MARQUES, R. Growth and Nutrition of Angico and Canafistula under Liming and Gypsum. **Floresta Ambient**, v.24, n.1, 2017;

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre a qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, 2009;

YIN, C.; SCHLATTER, D. C.; KROESE, D. R.; PAULITZ, T. C.; HAGERTY, C. H. Impactos de aplicação de cal no solo bacteriano microbioma em terra seca trigo solo no Pacífico Noroeste. **Applied Soil Ecology**, v.168, 2021.