

ENGENHARIA AGRONÔMICA:

Ambientes Agrícolas e
seus Campos de Atuação

3



Tamara Rocha dos Santos
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2021

ENGENHARIA AGRONÔMICA:

Ambientes Agrícolas e
seus Campos de Atuação

3



Tamara Rocha dos Santos
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaió – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
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. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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 Gírlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
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
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
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
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
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 Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
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
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª 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. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

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. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
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
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
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 Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
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. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
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. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Engenharia agrônômica: ambientes agrícolas e seus campos de atuação 3

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Tamara Rocha dos Santos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia agrônômica: ambientes agrícolas e seus campos de atuação 3 / Organizadora Tamara Rocha dos Santos. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-041-1

DOI 10.22533/at.ed.411210305

1. Agronomia. I. Santos, Tamara Rocha dos (Organizadora). II. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A “Engenharia Agrônômica: Ambientes Agrícolas e seus Campos de Atuação” é uma obra que apresenta dentro de seu contexto amplas visões que reflete em ambientes agrícolas e seus campos de atuação trazendo inovações tecnológicas e sustentáveis que proporciona em melhorias sociais, ambientais e econômicas para toda comunidade agrária.

A coleção é baseada na discussão científica através de diversos trabalhos que constitui seus capítulos. Os volumes abordam de modo agrupado e multidisciplinar pesquisas, trabalhos, revisões e relatos de que trilham nos vários caminhos da Engenharia Agrônômica.

O objetivo principal foi apresentar de modo agrupado e conciso a diversidade e amplitude de estudos desenvolvidos em inúmeras instituições de ensino e pesquisa do país. Inicialmente são apresentados trabalhos relacionados a sustentabilidade, envolvendo questões agroecológicas, produção orgânica e natural, e suas relações sociais. Em seguida são contemplados estudos acerca de inovações tecnológicas do meio rural, que abrange qualidade de sementes, nutrição mineral, mecanização, genética, dentre outros. Na sequência são expostos trabalhos voltados à irrigação e manejo do solo, envolvendo processos hídricos, sistemas agroflorestais e adubação.

A obra apresenta-se como atual, com pesquisas modernas e de grande relevância para o país. Apresenta distintos temas interessantes, discutidos aqui com a proposta de basear o conhecimento de acadêmicos, mestres, doutores e todos que de algum modo se dedicam pela Engenharia Agrônômica. Abrange todas regiões do país, valorizando seus diferentes climas e hábitos.

Inicialmente são apresentados trabalhos relacionados a sustentabilidade, envolvendo questões agroecológicas, produção orgânica e natural, e suas relações sociais. Em seguida são contemplados estudos acerca de inovações tecnológicas do meio rural, que abrange qualidade de sementes, nutrição mineral, mecanização, genética, dentre outros. Na sequência são expostos trabalhos voltados à irrigação e manejo do solo, envolvendo processos hídricos, sistemas agroflorestais e adubação.

Assim a obra Engenharia Agrônômica: Ambientes Agrícolas e seus Campos de Atuação expõe um conceito bem fundamentado nos resultados práticos atingidos pelos diversos educadores e acadêmicos que desenvolveram arduamente seus trabalhos aqui apresentados de modo claro e didático. Sabe-se da importância da divulgação científica, portanto ressalta-se também a organização da Atena Editora habilitada a oferecer uma plataforma segura e transparente para os pesquisadores exibirem e disseminarem seus resultados.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

PRODUTIVIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO EM UMA REGIÃO SEMIÁRIDA: UM ESTUDO NA BACIA DO SALGADO – CE, BRASIL

José Antônio Frizzone

Verônica Gaspar Martins Leite de Melo

Sílvio Carlos Ribeiro Vieira Lima

Claudivan Feitosa de Lacerda

DOI 10.22533/at.ed.4112103051

CAPÍTULO 2..... 15

CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS DE CHUVAS PARA CONSERVAÇÃO DE SOLOS E ÁGUA NA CIDADE DE GOIÁS (GO)

Larissa Santos Castro

Roriz Luciano Machado

Joaquim José Frazão

Cássia Cristina Rezende

Aline Franciel de Andrade

Elizabete Alves Ferreira

Henrique Fonseca Elias de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.4112103052

CAPÍTULO 3..... 34

RECOMENDAÇÃO DE LÂMINAS DE FERTIRRIGAÇÃO COM ÁGUA RESIDUÁRIA DA BOVINOCULTURA APÓS TRATAMENTO EM REATOR UASB

Júlia Camargo da Silva Mendonça Gomes

Camila da Motta de Carvalho

Everaldo Zonta

Henrique Vieira de Mendonça

DOI 10.22533/at.ed.4112103053

CAPÍTULO 4..... 39

IMPLICATIONS OF AGRICULTURAL GYPSUM DOSES IN PHYSICAL-HYDRIC ATTRIBUTES OF A TYPIC HAPLORTOX AND ON ROOT GROWTH AND SOYBEAN PRODUCTIVITY

Francisco de Assis Guedes Junior

Deonir Secco

Luciene Kazue Tokura

DOI 10.22533/at.ed.4112103054

CAPÍTULO 5..... 53

ÁCIDOS FÚLVICOS, HÚMICOS E HUMINA EM LATOSSOLO SOB USO EM SISTEMA AGROFLORESTAL, POUSIO E PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Allana Pereira Moura da Silva

Julian Junio de Jesus Lacerda

Caio de Meneses Cabral

DOI 10.22533/at.ed.4112103055

CAPÍTULO 6.....59

CALIBRAÇÃO DO MÉTODO DE DISSIPAÇÃO TÉRMICA NA MEDIDA DO FLUXO DE SEIVA EM PINHÃO-MANSO

Ana Daniela Lopes
Vinicius Melo Rocha
Daniel Haraguchi Santos
Rafael Corradini
José Júnior Severino
João Paulo Francisco
Leonardo Duarte Batista da Silva
Marcos Vinicius Folegatti

DOI 10.22533/at.ed.4112103056

CAPÍTULO 7.....70

CLASSIFICAÇÃO EM PENEIRA DE GRÃOS DO CAFEIEIRO CONILON SOB MANEJO IRRIGADO E SEQUEIRO

Matheus Gaspar Schwan
Pedro Henrique Steill de Oliveira
Jussara Oliveira Gervasio
Joab Luhan Ferreira Pedrosa
Ralph Bonandi Barreiros
Lucas Rosa Pereira
Edvaldo Fialho dos Reis

DOI 10.22533/at.ed.4112103057

CAPÍTULO 8.....80

DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE EM PYTHON PARA ESTIMAR A EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA ATRAVÉS DO MÉTODO DE THORNTHWAITE

Victor Rodrigues Nascimento
André Luiz de Carvalho
Arthur Costa Falcão Tavares
Guilherme Bastos Lyra
Iêdo Peroba de Oliveira Teodoro
João Pedro dos Santos Verçosa

DOI 10.22533/at.ed.4112103058

CAPÍTULO 9.....88

CONSTRUÇÃO, CALIBRAÇÃO E DESEMPENHO DE LISIMETROS DE PESAGEM PARA DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE CULTURA

Ana Daniela Lopes
Vinicius Melo Rocha
Daniel Haraguchi Santos
Rafael Corradini
José Júnior Severino
João Paulo Francisco
Leonardo Duarte Batista da Silva
Marcos Vinicius Folegatti

DOI 10.22533/at.ed.4112103059

CAPÍTULO 10..... 100

BALANCE DE MATERIA ORGANICA Y CAPACIDAD DE MINERALIZACIÓN DE NITRÓGENO DE DISTINTOS SUELOS CON FERTILIZACIÓN CONTINUA

Liliana Vega Jara

DOI 10.22533/at.ed.41121030510

CAPÍTULO 11 112

AGREGAÇÃO SOB DIFERENTES PEDOFORMAS EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, NO SUDESTE DO BRASIL

Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto

Vanessa Aparecida Freo

Marcos Gervasio Pereira

Alexandre Santos Medeiros

Cristiane Figueira da Silva

Otávio Augusto Queiroz dos Santos

Renato Siquini de Souza

DOI 10.22533/at.ed.41121030512

CAPÍTULO 12..... 127

USO DE TENSÍÔMETROS NA DETERMINAÇÃO DA RETENÇÃO DE ÁGUA EM DIFERENTES SUBSTRATOS PARA PLANTAS ORNAMENTAIS

Fátima Cibele Soares

Giordana Trindade de Abreu

Jumar Luís Russi

DOI 10.22533/at.ed.41121030513

SOBRE A ORGANIZADORA..... 140

ÍNDICE REMISSIVO..... 141

BALANCE DE MATERIA ORGANICA Y CAPACIDAD DE MINERALIZACIÓN DE NITRÓGENO DE DISTINTOS SUELOS CON FERTILIZACIÓN CONTINUA

Data de aceite: 28/04/2021

Data de submissão: 04/02/2021

Liliana Vega Jara

Fac. Agronomía, Universidad de Buenos Aires
Buenos Aires, Argentina
<https://orcid.org/0000-0002-9692-0105>

RESUMEN: En los últimos años se ha intensificado el uso agrícola del suelo y con ello la práctica de fertilización de los cultivos de granos. Con el objetivo de evaluar el efecto de los distintos regímenes de fertilización de largo plazo sobre: (a) los contenidos de materia orgánica de suelos (MOS) y nitrógeno potencialmente mineralizable (Nan) en el suelo y, (b) la relación entre Nan y MOS, se llevó a cabo la siguiente experiencia. Se analizaron las concentraciones de MOS y Nan en suelo de tres estratos de profundidad (0-5 cm, 5-10 cm y 10-20 cm) de cinco sitios de la Red de Nutrición CREA-IPNI de la Región Sur de Santa Fe instalados en la campaña 2000-2001. Estos ensayos se instalaron en siembra directa (SD) bajo dos sistemas de rotación, maíz-trigo/soja (M-T/S) (Balducchi y San Alfredo) y maíz-soja-trigo/soja (M-S-T/S) (La Blanca, La Hansa y Lambaré), seis tratamientos de fertilización: testigo, PS, NS, NP, NPS y completo (NPS+micronutrientes). La fertilización con N, P y S provocó aumento en los contenidos de MOS (sólo en el estrato de 0-5 cm de profundidad) pero no afectaron a los contenidos de Nan en el suelo. Las rotaciones

no afectaron a los contenidos de MOS y Nan. Se determinaron relaciones positivas entre el Nan y la MOS y sus variaciones fueron atribuibles a las diferencias en otras características además del contenido de MOS total entre los sitios. Se concluye que solo la MOS total no es un buen predictor de la capacidad de mineralización de N de los suelos.

PALABRAS CLAVE: Fertilización de cultivos – relación Nan: MOS - capacidad de mineralización de suelos.

BALANCE OF ORGANIC MATTER AND NITROGEN MINERALIZATION CAPACITY OF DIFERENT SOILS WITH CONTINUOUS FERTILIZATION

ABSTRACT: In recent years, the agricultural use of the soil has intensified and with it the practice of fertilizing grain crops. With the objective of evaluating the effect of the different long-term fertilization regimes on: (a) the contents of soil organic matter (SOM) and potentially mineralizable nitrogen (Nan) in the soil and, (b) the relationship between Nan and MOS, the following experience was carried out. The concentrations of MOS and Nan in soil from three depth strata (0-5 cm, 5-10 cm and 10-20 cm) of five sites of the CREA-IPNI Nutrition Network of the South Region of Santa Fe installed in the 2000-2001 campaign. These trials were installed in direct sowing (SD) under two rotation systems, corn-wheat / soybean (MT / S) (Balducchi and San Alfredo) and corn-soybean-wheat / soybean (MST / S) (La Blanca, La Hansa and Lambaré), six fertilization treatments: control, PS, NS, NP, NPS and complete (NPS + micronutrients). The

fertilization with N, P and S caused an increase in the SOM contents (only in the 0-5 cm deep stratum) but did not affect the Nan contents in the soil. The rotations did not affect the contents of MOS and Nan. Positive relationships between Nan and MOS were determined and their variations were attributable to differences in other characteristics in addition to total MOS content between sites. It is concluded that only the total SOM is not a good predictor of the mineralization capacity of N of the soils.

KEYWORDS: Crop fertilization - Nan: MOS ratio - soil mineralization capacity.

INTRODUCCIÓN

La producción mundial de alimentos debe aumentar en un 70% en 2050 para seguir el ritmo de la creciente demanda (Bruinsma, 2009). Para alcanzar este objetivo, la fertilización surge como una herramienta para aliviar el efecto de la continua exportación de nutrientes, debido a su capacidad para reponer la fertilidad del suelo y mejorar la producción agrícola (Wu & Ma, 2015). Esa necesidad de producir más alimentos y el deterioro de la fertilidad natural de los suelos ha impulsado a la fertilización en forma continua por parte de los productores. En la agricultura Argentina también se ha intensificado el uso de fertilizantes para cultivos extensivos. El consumo de fertilizantes tuvo un gran aumento en los últimos 20 años, pasando de 300 mil toneladas en 1990 a más de 3 millones de toneladas en el 2013 (Fertilizar, 2014a).

La fertilización continua pareciera ser eficaz en el mantenimiento de la materia orgánica del suelo (MOS) (Wu *et al.*, 2003) y enriquecimiento con carbono (C) principalmente de las fracciones lábiles (Yang *et al.*, 2012). En el suelo se hallan dos fracciones de C con distinta dinámica de descomposición. Una fracción lenta o estable y otra fracción activa o lábil (Ciampitti *et al.*, 2011b). A su vez, estos pooles actúan como fuente primaria de nitrógeno (N) para las plantas (Haynes, 2005). Las plantas toman nutrientes de la fracción lábil, la cual se renueva constantemente a partir de la fracción estable. Una forma de evaluar la fracción lábil de N en el suelo es midiendo el amonio liberado durante una incubación anaeróbica corta (Nan). Varios estudios mostraron que el Nan estuvo relacionado con la capacidad del suelo de proveer N a cultivos de granos (Sharifi *et al.*, 2008; Genovese, 2009; Reussi Calvo *et al.*, 2014). La posibilidad de contar con experimentos a largo plazo de fertilización con secuencias de cultivos en distintos sitios, pueden proveer de información valiosa para conocer el impacto del agregado continuo de nutrientes como fertilizantes sobre las concentraciones de la MOS y Nan.

En la campaña 2000-2001, la Región Sur de Santa Fe del movimiento CREA, en conjunto con IPNI y Agroservicios Pampeanos (ASP), instalaron una red de ensayos a largo plazo. Uno de sus objetivos comunes desde un principio fue determinar las respuestas directas y residuales de los cultivos a la aplicación de N, P y azufre (S) y así complementar a los métodos de diagnóstico de la fertilidad de suelos. En este trabajo se sintetizan los resultados obtenidos de análisis de suelos de tres estratos de profundidad (0-5 cm, 5-10

cm, 10-20 cm) después de 14 años de fertilización continuada. Los objetivos fueron evaluar el efecto de los distintos regímenes de fertilización de largo plazo en los distintos suelos y rotaciones de la región pampeana sobre: a. los contenidos de MOS y Nan y, b. la relación entre el Nan y la MOS.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron muestras de suelo de tres estratos de profundidad (0-5 cm, 5-10 cm y 10-20 cm) de los cinco sitios de la Red de Nutrición del CREA de la Región Sur de Santa Fe (Tabla 1), durante la campaña 2013-2014. Las características de los ensayos son: dos sitios con rotación maíz-trigo-soja (M-T/S) (Balducci y San Alfredo) y tres sitios con rotación maíz-soja-trigo-soja (M-S-T/S) (La Blanca, La Hansa y Lambaré). Se evaluaron los seis tratamientos de la red: testigo sin fertilizar, NP, NS, PS, NPS y completo (NPS+micronutrientes). El diseño es en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones en cuatro sitios, y dos en San Alfredo. El tamaño de las parcelas es de 25-30 m de ancho y 65-70 m de largo. Se utiliza maquinaria del productor y labranza en siembra directa (SD) en todos los casos. La dosis de fertilización se estima a partir de los rendimientos esperados más un 5-10% de fertilización de enriquecimiento con P y S a la siembra de soja y, a partir de modelos zonales para cultivos de alto rendimiento en el caso del N. En la campaña 2013/2014 se aplicaron 30 y 18 kg de P y S respectivamente al cultivo de soja de primera en la rotación M-S-T/S y, en la rotación M-T/S se aplicaron 102, 44 y 21 kg de N, P y S al cultivo de trigo (Boxler *et al.*, 2014).

Se determinó el N potencialmente mineralizable (Nan) por incubación anaeróbica a 40°C por 7 días, método descrito por Keeney & Bremner (1966) seguido de una colorimetría. La MO se determinó por la metodología propuesta por Walkley & Black (1934). Los resultados se analizaron mediante ANOVA, comparación múltiple de LSD y regresión. Los ANOVA de concentración de MOS y Nan se analizaron para cada estrato por separado. Las diferencias significativas fueron determinadas a un nivel de significancia del 95%. La relación entre Nan y MOS se analizó mediante regresión lineal. Se compararon las distintas regresiones mediante test de F y, en los casos en que no fueron diferentes, las líneas de regresión para esos tratamientos se representaron con una sola función.

| Sitio | Balducchi | San Alfredo | La Blanca | La Hansa | Lambaré | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------|
| Suelo | Hapludol típico | Arguidol típico | Hapludol típico | Arguidol típico | Argialbol típico | |
| Serie | Santa Isabel | Hughes | La Bélgica | Bustinza | El Trébol | |
| Labranza | siembra directa | | | | | |
| Años agricultura previo a la instalación del ensayo | + 60 | 15 | 12 | +20 | 6 | |
| Rotación | M-T/S | | M-S-T/S | | | |
| Antecesor | Trigo | | Maíz | | | |
| Textura de los suelos (0-20 cm de profundidad) | | | | | | |
| Análisis | Unidad | | | | | |
| Arcilla | % | 11,8 | 18,0 | 15,5 | 18,0 | 20,5 |
| Limo | % | 53,2 | 62,0 | 56,4 | 78,9 | 76,5 |
| Arena | % | 35,1 | 20,0 | 28,1 | 3,1 | 3,0 |

Tabla 1. Información de manejo y de sitio. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. Soja. Campaña 2013/14.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Concentración de MOS y Nan en el suelo

Los catorce años de fertilización continua con N, P y S tuvieron un efecto sobre la MOS sólo en el estrato de 0-5 cm de profundidad, mientras que en el resto del perfil no hubo diferencia entre los tratamientos de fertilización (Figura 1). La disminución de la concentración de MOS por no fertilizar (testigo) fue del 12% en la capa de 0-5 cm respecto del tratamiento completo (Figura 1). La mayoría de autores han informado que los cambios en MOS se producen por efectos de manejo y por los años de agricultura (Fabrizzi *et al.*, 2003; Reussi Calvo, 2013; Genovese *et al.*, 2009). Sin embargo, nuestros resultados sugieren que la fertilización también puede ser un factor importante para la regulación de los contenidos de MO y por consiguiente para mantener la fertilidad de los suelos en el largo plazo. Se han visto disminuciones de los rendimientos con las pérdidas de MOS (Ladha *et al.*, 2003), ya que son fuente importante de nutrientes y sustrato de la actividad microbiana. En este trabajo, las mayores concentraciones de MOS se vieron en el estrato de 0-5 cm en todos los sitios (Figuras 1 y 2) concordante con Wander (2004); Diovisalvi *et al.* (2008) y (Diaz Zorita, 1999).

San Alfredo y Lambaré presentaron los valores más altos de MOS en todo el perfil (promedio 31,5 g kg⁻¹ y 30,2 g kg⁻¹ respectivamente) y Balducchi fue el más pobre en MOS (promedio 23,5 g kg⁻¹) (Figura 2). Estas diferencias entre sitios son previas a la instalación de los experimentos en el año 2000 (Boxler *et al.*, 2014) y se podrían atribuir a las diferencias en años de agricultura y a las diferencias texturales en los sitios (Tabla 1). La información

de los sitios previo a la implementación de los ensayos indican que Balducchi tenía más de 60 años de agricultura continua mientras que Lambaré y San Alfredo tenían 12 y 8 años respectivamente (Tabla 1). Por lo tanto, los contenidos de MOS y los años de agricultura en los sitios guardan relación inversa entre sí y, son visibles en el largo plazo (Genovese *et al.*, 2009, Reussi Calvo *et al.*, 2013 y Eiza *et al.*, 2005; Divito *et al.*, 2011). Por otro lado, Lambaré es el sitio más rico en arcillas y Balducchi el más arenoso. En cuanto a los contenidos de (arcilla+lamo), Lambaré tiene un 97%, mientras que Balducchi posee un 68% de dicha fracción (Tabla 1). Está documentado que la fracción (arcilla+lamo) guarda relación positiva con los contenidos de COT de los suelos (Galantini *et al.*, 2004), porque en suelos más finos el tamaño pequeño de los poros del suelo protegen a la MO de la acción de los microorganismos (Van Veen & Kuikman, 1990). Hassink *et al.* (1993a) indicaron que en suelos arenosos, la presencia de grandes poros disminuye la capacidad de retener agua y de mantener la humedad para el crecimiento bacteriano. Los cuales explican las mayores concentraciones de MOS total en suelos de texturas finas y menos laboreadas en este estudio.

La fertilización con N, P y S durante 14 años no cambió el contenido de N potencialmente mineralizable (Nan) en ninguno de los tres estratos de profundidad (Figura 3). Fabrizio *et al.* (2003) también informaron que el Nan no fue afectado por la fertilización con N en dos experimentos en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, pero variaba con la MOS por efecto de los sistemas de labranza. Diovisalvi *et al.* (2008) también informaron que la fertilización no afectó los contenidos de Nan en un ensayo de largo plazo. Tang *et al.* (2006) vieron resultados similares en un ensayo de fertilización continua de 15 años en el norte de China, pero aplicaciones orgánicas aumentaban la MOS, y consecuentemente el N total y el N como amonio. Manna *et al.* (2007) también sugieren que se debe incrementar la MO si se desea aumentar la disponibilidad de N. En este estudio, el tipo de labranza homogénea (SD) en todos los sitios, y la ausencia de aplicación de N al cultivo de soja sumado a la alta frecuencia de este cultivo en las rotaciones pudo haber causado que las diferencias en los aportes de C al suelo entre los tratamientos no hayan sido lo suficientemente grandes como para provocar una diferencia en el Nan.

El Nan varió con la profundidad y con los sitios (Figuras 3 y 4). Los mayores contenidos de este nutriente se vieron en el estrato de 0 a 5 cm y disminuyeron con la profundidad (Figuras 3 y 4). Esto puede atribuirse a la incorporación de residuos con el sistema de SD cerca de la superficie, lo cual aumentó la MOS y consiguio el Nan en este estrato. Según West & Post (2002) la SD generalmente incrementa la MOS en comparación con la LC y es más notorio en el estrato superficial. Los valores más bajos en los 3 estratos de profundidad correspondieron a Balducchi (promedio 33,85 mg kg⁻¹) y Lambaré (promedio 65,13 mg kg⁻¹) fue el más rico en concentración de Nan (Figura 4). Vale aclarar que los contenidos de COT siguen el mismo patrón (Figura 2, Tabla 1). Nuestros resultados sugieren que el Nan está relacionado con la MOS, ya que proviene de mineralización del N orgánico. Esto puede

atribuirse a los contenidos de MO sumado a las condiciones ambientales favorables para la actividad microbiana que favorecieron a la mineralización y disponibilidad de N (Manna *et al.*, 2007).

La secuencia de cultivos de ambas rotaciones tampoco afectó a las concentraciones de Nan (Figura 2), coincidiendo con lo reportado por Gregorutti *et al.* (2014) en varias rotaciones que incluyeron a los cultivos de soja, maíz y trigo. Las Figuras 3 y 4 incluyen valores de Nan entre 7,32 y 128,44 mg kg⁻¹. Estos valores son consistentes con aquellos reportados por Reussi Calvo *et al.* (2014) quienes mostraron valores de Nan entre 12 y 260 mg kg⁻¹ siendo mayores en el este que en el oeste de la provincia de Buenos Aires. Benitende *et al.* (2007) también reportaron valores de Nan promedio de 183 mg kg⁻¹ y 104 mg kg⁻¹ para suelos Argiudoles ácuicos y vérticos de Entre Ríos. Fabrizzi *et al.* (2003) informaron concentraciones de Nan bajo el sistema SD en promedio de 61,5 mg kg⁻¹ y bajo labranza convencional (LC) de 24,2 mg kg⁻¹, lo cual indica que tanto la MOS como el Nan son afectados por el manejo del suelo. Se han visto que las prácticas de labranza afectan principalmente al pool de N en el suelo (Sharifi *et al.*, 2008), pero el agregado de N como fertilizante no tiene efectos sobre el Nan (Diovisalvi *et al.*, 2008). Sin embargo, en situaciones de altos niveles de fertilización con N pueden ocurrir disminuciones de Nan debido al incremento del reciclaje de la MO sugiriendo pérdidas de N por inmovilización (Genovese *et al.*, 2009) lo cual no ocurrió en este estudio. Por lo tanto, la estimación de Nan a partir de la MOS podría ser un indicador de la capacidad del suelo de mineralizar N que varía ampliamente en los suelos. En las evaluaciones del Nan se deben considerar otras características como las historias agrícolas de cada lote, sistema de labranza, fertilización, textura y cantidad así como la calidad de residuos de cosecha que se incorporan.

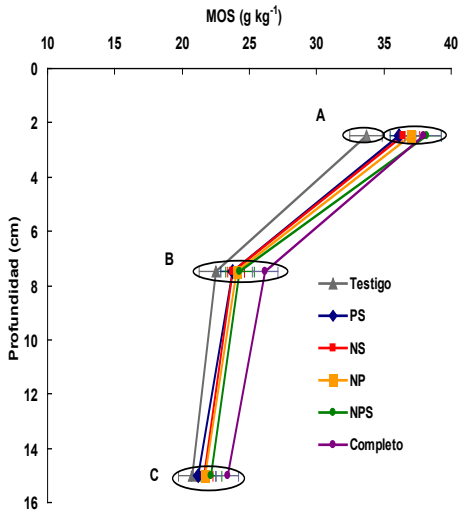


Figura 1: Distribución de la concentración de MOS a 0-20 cm en los tratamientos de la Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, campaña 2013/2014. Los círculos encierran tratamientos que no son diferentes significativamente ($p>0,05$) y las barras son el error estándar. Los cambios de letra indican diferencia significativa entre estratos de profundidad.

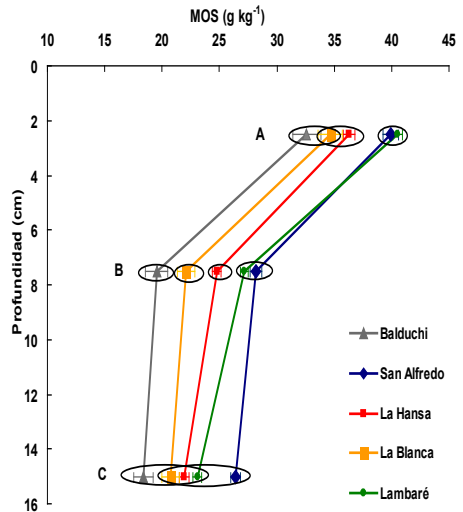


Figura 2: Distribución de la concentración de MOS a 0-20 cm en los sitios de la Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, campaña 2013/2014. Los círculos encierran sitios que no son diferentes significativamente ($p>0,05$) y las barras son el error estándar. Los cambios de letra indican diferencia significativa entre estratos de profundidad.

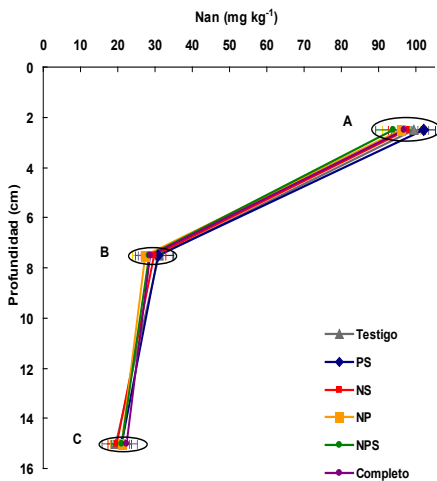


Figura 3: Distribución de la concentración de Nan a 0-20 cm en los tratamientos de la Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, campaña 2013/2014. Los círculos encierran tratamientos que no son diferentes significativamente ($p>0,05$) y las barras son el error estándar. Los cambios de letra indican diferencia significativa entre estratos de profundidad.

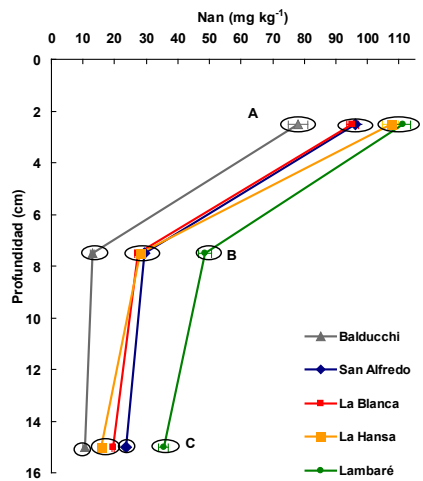


Figura 4: Distribución de la concentración de Nan a 0-20 cm en los sitios de la Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe, campaña 2013/2014. Los círculos encierran sitios que no son diferentes significativamente ($p>0,05$) y las barras son el error estándar. Los cambios de letra indican diferencia significativa entre estratos de profundidad.

Relación entre Nan y MOS

La Figura 5 muestra la relación entre el Nan y la MOS ($p < 0.01$). Fabrizio *et al.* (2003) afirmaron que el C de la MOP está altamente relacionado con el Nan, sus resultados sugieren que el Nan proviene de la mineralización de la MOS. Otros autores también han reportado la asociación entre MOS y el Nan (Sharifi *et al.*, 2008; Genovese, 2009; Reussi Calvo *et al.*, 2014). Contrariamente, Sainz Rosas *et al.* (2008) estudiaron 26 suelos de tipo Argiudol típico y Paleudol petrocálcico (3 sitios) en Balcarce e informaron que el COT no se relacionaba con el Nan, por lo cual indicaron que el COT no sería un indicador sensible de la capacidad de mineralización de N del suelo. Nuestros resultados también muestran que existe diferencias en la relación Nan: MOS entre los sitios. Pese a que los sitios más ricos en MOS fueron San Alfredo y Lambaré (Figura 2) no se vieron los mayores contenidos de Nan en San Alfredo, sino sólo en Lambaré (Figura 4). Lo cual se refleja en la relación Nan: MOS en la Figura 5, donde Lambaré tuvo los mayores valores de la relación Nan:MOS, Balducchi los valores menores y los otros 3 sitios presentaron relaciones Nan:MOS intermedias y estadísticamente no distintas entre sí. Estos resultados sugieren que el contenido de MOS no es un indicador suficiente para predecir la capacidad de proveer N disponible en los suelos. Existirían otros factores como la textura, pH, y el contenido de MO lábil que juegan papeles importantes en la mineralización de la MOS más allá de los contenidos totales de MOS (Baath & Anderson, 2003). Petersen *et al.* (2013) mostraron una relación positiva y muy estrecha entre el Nan y la biomasa microbiana en el suelo. Por otro lado, Diovsalvi *et al.* (2010a) reportaron que existe menor asociación entre el Nan y la MOS en suelos de textura fina. Sin embargo, nuestros resultados indican lo contrario, Lambaré pese a ser un sitio de textura fina mostró mayor correlación entre el Nan y MOS (Figura 5, $r^2: 0,46$). Esto podría ser explicado por las condiciones favorables para la actividad microbiana en Lambaré más allá de su riqueza en MO. Además, Kanazawa & Filip (1986) también informaron que la mayor parte de los microorganismos se acumulan en la fracción arcillo+limo.

Los regímenes de fertilización con N, P y S no afectaron a la relación entre el Nan y la MOS (Figura 5). Esto podría ser explicado porque no hubo grandes efectos de la fertilización sobre los contenidos de MOS. Esto sucedió sólo en el estrato de 0-5 cm, donde el testigo fue inferior en MO (Figura 1), dicho efecto no fue significativo sobre la relación Nan:MOS. Está documentado que los cambios más notables en contenido de MOS y Nan se pueden ver por efectos de manejo y años de agricultura (Genovese *et al.*, 2009, Reussi Calvo *et al.*, 2013 y Eiza *et al.*, 2005; Divito *et al.*, 2011), por el contrario no hay reportes de los efectos puros de la fertilización sobre la MO y por consiguiente sobre el Nan. En este estudio, el sistema de labranza fue SD en todos los sitios y la frecuencia del cultivo de soja en las rotaciones pudieron haber impedido las diferencias significativas del contenido del Nan con los tratamientos. Por lo cual, coincidimos con lo que afirmaron Marriott & Wander (2006) y Sainz Rosas *et al.* (2008) que el Nan no es una fracción que varía en paralelo con

los contenidos de MOS, sino que existe diferencias dependiendo de las potencialidades de mineralización de los suelos y condiciones favorables para la biomasa microbiana. Por lo cual no se pueden predecir la capacidad de un suelo de mineralizar N sólo a partir de los análisis de MOS total.

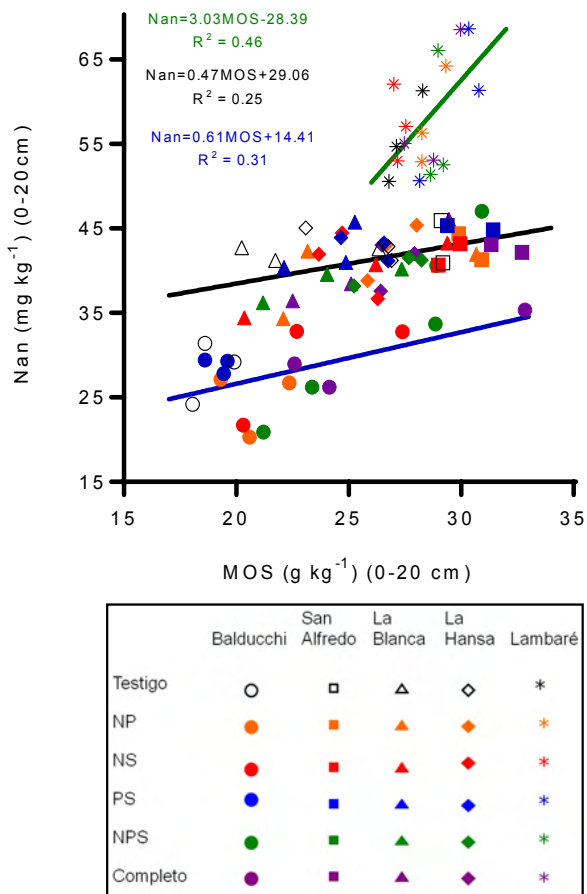


Figura 5: Relación entre concentración de Nan y la MOS. La línea verde corresponde a la función de Nan:MOS en Lambaré, la línea negra a San Alfredo, La Blanca y La Hansa, y la línea azul corresponde a Balducchi.

CONCLUSIONES

Las fuentes de variación evaluadas en estos experimentos (*i. e.* fertilización con N, P y S) mostraron diferencias en los contenidos de MOS sólo en el estrato de 0-5 cm de profundidad. Sin embargo, no afectaron a los contenidos de Nan en el suelo. Las rotaciones no afectaron a los contenidos de MOS y Nan.

Se determinaron relaciones positivas entre el Nan y la MOS y sus variaciones fueron atribuibles a las diferencias en otras características además del contenido de MOS total entre los sitios. Por lo tanto, solo la MOS total no es un buen predictor de la capacidad de mineralización de N de los suelos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece especialmente a F. Permingeat por la colaboración en el muestreo a campo de los ensayos y la recolección de muestras. La financiación del presente trabajo provino de UBA, CONICET y ANPCYT.

REFERENCIAS

Baath, E & T H Anderson. 2003. Comparison of soil fungal/bacterial ratios in a pH gradient using physiological and plfa-based techniques. *Soil Biol. Biochem.* 35: 955–963.

Benintende, M C; S M Benintende; M A Sterren; C Musante; M Saluzzio & J J De Battista. 2007. Modelo para estimar la capacidad de aporte de nitrógeno del suelo. *Agriscientia* 24:97-101.

Boxler, M; F O García; A Correndo; S Gallo; R Pozzi; F Bauschen; N Reussi Calvo & A Berardo. 2014. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. Resultados de la campaña 2013/2014. IPNI. Disponible online en: <http://lacs.ipni.net/topic/research>. Fecha de consulta 01/2016.

Bruinsma, J. 2009. The resource outlook to 2050: by howmuch do land, water, and crop yields need to increase by 2050? In: Bruinsma, J (Ed.), *Expert Meeting on How to Feed the World in 2050*. FAO, Rome, Italy (Available at [www.fao.org/fileadmin/ templates/](http://www.fao.org/fileadmin/templates/)).

Ciampitti, I A, F O Garcia, L E Piccone & G Rubio. 2011b. Soil Carbon and Phosphorus Pools in Field Crop Rotations in Pampean Soils of Argentina. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 75: 616-625.

Díaz Zorita, M. 1999. Efectos de seis años de labranza en un Hapludol del Noroeste de Buenos Aires, Argentina. *Cienc Suelo* 17: 31-36.

Diovisalvi N, G A Studdert; N I Reussi Calvo & G F Domínguez. 2010a. Relación entre el contenido de carbono orgánico particulado y total en suelos con diferente textura. XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Actas 2 pág. Rosario, Santa Fe, Argentina.

Diovisalvi, N V; G A Studdert; G F Domínguez & M J Eiza. 2008. Fracciones de Carbono y Nitrógeno orgánicos y Nitrógeno anaeróbicos bajo agricultura continua con dos sistemas de labranza. *Cienc suelo* 26(1):1-11.

Divito, G A; H R Sainz Rozas; H E Echeverría; G A Studdert & N Wyngaard. 2011. Long term nitrogen fertilization: Soil propriety changes in an Argentinean Pampas soil under no tillage. *Soil & Tillage Research.* 114: 117-126.

Eiza, M J, N Fioriti, G A Studdert & H E Echeverría. 2005. Fracciones de carbono orgánico en la capa arable: Efecto de los sistemas de cultivo and de la fertilización nitrogenada. *Cienc Suelo* 23:59–67.

Fabrizzi, K P, A Morón, & F O García. 2003. Soil carbon and nitrogen organic fractions in degraded vs. non-degraded Mollisols in Argentina. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67:1831–1841.

Fertilizar AC. 2014a. Evolución del Consumo de Fertilizantes en Argentina. 1p. (www.fertilizar.org.ar).

Galantini, J A; N Senesi; G Brunetti & R Rosell. 2004. Influence of texture on organic matter distribution and quality and nitrogen and sulphur status in semiarid Pampean grassland soils of Argentina. *Geoderma* 123: 143-152.

Genovese, F, H E Echeverría, G A Studdert, & H Sainz Rozas. 2009. Amino-sugar nitrogen in soils: calibration and relationship with anaerobically incubated soil nitrogen. (In Spanish, with English abstract.) *Cienc. Suelo* 27:225–236.

Gregorutti, V C; L E Novelli; R J Miguel; M V Ormaechea & O P Caviglia. 2014. Nitrógeno incubado en anaerobiosis y su relación con el nitrógeno orgánico en diferentes fracciones. *Ciencia del Suelo*. 32(1):41-51.

Hassink, J, L A Bouwman, K B Zwart, J Bloem & L Brussaard. 1993b. Relationships between soil texture, physical protection of organic matter, soil biota, and C and N mineralization in grassland soils. *Geoderma* 57: 105–128.

Haynes, R J. 2005. Labile organic matter fractions as central components of the quality of agricultural soils: an overview. *Advances in Agronomy*. 85: 221-268.

Kanazawa, S & Z Filip. 1986. Distribution of microorganisms, total biomass, and enzyme activities in different particles of brown soil. *Microbiol. Ecol.* 12:205–215.

Keeney, D R, and J M Bremner. 1966. Comparison and evaluation of laboratory methods of obtaining an index of soil nitrogen availability. *Agron. J.* 58:498–503.

Ladha, J K, D Dawe, H. Pathak, A T Padre, R L Yadav, B Singh, Y Singh, P Singh, A L Kundu, R Sakal, N Ram, A P Regni, S K Gami, A L Bhandari, R Amin, C R Yadav, E M Bhattarai, S Das, H P Aggrawal, R K Gupta & P R Hobbs. 2003. How extensive are yield declines in long-term rice-wheat experiments in Asia?. *Field Crops Res.* 81: 159–180.

Manna, M C, A Swarup, R H Wanjari, B Mishra & D K Shahi. 2007. Long-term fertilization, manure and liming effects on soil organic matter and crop yields. *Soil Tillage Res.* 94 (2): 397–409.

Marriott, E E & M M Wander. 2006. Total and labile soil organic matter in organic and conventional farming systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70: 950-959.

Petersen, S O; P Schojning; J E Olesen; S Christensen & B T Christensen. 2013. Sources of nitrogen for winter wheat in organic cropping systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 77:155-165.

Reussi Calvo, N I; H Sainz Rozas, H Echeverría & A Berardo. 2013. Contribution of anaerobically incubated Nitrogen to the diagnosis of Nitrogen Status in spring wheat. *Soil Fertility & Crop Nutrition. Agron. J.* 105:321–328.

Reussi Calvo, N; M Calandroni; G Studdert; F Cabria; N Diovisalvi & A Berardo. 2014. Nitrógeno incubado en anaerobiosis y materia orgánica en suelos agrícolas de Buenos Aires. XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Actas 9 pág. Bahía Blanca, Argentina 5-9 de mayo.

Robinson, C A; R M Cruse & M Ghaffarzadeh. 1996. Cropping system and nitrogen effects on Mollisol organic carbón. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 60: 264-269.

Sainz Rosas, H; P A Calviño; H E Echeverría; P A Barbieri & M Redolatti. 2008. Contribution of anaerobically mineralized nitrogen to the reliability of planting or presidedress soil nitrogen test in maize. *Agron. J.* 100:1020-1025.

Sharifi, B & J Zebarth. 2008. Response of potentially mineralizable soil Nitrogen and Indices of Nitrogen Available to tillage system. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 72:1124-1131.

Tang, J X; X J Liu; F S Zhang & P Christie. 2006. Effect of Long-Term Fertilization on Organic Nitrogen Forms in a Calcareous Alluvial Soil on the North China Plain. *Pedosphere.* 16(2):224-229. p. 67-102.

Van Veen, J A & P J Kuikman. 1990. Soil structural aspects of decomposition of organic matter by micro-organisms. *Biogeo- chemistry* 11: 213–233.

Walkley, A & I A Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-37.

Wander, M. 2004. Soil organic matter fractions and their relevance to soil function. Pp. 67-102. In: K Magdoff & RR Weil (eds.) *Soil organic matter in sustainable agriculture*. CRC Press, Boca Raton, Florida, EE.UU.

West, T O & W M Post. 2002. Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation: a global data analysis. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66, 1930–1946.

Wu, T; J J Schoenau; F Li; P Qian; S S Malhi; Y Shi & F Xu et al. 2003. Influence of cultivation and fertilization on total organic carbon and carbon fractions in soils from the Loess Plateau of China. *Soil & Tillage Research.* 77: 59–68.

Wu, W & B Ma. 2015. Integrated nutrient management (INM) for sustaining crop productivity and reducing environmental impact: A review. *Science of the Total Environment.* 512: 415-427.

Yang, X; W Ren; B Sun & S Zhang. 2012. Effects of contrasting soil management regimes on total and labile soil organic carbon fractions in a loess soil in China. *Geoderma.* 177: 49–56.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultura irrigada 1, 2, 5, 6, 12, 14, 59, 79, 88, 98

Água 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 28, 32, 34, 35, 37, 38, 59, 60, 63, 64, 67, 69, 70, 71, 72, 77, 78, 81, 82, 88, 91, 92, 93, 94, 115, 116, 117, 122, 124, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146

Água no solo 4, 28, 67, 81, 88, 91, 94, 134, 137, 138, 139, 145

Alumínio 40, 63, 115, 130

Atributos físico-hídricos 39

C

Capacidade de mineralización de suelos 100

Chuva de projeto 15, 17, 28, 29

Coefficiente de uso consuntivo da irrigação 1, 3, 6

Compartmentalização do carbono orgânico 119, 131

Compostos nitrogenados 34

Condutividade hidráulica 39, 145

D

Déficit hídrico 6, 7, 47, 70, 71, 79

Dissipação térmica 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68

E

Economia circular 34

Enchentes 15, 18, 22, 30

Erosão hídrica 15, 16, 17, 25, 32, 33

Estrutura do solo 40

Evapotranspiração 3, 8, 10, 59, 65, 73, 80, 81, 82, 83, 86, 87, 88, 89, 90, 93, 96, 97, 98, 99

Evapotranspiração potencial 8, 80, 81, 83, 86, 87, 98

F

Fator R 15, 16, 17, 18, 22, 29

Fertilización de cultivos 100

Fertirrigação 34, 35, 36, 79

L

Latossolo amarelo 53, 55, 112

Latossolo vermelho distroférico típico 39

M

Manejo da irrigação 11, 12, 71, 72, 75, 80, 81, 87, 89, 90, 145

Manejos irrigados 70

Modelagem 81

N

Necessidade hídrica 81

P

Potencial hídrico 59

Produtividade econômica da água 1, 4, 5, 6, 7, 10, 11

Produtividade física da água 1, 3, 4, 5, 6, 10, 11

Profundidade 36, 53, 56, 57, 90, 112, 115, 116, 122, 137

Python 80, 81, 82

Q

Qualidade do solo 53, 55, 112, 113, 118, 119, 121, 129, 131

Qualidade física 70

R

Recursos hídricos 1, 2, 16

Restrições hídricas 1, 12, 71

Reuso 34

S

Segurança hídrica 1, 6, 12

Solo 1, 3, 4, 11, 12, 16, 17, 21, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 45, 46, 47, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 63, 64, 65, 67, 69, 72, 81, 82, 88, 90, 91, 92, 94, 96, 100, 109, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 122, 124, 126, 127, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 144, 145, 146, 147

T

Transpiração 3, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 81

V





Vias de formação de agregados 119

Volume de água 1, 6, 7, 11, 12, 135, 137, 141, 143

ENGENHARIA AGRONÔMICA:

Ambientes Agrícolas e
seus Campos de Atuação

3

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIA AGRONÔMICA:

Ambientes Agrícolas e
seus Campos de Atuação

3

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br