

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

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

Data de aceite: 28/04/2021

Fátima Cibele Soares

Universidade Federal do Pampa
Alegrete – Rio Grande do Sul

Giordana Trindade de Abreu

Universidade Federal do Pampa
Alegrete – Rio Grande do Sul

Jumar Luís Russi

Universidade Federal do Pampa
Alegrete – Rio Grande do Sul

RESUMO: A curva de retenção de água do substrato é importante instrumento na eficiência das irrigações. Entretanto, no Brasil, ainda não existe um método padrão, confiável, para a determinação da curva de retenção de água em substratos, destinados para o cultivo de ornamentais. Assim, neste trabalho, o objetivo foi obter a curva de retenção de água em substratos, para o cultivo de ornamental, utilizando tensiômetro. O trabalho foi realizado no laboratório de hidráulica da Universidade Federal do Pampa-Campus de Alegrete/RS. Foram testadas diferentes misturas, entre solo e substrato da marca Carolina Soil®, sendo essas: T1 (100% substrato); T2 (100% Solo); T3 (90% solo+10% substrato); T4 (80% solo+20% substrato); T5 (70% solo+30% substrato); T6 (60% solo+40% substrato); T7 (50% solo+50% substrato), T8 (40% solo+50% substrato); T9 (30% solo+70% substrato) e T10 (20% solo+80% substrato). O procedimento

adotado foi a determinação conjunta da tensão de água nos substratos, pela equação proposta por Brito et al. (2009), e a pesagem dos vasos para, por diferença, determinar a quantidade de água correspondente. Os dados de tensão e quantidade de água do substrato foram usados para a confecção das curvas de retenção de água pelo substrato. Os resultados obtidos indicam a possibilidade do uso de tensiômetros para determinar as curvas de retenção de água nos substratos testados.

PALAVRAS-CHAVE: Potencial mátrico, água no solo, tensiômetro, substratos, irrigação.

ABSTRACT: The substrate water retention curve is an important instrument in the irrigation efficiency. However, in Brazil, there is still no standard (and reliable) method for determining the water retention curve in substrates, intended for the cultivation of ornamentals. Thus, in this work, the objective was to obtain the water retention curve in substrates, for ornamental cultivation, using a tensiometer. The work was carried out in the hydraulics laboratory of the Federal University of Pampa-Campus of Alegrete / RS. Different mixtures were tested, between soil and substrate of the Carolina Soil® brand, these being: T1 (100% substrate); T2 (100% Solo); T3 (90% soil + 10% substrate); T4 (80% soil + 20% substrate); T5 (70% soil + 30% substrate); T6 (60% soil + 40% substrate); T7 (50% soil + 50% substrate), T8 (40% soil + 50% substrate); T9 (30% soil + 70% substrate) and T10 (20% soil + 80% substrate). The adopted procedure was the joint determination of the water tension in the substrates, by the equation proposed by Brito et

al., (2009), and the weighing of the vessels to (by difference) determine the corresponding amount of water. The data of tension and quantity of water of the substrate were used for the preparation of the water retention curves by the substrate. The results obtained indicate that it is possible to use tensiometers to determine the water retention curves in the tested substrates.

KEYWORDS: Potential, soil water, tensiometer, substrates, irrigation.

1 | INTRODUÇÃO

O solo apresenta gênese, perfil e densidades característicos, com processos de formação envolvendo milênios, estando fortemente relacionado com a paisagem e as condições ambientais circundantes (Kampf, 2000). É fato a ser considerado, também, que as plantas quando cultivadas no solo *in situ* têm a sua disposição, volumes de solo de dimensões praticamente ilimitadas para explorar.

No cultivo em recipientes, independentes do substrato utilizado, observa-se uma limitação de espaço para a expansão das raízes. A limitação deste exige que o substrato seja capaz de manter um volume de água facilmente disponível às plantas sem, no entanto, comprometer a concentração de oxigênio no meio (Bunt, 1961).

Conhecer o comportamento da água no substrato é essencial para a tomada de decisões referentes ao manejo racional dos cultivos irrigados. Nesse aspecto, uma importante variável a ser mensurada é a energia com que a água está retida pela fração sólida do substrato, conhecida na literatura que trata do tema por potencial mátrico. Sendo chamada de curva de retenção de água no substrato, o gráfico que relaciona o potencial mátrico de água no substrato com a umidade a base de volume do mesmo.

Conhecer somente os valores totais de água contidos em um substrato, ou seja, sua capacidade de retenção de água, não é suficiente, pois esta pode apresentar-se retida com uma força superior a da sucção exercida pelas plantas, e não estar acessível.

A água deve estar disponível às plantas em baixas tensões, para que não ocorra estresse hídrico ou desvio de energia que seria utilizada para o crescimento e produção de biomassa, para a absorção de água. Isso significa que a sucção no substrato não deve exceder uma tensão correspondente a 100 cm de coluna de água. De Boodt & Verdonck, (1972) estabeleceram como referência os pontos de sucção de 0, 10, 50, e 100 cm de coluna de água, na construção da curva de retenção de água. No ponto de sucção zero, o substrato encontra-se totalmente saturado, sendo que o volume de água presente indica a porosidade total. A sucção de 10 cm foi escolhida por corresponder à altura média da camada de substrato em que as raízes das plantas ornamentais se desenvolvem em casa de vegetação. O ponto 100 cm foi considerado o limite superior da disponibilidade de água, de forma a se evitar limitações sobre o crescimento das plantas (BELLÉ & KÄMPF, 1994).

O volume liberado entre 10 e 100 cm de sucção é considerado como água disponível, sendo este dividido em água facilmente disponível (10 e 50 cm) e água tamponante ou

de reserva (50 e 100 cm). Um substrato ideal possui água disponível e água tamponante em torno de 20 a 30%, e 4 a 10%, respectivamente (DE BOODT & VERDONCK, 1972). A escolha adequada das matérias-primas e o correto manejo dos substratos é fundamental em sistemas de cultivo sem solo, pois diferentes substratos apresentam 17 diferentes proporções entre a água fracamente e a fortemente retida pelo meio, o que é de extrema importância em um programa de irrigação (MARTINEZ, 1992). Portanto, o fornecimento de água às culturas deve ocorrer com intensidade e frequência apropriados para cada tipo de substrato, de forma a maximizar o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Na determinação da curva de retenção de água em substratos agrícolas, entre outros, têm sido utilizados métodos que envolvem equipamentos de pressão e placas porosas. Também se utilizam funis de “Buchener”, equipados com placas porosas ou outros materiais, por exemplo, gesso. Uma das limitações desses métodos, tema de discussões, é o problema do contato da amostra com a placa porosa e com outros tipos de materiais.

Vieira e Castro (1987) afirmam que em relação a outros métodos o uso de cápsulas porosas para determinação de curvas de retenção de água em componentes é bastante vantajoso, tanto em termos de equipamentos necessários, tempo de obtenção de pontos, número de pontos possíveis e, principalmente, quanto à proximidade de curvas determinadas por outros métodos. Esses mesmos autores determinaram curvas de retenção de água em componentes bastante contrastantes em granulometria, usando cápsulas porosas de 10 mm de diâmetro. Os resultados que obtiveram foram bons e comparáveis a métodos tradicionais, como o da câmara de Richards.

Segundo Vieira e Castro (1987), com a utilização do método da cápsula porosa foram necessários cerca de 40 dias para cada curva de retenção enquanto que a determinação em câmara de Richards se estendeu por 150 dias. Estes, relataram que quando usaram cápsula porosa de 10 mm na determinação da curva de retenção de água em Latossolo Roxo Distrófico, Podzólico Vermelho Amarelo de textura média argilosa e de textura arenosa média também não tiveram problemas com o contato entre as amostras de solo e os meios de tensão.

No entanto, em relação à curva de retenção de água, percebe-se que existe variabilidade nos resultados encontrados por diferentes autores. Possivelmente porque vários são os fatores que influenciam na determinação dessa variável física em substratos agrícolas, como por exemplo o equipamento utilizado nas determinações.

No Brasil, a determinação da curva de retenção de água em substratos agrícolas ainda não é padronizada e os métodos mais utilizados demandam muito tempo, são tediosos e necessitam de equipamentos caros.

Neste contexto, esse trabalho teve por objetivo mensurar a tensão de água em diferentes substratos, por meio do uso de tensiometria, para determinar a curva de retenção de água nos mesmos.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no laboratório de hidráulica da Universidade Federal do Pampa/Campus de Alegrete-RS, com solo coletado na localidade do Capivari, no referido município, e com substrato comercial da marca Carolina Soil®.

O solo utilizado possui classificação de Argissolo (Streck et al., 2008). A amostragem do mesmo foi feita por meio da abertura de uma mini trincheira, na qual retirou-se uma amostra deformada de solo na camada de 0,00-0,20 m. de profundidade. As amostras de solo e substrato foram passadas em peneira de 2 mm e seca ao ar, caracterizando terra fina seca ao ar.

Foram testadas diferentes misturas de solo com substrato comercial. As misturas testadas foram: S1 (100% substrato); S2 (100% solo); S3 (90% solo + 10% substrato); S4 (80% solo + 20% substrato); S5 (70% solo+30% substrato); S6 (60% + 40% de substrato); S7 (50% solo + 50% substrato); S8 (40% solo + 60% substrato); S9 (30% solo+70% substrato) e S10 (20% solo+80% substrato). Estas misturas foram alocadas em vasos de plásticos na cor preta com diâmetro de 0,3 m, altura de 0,2 m e capacidade de 2,6 L.

Cada recipiente foi preenchido com a mistura seca ao ar, até um limite, de modo que uma borda do vaso ficou acima do nível do solo. A mistura foi colocada suavemente solto no vaso em camadas de 0,05m, onde uma leve compressão foi aplicada. Em seguida os vasos foram postos para saturar em água no período de 24 horas, logo após foram instalados os tensiômetros.

Os tensiômetros foram preparados para instalação, segundo a metodologia da Embrapa (1999). Estes foram instalados no centro do vaso a 5 cm de distância do fundo do recipiente plástico, ficando com 12 cm de profundidade dentro do solo.

Os vasos, recipiente contendo a mistura e o tensiômetro, foram colocados sobre uma bancada no laboratório e pesados diariamente, em horário fixo no turno da manhã, até que a variação de massa dos mesmos fosse insignificante, utilizando-se uma balança eletrônica, com precisão de 0,01g. Concomitante a leitura da massa era realizada a leitura do tensiômetro. O experimento teve duração de 70 dias.

Após encerradas as pesagens e as leituras de potencial de água no solo (kPa). O solo foi retirado dos recipientes, levado para secagem em estufa a 105 °C por 24 h e pesado novamente para determinação da massa de solo seco.

A massa de água presente no solo em cada pesagem foi determinada pela diferença entre as leituras diárias da balança e a massa do vaso (recipiente contendo a mistura seca e tensiômetro). A umidade volumétrica do solo foi obtida pela relação entre o volume de água em cada pesagem (considerando a densidade da água de 1000 kg.m⁻³) e o volume de mistura em cada recipiente.

A determinação do potencial mátrico da água no solo para os tensiômetros, com vacuômetro de Bourdon, foi realizada, pela equação 1, proposta por Brito et al., (2009):

$$\phi_m = -(L \times 0,0136) - h + h_c + Z) \times 9,8066 \quad (1)$$

Em que:

ϕ_m = potencial mátrico da água no solo (kPa); L = leitura no visor analógico (mmHg); h = altura da coluna de água acima do ponto de inserção do manômetro (mca); h_c = altura de inserção, em relação à superfície do solo, do manômetro de Bourdon no tubo de PVC (mca); Z = distância entre o centro da cápsula e a superfície do solo (mca).

Após a obtenção da umidade do solo com os respectivos valores de tensão, ajustou-se os dados por meio do modelo de Van Genuchten (1980), a partir da equação 2.

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + (\alpha|\phi_m|)^n]^m} \quad (2)$$

Em que:

Θ = a umidade volumétrica ($m^3.m^{-3}$); θ_r = umidade residual ($m^3.m^{-3}$); θ_s = umidade de saturação ($m^3.m^{-3}$); ϕ_m = potencial mátrico (kPa); α = escalonador do ϕ_m ; m e n = parâmetros do modelo.

O ajuste da curva de retenção de água no solo foi realizado por meio do software Soil Water Retention Curve – SWRC (Dourado Neto et al., 1990), optando-se pelo modelo de Van Genuchten (1980).

A partir dos valores de umidade volumétrica, obtidos pelo modelo de Van Genuchten, obtiveram-se as variáveis água facilmente disponível (AFD), água tamponante (AT) e água residual (AR), onde o valor de AR será igual ao obtido pela umidade volumétrica a 10 kPa, AFD equivale a subtração de umidade volumétrica na tensão 1kPa pela umidade volumétrica na tensão 5kPa e o valor de AT obtém-se a partir da redução do valor da umidade volumétrica na tensão 5kPa pela umidade volumétrica em 10kPa, conforme De Boodt e Verdonck (1972) e Wilson (1983).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros de ajuste dos pares de dados de umidade e tensão ao modelo de Van Genuchten (1980), para as diferentes misturas, estão apresentados na Tabela 1.

Mistura	θ_s^*	θ_r^{**}	α	n	m	r^2
S1***	0,243	0,000	0,009	0,693	0,009	0,947
S2	0,199	0,025	0,089	29,670	0,032	0,954
S3	0,223	0,000	0,230	2,726	0,184	0,963
S4	0,230	0,000	0,158	11,039	0,052	0,981
S5	1,019	0,023	0,238	4,603	0,261	0,966
S6	1,019	0,003	1,025	2,674	0,262	0,989
S7	1,056	0,023	0,507	3,587	0,260	0,971
S8	0,256	0,000	0,141	0,862	0,705	0,945
S9	0,265	0,042	0,161	10,920	0,081	0,943
S10	0,253	0,000	0,001	0,485	6,993	0,824

* θ_r – umidade residual; ** θ_s – umidade de saturação; ***S1 - 100% substrato); S2 - 100% solo; S3 - 90% solo + 10% substrato; S4 - 80% solo + 20% substrato; S5 - 70% solo+30% substrato; S6 - 60% solo + 40% de substrato; S7 - 50% solo + 50% substrato; S8 - 40% solo + 60% substrato; S9 - 30% solo+70% substrato e S10 - 20% solo+80% substrato.

Tabela 1. Parâmetros de ajuste ao modelo de Van Genuchten (1980) para curvas de retenção de água no solo, elaboradas para diferentes tipos de misturas de solo e substrato.

Observa-se, na Tabela 1, que o ajuste obtido (r^2) para a equação de Van Genuchten (1980) foi próximo a 1, em todas as misturas estudadas. Segundo GARCIA (1989), valores de coeficiente de determinação superiores a 0,70 indicam bons ajustes, ou seja, com estes resultados, pode-se usar o modelo testado para estimar a umidade volumétrica destas misturas, para potenciais matriciais entre 0 e 80 kPa.

Não observa-se relação entre umidade residual com as diferentes porcentagens de solo e substrato, estes resultados corroboram com os encontrados por Gonçalves (2012). Esta autora estudou curvas de retenção e condutividades hidráulicas, publicadas na literatura, para diferentes tipos de solos e quantificou a variação dos parâmetros de Van Genuchten (1980) com a distribuição granulométrica desses solos. Ainda, Schaap et al. (2001) assumiu que θ_r é zero para uma grande quantidade das classes texturais estudadas, para solos sedimentares da América do Norte e Europa.

Os maiores valores de umidade de saturação foram observados nas misturas que contém em sua composição valores entre 50 a 70% de solo com porcentagens entre 30 a 50% de substrato comercial. Isso, segundo Silva (2005), do ponto de vista capilar, significa a presença de poros menores.

As curvas de retenção de água, para as diferentes misturas, obtidas com tensiômetros, no laboratório, e determinadas por secamento, são apresentadas na Figura 1. Nota-se, que os tensiômetros foram eficientes para a obtenção da curva de retenção de água, para as diferentes misturas. Conseguindo-se obter a umidade volumétrica para o

potencial matricial de até aproximadamente 80 kPa, exceto para a mistura composta por 20% solo+80% substrato. Observando-se, assim, a eficiência do uso de tensiômetros, na estimativa da curva de retenção de água em substratos, uma vez que a faixa de tensão de trabalho, dos tensiômetros, para maioria das culturas fica entre 0 até 75 kPa (LIBARDI, 1999).

Nos maiores potenciais matriciais ocorreram as maiores variações de umidade volumétrica. Resultado semelhante foi observado por Farias, et al. (2004), estes para substrato constituído de 30% de solo+30% de pó de xaxim+40% de casca de pinus, registraram uma redução de aproximadamente 3% da umidade volumétrica nos potenciais inferiores a 10 kPa, com posterior tendência a estabilização, da umidade, até o potencial matricial de 100 kPa.

Segundo Diaz (2010) a sucção no substrato não deve exceder uma tensão correspondente a 100 cm de coluna de água (9,8 kPa). De Boodt & Verdonck, (1972) estabeleceram como referência os pontos de sucção de 0, 10, 50, e 100 cm de coluna de água, na construção da curva de retenção de água, para substratos.

Observa-se, ainda, na Figura 1 que a umidade volumétrica quando o potencial matricial estava próximo de zero, tensão inicial, variou de $0,223 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ na mistura S3 a $0,256 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ na composição S8. Na mistura com 100% de solo, na tensão de 78,7 kPa, foi registrado o menor valor de umidade, $0,053 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$.

Fermino (2003) determinou a curva de retenção, através do uso de mesa de tensão, funil de tensão e cilindros de pressão, para diferentes substratos comerciais, encontrou umidade volumétrica média de $0,6 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$, na tensão inicial de 10 hPa, e de $0,34 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$, para a tensão final de 100 hPa.

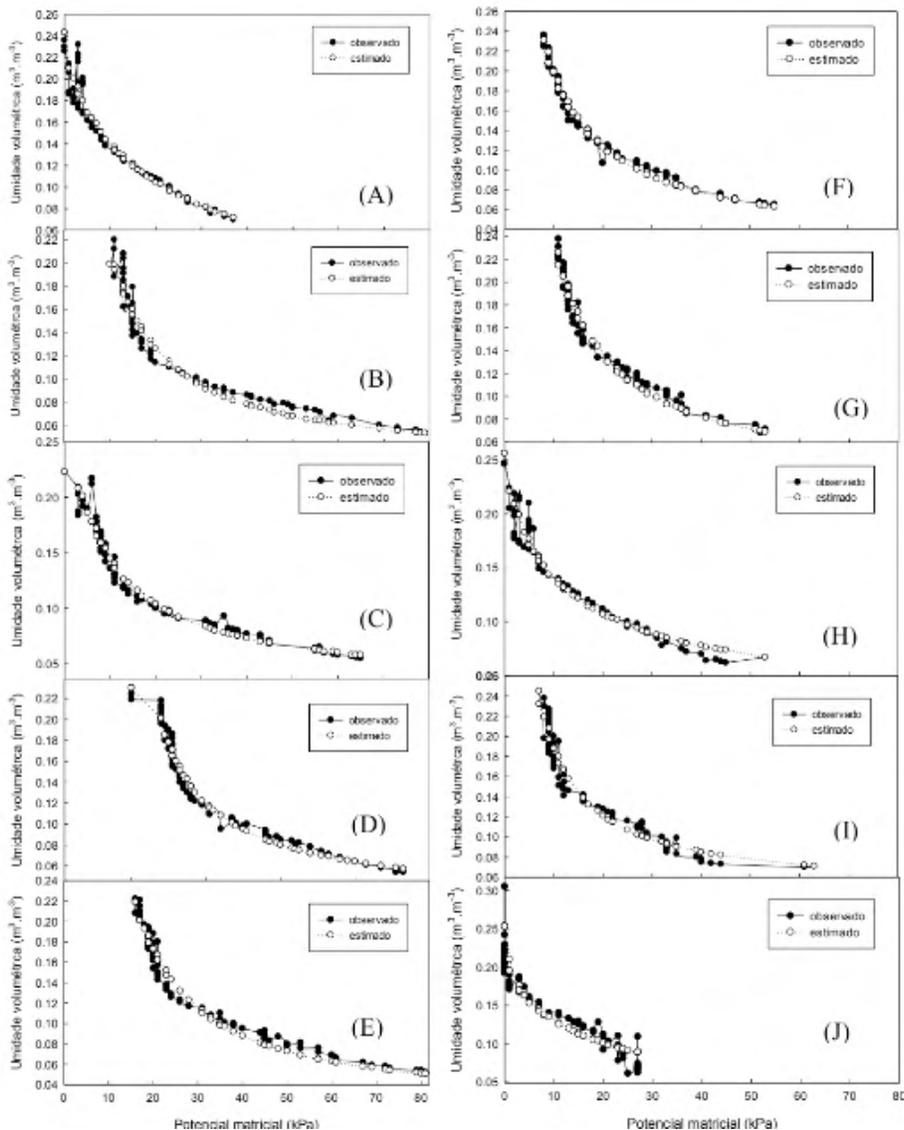


Figura 1. Curva de retenção de água para os substratos preparados com 100% substrato (A), 100% solo (B), 90% solo + 10% substrato (C); 80% solo + 20% substrato (D); 70% solo + 30% substrato (E); 60% solo + 40% de substrato (F); 50% solo + 50% substrato (G); 40% solo + 60% substrato (H); 30% solo + 70% substrato (I) e 20% solo + 80% substrato (J).

Segundo Andriess (1988) a retenção de água das turfas pode chegar até 20 vezes a sua massa. Também as cascas, como as de Pinus (Handreck e Black, 1999) e a vermiculita (Burés, 1997), têm alta capacidade de retenção de água.

O volume de água retida pelos substratos em diferentes tensões é apresentado na Tabela 2, observa-se que apenas os substratos S5, S6 e S7, têm valores de água facilmente

disponível (AFD), entre 26,16 e 58,01%, superiores ao de referência (25% de AFD) segundo De Boodt et al. (1974). Assim, os substratos com valores de AFD inferiores ao de referência não apresentam condições satisfatórias para o desenvolvimento das plantas, uma vez que segundo Klein et al. (2000), o importante para o bom desenvolvimento das plantas é a água facilmente disponível.

Manfron et al. (2005), avaliando a disponibilidade de água, que o substrato composto por 60% de húmus e 40% de casca de arroz natural, disponibiliza para as plantas de alface, observou valores de água facilmente disponível, inferior a faixa ideal, em média de 10,46%

Substrato	AR (%)	AFD (%)	AT (%)
S1	14,09	4,43	3,07
S2	19,88	0,00	0,02
S3	14,43	3,33	4,47
S4	17,72	0,08	5,19
S5	37,27	26,16	38,43
S6	20,24	51,72	12,35
S7	25,07	58,01	20,30
S8	14,05	5,39	3,29
S9	18,80	0,16	7,53
S10	12,86	4,63	2,64

Tabela 2. Água residual (AR), água facilmente disponível (AFD) e água tamponante (AT) as plantas para os substratos avaliados nas diferentes tensões.

Azevedo et al. (2014) caracterizando as propriedades físico-hídricas de diferentes substratos, observaram que os substratos de casca de pinus e misto artesanal, apresentaram valores de AFD abaixo do considerado satisfatório por Fermineo et al. (2014) e Cadahia (1998), com valores de 12,21 e 15,50%, respectivamente.

Costa et al. (2017) em estudo, com distintos substratos, registraram, para a água facilmente disponível, um modelo quadrático, com o ponto de mínima de 0,6% com a utilização de 37,23% de casca de arroz carbonizada. Estes, observaram apenas para o substrato formado pela mistura de 75% de casca de arroz carbonizada + 25% composto orgânico, valores compatíveis com os de referência, proposto por Fermineo (2003) e Cadahia (1998).

De acordo com Costa et al. (2017) a AFD é liberada sob baixas tensões, indicando que é rapidamente perdida, não se constituindo um reservatório de água para as plantas. Desta forma, quando no substrato há grande percentual de AFD, faz-se necessário o prolongamento nas regas. Para Zorzeto et al. (2014) valores críticos, ou seja, abaixo do considerado ideal, podem inibir o crescimento vegetal na falta de irrigações frequentes.

Ainda, Schafer (2004) observou que substratos com valores abaixo do recomendado, tanto para AFD como para a AT, apresentam limitações quanto ao suprimento adequado de água de fácil absorção para as plantas, indicando que, as regas devem ter durações mais curtas com intervalos de tempo menores.

Avaliando os valores de água residual (AR), que é a água que não será disponibilizada às plantas, o maior e menor valor foram observados nos substratos S5 (37,27 %) e S10 (12,86%), respectivamente (Tabela 2), ou seja, esses percentuais de água não estão disponíveis para absorção das raízes. Esses resultados corroboram com os observados por Feraz et al. (2005), estes, trabalhando com diferentes substratos comerciais, encontraram valores de AR variando de 14 % para o substrato Germina (10%) e 26 % para o substrato de turfa.

Azevedo et al. (2014) encontraram valores para AR variando de 36,37 a 86,68 %, para fibra de coco e vermiculita, respectivamente, em estudo das características físico-hídricas de diferentes substratos encontrados para comercialização,

Costa et al. (2017) observou, para a variável AR, comportamento linear decrescente e as composições S3 (50% CAC + 50% CO) e S4 (75% CAC+ 25% CO) atingiram valores de 31,09% e 19,95%, respectivamente.

Nota-se, na Tabela 2, para água tamponante (AT) que os substratos S3, S4, S5, S6, S7 e S9, apresentaram valores acima do valor ideal. De Boot & Verdonck (1972) e Haynes & Gohg (1978) estimaram que entre 4 a 10% seria um valor de referência para água tamponante. De acordo com os autores substratos com valores iguais ou próximos ao recomendado proporcionam suprimento hídrico adequado para as plantas. Já, os demais substratos apresentam valores inferiores a referência, portanto estes não proporcionariam um possível suprimento hídrico as plantas nele estabelecidas caso haja stress hídrico. Para os mesmos autores o volume liberado acima desta tensão é considerado água dificilmente disponível, remanescente ou residual, portanto, desconsiderada.

Estes resultados são semelhantes aos observados por Costa et. al. (2014), os mesmos observaram valores de AT inferior a 5% para os substratos compostos por: 100% composto orgânico; 25% casca de arroz carbonizada + 75% composto orgânico; 50% casca de arroz carbonizada + 50% composto orgânico; 75% casca de arroz carbonizada + 25% composto orgânico e 100% casca de arroz carbonizada. Manfron et al. (2005) observou para as amostras de substratos volume de água tamponante em média de 1,30%.

As diferenças de resultados encontrados no trabalho e na literatura, certamente ocorrem devido a grande variabilidade existente entre os substratos, nas suas composições e estruturas, bem como, no arranjo de suas partículas no decorrer do tempo, resultando em efeitos diversos para as plantas.

4 | CONCLUSÃO

A determinação da curva de retenção de água de substratos através do método do tensiômetro, pelos resultados deste estudo, apresenta-se como uma alternativa potencialmente viável aos métodos tradicionais, da mesa de tensão e da câmara de pressão de Richards.

O substrato composto por 70% solo e 30% substrato apresenta a melhor qualidade físico-hídrica, sendo uma interessante alternativa para produção de flores ornamentais com qualidade e baixo custo.

As diferentes composições dos substratos revelam o contraste do comportamento físico-hídrico dos mesmos, mostrando a importância de sua caracterização, podendo assim definir a frequência e quantidade das irrigações.

REFERÊNCIAS

ANDRIESSE, J. P. **Nature and management of tropical peatsoils**. Roma: FAO, 1988. 165p. (FAO Soils Bulletin, 59).

AZEVEDO, G. TORTELLI, G. M.; VIEIRA, M. L. Diferentes níveis de retenção de água em substratos comerciais para uso agrícola. In.: X Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo Fatos e Mitos em Ciência do Solo, 2014. Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas. 2014.

BELLÉ, S.; KÄMPF, A.N. Utilização de casca de arroz carbonizada como condicionador hortícola para um solo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.29, n.8, p.1265-1271, 1994.

BRITO, A. S.; LIBARDI, P. L.; MOTA, J. C. A.; MORAES, S. O. Desempenho do tensiômetro com diferentes sistemas de leitura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 17-24, 2009.

BUNT AC. Some physical properties of pot-plant composts and their affect on plant growth. *Plant and Soil* 12: 322-332. 1961.

BURÉS, S. **Substratos**. Madrid: Ediciones Agrotécnicas, 1997. 341p.

CADAHIA, C. **Fertirrigacion: cultivos hortícolas y ornamentales**. Madrid: Mundi-Prensa, 1998. 475p.

COSTA, J. C. F da.; MENDONÇA; R. M. N.; FERNANDES, L. F.; OLIVEIRA, F. P. da.; Santos, D. Caracterização física de substratos orgânicos para o enraizamento de estacas de goiabeira. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**. v.7, n. 2, p.16-23. 2017.

COSTA, L. F. dos S.; FERREIRA, E. de M.; VELLAME, L.; GARCIA, A.; SILVA, A. R. da. Calibração de sensor dielétrico em diferentes tipos de solo. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 726. 2014.

De BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.26, p.37-44, 1972.

DE BOOT, M. O.; VERDONCK. The physical properties of substrates in horticulture. **Acta Horticulture**, 26:337 - 344, 1972.

DECAGON DEVICES. **EC-5 – Sensor de umidade do solo**. São José dos Campos, SP: 2018. Disponível em: < <http://www.decagon.com.br/solos/sensores-umidade/ec-5/>> Acesso em: 21 ago. 2018.

DOURADO NETO, D; JONG-VAN-LIES, Q; BOTREL, T. A; LIBARDI, P. L. Programa para confecção de curva de retenção de água no solo, utilizando o modelo de Genuchten. **Engenharia Rural** 1: 92-202. 1990.

EMBRAPA, **Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças**, Gama, DF, 2007. Disponível em: . Acesso em 13 de junho de 2019.

FARIAS, M. de.; SAAD, J. C. C.; VILLAS BÔAS, R. L. Manejo da irrigação na cultura do crisântemo em vaso, cultivar Rage, cultivado em ambiente protegido. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.51-56. 2004.

FERMINO M. H. **Substratos: composição, caracterização e métodos de análises**. Guaíba: Agrolivros, 112p, 2014.

FERMINO, M.H. **Métodos de análise para caracterização física de substratos para plantas**. 2003. 89f. Tese (Doutorado em Horticultura) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

FERRAZ, M.V.; CENTURION, J.F.; BEUTLER, A.N. et al. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Acta Scientia Agrônômica**, v.27, n.2, p.209-214, 2005.

GARCIA, C. H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1989. 12p. (Circular técnica, 171).

GONÇALVES, F. V. **Estudo das curvas de retenção e condutividade hidráulica estimadas pela equação de Van Genuchten (1980) para diferentes tipos de solos**. Dissertação de mestrado (Engenharia Civil). Espírito Santo, 2012. 138p.

HANDRECK, K. A.; BLACK, N. D. **Growing media for ornamental plants and turf**. Sydney: Unsw Press, 1999. 448p.

HAYNES, R. J.; GOH, K.M. Evaluation of potting media for commercial nursery production of container-grow plants: IV – Physical properties of a range amendment peat-based media. N. Z. **Journal of Agricultural Research**. 21:449-456, 1978.

KÄMPF, A.N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (Ed.). **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 2000. p.139-145.

KLEIN, V. A.; SIOTA, T. A.; ANESI, A. L.; BARBOZA, R. Propriedades físico-hídricas de substratos hortícolas comerciais. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.6, n.3, 2000.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. 2.ed. Piracicaba: o autor. 1999. 501p.

MANFRON, P. A et al. Água disponível para plantas de alface após cultivos sucessivos em estufa plástica available water for lettuce plants after successive growth in plastic greenhouse. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.12, n.1, p. 1-13. 2005.

MARTÍNEZ FARRÉ, F. X. Propuesta de Metodologia para la Determinacion de las Propiedades físicas de los Substratos. **Actas de Horticultura** - I Jornadas de Substratos, Espanha, n.11, p.55-66, 1992.

SCHAAP, M. G., LEIJ, F. J., VAN GENUCHTEN, M. Th. Rosetta: a computer program for estimating soil hydraulic parameters with hierarchical pedotransfer functions. **Journal of Hydrology**, v. 251, pp. 163-176. 2001.

SCHAFER, G. **Produção de porta-enxertos cítricos em recipientes e ambiente protegido no Rio Grande do Sul**. Tese de doutorado (Fitotecnia). Porto Alegre, 2004. 144p.

SILVA, F. M. et al. Enxertia de mesa de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* deg. sobre *Passiflora alata* Curtis, em ambiente de nebulização intermitente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 98-101, 2005.

STRECK, E. V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; Nascimento, P. C.; Schneider, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2008. 222p.

VAN GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, p. 892-898, 1980.

VIEIRA, S. R; CASTRO, O. M. Determinação, em laboratório, de curvas de retenção de água com tensiômetros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 11. p. 87-90. 1987.

ZORZETO, T.Q.; DECHEN, S.C.F.; ABREU, M.F. et al. Caracterização física de substratos para plantas. **Bragantia**, v.73, n.3, p.300-311, 2014.

SOBRE A ORGANIZADORA

TAMARA ROCHA DOS SANTOS - Possui graduação em Agroecologia pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2015), mestrado em Agroecologia pela Universidade Federal de Viçosa (2017) e doutorado em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (2020). Tem experiência na área de Ciências Agrárias, com ênfase em Agroecologia, atuando principalmente na área de agricultura familiar, produção orgânica, educação ambiental, conservação e manejo do solo, bioenergia.

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