

# IMPACTO, EXCELÊNCIA E PRODUTIVIDADE DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS NO BRASIL 4

---

JÚLIO CÉSAR RIBEIRO  
(ORGANIZADOR)



**Atena**  
Editora  
Ano 2020

# IMPACTO, EXCELÊNCIA E PRODUTIVIDADE DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS NO BRASIL 4

---

JÚLIO CÉSAR RIBEIRO  
(ORGANIZADOR)



**Atena**  
Editora  
Ano 2020



2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Natália Sandrini de Azevedo

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernando da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
I34	<p>Impacto, excelência e produtividade das ciências agrárias no Brasil 4 [recurso eletrônico] / Organizador Júlio César Ribeiro. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.            Modo de acesso: World Wide Web.            Inclui bibliografia            ISBN 978-65-5706-053-7            DOI 10.22533/at.ed.537202105</p> <p>1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária – Brasil. I. Ribeiro, Júlio César.</p> <p style="text-align: right;">CDD 630</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

As Ciências Agrárias possuem alguns dos campos mais promissores da atualidade, principalmente em termos de avanços científicos e tecnológicos.

Contudo, um dos grandes desafios, é a utilização dos recursos naturais de forma sustentável, maximizando a excelência e a produtividade no setor agropecuário e agroindustrial, atendendo a demanda cada vez mais exigente do mercado consumidor.

Neste contexto, a obra “Impacto, Excelência e Produtividade das Ciências Agrárias no Brasil” em seus volumes 3 e 4, compreendem respectivamente 22 e 22 capítulos, que possibilitam ao leitor ampliar o conhecimento sobre temas atuais e de expressiva importância nas Ciências Agrárias.

Ambos os volumes, apresentam trabalhos que contemplam questões agropecuárias, de tecnologia agrícola e segurança alimentar.

Na primeira parte, são apresentados estudos relacionados à fertilidade do solo, desempenho agrônômico de plantas, controle de pragas, processos agroindustriais, e bem estar animal, entre outros assuntos.

Na segunda parte, são abordados trabalhos envolvendo análise de imagens aéreas e de satélite para mapeamentos ambientais e gerenciamento de dados agrícolas e territoriais.

Na terceira e última parte, são apresentados estudos acerca da produção, caracterização físico-química e microbiológica de alimentos, conservação pós-colheita, e controle da qualidade de produtos alimentares.

O organizador e a Atena Editora agradecem aos autores e instituições envolvidas nos trabalhos que compõe a presente obra.

Por fim, desejamos que este livro possa favorecer reflexões significativas acerca dos avanços científicos nas Ciências Agrárias, contribuindo para novas pesquisas no âmbito da sustentabilidade que possam solucionar os mais diversos problemas que envolvem esta grande área.

Júlio César Ribeiro



## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
ESPECIAÇÃO QUÍMICA DE METAIS PESADOS EM SEDIMENTOS DE FUNDO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO EPAMINONDAS – PELOTAS/RS	
Eliana Aparecida Cadoná Jéferson Diego Leidemer Stefan Domingues Nachtigall Tainara Vaz de Melo Beatriz Bruno do Nascimento Hueslen Domingues Munhões Rafael Junqueira Moro Adão Pagani Junior Lucas da Silva Barbosa Letícia Voigt de Oliveira Corrêa Pablo Miguel	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5372021051</b>	
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>10</b>
CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO BRASIL: REVISÃO DE LITERATURA	
Welldy Gonçalves Teixeira Eliana Paula Fernandes Brasil Wilson Mozena Leandro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5372021052</b>	
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>26</b>
PERSISTÊNCIA E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DE DIFERENTES PALHADAS NO SISTEMA PLANTIO DIRETO ORGÂNICO DE MILHO VERDE	
Luiz Fernando Favarato Jacimar Luis de Souza Rogério Carvalho Guarçoni Maurício José Fornazier André Guarçoni Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5372021053</b>	
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>42</b>
EFEITO DA ADUBAÇÃO ALTERNATIVA COM FARINHA DE OSSOS E CARNE COMO FONTE DE FÓSFORO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TOMATEIRO	
Álvaro Hoffmann Leandro Glaydson da Rocha Pinho Luciene Lignani Bitencourt Mércia Regina Pereira de Figueiredo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5372021054</b>	
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>52</b>
AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO EM DIFERENTES MANEJOS SOB PLANTIO DIRETO NO OESTE DO ESTADO DO PARÁ	
Bárbara Maia Miranda Arystides Resende Silva Eduardo Jorge Maklouf Carvalho Carlos Alberto Costa Veloso	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5372021055</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 64**

BIOTECNOLOGIA E OCUPAÇÃO DO CERRADO

Miguel Antonio Rodrigues  
Hercules Elísio da Rocha Nunes Rodrigues  
Tyago Henrique Alves Saraiva Cipriano  
Dayonne Soares dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.5372021056**

**CAPÍTULO 7 ..... 77**

MODELAGEM PARA DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL PARA O BIOMA CERRADO

Kleber Renato da Paixão Ataíde  
Gustavo Macedo de Mello Baptista

**DOI 10.22533/at.ed.5372021057**

**CAPÍTULO 8 ..... 88**

CRESCIMENTO E METABOLISMO DO CARBONO EM MUDAS DE PALMA DE ÓLEO SUBMETIDAS AO ALUMÍNIO

Ana Ecídia de Araújo Brito  
Kerolém Prícila Sousa Cardoso  
Thays Correa Costa  
Jéssica Taynara da Silva Martins  
Liliane Corrêa Machado  
Glauco André dos Santos Nogueira  
Susana Silva Conceição  
Cândido Ferreira de Oliveira Neto  
Raimundo Thiago Lima da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.5372021058**

**CAPÍTULO 9 ..... 104**

DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DE SEMENTES DE SORGO COM DISCO HORIZONTAL CONVENCIONAL E TITANIUM

Tiago Pereira da Silva Correia  
Arthur Gabriel Caldas Lopes  
Francisco Faggion  
Paulo Roberto Arbex Silva  
Leandro Augusto Felix Tavares  
Neilor Bugoni Riquetti  
Saulo Fernando Gomes de Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.5372021059**

**CAPÍTULO 10 ..... 113**

DESINFESTAÇÃO E INOCULAÇÃO DE EXPLANTES DE *Aloe Vera L* VISANDO O CULTIVO *in vitro*

Bruno Yamada Danilussi  
Matheus Ferris Orvatti  
Vinicius Henrique dos Reis Carmona  
Leonardo Lopes Lorencetto  
Luiz Eduardo Manfrin Catharino  
Rafael Garbin  
Gustavo Silva Belloto  
Paulo Henrique Enz  
Luciana Alves Fogaça

**DOI 10.22533/at.ed.53720210510**

**CAPÍTULO 11 ..... 120**

ESTABELECIMENTO *in vitro* DE MARACUJÁ *Passiflora tenuiflora*

Luiz Henrique Silvério Junior  
Glaucia Amorim Faria  
Beatriz Garcia Lopes  
Antonio Flávio Arruda Ferreira  
Cintia Patrícia Martins de Oliveira  
Camila Kamblevicius Garcia  
Lucas Menezes Felizardo  
Paula Soares Rocha  
Beatriz Cardoso Ribeiro  
José Carlos Cavichioli  
Enes Furlani Junior

**DOI 10.22533/at.ed.53720210511**

**CAPÍTULO 12 ..... 136**

ESTUDO DA CINÉTICA DE SECAGEM DO CAPIM SANTO (*Cymbopogon citratus*)

Claudiana Queiroz Gouveia  
Joana Angélica Franco Oliveira  
Manoel Teodoro da Silva  
Quissi Alves da Silva  
Josilene de Assis Cavalcante  
Karina Soares do Bonfim  
Clóvis Queiroz Gouveia  
Amanda Silva do Carmo  
Carolina Zanini Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.53720210512**

**CAPÍTULO 13 ..... 144**

CINÉTICA DE SECAGEM DAS FOLHAS DO ALECRIM (*Rosmarinus officinalis*)

Lucas Ryhan Formiga Caminha  
Fagner Bruno Dias Lino  
Antonio Ferreira da Silva Netto  
Maria Bárbara Tenório de Macêdo Barbosa  
Mariana Sales Carvalho  
Josenaidy Mirelly da Mata Oliveira  
Julia Falcão de Moura  
Josilene de Assis Cavalcante

**DOI 10.22533/at.ed.53720210513**

**CAPÍTULO 14 ..... 154**

VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DO MEL COMERCIALIZADO EM CUIABÁ E VÁRZEA GRANDE

Thamara Larissa de Jesus Furtado  
Natalia Marjorie Lazon de Moraes  
Helen Cristine Leimann  
Marilu Lanzarin  
Daniel Oster Ritter

**DOI 10.22533/at.ed.53720210514**

**CAPÍTULO 15 ..... 160**

AValiação DO FLUÍDO RUMINAL: REVISÃO DE LITERATURA

Muriel Magda Lustosa Pimentel  
Andrezza Caroline Aragão da Silva  
Claudia Alessandra Alves de Oliveira



Julia Pedrosa Costa  
Isabella Cordeiro Fireman  
Liz de Albuquerque Cerqueira  
Luiz Eduardo de Sá Novaes Menezes  
Larissa Carla Bezerra Costa e Silva  
Fernanda Pereira da Silva Barbosa  
Regina Valéria da Cunha Dias  
Mayara Freire de Alcantara Lima  
Isabelle Vanderlei Martins Bastos

**DOI 10.22533/at.ed.53720210515**

**CAPÍTULO 16 ..... 174**

IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO ANDROLÓGICA NA SELEÇÃO DE TOUROS EM FAZENDAS DE LEITE

Jaci de Almeida  
Maria Clara Stornelli Amante  
Oswaldo Almeida Resende

**DOI 10.22533/at.ed.53720210516**

**CAPÍTULO 17 ..... 186**

OCORRÊNCIA DE *Neospora caninum* EM CAPRINOS DO SUL DO ESTADO DO PIAUÍ, BRASIL

Karina Rodrigues dos Santos  
Severino Cavalcante de Sousa Júnior  
Richard Atila de Sousa  
Marcelo Richelly Alves de Oliveira  
Carlos Syllas Monteiro Luz  
Jezlon da Fonseca Lemos  
Carla Duque Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.53720210517**

**CAPÍTULO 18 ..... 196**

AVALIAÇÃO E PROJEÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DO BIOMA MATA ATLÂNTICA COM AUXÍLIO DE IMAGENS AÉREAS, VISUALIZAÇÃO 3D E GEOPROCESSAMENTO

João Pedro dos Santos Verçosa  
Arthur Costa Falcão Tavares

**DOI 10.22533/at.ed.53720210518**

**CAPÍTULO 19 ..... 204**

PROPOSIÇÃO DE UM ÍNDICE DE HOMOGENEIDADE TERRITORIAL: O CASO DOS TERRITÓRIOS DE IDENTIDADE

Marcos Aurélio Santos da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.53720210519**

**CAPÍTULO 20 ..... 225**

PRODUÇÃO DE AMENDOIM SALGADO SEM PELE

Mayara Santos Scuzziatto  
Henrique Gusmão Alves Rocha  
Débora Fernandes da Luz  
Anderson Luis Fortine  
Pablo Kieling  
Gustavo Donassolo Toretta  
Joelson Adonai Czycza  
Alexsandro André Loscheider  
Marco Aurélio Rovani  
João Vítor Rodrigues dos Santos

Giacomo Lovera  
Gert Marcos Lubeck  
DOI 10.22533/at.ed.53720210520

**CAPÍTULO 21 ..... 233**

EFEITO DO MÉTODO E TEMPO DE BRANQUEAMENTO NO CONTROLE DO ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO EM MAÇÃ (*Malus dosmentica Barkh*)

Danielly Cristiny Rodrigues Mendonça  
João Vitor da Silva Brito  
Natália Rocha Carvalho  
Arthur Silva de Jesus  
Nivandroaldo Machado Gama  
Priscilla Macedo Lima Andrade  
Marcus Andrade Wanderley Junior

DOI 10.22533/at.ed.53720210521

**CAPÍTULO 22 ..... 239**

ATUAÇÃO DA VIGILÂNCIA SANITÁRIA NOS ESTABELECIMENTOS DE ALIMENTAÇÃO PARA A SEGURANÇA DOS ALIMENTOS

Cristiani Viegas Brandão Grisi  
Thaiza Cidarta Melo Barbosa  
Cecylyana Leite Cavalcante  
Diógenes Gomes de Sousa  
Fernanda de Sousa Araújo  
Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles

DOI 10.22533/at.ed.53720210522

**SOBRE O ORGANIZADOR ..... 249**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 250**

## CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO BRASIL: REVISÃO DE LITERATURA

*Data de aceite: 12/05/2020*

*Data de submissão: 16/04/2020*

### **Welldy Gonçalves Teixeira**

Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás,  
Goiânia - GO.

<http://lattes.cnpq.br/9166644492226296>

### **Eliana Paula Fernandes Brasil**

Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás,  
Goiânia - GO.

<http://lattes.cnpq.br/7324619074753727>

### **Wilson Mozena Leandro**

Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás,  
Goiânia - GO.

**RESUMO:** A acidez do solo é um dos fatores mais limitantes da produção agrícola no mundo e a calagem é a prática mais eficaz para atenuar os problemas relacionados a esse fator. A eficiência da aplicação superficial de calcário para corrigir a acidez subsuperficial em áreas sob sistema plantio direto (SPD) é controversa, uma vez que o comportamento do corretivo de acidez é complexo e variável nas diferentes camadas do solo. Os benefícios da calagem

superficial em SPD são mais pronunciados nos centímetros iniciais do solo, mas diversos fatores contribuem para a ação do corretivo nas camadas mais profundas. Em razão desses fatores, os critérios utilizados para definir a necessidade de calagem em SPD variam de acordo com a fase do sistema: implantação ou consolidação. Na fase de implantação (primeiros cinco anos), é preciso realizar a calagem da mesma forma que seria realizada em cultivo convencional, com aplicação do corretivo em área total, seguido de incorporação na camada arável do solo. Na fase estabelecida (após cinco anos de sua instalação), a calagem é realizada em superfície, sem incorporação. Apenas alguns Estados brasileiros estabelecem critérios de tomada de decisão para a prática da calagem em SPD nas suas diferentes fases, e mais estudos são necessários para estabelecer os critérios de recomendação de calagem para esse sistema. Alguns desafios para o sucesso do SPD ainda precisam ser superados, como a compactação do solo pelo uso de implementos agrícolas pesados, e a manutenção de cobertura vegetal sobre a superfície do solo nas áreas localizadas em regiões tropicais, com ocorrência de chuvas em grande intensidade e quantidade e temperaturas elevadas na maior parte do ano. Por isso a adoção do SPD deve



seguir todos os seus princípios essenciais para que os benefícios desse sistema sejam obtidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Calagem, critérios de recomendação, rotação de culturas, matéria orgânica.

## SOIL ACIDITY AMELIORATION IN NO-TILL SYSTEM IN BRAZIL: LITERATURE REVIEW

**ABSTRACT:** Soil acidity is one of the most limiting factors of agricultural production worldwide and liming is the most effective practice to alleviate soil-acidity-related constraints. The efficiency of surface liming to correct acidity in subsurface in areas under no-tillage system (NT) is controversial, since the behavior of the liming material is complex and variable in different soil layers. The benefits of surface liming in NT are more pronounced in the first sampled layer, but several factors contribute to its action in the deeper layers. Hence, the criteria used to determine the lime requirement in NT vary according to the system phase: implantation or consolidation. In the implantation phase (first five years), it is needed to perform the liming in the same way as it would be in conventional tillage, in which the liming material is applied in total area, followed by incorporation in the arable layer of the soil. In the consolidation phase (five years after its installation), liming is carried out on the surface, with no incorporation. Only a few Brazilian states establish decision-making criteria for the practice of liming in NT in its different phases, and further studies are needed to establish the criteria for liming recommendation for this system. Some challenges for the success of the NT still need to be overcome, such as compacting the soil through the use of heavy agricultural implements, and maintaining vegetation on the soil surface in areas located in tropical regions, where rainfall is intense and temperature is high most of the year. Therefore, the adoption of NT must follow all its essential principles for achieving the benefits of this system.

**KEYWORDS:** Liming, recommendation criteria, crop rotation, organic matter.

### 1 | INTRODUÇÃO

O plantio direto surgiu como uma prática de semeadura ou de cultivo de plantas sem o preparo físico do solo, mantendo-se os resíduos da cultura anterior sobre a superfície (GASSEN e GASSEN. 1996). Essa prática era realizada em decorrência da ausência de tempo ou de recursos técnicos e financeiros para efetuar o preparo do solo em toda a área a ser cultivada. Ao longo do tempo, o plantio direto evoluiu para uma forma complexa e ordenada de manejo do solo para a produção agrícola, em que a mobilização do solo é realizada, exclusivamente, na linha de semeadura. No Brasil, essa forma de manejo é denominada sistema plantio direto (SPD), e

fundamenta-se em três princípios essenciais: i) ausência de revolvimento do solo, ii) presença de cobertura permanente e iii) rotação de culturas.

O SPD começou a ser praticado no Brasil a partir da década de 1970 como uma alternativa para controlar a erosão hídrica do solo em áreas descobertas de vegetação. A região Sul foi pioneira na adoção desse sistema no país. Em razão do desconhecimento desse sistema de manejo do solo e da resistência de técnicos agrícolas e agricultores em aceitar essa nova prática de manejo, a expansão das áreas cultivadas em SPD no país foi muito lenta durante as duas primeiras décadas subsequentes à sua implantação.

No entanto, com a verificação de vantagens proporcionadas por esse sistema de manejo do solo, como por exemplo o controle da erosão hídrica e a redução da infestação de plantas invasoras sem o controle químico por meio de herbicidas, o SPD passou a ser adotado em ampla escala no país a partir da década de 1990 (Figura 1). Desde então, a área cultivada em SPD no Brasil vem crescendo exponencialmente (FEBRAPDP, 2007), ocupando atualmente mais de 32 milhões de hectares (IBGE, 2017).

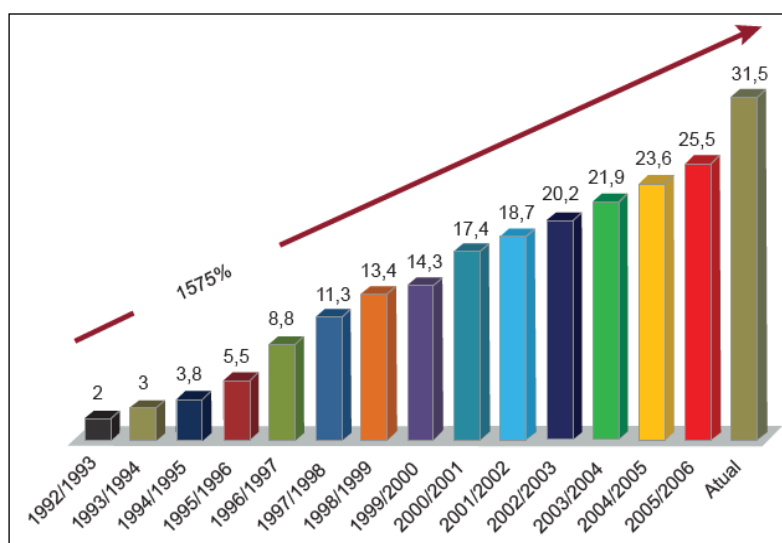


Figura 1. Crescimento do Sistema Plantio Direto (SPD) no Brasil.

Fonte: Torres et al. (2016).

A acidez do solo é um dos fatores que mais limitam a produção agrícola no mundo. Aproximadamente 30 % da superfície terrestre é constituída por solos ácidos, com valores de pH (água) inferiores a 5,5 (VON UEXKÜLL e MUTERT, 1995). Do total dos solos agricultáveis no mundo, 40 % são ácidos e esse percentual é cada vez mais crescente (BIAN et al., 2013). Na América do Sul, 85 % dos solos são ácidos, e cerca de 850 milhões de hectares são considerados sub-utilizados (COCHRANE, 1991). Quando em excesso, a acidez do solo pode restringir o crescimento das plantas, limitando a absorção de água e de nutrientes, o que resulta em menor

produtividade, principalmente quando ocorrem períodos de estiagem durante o ciclo de cultivo.

Tradicionalmente, a calagem é a prática mais comum e eficaz para atenuar os problemas relacionados à acidez do solo. Os principais objetivos da calagem consistem em corrigir a acidez do solo, diminuindo o teor de elementos tóxicos às plantas, como alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ) e manganês ( $\text{Mn}^{2+}$ ) (TIRITAN et al., 2016; RHEINHEIMER et al., 2018), além de aumentar a disponibilidade de nutrientes como cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) (CRUSCIOL et al., 2016; JORIS et al., 2016). Além disso, a calagem pode ser realizada para melhorar propriedades físicas (BENNETT et al., 2014) e biológicas (HOLLAND et al., 2018) do solo. Em SPD, a correção da acidez do solo é feita por meio da aplicação de calcário na superfície, sem incorporação.

No entanto, a eficiência da aplicação superficial de calcário para corrigir a acidez subsuperficial em solo sob SPD é controversa, uma vez que há diversos relatos na literatura indicando altas produtividades das culturas, mesmo na ausência de calagem, em solos apresentando baixos valores de pH e altos teores de elementos tóxicos. Esta revisão de literatura apresenta os principais aspectos sobre calagem em SPD no Brasil, buscando-se entender a dinâmica da acidez do solo nesse complexo sistema de manejo.

## 2 | METODOLOGIA

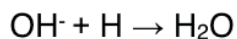
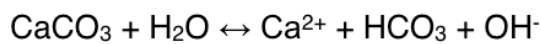
Para a realização desta revisão de literatura, foram selecionados artigos científicos publicados nas seguintes bases de dados: Google Scholar, Scopus, Scielo e Web of Science. Também foram utilizados livros e relatórios técnicos para a obtenção de conceitos e dados atuais relevantes sobre o tema de estudo.

## 3 | REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 Dinâmica da acidez do solo em sistema plantio direto

A acidez é o principal fator de degradação química dos solos, diminuindo a capacidade produtiva de extensas áreas localizadas em regiões temperadas e nos trópicos. Os problemas relacionados à acidez do solo são bem conhecidos (OLMOS e CAMARGO, 1976) e a eliminação dos seus efeitos negativos é tipicamente realizada por meio da calagem. O calcário é o material mais utilizado para corrigir a acidez do solo e, para ser efetivo, ele deve ser dissolvido em água, conforme as reações a seguir:





De acordo com essas reações, as bases ( $\text{OH}^-$ ) reagem com o  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  e  $\text{H}^+$  presentes no solo, fazendo com que a primeira reação química se desloque para a direita, até que ocorra a neutralização da acidez do solo ou quando todo calcário aplicado seja dissolvido. Além da neutralização da acidez do solo, a calagem proporciona aumento dos teores trocáveis de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  no solo, criando condições adequadas para o crescimento normal das culturas.

Em SPD, a correção da acidez é realizada pela aplicação do corretivo de acidez na superfície do solo, sem incorporação. É inquestionável que a adoção do SPD tem sido uma estratégia eficaz para reduzir a degradação do solo causada pela erosão (MERTEN et al., 2015), além de melhorar a ciclagem de nutrientes (CALEGARI et al., 2013; TIECHER et al., 2017) em comparação com o sistema de plantio convencional (SPC). No entanto, a eficiência da calagem superficial sem incorporação para corrigir a acidez nas camadas mais profundas do solo é assunto de grande discussão e controvérsias na literatura.

Em curto prazo são observados os efeitos benéficos da calagem superficial, sobretudo nos primeiros centímetros do solo (RHEINHEIMER et al., 2000; CAIRES et al., 2008). Nas camadas mais profundas do solo, entretanto, a ação do corretivo de acidez é mais lenta (ERNANI et al., 2004), podendo ser expressa somente após longo período de tempo após a aplicação do corretivo.

Diversos fatores contribuem para esse comportamento do corretivo de acidez do solo nas áreas sob SPD, o que será discutido em detalhes a seguir.

### 3.2 Efeito da calagem em superfície

Diversos trabalhos reportados na literatura já demonstraram que os benefícios da calagem superficial em SPD são mais pronunciados nos primeiros 5 cm do solo (RHEINHEIMER et al., 2000; CAIRES et al., 2008), e são mais sutis na camada de 5-10 cm (KOCH e ESTES, 1986; CAIRES et al., 1999; PÖTTKER e BEN, 1998; SÁ, 1999) e de 10-20 cm de profundidade (RECHCIGL et al., 1985). Essa discrepância, pode ser explicada pela influência de diversos fatores sobre o efeito da calagem no solo, como a dose e o tempo decorrido da última aplicação de corretivo, incidência de chuvas, textura e estrutura do solo e condutividade hidráulica do solo, presença de fauna edáfica que realize a mistura de diferentes camadas, manejo e rotação de culturas, e quantidade de resíduos aportados (EDMEADES e RIDLEY, 2003).

Em solos onde há acúmulo de material orgânico à superfície, como em SPD, é comum ocorrer uma estratificação dos nutrientes e da matéria orgânica do solo

(DEUBEL et al., 2011, MIKHA et al., 2013). Com resultado, a acidez tende a ser menor na superfície e maior em subsuperfície em SPD, quando comparado a SPC. Houx et al. (2011) observaram que maiores concentrações de P e K na profundidade de 0 a 5 cm do solo cultivado em SPD, quando comparado à SPC. Esse acúmulo associado ao SPD, entretanto, foi menor ou semelhante ao observado em SPC abaixo de 5 cm de profundidade, indicando estratificação significativa de nutrientes. Isso se deve ao papel da matéria orgânica em neutralizar a acidez do solo. Segundo Wong e Swift (2003), os materiais vegetais sofrem decomposição em solos de regiões quentes e úmidas e uma grande proporção do elevado consumo de prótons e correspondente aumento do pH do solo podem ser atribuídos a processos associados com a sua decomposição.

Diversos mecanismos envolvidos no aumento do pH do solo em decorrência da decomposição de resíduos orgânicos já foram propostos. Esses mecanismos incluem adsorção específica de ânions orgânicos nas superfícies hidratadas de Fe e Al e a liberação correspondente de íons hidroxila, aumentando o pH (HUE, 1992). A adsorção de  $Al^{3+}$  por sítios da matéria orgânica e o subsequente isolamento da fase inorgânica para manter o equilíbrio da atividade do Al na solução do solo, além da amonificação do N orgânico lábil em adubos e esterco, também foram propostos para aumentar o pH do solo na camada superficial (WONG e SWIFT, 2003; WONG et al., 1998).

Embora todos esses mecanismos sejam possíveis, a contribuição de cada um deles, isoladamente, para a alteração do pH ainda não foi avaliada (WONG e SWIFT, 2003).

Cabe destacar a expressiva alteração na dinâmica do  $Al^{3+}$  na camada superficial do solo devido ao acúmulo de matéria orgânica em áreas com cultivo em SPD. Solos altamente intemperizados, localizados em regiões subtropicais e tropicais, normalmente possuem baixas concentrações de Al em solução (WEN et al. 2014) e na forma trocável (ABREU et al. 2003). Isso se deve à complexação do Al presente na solução do solo por ligantes orgânicos simples, de baixa massa molecular, e por ácidos fúlvicos, de alta massa molecular, tendendo a formar complexo de esfera externa (SALET, 1998), resistentes à decomposição microbiana. A ocorrência de Al complexado pela matéria orgânica geralmente é observada em condições de baixos níveis de pH e altos teores de  $Al^{3+}$  trocável (SALET, 1998). Isso explica o desenvolvimento satisfatório das plantas em solos cultivados em SPD, mesmo em condições de acidez elevada, que não recebeu aplicação de corretivo.

Um problema que pode surgir em decorrência da aplicação superficial de corretivo de acidez do solo se incorporação em áreas cultivadas em SPD consiste no aumento excessivo do pH nos primeiros 5 cm de profundidade. Solos arenosos, com menor capacidade de tamponamento da acidez, são mais susceptíveis a esse

problema. Para atenuar esse problema e evitar o aumento excessivo do pH na camada mais superficial do solo, alguns manuais de recomendação de calagem restringem a dose de corretivo a ser utilizada numa única aplicação, o que será discutido em maiores detalhes no item 3.3.

### 3.3 Efeito da calagem em profundidade

Do ponto de vista químico, não se espera correção da acidez do solo e suprimento de Ca e Mg nas camadas subsuperficiais do solo. Isso ocorre devido à menor solubilidade do calcário ( $\text{CaCO}_3$ , calcita ou  $\text{Ca}(\text{Mg})\text{CO}_3$ ), dolomita), associada à baixa estabilidade dos ânions liberados após a dissolução do material corretivo ( $\text{CO}_3^{2-}$  e  $\text{HCO}_3^-$ ) e à formação de cargas negativas variáveis, ou seja, dependentes do pH do meio (GONZALEZ-ERICO et al., 1979; RITCHEY et al., 1980; MIYAZAWA et al., 2000). Isso explica por que a calagem realizada em SPD promove a correção da acidez do solo e o suprimento de Ca e Mg apenas na camada superficial do solo.

No entanto, trabalhos passados e recentes (CAIRES et al., 2000; FONTOURA et al., 2019) têm demonstrado a eficiência da aplicação superficial de corretivo para reduzir a acidez do solo até 60 cm de profundidade, em áreas cultivadas em SPD. Fontoura et al. (2019) observaram eficiência da calagem superficial na correção da acidez em subsuperfície já no primeiro ano após a aplicação do corretivo (curto prazo). Para explicar o efeito da calagem superficial no aumento do pH, diminuição dos níveis tóxicos de  $\text{Al}^{3+}$  e  $\text{Mn}^{2+}$ , e elevação dos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  nas camadas subsuperficiais do solo, diversos mecanismos já foram sugeridos.

Em SPD, os resíduos orgânicos acumulado na superfície do solo, associados à ausência de revolvimento, podem mobilizar cátions e catalisar a ação da aplicação superficial de calcário. Isso ocorre devido a substâncias orgânicas hidrossolúveis que se acumulam na superfície do solo podem complexar os íons  $\text{Ca}^{2+}$ , promovendo a sua migração em profundidade, onde ocorrerá a troca de  $\text{Ca}^{2+}$  por  $\text{Al}^{3+}$ , reduzindo o efeito fitotóxico do  $\text{Al}^{3+}$  e aumentando o teor de  $\text{Ca}^{2+}$  na solução do solo (CASSIOLATO et al., 2000; FRANCHINI et al., 2001; MIYAZAWA et al., 2002).

Também, é possível ocorrer o deslocamento em profundidade de partículas mais finas de calcário com o movimento descendente da água por meio de macroporos e, assim, reduzir a acidez do solo em camadas subsuperficiais, melhorando o ambiente radicular (PETRERE e ANGHINONI, 2001; AMARAL et al., 2004). Esse movimento descendente de partículas finas de calcário também pode ser favorecido pela presença de canais formados por raízes mortas e galerias ou fendas no solo abertas pela micro, meso ou macrofauna (SÁ, 1999). Ao avançar no perfil, essa frente de neutralização altera algumas propriedades do solo, cuja taxa de progressão depende da dose aplicada, do tempo decorrente e das próprias características físicas e químicas dos solos (AMARAL e ANGHINONI, 2001;

MOREIRA et al., 2001; GATIBONI et al., 2003).

Na literatura, há muitos relatos de que fertilizantes nitrogenados de fonte amoniacal ou amídica exercem influência sobre o efeito da calagem na camada subsuperficial do solo. A acidez gerada pelo processo de nitrificação auxilia a dissolução do corretivo e, quando esses fertilizantes são aplicados no solo corrigido, a maior parte do  $\text{NH}_4^+$  é convertido em  $\text{NO}_3^-$  (ADAMS e MARTIN, 1984). Caires et al. (1999) verificaram o movimento descendente de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  no perfil do solo após aplicação de corretivo e fertilizantes nitrogenados, atribuindo esse movimento à lixiviação de sais como  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  e  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  para camadas mais profundas. A maior concentração de  $\text{NO}_3^-$  no subsolo promoveria maior absorção de ânions pela planta, em relação aos cátions, o que aumentaria o pH do solo. A menor acidez da camada superficial do solo em SPD também pode proporcionar maior estabilidade do íon bicarbonato, favorecendo o movimento descendente do íon  $\text{HCO}_3^-$  acompanhado dos íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  e, conseqüentemente, corrigir a acidez do solo e aumentar os teores desses nutrientes em profundidade (OLIVEIRA et al., 2000).

Além disso, ânions, nitratos, sulfatos, cloretos e silicatos, provenientes da decomposição de resíduos culturais ou adição de fertilizantes, podem também contribuir para o movimento descendente de íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  no solo, reduzindo a atividade do  $\text{Al}^{3+}$  (ZAMBROSI et al., 2008). Não obstante, doses elevadas de corretivo de acidez associadas ao curto período após a calagem também contribuem com a correção da acidez do solo em profundidade (KAMINSKI et al., 2007; RHEINHEIMER et al., 2000).

### 3.4 Critérios para correção da acidez do solo em SPD

Os critérios atualmente utilizados para definir a necessidade de calagem (NC) em SPD ainda são muito empíricos, além de terem sido baseados em recomendações de calagem para o SPC. Em razão do revolvimento do solo, a NC estimada por diferentes métodos para o SPC certamente será diferente para o SPD. De acordo com Anghinoni e Salet (1998), a utilização de critérios adotados em SPC para definir a NC em SPD pode levar à sub ou superestimativa da NC real do solo. Isso ocorre porque os critérios de recomendação de calagem utilizados em SPC são variáveis, segundo os princípios analíticos e os objetivos propostos.

O cálculo na NC em SPD torna-se ainda mais complexo ao considerar que a decomposição de resíduos orgânicos deixados na superfície do solo favorece a acidificação, mas também exerce efeitos positivos sobre a acidez (MIYAZAWA et al., 1993). Com o aumento do teor de matéria orgânica em solos cultivados em SPD, há aumento da eficiência da aplicação de calcário e gesso (SOUZA e LOBATO, 2002). Atualmente, os critérios utilizados para definir a NC em SPD variam de acordo com



a fase em que se encontra o sistema (implantação ou consolidação), conforme será discutido em detalhes abaixo.

### *3.4.1 Fase de implantação*

Antes da implantação do SPD, é preciso realizar a calagem da mesma forma que seria realizada em SPC, ou seja, com aplicação do corretivo de acidez em área total, seguido de incorporação na camada arável (0-20 cm) do solo. A NC deve ser calculada pelo método tradicionalmente utilizado no Estado onde está localizada a área de cultivo.

Uma única aplicação de calcário requer quase um ano para alcançar a sua máxima eficiência, e os benefícios dessa aplicação podem persistir por cinco anos ou mais. Portanto, é preciso considerar os efeitos residuais do calcário entre uma safra e outra ao definir a dose ideal do corretivo a ser aplicada e o momento em que se fará a correção do solo. Durante a fase de implantação do SPD, que consiste nos primeiros cinco anos de cultivo, o solo deve ser analisado anualmente, seguindo os procedimentos de amostragem de solo utilizados no sistema convencional.

NC deve ser determinada com base nas exigências nutricionais da cultura mais sensível à acidez do solo que faz parte do sistema de rotação. Alguns manuais de recomendação sugerem que, após dois ou três anos da implantação do SPD, a NC seja diminuída entre  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  da NC estimada pelo método de recomendação adotado. Nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, recomenda-se aplicar  $\frac{1}{2}$  (metade) da NC estimada pelo índice SMP para elevar o pH do solo a 6,0 ao iniciar o SPD em solos de campo natural com baixo teor de acidez potencial (CQFSRS/SC, 2016).

### *3.4.2 Fase de consolidação*

Na fase estabelecida ou consolidada do SPD, que tem início após cinco anos de sua instalação, a calagem é realizada em superfície, sem incorporação. Nessa fase, a amostragem deve ser realizada na camada de 0-10 cm de profundidade, com monitoramento constante da camada arável (0-20 cm) do solo. Apenas alguns Estados brasileiros estabelecem critérios de tomada de decisão para a prática da calagem em SPD.

Em Minas Gerais, após a instalação do SPD, a NC deve ser diminuída em  $\frac{1}{3}$  quando a amostragem do solo for realizada na camada de 0-20 cm, e em  $\frac{1}{2}$  quando a amostragem for realizada na camada de 0-10 cm (LOPES et al., 1999). No Estado do Paraná, a calagem superficial deve ser recomendada somente quando o solo apresentar, na camada de 0-5 cm, valor de pH (em CaCl<sub>2</sub>) inferior a 5,6 ou saturação

por bases inferior a 65 % (CAIRES et al., 1999 e 2000). Em solos argilosos, deve-se aplicar entre 1/3 a 1/2 da NC estimada pelo método da saturação por bases ao valor desejado a partir de amostragem na camada de 0-20 cm, aplicando-se no máximo 2,5 t ha<sup>-1</sup> de calcário; e para solos argilo-arenosos e arenosos, deve-se aplicar 1/2 da NC estimada pelo mesmo método, aplicando-se no máximo 2,0 t ha<sup>-1</sup> de calcário (SÁ, 1999).

Nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, considera-se o valor de pH < 5,5 na camada de 0-10 cm para a tomada de decisão sobre a realização da calagem (CQFSRS/SC, 2016). Se a saturação por bases for maior que 65 % e a saturação por Al<sup>3+</sup> for menor que 10 % na camada de 0-10 cm, pode-se considerar que o calcário não precisa ser aplicado. Nesses Estados, recomenda-se aplicar 1/4 da NC estimada pelo índice SMP para elevar o pH do solo a 6,0 quando a correção da acidez tiver sido realizada na camada abaixo de 10 cm durante a fase de implantação do sistema.

### 3.5 Desafios do sistema plantio direto no Brasil

Embora a adoção do SPD confira uma série de benefícios à qualidade química e biológica do solo, diversos estudos têm evidenciado que nesse sistema de cultivo também podem ocorrer problemas de compactação, reduzindo a qualidade física do solo. Em SPD, a compactação é causada pelo tráfego de máquinas e implementos agrícolas, principalmente em condições de baixa disponibilidade hídrica. Esses implementos, utilizados em SPD, geralmente são mais pesadas que aqueles utilizados em SPC, e isso tem causado alterações na estrutura do solo, formando uma compactação superficial que tem sido indicada como um dos principais problemas observados em áreas de SPD.

De fato, a compactação da superfície do solo em áreas cultivadas em SPD pode prejudicar o desenvolvimento das plantas (ANDRADE et al., 2018). A compactação do solo aumenta a resistência à penetração dos solos e diminui sua permeabilidade ao ar e à água, o que pode levar à concentração das raízes na camada superficial do solo, com reflexos negativos sobre o volume de solo explorado e a absorção de água e nutrientes pelas plantas (SECCO et al., 2009). No entanto, espera-se que o incremento de matéria orgânica no solo e o desenvolvimento de um sistema poroso contínuo e estável possam atenuar os impactos negativos da compactação.

A escarificação vem sendo adotada para minimizar a compactação de solos cultivados em SPD, pois ela reduz a densidade do solo e a sua resistência à penetração, e aumenta a condutividade hidráulica e a taxa de infiltração de água (CAMARA e KLEIN, 2005; COLLARES et al., 2008). Gamero (2008) destaca que, estes implementos não promovem uma inversão de camadas, obtendo-se, com isso, menor alteração da estrutura do solo. No entanto, a escarificação do solo

contrapõe-se aos preceitos do SPD, pois envolve mobilização intensa de solo, maior tráfego de máquinas e implementos agrícolas, além de maior custo de produção (BERTOLINI e GAMERO, 2010).

Algumas estratégias podem ser utilizadas para amenizar os efeitos negativos da compactação do solo em áreas cultivadas em SPD. De acordo com Andrade et al (2018), a velocidade de deslocamento dos tratores durante as operações agrícolas tem grande influência sobre os atributos físicos do solo. Esses autores destacam duas alternativas que poderiam ser utilizadas pelo produtor rural para diminuir o peso do implemento agrícola e/ou aumentar a área de contato entre o implemento e o solo. Uma delas seria a utilização de pneus mais largos e/ ou rodados duplos, ou ainda o uso de pneus de maior diâmetro. Uma alternativa seria diminuir a pressão aplicada pelos pneus no solo, o que estaria relacionada com a calibragem utilizada.

Mesmo diante dessas alternativas para amenizar a compactação do solo, é preciso considerar os efeitos do SPD em longo prazo para a obtenção de todos os benefícios proporcionados por esse sistema. A partir de indicadores para quantificar os impactos do uso e manejo na qualidade física do solo, Bertoli Júnior et al. (2012) verificaram que essa qualidade não foi limitante à produção das culturas em solo cultivado durante 30 anos em SPD. A rotação de culturas, que envolve espécies com sistema radicular vigoroso e profundo, também auxilia na redução da compactação do solo. No entanto, é preciso utilizar espécies de cobertura do solo com sistema radicular pivotante que sejam capazes de romper camadas compactadas, formando bioporos e melhorando a qualidade física do solo.

Em regiões de clima tropical e subtropical, outro desafio é a manutenção de cobertura vegetal sobre a superfície do solo nas áreas cultivadas em SPD. A manutenção de palha na superfície do solo traz uma série de benefícios: diminui o impacto da gota de chuva, protegendo o solo contra compactação e perdas pelo processo de erosão; aumenta a capacidade de infiltração da água no solo, minimizando o escoamento superficial da água e mantendo a umidade do solo ao reduzir a evaporação; assegura uma alta atividade biológica no solo; e auxilia na manutenção ou no aumento da matéria orgânica no perfil do solo.

Nessas regiões, as condições climáticas caracterizadas pela ocorrência de chuvas em grande intensidade e quantidade, associada à temperaturas elevadas durante a maior parte do ano, favorecem a decomposição acelerada da palhada proveniente da cultura anterior. Portanto, é muito difícil manter uma cobertura vegetal sobre a superfície do solo nessas regiões, o que representa outro grande desafio para o SPD no Brasil. Para superar a dificuldade de manutenção da cobertura vegetal sobre a superfície do solo, pesquisa científica tem buscado genótipos de plantas de cobertura adaptados às características edafoclimáticas de regiões tropicais, que sejam capazes de produzir alta quantidade de matéria seca com alta

relação carbono/nitrogênio (C/N). Assim, será possível manter a cobertura vegetal sobre o solo por um período maior durante o ano.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo adequado da calagem proporciona a correção da acidez do solo e suprimento de nutrientes, conferindo condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas. No entanto, mais estudos são necessários para estabelecer os critérios de recomendação de calagem para solos cultivados em sistema plantio direto. Atualmente, apenas alguns Estados brasileiros possuem critérios específicos, enquanto a maioria dos Estados utilizam critérios generalizados com base em recomendações de outras regiões.

A adoção do sistema plantio direto deve seguir todos os seus princípios essenciais para que os benefícios desse sistema sejam obtidos, principalmente em áreas localizadas em regiões de clima tropical e subtropical, onde há inúmeros desafios para o sucesso da produção agrícola. Em síntese, para que o sistema plantio direto seja sustentável e contínuo, o agricultor precisa conscientizar-se do uso dos princípios básicos, principalmente a rotação de culturas e a manutenção de uma cobertura permanente sobre a superfície do solo com resíduos de culturas diversas.

#### REFERÊNCIAS

- ABREU, J.C.H.; MURAOKA, T.; LAVORANTE, A.F. **Exchangeable aluminum evaluation in acid soils**. *Sci Agric*. 60:543–548, 2003.
- ADAMS, F.; MARTIN, J.B. Liming effects on nitrogen use and efficiency. In: HAUCK, R. D. (Ed.). **Nitrogen in crop production**. Madison: American Society of Agronomy, 1984. p. 417-426.
- AMARAL, A.S.; ANGHINONI, I. **Alterações de parâmetros químicos do solo pela reaplicação superficial de calcário no sistema plantio direto**. *Pesq. Agropec. Bras.*, 36:695-702, 2001.
- AMARAL, A.S.; ANGHINONI, I.; HINRICHS, R.; BERTOL, I. **Movimentação de partículas de calcário no perfil de um Cambissolo em plantio direto**. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* 28, 359–367, 20047. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832004000200014>.
- ANDRADE, A.T.; TORRES, J.L.R.; PAES, J.M.V.; TEIXEIRA, C.M.; CONDÉ, A.B.T. **Desafios do Sistema Plantio Direto no Cerrado**. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 39(302), 18-26, 2018.
- ANGHINONI, I.; SALET, R.L. **Amostragem do solo e as recomendações de adubação e calagem no sistema plantio direto. Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto**. Lages: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 27-52, 1998.
- BENNETT, J.McL.; GREENE, R.S.B.; MURPHY, B.W.; HOCKING, P.; TONGWAY, D. **Influence of lime and gypsum on long-term rehabilitation of a Red Sodosol, in a semiarid environment of New South Wales**. *Soil Res*. 52, 120–128, 2014. <https://doi.org/10.1071/SR13118>.

BERTOLINI, E.V.; GAMERO, C.A. **Demanda energética e produtividade da cultura do milho com adubação de pré-semeadura em dois sistemas de manejo do solo.** Energia na Agricultura, 25(3), 01-23, 2010.

BETIOLI JÚNIOR, E.; MOREIRA, W.H.; TORMENA, C.A.; FERREIRA, C.J.B.; SILVA, Á.P.D.; GIAROLA, N.F.B. **Intervalo hídrico ótimo e grau de compactação de um Latossolo Vermelho após 30 anos sob plantio direto.** Rev. Bras. Ciênc. Solo, 36(3), 971-982, 2012.

BIAN, M.; ZHOU, M.; SUN, D.; LI, C. **Molecular approaches unravel the mechanism of acid soil tolerance in plants.** Crop J. 1, 91-104, 2013.

BORTOLUZZI, E.C. **Alterações de atributos do solo pela calagem superficial e incorporada a partir de pastagem natural.** Rev. Bras. Ciênc. Solo, 24:797-805, 2000.

CAIRES, E.F.; BANZATTO, D.A.; FONSECA, A.F. **Calagem na superfície em sistema plantio direto.** Rev. Bras. Ciênc. Solo, 24(1), 161-169, 2000.

CAIRES, E.F.; FONSECA, A.F.; MENDES, J.; CHUEIRI, W.A.; MADRUGA, E.F. **Produção de milho, trigo e soja em função das alterações das características químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema de plantio direto.** Rev. Bras. Ciênc. Solo, 23(2), 315-327, 1999.

CAIRES, E.F.; GARBUIO, F.J.; CHURKA, G. CORREA, J.C.L. **Effects of soil acidity amelioration by surface liming on no-till corn, soybean, and wheat root growth and yield.** European Journal of Agronomy, 28:57-64, 2008.

CAIRES, E.F.; PEREIRA FILHO, P.R.S.; ZARDO FILHO, R.; FELDHAUS, I.C. **Soil acidity and aluminum toxicity as affected by surface liming and cover oat residues under a no-till system.** Soil Use Manage., 24:302-309, 2008.

CALEGARI, A.; TIECHER, T.; HARGROVE, W.L.; RALISCH, R.; TESSIER, D.; de TOURDONNET, S.; GUIMARÃES, M.D.F.; dos SANTOS, D.R. **Long-term effect of different soil management systems and winter crops on soil acidity and vertical distribution of nutrients in a Brazilian Oxisol.** Soil Till. Res. 133, 32-39, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.still>.

CAMARA, R.K.; KLEIN, V.A. **Escarificação em plantio direto como técnica de conservação do solo e da água.** Rev. Bras. Ciênc. Solo, v.29, p.789-796, 2005. DOI: 10.1590/S0100-06832005000500014.

CASSIOLATO, M.E.; MEDA, A.R.; PAVAN, M.A.; MIYAZAWA, M.; de OLIVEIRA, J.C. **Evaluation of oat extracts on the efficiency of lime in soil.** Braz. Arch. Biol. Technol. 43, p. 533-536, 2000. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132000000500014>

COCHRANE, T.T. **Understanding and managing acid soils of tropical South America.** In: DETRUCK, P., PONNAMPERUMA, F.N. (eds.), Rice Production on Acid Soils of the Tropics. Institute of Fundamental Studies, Kandy, Sri Lanka, pp. 113-122, 1991.

COLLARES, G.L.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; KAISER, D.R. **Compactação de um Latossolo induzida pelo tráfego de máquinas e sua relação com o crescimento e produtividade de feijão e trigo.** Rev. Bras. Ciênc. Solo, v.32, p.933942, 2008. DOI: 10.1590/S0100-06832008000300003.

CQFSRS/SC, Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** 11º e. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul. 376 p., 2016.

CRUSCIOL, C.A.C.; ARTIGIANI, A.C.C.A.; ARF, O.; CARMEIS FILHO, A.C.A.; SORATTO, R.P.;



- NASCENTE, A.S.; ALVAREZ, R.C.F. **Soil fertility, plant nutrition, and grain yield of upland rice affected by surface application of lime, silicate, and phosphogypsum in a tropical no-till system.** *Catena* 137, 87-99, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2015.09.009>.
- DEUBEL, A.; HOFMANN, B.; ORZESSEK, D. **Long-term effects of tillage on stratification and plant availability of phosphate and potassium in a loess chernozem.** *Soil Tillage Res.* 117, 85–92, 2011.
- EDMEADES, D.C.; RIDLEY, A.M. **Using Lime to Ameliorate Topsoil and Subsoil Acidity.** In: RENGEL, Z. ed. *Handbook of Soil Acidity.* New York, Marcel Dekker Inc., 2003. p. 297-336.
- ERNANI, P.R.; BAYER, C. & RIBEIRO, M.F.S. **Chemical modifications caused by liming below the limed layer in a predominantly variable charge acidsoil.** *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 35:889-901, 2004.
- FEBRAPDP - Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha (2007).** Disponível em: <http://www.febrapdp.org.br>.
- FRANCHINI, J.C.; MEDA, A.R.; CASSIOLATO, M.E.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. **Potencial de extratos de resíduos vegetais na mobilização do calcário no solo por método biológico.** *Sci. Agric.* 58, 357–360, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162001000200020>.
- FONTOURA, S.M.V.; DE CASTRO PIAS, O.H.; TIECHER, T.; CHERUBIN, M.R.; DE MORAES, R. P.; BAYER, C. **Effect of gypsum rates and lime with different reactivity on soil acidity and crop grain yields in a subtropical Oxisol under no-tillage.** *Soil and Tillage Research*, 193, 27-41, 2019.
- GAMERO, A.C. **Desempenho operacional de um subsolador de hastes com curva-tura lateral (“paraplow”), em função de diferentes velocidades de deslocamento e profundidades de trabalho.** 2008. 72f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricul-tura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita filho”, Botucatu, 2008.
- GASSEN, D.; GASSEN, F. **Plantio direto: o caminho do futuro.** Brasil. A Idea Sul Editora, 1996.
- GATIBONI, L.C.; SAGGIN, A.; BRUNETTO, G.; HORN, D.; FLORES, J.P.C.; KAMINSKI, J. & RHEINHEIMER, D.S. **Alterações nos atributos químicos de solo arenoso pela calagem superficial no sistema plantio direto consolidado.** *Ci. Rural*, 33:282-290, 2003.
- GONZALEZ-ERICO, E.; KAMPRATH, E.J.; NADERMAN, G. C.; SOARES, W.V. **Effect of Depth of Lime Incorporation on the Growth of Corn on an Oxisol of Central Brazil 1.** *Soil Science Society of America Journal*, 43(6), 1155-1158, 1979.
- HOLLAND, J.E.; BENNETT, A.E.; NEWTON, A.C.; WHITE, P.J.; MC KENZIE, B.M.; GEORGE, T.S.; PAKEMAN, R.J.; BAILEY, J.S.; FORNARA, D.A.; HAYES, R.C. **Liming impacts on soils, crops and biodiversity in the UK: a review.** *Sci. Total Environ.* 610–11, 316–332, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.020>.
- HOUX III, J.H.; WIEBOLD, W.J.; FRITSCHI, F.B. **Long-term tillage and crop rotation determines the mineral nutrient distributions of some elements in a Vertic Epiaqualf.** *Soil and Tillage Research*, 112(1), 27-35, 2011.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola.** Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistematico\\_da\\_Producao\\_Agricola\\_\[mensal\]/Fasciculo/lspa\\_201704.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201704.pdf).
- JORIS, H.A.W.; CAIRES, E.F.; SCHARR, D.A.; BINI, A.R.; HALISKI, A. **Liming in the conversion from degraded pastureland to a no-till cropping system in Southern Brazil.** *Soil Till Res.* 162, 68–77, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.04.009>.

KAMINSKI, J.; SILVA, L.S.; CERETTA, C.A.; RHEINHEIMER, D.S. **Acidez e calagem no sul do Brasil: Aspectos históricos e perspectivas futuras**. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 5, 307-332, 2007.

KOCH, D.W.; ESTES, G.O. **Liming Rate and Method in Relation to Forage Establishment - Crop and Soil Chemical Responses**<sup>1</sup>. Agronomy journal, 78(4), 567-571, 1986.

MERTEN, G.H.; ARAÚJO, A.G.; BISCAIA, R.C.M.; BARBOSA, G.M.C.; Conte, O. **No-till surface runoff and soil losses in southern Brazil**. Soil Till. Res. 152, 85-93, 2015. [http://dx. doi. org/10.1016/j.still.2015.03.014](http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2015.03.014).

MIKHA, M.M.; VIGIL, M.F.; BENJAMIN, J.G. **Long-term tillage impacts on soil aggregation and carbon dynamics under wheat-fallow in the central Great Plains**. Soil Sci. Soc. Am. J. 77, 594–605, 2013.

MIYAZAWA, M. et al. Neutralização da acidez do perfil do solo por resíduos vegetais. **Informações Agrônomicas.**, 92:1-8, 2000. (Encarte Técnico Potafos).

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; CALEGARI, A. **Efeito de material vegetal na acidez do solo**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, 17:411-416, 1993.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; FRANCHINI, J.C. **Evaluation of plant residues on the mobility of surface applied lime**. Braz. Arch. Biol. Technol 45, 251-256, 2002. [http://dx. doi.org/10.1590/S1516-89132002000300001](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132002000300001).

MOREIRA, S.G.; KIEHL, J.C.; PROCHNOW, L.I.; PAULETTI, V. **Calagem em sistema de semeadura direta e efeitos sobre a acidez do solo, disponibilidade de nutrientes e produtividade de milho e soja**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, 25:71-81, 2001.

OLIVEIRA, F. H. T.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F. **Fertilidade do solo no sistema plantio direto**. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2, 393-486, 2002.

OLMOS, J.I.L.; CAMARGO, M.N. **Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, sua caracterização e distribuição**. Ciência e Cultura, 28(2), 1976.

PETRERE, C.; ANGHINONI, I. **Alteração de atributos químicos no perfil do solo pela calagem superficial em campo nativo**. Rev. Bras. Ciênc. Solo 25, 885-895, 2001. [http://dx. doi.org/10.1590/S0100-06832001000400011](http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832001000400011).

PÖTTKER, D.; BEN, J.R. **Calagem para uma rotação de culturas no sistema plantio direto**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, 22(4), 675-684, 1998.

RECHCIGL, J.E.; WOLF, D.D.; RENEAU Jr., R.B.; KROONTJE, W. **Influence of surface liming on the yield and nutrient concentration of alfalfa established using no-tillage techniques**. Agron. J., 77:956-959, 1985.

RHEINHEIMER, D.D.S.; SANTOS, E.J.D.S.; KAMINSKI, J.; XAVIER, F.M. **Aplicação superficial de calcário no sistema plantio direto consolidado em solo arenoso**. Ciência Rural, 30(2), 263-268, 2000.

RHEINHEIMER, D.S.; TIECHER, T.; GONZATTO, R.; ZAFAR, M.; BRUNETTO, G. **Residual effect of surface-applied lime on soil acidity properties in a long-term experiment under no-till in a Southern Brazilian sandy Ultisol**. Geoderma 313, 7-16, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.10.024>.

SÁ, J.C.M. **Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto**. In: SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA,

F.M.S.; LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G.; FAQUIM, V.; FURTINI NETO, A.E.; CARVALHO, J.G. (eds.). *Interrelações fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas*. Lavras, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo / Universidade Federal de Lavras, 1999. p. 267-319.

SALET, R.L. **Toxidez de alumínio no sistema plantio direto**. 1998. 109 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

SECCO, D.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; SILVA, V.R. da. **Atributos físicos e rendimento de grãos de trigo, soja e milho em dois Latossolos compactados e escarificados**. *Ciência Rural*, v.39, p.58-64, 2009. DOI: 10.1590/S0103-84782009000100010.

SOUZA, D. M. G. de; LOBATO, E. **Correção da acidez do solo**. In: \_\_\_\_\_. *Cerrado: correção do solo e adubação*. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2002. p. 81-96.

TIECHER, T.; CALEGARI, A.; CANER, L.; RHEINHEIMER, D.S. Soil fertility and nutrient budget after 23-years of different soil tillage systems and winter cover crops in a subtropical Oxisol. *Geoderma* 308, 78–85, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.08.028>.

TIRITAN, C.S.; BULL, L.T.; CRUSCIOL, C.A.C.; CARMEIS FILHO, A.C.A.; FERNANDES, D.M., NASCENTE, A.S. **Tillage system and lime application in a tropical region: soil chemical fertility and corn yield in succession to degraded pastures**. *Soil Till Res.* 155, 437–447, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.06.012>.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; LOSS, A. **Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes das coberturas de solo utilizadas no sistema de semeadura direta no Cerrado**. In: AMARAL SOBRINHO, N.M.B. do; CHA-GAS, C.I.; ZONTA, E. (org.). *Impactos ambientais provenientes da produção agrí-cola: experiências argentinas e brasileiras*. São Paulo: Rio de Janeiro: Livre Expressão, 2016. part.2, p.305-338.

VON UEXKÜLL, H.R.; MUTERT, E. **Global extent, development and economic impact of acid soils**. *Plant and soil*, 171(1), 1-15, 1995.

WONG, M.T.F.; SWIFT, R.S. **Role of organic matter in alleviating soil acidity**. *Handbook of soil acidity*. Marcel Dekker, New York, 337-358, 2003.

ZAMBROSI, F.C.B.; ALLEONI, L.R.F.; CAIRES, E.F. **Liming and ionic speciation of an Oxisol under no-till system**. *Sci. Agric.*, 65:190-203, 2008.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acidez do solo 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 24, 25, 69  
Adubação alternativa 42, 44, 47, 50, 51  
Adubo orgânico 42, 50  
Alecrim 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152  
Alimento 140, 157, 162, 164, 165, 166, 167, 187, 192, 226, 227  
Amendoim 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232  
Análise sensorial 226, 230, 231  
Avaliação andrológica 174, 175, 176, 177, 181, 183

### B

Babosa 113, 114, 115, 118  
Bacia Hidrográfica 1, 2, 4, 5, 6, 7, 203  
Bioma Cerrado 75, 77  
Biotecnologia 64, 65, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 113, 115, 118, 138, 184  
Branqueamento 233, 234, 235, 236, 237, 238

### C

Calagem 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 51, 60  
Capim santo 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143  
Caprino 188, 194, 210  
Cinética de secagem 136, 138, 141, 142, 143, 144, 146, 147, 149  
Contaminantes 2, 4, 155

### D

Decomposição 15, 17, 20, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 37, 39, 40, 41, 50  
Desinfestação 113, 114, 115, 117, 118, 122, 125  
Desmatamento 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202  
Diferentes manejos 40, 52, 191  
Distribuição longitudinal 104, 105, 106, 108, 109, 111, 112

### E

Especiação química 1, 2, 3, 5, 6, 7  
Evapotranspiração 77, 78, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 87

## F

Fiscalização 239, 240, 241, 242, 243, 244, 247

Fluído ruminal 160, 161, 163, 164, 166, 170, 173

## G

Geoprocessamento 196, 197, 203

## H

Homogeneidade Territorial 204, 206, 207, 208, 213, 214, 221

## I

Impacto ambiental 2, 7, 196, 198, 201, 202

Índice de vegetação 77, 79, 81, 84

## M

Maçã 233, 234, 235, 236

Manejo do solo 11, 12, 22, 40, 53, 59

Maracujá 120, 121, 122, 134, 135, 152

Mata Atlântica 120, 196, 197, 198, 199, 202, 203

Matéria Orgânica 7, 8, 11, 14, 15, 17, 19, 20, 36, 50, 51, 56, 57, 59, 60, 61, 63

Mecanização Agrícola 104, 105, 106

Metais pesados 1, 2, 3, 4, 7

Micropropagação 115, 118, 121, 122, 123, 131, 132, 134, 135

Milho 22, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 36, 39, 40, 41, 49, 51, 55, 58, 62, 69, 73, 74, 101, 111, 112

Modelagem 3, 77, 82, 143, 203, 223

## N

Nutrientes 12, 13, 14, 15, 17, 19, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 31, 33, 34, 38, 39, 40, 41, 43, 50, 90, 98, 99, 115, 131, 162, 249

## P

Palhada 20, 26, 27, 30, 31, 32, 33, 36, 38, 39, 40, 41, 63

Palma 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 100

Plantio direto 10, 11, 13, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 32, 39, 40, 41, 52, 53, 54, 59, 61, 62, 63, 112

Propriedades físicas 43, 58, 61, 63

Protozoário 187, 188



## Q

Qualidade do mel 154, 155

## R

Reprodução 174, 175, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 183, 184

Resíduos 11, 14, 15, 16, 17, 21, 23, 24, 26, 27, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 40, 44, 54, 83, 241, 244, 249

## S

Semeadura 11, 22, 24, 25, 30, 45, 46, 47, 48, 49, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 231

Sementes 30, 45, 50, 64, 65, 73, 74, 75, 76, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 118, 121, 123, 127, 128, 132, 133, 134

Solos ácidos 12, 89

Sorgo 40, 41, 104, 106, 108, 109, 110, 111, 112

## T

Tomateiro 42, 44, 45, 46, 47, 50, 51

Touro 175, 178, 179, 180, 184

## V

Viabilidade econômica 64, 65, 75

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**