



Formação, Classificação e Cartografia dos Solos

Leonardo Tullio
(Organizador)

Leonardo Tullio
(Organizador)

Formação, Classificação e Cartografia dos Solos

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Lorena Prestes
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

| Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG) | |
|---|--|
| F723 | Formação, classificação e cartografia dos solos [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-634-8 DOI 10.22533/at.ed.348192309 1. Cartografia. 2. Ciência do solo. 3. Solos – Pesquisa – Brasil. I. Tullio, Leonardo. CDD 625.7 |
| Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422 | |

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Conhecer os processos envolvidos, bem como sua natureza faz-se necessário para entender a formação do solo e suas características. A pedogênese é o processo de formação do solo e revela fatores inerentes ao tempo.

Nesta obra vários artigos abordam esses fatores e contribuem para o conhecimento.

O processo de formação do solo envolve o tempo bem como a atuação de agentes externo e suas características são definidas de acordo com o ambiente existente no local. Isso reflete nas características físicas e químicas do solo, importantes no desenvolvimento das plantas.

A contribuição dos processos de formação do solo é sem dúvida primordial para o desenvolvimento sustentável. Ao passo que as pesquisas avançam e correlacionam os fatores, o entendimento sobre a formação do solo e suas interações são de extrema importância para a máxima eficiência das plantas.

Novas tecnologias são utilizadas para estudar os solos, sendo a cartografia uma delas, e contribui significativamente para o planejamento e análise do solo.

A classificação do solo envolve várias metodologias e parâmetros que são muitas vezes detalhados e requerem tempo e conhecimento específico sobre o tema, assim a utilização de técnicas cartográficas avançam e ganham novos rumos nestes estudos.

Desejo a todos uma boa leitura deste material.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| FORMAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS | |
| Marcos Gervasio Pereira | |
| Lúcia Helena Cunha dos Anjos | |
| Carlos Roberto Pinheiro Junior | |
| Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto | |
| Eduardo Carvalho da Silva Neto | |
| Ademir Fontana | |
| DOI 10.22533/at.ed.3481923091 | |
| CAPÍTULO 2 | 21 |
| MODELOS ESPECTRAIS DE PREDIÇÃO DO TEOR DE CARBONO ORGÂNICO DO SOLO NO MAPEAMENTO DIGITAL DE SOLOS | |
| Jean Michel Moura-Bueno | |
| Ricardo Simão Diniz Dalmolin | |
| Taciara Zborowski Horst-Heinen | |
| Nicolas Augusto Rosin | |
| Daniely Vaz da Silva Sangoi | |
| Luciano Campos Cancian | |
| Diego José Gris | |
| João Pedro Moro Flores | |
| DOI 10.22533/at.ed.3481923092 | |
| CAPÍTULO 3 | 34 |
| EFICIÊNCIA DE MÉTODOS MULTIVARIADOS NA PREDIÇÃO ESPACIAL DO TEOR DE CARBONO ORGÂNICO DO SOLO | |
| Taciara Zborowski Horst-Heinen | |
| Ricardo Simão Diniz Dalmolin | |
| Nicolas Augusto Rosin | |
| Daniely Vaz da Silva-Sangoi | |
| Jean Michel Moura-Bueno | |
| Luciano Campos Cancian | |
| Jordano Pereira Maffini | |
| João Pedro Moro Flores | |
| Diego José Gris | |
| DOI 10.22533/at.ed.3481923093 | |
| CAPÍTULO 4 | 48 |
| ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOTÉCNICOS DE SOLO OCUPADO POR ATERRO SANITÁRIO NA REGIÃO NOROESTE NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL | |
| Willian Fernando de Borba | |
| José Luiz Silvério da Silva | |
| Pedro Daniel da Cunha Kemerich | |
| Éricklis Edson Boito de Souza | |
| Gabriel D'Avila Fernandes | |
| Bruno Acosta Flores | |
| Jacson Rodrigues França | |
| Carlos Eduardo Balestrin Flores | |
| DOI 10.22533/at.ed.3481923094 | |
| CAPÍTULO 5 | 58 |
| UMIDADE, DENSIDADE E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO SOB EXTRAÇÃO DE ARGILA, USO | |

CAPÍTULO 6 66

ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE AGREGADOS DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO-RJ

Marcos Gervasio Pereira
Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto
Sandra de Santana Lima
Otavio Augusto Queiroz dos Santos
Igor de Sousa Morais
Robert Ferreira
Wanderson Farias da Silva Junior
Eduardo Carvalho da Silva Neto
Hugo de Souza Fagundes
Yan Vidal de Figueiredo Gomes Diniz

DOI 10.22533/at.ed.3481923096

CAPÍTULO 7 78

FÓSFORO LÁBIL E PH EM LATOSSOLOS REPRESENTATIVOS COM DIFERENTES USOS E MANEJO NO SEMIÁRIDO BAIANO

Fátima de Souza Gomes
Rafael Alves dos Santos
Caio Henrique Castro Martins
Eliton Rodrigues dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.3481923097

CAPÍTULO 8 90

COBRE NO SOLO E O CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES DE EUCALIPTO

Alex Negrini
Rodrigo Ferreira da Silva
Clovis Orlando Da Ros
Alexandre Couto Rodrigues
Andrea da Rocha Giovenardi
Hilda Hildebrand Soriani
Daniel Boeno

DOI 10.22533/at.ed.3481923098

CAPÍTULO 9 99

TEORES DE NITROGÊNIO NO SOLO E NA ÁGUA EM PROPRIEDADE SUINÍCOLA DE BRAÇO DO NORTE/SC

Eliana Aparecida Cadoná
Cledimar Rogério Lourenzi
Eduardo Lorensi de Souza
Cláudio Roberto Fonsêca Sousa Soares
Arcângelo Loss
Paula Beatriz Sete

DOI 10.22533/at.ed.3481923099

CAPÍTULO 10 107

ESTADO NUTRICIONAL E PRODUTIVIDADE DA SOJA APÓS APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO

COM E SEM REVOLVIMENTO DO SOLO

Valmor José Tomelero

Fabiana Schmidt

Fabiano Daniel de Bona

DOI 10.22533/at.ed.34819230910

SOBRE O ORGANIZADOR..... 115

ÍNDICE REMISSIVO 116

ESTADO NUTRICIONAL E PRODUTIVIDADE DA SOJA APÓS APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO COM E SEM REVOLVIMENTO DO SOLO

Valmor José Tomelero

Engenheiro Agrônomo
Erebango - RS

Fabiana Schmidt

Pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Estação Experimental de Campos Novos. Campos Novos - SC

Fabiano Daniel de Bona

Pesquisador da Embrapa Trigo
Passo Fundo - RS

RESUMO: A aplicação de calcário e gesso agrícola promovem alterações na química do solo e podem influenciar na produção das culturas. Este estudo foi realizado para avaliar o estado nutricional e a produção de grãos da soja devido o uso de calcário e gesso aplicados isolada ou combinadamente em sistemas de preparo do solo plantio direto e preparo reduzido. O experimento foi estabelecido à campo nas safras de 2013/14 com localização em Erebang, Estado do RS. O delineamento experimental utilizado foi o blocos ao acaso, com três repetições e design fatorial 4x2. Os tratamentos testados foram: sem aplicação de calcário e gesso agrícola (testemunha); 2.500 kg ha⁻¹ de calcário; 2.500 kg ha⁻¹ de gesso agrícola e 2.500 kg ha⁻¹ de calcário + 2.500 kg ha⁻¹ de gesso agrícola nos sistemas de preparo do solo

plantio direto e preparo reduzido. A aplicação dos tratamentos foi realizada antes da semeadura da soja. *O aproveitamento de nutrientes pela soja não foi prejudicado pela aplicação de calagem ou gesso em ambos os sistemas de preparo do solo. As concentrações de nutrientes nas folhas diagnósticas permaneceram dentro das faixas de suficiência para a cultura.* A aplicação de calcário combinado com o gesso agrícola comparativamente com a aplicação isolada de calcário ou de gesso proporcionou as mais altas produções de grãos na soja nos dois sistemas de preparo do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas de preparo do solo; Calagem e gessagem; *Glycine max*; nodulação; nutrientes nas folhas diagnósticas.

NUTRITIONAL STATUS AND SOYBEAN PRODUCTIVITY AFTER LIMESTONE AND GYPSUM APPLICATIONS WITH AND WITHOUT SOIL REVOLVEMENT

ABSTRACT: The limestone and gypsum applications promote changes in soil chemistry and can influence in crop production. This study was carried out to evaluate the nutritional status and grain yield of soybeans due the use limestone and gypsum applied alone or in combination with no tillage and reduced tillage. The experiment was established in the field in 2013/14, with location in Erebang, State of

RS. The experimental design was the randomized blocks, with three replicates and a factorial design 4x2. The treatments tested were: without application of limestone and gypsum (control); 2,500 kg ha⁻¹ of limestone; 2,500 kg ha⁻¹ of gypsum and 2,500 kg ha⁻¹ of limestone + 2,500 kg ha⁻¹ of gypsum in the systems of no-tillage and reduced tillage. The treatments were applied before soybean sowing. Nutrient utilization by soybean did not limited to liming or gypsum application in both soil tillage systems. The nutrient concentrations in the diagnostic leaves stayed within the ranges of sufficiency for the crop. The limestone combined with gypsum applications compared to the isolated applications of limestone or gypsum provided the highest grain yields in soybean in both systems of soil preparation.

KEYWORDS: Soil preparation systems; Liming and gypsum applications; *Glycine max.*; Nodulation; Nutrients in Diagnostic Leaves.

1 | INTRODUÇÃO

A soja é a cultura de verão que ocupa a maior área plantada com grãos no Planalto do Rio Grande do Sul, sendo cultivada principalmente em Latossolos ácidos sob sistema de plantio direto (SPD). O manejo inadequado do solo no SPD pode limitar a produção de grãos devido ao surgimento de impedimentos físicos e químicos para o aprofundamento do sistema radicular. A ausência de revolvimento dos solos por um longo período e a aplicação superficial dos corretivos de acidez e fertilizantes podem ocasionar entre várias situações o acúmulo de nutrientes na camada superficial do solo, a acidez subsuperficial aliada aos baixos teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e presença do Al em profundidade (ESCOSTEGUY et al., 2013).

No SPD, o calcário é aplicado sobre a superfície do solo sem incorporação corrigindo a acidez da camada superficial (0-10 cm). Essa prática pouco influencia a acidez da camada subsuperficial (10-20 cm) em solos ácidos e argilosos (MARTINAZZO, 2006). A ausência da incorporação do calcário diminui a superfície de contato entre as partículas de solo e as do corretivo, retardando os efeitos da calagem e restringindo as reações aos centímetros superficiais do solo. Esta estratégia de manejo de aplicação calcário pode estar contribuindo para a formação de um perfil de solo com características químicas e físicas desfavoráveis ao desenvolvimento radicular e tem sido destacado como um dos principais limitantes para a manutenção de elevadas produtividades em Latossolos ácidos, apresentando um efeito mais acentuado nas culturas em situações de déficit hídrico de curta duração típicas nesta região do Estado (DALLA NORA & AMADO, 2013).

Além do problema relacionado à correção da acidez do subsolo que limita o crescimento radicular, a aplicação de calcário em superfície pode acarretar em surgimento de deficiência de Ca e Mg em subsuperfície. No entanto, a movimentação destes cátions no perfil do solo pode ser favorecida através da aplicação de

fertilizantes como o gesso agrícola que em sua reação no solo libera o ânion sulfato, que é um íon acompanhante do cálcio na sua lixiviação. No entanto, a intensidade com que esse fenômeno ocorre ainda não é bem conhecida.

As aplicações superficiais de calcário combinado com gesso têm sido avaliadas como alternativas para a melhoria da qualidade química do perfil do solo no SPD, sem necessidade de interrupção do sistema, proporcionando o aprofundamento do sistema radicular e a maior eficiência no uso da água do solo e, conseqüentemente, a manutenção de altas produtividades das culturas mesmo em anos de déficit hídrico.

Segundo Caires et al. (2003), a aplicação de gesso em superfície na implantação do sistema plantio direto foi eficiente na melhoria do ambiente radicular e interferiu na nutrição da cultura da soja, porém, não afetou a produtividade da cultura provavelmente devido à ausência de déficit hídrico. Já Caires et al. (2004) observaram aumento na produtividade de milho em função da aplicação de gesso em superfície com calagem, mesmo com boa disponibilidade hídrica.

A resposta das culturas a aplicação de calcário combinado ou não ao gesso agrícola em condições onde a camada superficial foi previamente corrigida e a camada subsuperficial encontra-se muito ácida ainda não estão bem definidas. O mesmo ocorre com as respostas das culturas ao revolvimento ou não do solo nesta situação. Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar o estado nutricional e o rendimento de grãos da soja em função da aplicação do calcário e do gesso de forma isolada e combinada em solo manejado sobre plantio direto e preparo reduzido do solo.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no município de Erebango, em área experimental localizada nas coordenadas geográficas: latitude sul 27°50' 25.31" e longitude oeste 52°20'36.08" e altitude de 671 metros. A propriedade está localizada na Unidade de Mapeamento Estação, sendo o solo classificado como Nitossolo Vermelho Distroférico latossólico (STRECK et al., 2008), relevo ondulado e substrato basáltico.

A condução do experimento ocorreu no período referente a safra agrícola 2013/2014, sendo utilizada na área experimental a sucessão das culturas aveia preta seguida do cultivo de soja. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso, com quatro repetições. No experimento foram testados dois fatores: sistemas de preparo do solo (dois níveis) e aplicação de calcário e gesso agrícola de forma isolada e combinada (quatro níveis).

Os oito tratamentos testados foram: T1 - plantio direto sem aplicação de calcário e de gesso; T2 - plantio direto com aplicação de 2.500 kg ha⁻¹ de calcário; T3 - plantio direto com aplicação de 2.500 kg ha⁻¹ de gesso agrícola; T4 - plantio direto com aplicação de 2.500 kg ha⁻¹ de calcário + 2.500 kg ha⁻¹ gesso agrícola. T5 - preparo reduzido sem aplicação de calcário e de gesso; T6 - preparo reduzido com aplicação

de 2.500 kg ha⁻¹ de calcário; T7 - preparo reduzido com aplicação de 2.500 kg ha⁻¹ de gesso agrícola; T8 - preparo reduzido com aplicação de 2.500 kg ha⁻¹ de calcário + 2.500 kg ha⁻¹ gesso agrícola. Os tratamentos foram aplicados em 24 parcelas com dimensões de 3 x 5m (área total de cada parcela 15 m²).

Previamente à instalação do experimento foi realizada a coleta de amostras de solo para determinação dos atributos químicos, das camadas de 0-20 e 20-40 cm (Tabela 1). A aplicação de gesso e calcário foi realizada à lanço antes da semeadura da soja. O calcário utilizado foi do tipo Filler com PRNT de 100% e o gesso agrícola continha em sua composição de 16% de S e 20% de Ca.

| Prof. (cm) | pH _{água} | MO ---- % ---- | V ---- | CTC _{pH 7,0} ----- | Ca cmolc dm ³ | Mg ----- | K ----- | P ----- | S ----- | B ----- | Cu | Zn | Mn |
|---------------|--------------------|-------------------|-----------|------------------------------------|-----------------------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------|------|------|
| | | | | | | | | | | | | | |
| 0-20 | 5,5 | 1,9 | 61,5 | 12,3 | 5,9 | 1,7 | 64,3 | 2,9 | 26,0 | 0,16 | 9,43 | 2,16 | 42,8 |
| 20-40 | 5,0 | 2,0 | 50,6 | 13,1 | 5,2 | 1,4 | 62,3 | 2,5 | 38,2 | 0,12 | 7,53 | 2,09 | 72,6 |

Tabela 1. Atributos químicos do solo da área antes da instalação do experimento.

Os valores correspondem a média de três amostras.

A semeadura da soja ocorreu dentro do período de zoneamento da cultura, na data de 15 de novembro de 2013, utilizando a cultivar Apolo, na densidade 290.000 sementes aptas por hectare (poder germinativo de 90%), espaçamento de 38 cm entre fileiras e 11 sementes por metro linear, com tratamento de semente com fungicida e inseticida (Piraclostrobina+ (MetilTiofanato) + (Fipronil), na dose de 100 ml por hectare.

No momento da semeadura as sementes foram inoculadas com estirpes selecionadas de bactérias *Bradyrhizobium Elkanii*, na dose de 60 g por hectare. Como adubação de base utilizou-se o fertilizante comercial formulado NPK 02-23-23, na dose de 340 kg ha⁻¹. Os tratamentos fitossanitários, como o controle de pragas e doenças e de plantas invasoras seguiram normas técnicas de manejo e controle sugeridas pela pesquisa.

A determinação da massa seca do sistema radicular da soja e a contagem do número de nódulos foi realizada através da amostragem ao acaso de uma planta por parcela. Nas plantas amostradas foram separadas as raízes e a parte aérea. As amostras foram acondicionadas separadamente em sacos de papel e colocadas para secar em estufa a 60°C durante 72 horas, seguidas de pesagem em balança analítica.

Para a avaliação das concentrações de N, K, P, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mn e B nas folhas diagnósticas foram coletados ao acaso 52 trifólios maduros com pecíolo no final da floração da soja, em cada parcela experimental. Essas amostras foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa a 60°C, por 72 horas, até atingir massa constante. O tecido vegetal da parte aérea foi moído e nele

foram determinadas as concentrações de nutrientes através de metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

A colheita dos grãos foi realizada manualmente na área útil de um metro quadrado (1 m²) de cada parcela, após realizou-se a limpeza, secagem e pesagem dos grãos. Para o cálculo da produtividade, a umidade dos grãos foi ajustada para 13%.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando significativa foi aplicado o teste de comparação de médias (Tukey) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Para as interações significativas, realizou-se o respectivo desdobramento, visando comparar os efeitos da aplicação de gesso e calcário dentro de cada sistema de preparo do solo, e vice-versa. Na ausência de interação, avaliaram-se os efeitos isolados do fator manejo do solo e dos fatores aplicação de gesso e calcário isolada e combinadamente.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diagnose Foliar

As concentrações dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S e dos micronutrientes B, Cu, Zn e Mn nas folhas diagnósticas das plantas de soja cultivadas com a aplicação de calcário, gesso, calcário+gesso e sem aplicação de gesso e calcário ficaram dentro da faixa de suficiência para a cultura (Tabelas 2 e 3).

| Sistema de preparo do solo | Concentração nas folhas diagnósticas (g kg ⁻¹) | | | | | |
|-----------------------------------|--|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| | N | K | P | Ca | Mg | S |
| Plantio direto | | | | | | |
| Sem aplicação de calcário e gesso | 53,38 | 14,85 | 3,49 | 9,66 | 3,08 | 1,87 |
| 2.500 kg de calcário | 49,36 | 14,85 | 2,92 | 9,15 | 2,88 | 1,73 |
| 2.500 kg de gesso agrícola | 45,69 | 13,89 | 2,98 | 9,85 | 2,82 | 1,50 |
| 2.500 kg de calcário + gesso | 48,64 | 14,85 | 3,04 | 9,25 | 2,89 | 1,54 |
| <i>Média</i> | 49,27a | 14,61a | 3,11a | 9,48b | 2,92b | 1,66a |
| Preparo reduzido | | | | | | |
| Sem aplicação de calcário e gesso | 47,57 | 13,89 | 2,83 | 13,03 | 3,43 | 2,24 |
| 2.500 kg de calcário | 49,27 | 14,37 | 2,96 | 11,82 | 3,36 | 1,66 |
| 2.500 kg de gesso agrícola | 48,87 | 13,41 | 2,85 | 10,36 | 3,01 | 1,79 |
| 2.500 kg de calcário + gesso | 45,87 | 13,89 | 3,04 | 11,19 | 3,23 | 1,75 |
| <i>Média</i> | 47,90a | 13,89a | 2,92a | 11,60a | 3,26a | 1,86a |

Tabela 2- Efeito do calcário e do gesso agrícola nas concentrações de macronutrientes nas folhas diagnósticas da soja cultivada em diferentes sistemas de preparo de solo.

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5%.

A aplicação de calcário na superfície do solo, incorporado ou não, não afetou a absorção de nutrientes pela soja. Da mesma forma, a utilização do gesso agrícola incorporado ou não ao solo também não promoveu alterações significativas nas

concentrações foliares de nutrientes (Tabelas 2 e 3). A ausência de resposta significativa da aplicação de gesso nas concentrações de S nas folhas diagnósticas da soja provavelmente tenha ocorrido devido a disponibilidade de S no solo já se encontrar alta (26 mg dm⁻³ na camada de 0-20 cm) antes da aplicação da fonte de S (Tabela 1).

O preparo reduzido do solo possibilitou melhor aproveitamento do Ca, Mg, Mn e Zn pela soja, sendo as concentrações destes nutrientes mais altas nas folhas diagnósticas das plantas neste preparo do solo comparativamente as cultivadas no sistema de plantio direto (Tabela 3).

| Sistema de preparo do solo | Concentração nas folhas diagnósticas (mg kg ⁻¹) | | | |
|-----------------------------------|---|---------------|---------------|----------------|
| | B | Cu | Zn | Mn |
| Sem aplicação de calcário e gesso | 32,87 | 19,23 | 37,73 | 84,38 |
| 2.500 kg de calcário | 34,12 | 14,75 | 34,24 | 81,77 |
| 2.500 kg de gesso agrícola | 38,96 | 8,50 | 35,67 | 86,34 |
| 2.500 kg de calcário + gesso | 39,93 | 11,40 | 35,51 | 83,40 |
| Média | 36,47a | 13,47a | 35,79b | 83,97b |
| Preparo reduzido | | | | |
| Sem aplicação de calcário e gesso | 37,99 | 8,83 | 43,69 | 124,94 |
| 2.500 kg de calcário | 32,91 | 13,08 | 44,80 | 116,43 |
| 2.500 kg de gesso agrícola | 32,67 | 15,98 | 47,58 | 108,91 |
| 2.500 kg de calcário + gesso | 30,01 | 8,27 | 42,90 | 115,78 |
| Média | 33,40a | 11,54a | 44,74a | 116,52a |

Tabela 3- Efeito do calcário e do gesso agrícola nas concentrações de micronutrientes nas folhas diagnósticas da soja cultivada em diferentes sistemas de preparo de solo.

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5%.

Nodulação da Soja, Massa Seca do Sistema Radicular e Produtividade de Grãos

Os sistemas diferenciados de preparo do solo não afetaram significativamente a massa seca das raízes e o número de nódulos por planta de soja (Tabela 4). A formação de nódulos na soja foi favorecida pela aplicação de calcário e de calcário combinado com gesso agrícola em comparação a aplicação isolada de gesso agrícola e ausência de aplicação de gesso e calcário (Tabela 4). Estes resultados apontam para o efeito da calagem em garantir o pH do solo favorável para a nodulação da soja que é o valor próximo a pH 6,0.

| Sistema de preparo do solo | Massa seca de raízes por planta (g) | | | | Média |
|----------------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|
| | Testemunha | Calcário | Gesso | Calcário+ Gesso | |
| Plantio direto | 5,31 | 6,43 | 4,25 | 6,04 | 5,51A |
| Preparo reduzido | 4,14 | 8,85 | 7,56 | 7,89 | 7,11A |
| <i>Média</i> | 4,73b | 7,64a | 5,91ab | 6,97a | |
| Sistema de preparo do solo | Número de nódulos por planta | | | | Média |
| | Testemunha | Calcário | Gesso | Calcário+ Gesso | |
| Plantio direto | 21,0 | 27,7 | 23,0 | 31,0 | 25,7 A |
| Preparo reduzido | 22,0 | 30,0 | 24,0 | 28,7 | 26,2 A |
| <i>Média</i> | 21,5 b | 28,8 a | 23,5 b | 29,8 a | |

Tabela 4- Efeito do calcário e do gesso agrícola na massa seca de raízes e nodulação da soja cultivada em diferentes sistemas de preparo de solo.

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna e minúsculas na linha diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5%.

As produções de massa seca da parte aérea e de grãos na soja aumentaram significativamente com a aplicação de calcário combinado com o gesso agrícola quando comparadas com a aplicação isolada de calcário ou de gesso (Tabela 4). Esta resposta foi observada nos dois sistemas de preparo do solo.

Entretanto, quando avaliada a produção de grãos de soja por hectare, as plantas crescidas no sistema plantio direto apresentaram produção significativamente superior ao sistema de preparo reduzido, sendo alcançado um acréscimo de 400 kg de grãos por hectare para o sistema plantio direto (Tabela 5).

| Sistema de preparo do solo | Produção de massa seca da parte aérea (kg ha ⁻¹) | | | | Média |
|----------------------------|--|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| | Testemunha | Calcário | Gesso | Calcário+ Gesso | |
| Plantio direto | 3.493 | 5.670 | 4.620 | 6.930 | 5.178 A |
| Preparo reduzido | 3.087 | 4.515 | 4.914 | 6.300 | 4.704 A |
| <i>Média</i> | 3.290 c | 5.092 b | 4.767 b | 6.615a | |
| Sistema de preparo do solo | Produção de grãos (kg ha ⁻¹) | | | | Média |
| | Testemunha | Calcário | Gesso | Calcário+ Gesso | |
| Plantio direto | 2.540 | 2.941 | 2.789 | 3.377 | 2.911 A |
| Preparo reduzido | 1.909 | 2.666 | 2.361 | 3.123 | 2.514 B |
| <i>Média</i> | 2.224 c | 2.803 b | 2.575 bc | 3.250 a | |

Tabela 5- Efeito do calcário e do gesso na produção de massa seca e de grãos da soja cultivada em sistemas de preparo de solo.

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna e minúsculas na linha diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5%.

4 | CONCLUSÕES

A aplicação de calcário combinado com o gesso agrícola aumenta a produtividade da soja. O revolvimento do solo prejudica a produtividade da soja, porém aumenta as concentrações de Ca, Mg, Zn e Mn nas folhas diagnósticas.

REFERÊNCIAS

- CAIRES, E.F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J.; KUSMAN, M.T. **Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. 27:275-286, 2003.
- CAIRES, E.F.; KUSMAN, M.T.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J.; PADILHA, J.M. **Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. 28: 125-136, 2004.
- DALLA NORA, D.; AMADO, T.J.C.; GIRARDELO, V.C.; MERTINS, C. **Gesso: Alternativa para redistribuir verticalmente nutrientes no perfil do solo sob sistema plantio direto.** Revista Plantio Direto. 133: 8-20, 2013.
- ESCOSTEGUY, P. A. V.; HÄNEL, J.; ROHRIG, R. **Acidez e calagem em culturas de grãos em plantio direto.** Revista Plantio Direto, Passo Fundo, Ed. 135 e 136, 2013.
- MARTINAZZO, R. **Diagnóstico da fertilidade de solos em áreas sob plantio direto consolidado.** Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2006. 83p. (Dissertação de Mestrado).
- STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul.** 2.ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais.** 2a ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 1995. (Boletim Técnico, 5).

SOBRE O ORGANIZADOR

LEONARDO TULLIO Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR/2016). Atualmente, doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR, é professor colaborador do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, também é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia e Geotecnologia. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Amônio 99, 101

Argila 6, 9, 10, 12, 13, 16, 18, 38, 39, 40, 42, 46, 48, 52, 53, 54, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 72, 92

C

Calagem 56, 85, 86, 88, 107, 108, 109, 112, 114

Contaminação 48, 49, 54, 56, 90, 91, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105

Coprólitos de minhocas 66, 67, 69, 74, 75, 76

D

Diagnóstico 17, 114

Disponibilidade 19, 63, 78, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 89, 109, 112

E

Espécies exóticas 90

Espectroscopia 22, 23, 32

F

Fertilidade 3, 17, 18, 35, 78, 86, 114

Fitorremediação 90

G

Gessagem 107

Glycine max 60, 107, 108

Granulometria 32, 34, 38, 39, 49, 51, 52, 87

L

Limites de Aterberg 49

M

Manejo do solo 10, 59, 60, 67, 75, 79, 80, 83, 111

Mapeamento 21, 22, 23, 24, 32, 36, 39, 45, 46, 109

Metais pesados 90, 92, 100, 105

Modelagem espacial 34, 36

Morfologia de solos 1

N

Nitrato 99, 101

Nodulação 107, 112, 113

Nutrientes 4, 19, 59, 73, 75, 84, 85, 89, 97, 99, 100, 101, 103, 105, 107, 108, 111,

112, 114

O

Organossolos 3, 66, 67, 69, 76

P

Pedogênese 1, 4, 5, 19

Pedologia 1, 2, 19, 34

Pedometria 22, 34

Perfil de solo 1, 7, 9, 10, 70, 108

Propriedades do solo 22, 23, 24, 59

Q

Qualidade 22, 28, 31, 34, 35, 58, 59, 60, 63, 64, 66, 67, 72, 75, 79, 80, 86, 88, 89, 99, 101, 104, 105, 109

R

Respiração basal do solo 58, 61, 62, 63

S

Serra Geral 37, 49, 50, 51, 56, 81

Sistemas de preparo 107, 109, 111, 112, 113

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-634-8



9 788572 476348