

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 Lívia 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

CAPÍTULO 6

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

Data de aceite: 28/04/2021

Data de submissão: 05/02/2021

Ana Daniela Lopes

Universidade Paranaense
Umuarama – PR

<http://lattes.cnpq.br/7007947329837035>

Vinicius Melo Rocha

Universidade Estadual de Maringá
Umuarama – PR

<http://lattes.cnpq.br/0048316834651296>

Daniel Haraguchi Santos

Universidade Estadual de Maringá
Umuarama – PR

<http://lattes.cnpq.br/5856344844936696>

Rafael Corradini

Universidade Estadual de Maringá
Umuarama – PR

<http://lattes.cnpq.br/3435310100180223>

José Júnior Severino

Universidade Estadual de Maringá
Umuarama – PR

<http://lattes.cnpq.br/6485627325519360>

João Paulo Francisco

Universidade Estadual de Maringá
Umuarama – PR

<http://lattes.cnpq.br/6390892655943052>

Leonardo Duarte Batista da Silva

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica - RJ

<http://lattes.cnpq.br/1665042657360760>

Marcos Vinicius Folegatti

Escola Superior de Agricultura “Luiz de
Queiroz” – ESALQ/USP

Piracicaba – SP

<http://lattes.cnpq.br/0610853022324361>

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi calibrar o método de dissipação térmica na estimativa da transpiração de plantas de pinhão manso. Plantas de pinhão manso foram cultivadas em quatro lisímetros de pesagem, sendo que estes tiveram sua superfície coberta por lona plástica para que a única saída de água do sistema fosse por transpiração. Sondas de dissipação térmica foram inseridas nas plantas a 20 cm da superfície do solo e aquecidas com uma potência de 0,1 W. Para o aquecimento foram construídas fontes de corrente ajustáveis, com possibilidade de conexão de até seis SDT, com os elementos aquecedores conectados em série. As plantas de pinhão-manso foram submetidas a 15 dias com fornecimento de água até a capacidade de campo do solo, 60 dias de supressão da irrigação e retorno da irrigação por mais 15 dias. Verificou-se desvio médio entre o fluxo de seiva e a transpiração em escala diária para a equação geral de Granier de 5,04%, e o desvio para a equação modificada foi de 4,88%. Diante dos resultados, conclui-se que o método de dissipação térmica pode ser utilizado para a determinação da transpiração de pinhão-manso.

PALAVRAS-CHAVE: Evapotranspiração, agricultura irrigada, potencial hídrico.

CALIBRATION OF THE THERMAL DISSIPATION METHOD IN THE MEASUREMENT OF SAP FLOW IN PINHÃO-MANSO

ABSTRACT: The objective of this work was to calibrate the thermal dissipation method to estimate the transpiration of physic nut plants. *Jatropha* plants were grown in four weighing lysimeters, and their surface was covered with plastic tarpaulin so that the only water outlet in the system was through transpiration. Thermal dissipation probes were inserted into the plants at 20 cm from the soil surface and heated with a power of 0.1 W. For heating, adjustable current sources were built, with the possibility of connecting up to six SDT, with the heating elements connected in series. *Jatropha* plants were submitted to 15 days with water supply until the field capacity of the soil, 60 days of suppression of irrigation and return of irrigation for another 15 days. There was an average deviation between sap flow and transpiration on a daily scale for the general Granier equation of 5.04%, and the deviation for the modified equation was 4.88%. In view of the results, it is concluded that the thermal dissipation method can be used to determine the physic nut sweat.

KEYWORDS: Evapotranspiration, irrigated agriculture, water potential.

INTRODUÇÃO

A transpiração é o processo pelo qual a água é absorvida pelo sistema radicular das plantas, atravessando-as pelos vasos condutores (xilema) e chega até as folhas onde ocorre sua saída para a atmosfera através dos estômatos. De forma resumida, é a difusão da água através dos estômatos para a atmosfera (TAIZ et al., 2017). A estimativa da transpiração pode ser realizada por meio do método de dissipação térmica, ou simplesmente Granier (GRANIER, 1985). envolve a inserção perpendicular de duas sondas na mesma linha axial do ramo ou tronco, sendo que uma delas, a superior, é aquecida de forma constante com fornecimento de potência elétrica de aproximadamente 0,2 watt. A variação da temperatura em cada instante entre as duas sondas (a aquecida e a não aquecida) é ocasionada pelo transporte convectivo de calor por meio da seiva.

A máxima diferença de temperatura entre as duas sondas significa que o fluxo de seiva é mínimo ou nulo, enquanto que a mínima diferença significa uma taxa máxima de fluxo de seiva através da área de transporte (xilema).

O método de Granier é amplamente utilizado para determinação da transpiração das mais diversas culturas. O método de Granier é amplamente utilizada para determinação da transpiração das mais diversas culturas. Em cultivo de manga (LU; CHACKO, 1998) encontraram boa concordância entre os valores de transpiração medidas por gravimétrica e o fluxo de seiva em escala diária pelo método de dissipação térmica.

O método de Granier fundamenta-se em uma calibração para se ter o valor do fluxo de seiva, ao contrário dos outros métodos térmicos que se baseiam em um tratamento teórico, embora no método de pulso de calor possa haver uma calibração adicional ao tratamento teórico. Inicialmente o método foi desenvolvido para espécies florestais. O próprio Granier; Gross (1987) encontrou relações próximas à do seu primeiro trabalho para

outras espécies florestais, o que levou à proposta de que, pela proximidade dos valores entre os diferentes trabalhos, a equação de Granier poderia ser adotada como universal, pelo menos para plantas lenhosas.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi o de calibrar o método de dissipação térmica para estimativa da transpiração de plantas de pinhão-mansô.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área experimental

O experimento estudo conduzido na área experimental do Departamento de Engenharia de Biossistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), em ambiente protegido (casa de vegetação), localizada no município de Piracicaba - SP (latitude 22°43’31”; longitude 47°38’57”; altitude 547 m). A transpiração das plantas foi estimada por medidas de fluxo de seiva, onde optou-se pelo uso do método de dissipação térmica, ou comumente conhecido como Método de Granier Granier (1985). O motivo da escolha do método se baseia no baixo custo de obtenção dos sensores e também por exigir um menor número de canais de saída dos sistemas automático de aquisição de dados, dessa forma, o método viabiliza a medição simultânea de um maior número de plantas. Para coleta e armazenamento dos dados, utilizou-se um sistema automático de aquisição de dados, com leituras armazenadas a cada um segundo e armazenadas as médias a cada 15 min.

Método de dissipação térmica

O método de dissipação de térmica envolve a inserção perpendicular de duas sondas (Figura 1) na mesma linha axial do ramo ou tronco, sendo que uma delas, a superior, é aquecida de a uma potência constante. A variação da temperatura em cada instante entre as duas sondas (a aquecida e a não aquecida) é ocasionada pelo transporte convectivo de calor através da seiva. A máxima diferença de temperatura entre as duas sondas significa que o fluxo de seiva é mínimo ou nulo, enquanto que a mínima diferença significa uma taxa máxima de fluxo de seiva através da área de transporte (xilema).

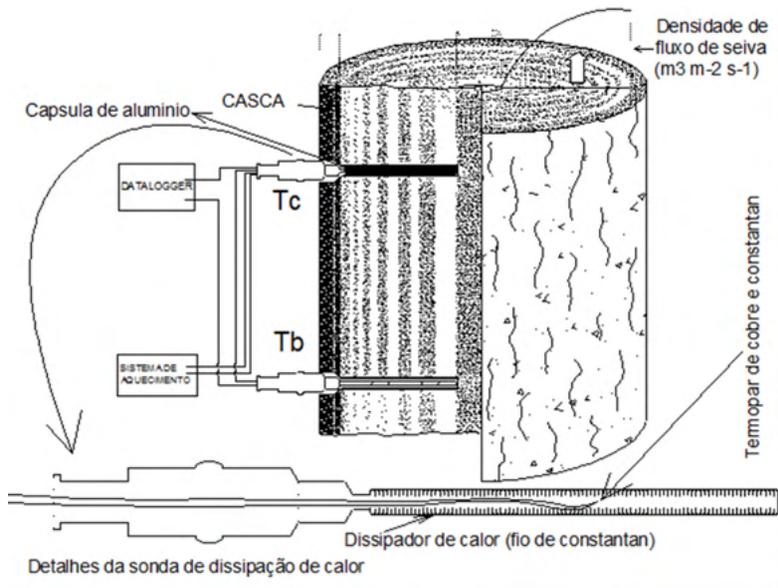


Figura 1. Esquema do sensor de Granier inserida perpendicularmente no tronco de uma árvore. Observa-se a conexão dos termopares ao sistema de aquisição de dados e da sonda superior a uma fonte de energia.

O fluxo de seiva foi determinado pela equação proposta por Granier (1985), apresentada na equação 1:

$$F = 118,99 \times 10^{-6} \times k^{1,231} \times SA \quad (1)$$

sendo: SA a área do lenho condutor da seiva bruta, dada em m², normalmente considerada a área ocupada pelo xilema e k é o índice de fluxo calculado por meio da equação 2, a partir das medidas térmicas registradas por meio do sensor.

$$k = \frac{(\Delta TM - \Delta T)}{\Delta T} \quad (2)$$

sendo: ΔTM (°C) a diferença máxima de temperatura entre os dois pontos de medida e ΔT (°C) a diferença de temperatura real.

Construção e calibração das sondas de dissipação térmica (SDT)

A sonda dissipadora de calor foi confeccionada com fio de constantan de 50 μ m de diâmetro enrolado em volta de uma agulha de aço inoxidável de 0,9x25 mm, de tal forma que após o enrolamento formasse um cilindro de 1,2 mm de diâmetro e um comprimento de 10 mm. Em cada agulha foi inserido, em sua parte interior média, uma junção de termopar feita da união de fios de cobre e com o fio de constantan. Os dois termopares, unidos em série e espaçados em 10 cm são responsáveis pelo fornecimento da diferença de temperatura

(Tc-Tb), a qual foi registrada por um sistema automático de aquisição de dados.

As SDT foram inseridas a 20 cm do nível do solo e espaçadas (as agulhas) em 10 cm. Os furos para inserção da cápsula de alumínio foram feitos com furadeira, utilizando-se uma broca de 1,7 mm. Tomou-se o cuidado de utilizar calda bordalesa para evitar a infecção do interior da planta com qualquer tipo de fungo.

Para inserir as sondas no tronco, previamente foi introduzida uma cápsula de alumínio com diâmetro de 1,67 mm e comprimento de 12 mm. Esta foi inserida duas semanas antes da instalação das sondas, afim de que a seção do caule perfurada tivesse tempo suficiente para cicatrização e eliminação do estresse causado por esse procedimento. Antes da instalação das SDT, foi pincelado nas agulhas uma pasta térmica para auxiliar na dissipação e uniformização do calor em volta da mesma. Para garantir que uma boa inserção da SDT foi aplicada uma camada de silicone externamente. Após a instalação das sondas um papel alumínio foi utilizado para cobrir a maior parte do tronco afim de minimizar o efeito da incidência da radiação eletromagnética sobre as medidas.

O aquecimento da sonda superior ocorreu por meio da resistência criada pelo fio de constantan enrolado na parte externa da agulha. Para o aquecimento foram construídas fontes de corrente ajustáveis, com possibilidade de conexão de até seis SDT, com os elementos aquecedores conectados em série. A resistência elétrica total das sondas foi medida por meio de um multímetro e calculada a tensão a ser aplicada de acordo com, a lei de Ohm, de modo a se obter uma potência 0,1 W.

As fontes de corrente foram montadas em uma caixa PB203, onde colocou-se a placa de circuito elétrico com os componentes necessários para funcionamento da fonte de corrente. Para que fosse possível a montagem de uma fonte de corrente com seis saídas em série, foram utilizados seis LM317 TO-220, seis dissipadores DM812 MD, seis trimpots MV 2K, seis resistores 1W 22R, um diodo 1N4007, um fusível, um resistor 1/4W 1K2, um led 5MM vermelho, dois conectores PTR doze vias, sendo seis machos e seis fêmeas catorze e dois conectores PTR 2 vias, sendo um macho e um fêmea. A fonte de corrente foi alimentada com voltagem de 12V.

Calibração das sondas de dissipação térmica e avaliação das plantas

Plantas de pinhão-mansão utilizadas na calibração das SDT foram cultivadas em quatro lisímetros de pesagem. Os lisímetros foram confeccionados em vasos com capacidade para 250 L, com 0,75 m², com sistema de pesagem direta, utilizando-se células de carga que suportavam diretamente todo o peso do sistema. Estes foram preenchidos com camada de pedra brita (em torno de 8 cm), seguida de manta geotêxtil e, por fim, o volume restante foi completado com solo. Para evitar perdas por evaporação, os lisímetros foram cobertos com lona plástica, de modo que a única saída de água seria por transpiração das plantas.

As plantas localizadas nos quatro lisímetros foram utilizadas para monitorar a

transpiração durante 60 dias. Durante os primeiros 15 dias o solo foi mantido com umidade próxima da condição de capacidade de vaso (CV) por meio de irrigações frequentes. Posteriormente, durante 30 dias a aplicação de água via sistema de irrigação foi suspensa e, por fim, os 15 dias finais tiveram retorno da irrigação para a recuperação da hidratação das plantas. Todos os dados foram coletados por um sistema de aquisição de dados automático.

Após a calibração das sondas, as mesmas foram instaladas em área experimental cultivada com pinhão-manso. Sendo então avaliado o efeito da poda na transpiração das plantas de pinhão-manso, com adoção de três diferentes podas de topo, com variações na altura de corte e no diâmetro de copa, dessa forma, os tratamentos adotados foram: Tratamento 1 (P1) – sem poda; Tratamento 2 (P2) – poda a 1,5 m de altura e 1,5 m de diâmetro de copa e; Tratamento 3 (P3) – poda a 1,0 m de altura e 1,0 m de diâmetro de copa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Calibração do fluxo de seiva

Como padrão na calibração do método de dissipação térmica foram utilizados os lisímetros de pesagem descritos anteriormente. Para facilitar os cálculos, utilizou-se os dados de saída dos lisímetros em escala horária, dessa forma, optou-se por modificar o coeficiente linear da equação de Granier, apresentada na equação 1, obtendo-se a seguinte equação:

$$FS=0,000594 \times K^{1,231} \times AS \quad (3)$$

Na Figura 2 é apresentada a relação entre a transpiração determinada por meio dos lisímetros e o fluxo de seiva calculado pela equação geral de Granier e a equação modificada (Eq. 3). O desvio médio entre o fluxo de seiva e a transpiração em escala diária para a equação geral de Granier foi de 5,04%, e o desvio para a equação modificada foi de 4,88%. Os desvios obtidos são aceitáveis, uma vez que a transpiração é um processo dinâmico, apresentando grande variabilidade espacial. De maneira geral, considera-se que, quando se está de posse de grande número de dados, desvios da ordem de 10% são perfeitamente aceitáveis (JUNIOR, 2012).

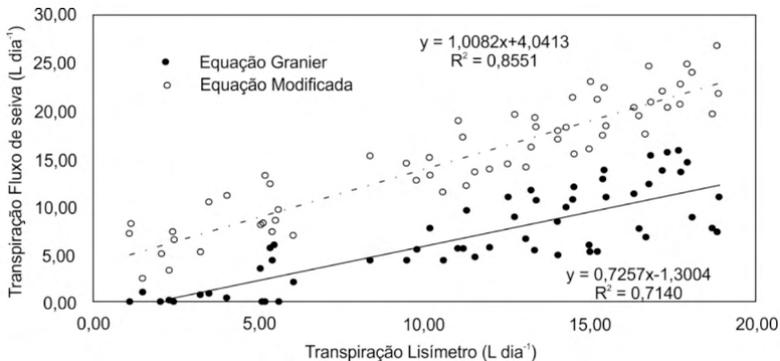


Figura 2. Relação entre as medidas de transpiração realizadas com os lisímetros e as determinações do fluxo de seiva diário pela sonda de dissipação térmica.

Silva et al. (2004) verificaram em plantas de kiwi que a equação geral de Granier apresentou uma forte subestimativa dos valores de fluxo de seiva principalmente em condições de maior fluxo. Os autores ajustaram uma equação polinomial de grau 2 aos valores de k em relação a densidade de fluxo calculada com base em medidas lisimétricas e na área da secção condutora do caule, obtendo um coeficiente de determinação de 0,8252. Rojas (2003) também baseado em medidas lisimétricas verificou que o fluxo de seiva pelo método da dissipação térmica subestimou na ordem de 3% a transpiração em plantas cítricas. Ferreira; Silvestre (2004) ajustaram uma equação potencial com os valores de fluxo de seiva obtidos com os parâmetros originais da equação de Granier e a evapotranspiração para vinha em condições de evaporação do solo desprezível, estimada pelo método meteorológico da covariância de fluxos turbulentos, obtendo uma boa correlação ($R^2 = 0,84$). Vellame (2010) constataram que o método da sonda de dissipação térmica, utilizando-se os coeficientes originais da equação de Granier (1985) subestimou em média 31% os valores de fluxo de seiva em escala diária.

Transpiração das plantas

Na Figura 3 é apresentado o curso do fluxo de seiva estimado pela sonda de dissipação térmica e a radiação solar global ao longo de cinco dias, nos diferentes tratamentos de poda adotados.

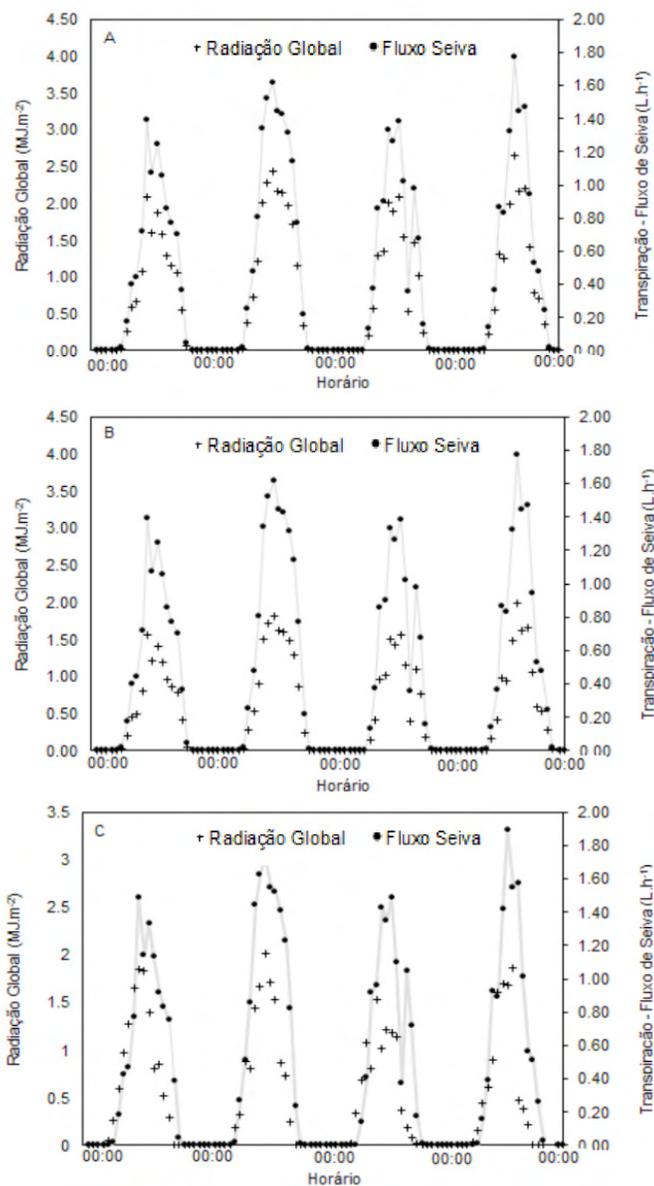


Figura 3. Transpiração estimada pela sonda de dissipação térmica e radiação solar global ao longo de cinco dias de avaliação nos tratamentos de poda P1 (A), P3 (B) e P2(C).

Nota-se que a transpiração apresenta uma variabilidade entre os tratamentos de poda, sendo maior para as plantas com o tratamento de poda 2 (poda de 1,5 m de altura por 1,5 m de largura).

O tratamento de poda P2, por ser o de poda menos drástica, pode ter apresentado maior área foliar, este fato explica uma maior transpiração por parte das plantas deste

tratamento, pois há uma maior superfície evaporante da planta voltada para atmosfera. Aliada à área foliar, a poda aumenta a turbulência da folha com a atmosfera, promovendo uma diminuição da camada limítrofe e conseqüente aumento na perda de água.

Gush (2008) estudou a transpiração de plantas de pinhão-mansão conduzidas sem irrigação e em áreas com solos pouco férteis. O autor obteve medidas do fluxo de seiva de plantas jovens (4 anos) e maduras (12 anos) para avaliar o consumo hídrico destas. As medidas foram realizadas por período de 17 meses usando o método da razão de calor (BURGESS et al., 2001). Segundo Gush (2008), esse método foi escolhido devido a sua habilidade para medir taxas pequenas de fluxo, o que costuma ser característico das plantas que crescem sem irrigação nesses locais avaliados. Considerando um período de um ano, o autor encontrou fluxo de seiva de, aproximadamente, 1 940 L pl⁻¹ para plantas jovens e 4 460 L pl⁻¹ para plantas maduras. Esses valores foram extrapolados da escala de uma planta para de lavoura considerando população de 740 pl ha⁻¹, o que representou consumo hídrico de, aproximadamente, 144 e 330 mm ano⁻¹ para plantas jovens e maduras, respectivamente. O autor considerou que o fluxo de seiva variou com o tempo devido em grande parte a natureza decidual da espécie, embora também haja influência da duração do dia e da precipitação. Valores diários foram bastante influenciados pela disponibilidade energética (radiação solar), pelo déficit de pressão de vapor atmosférico e pelos eventos de chuva que restituíam a umidade do solo. Para plantas jovens, o maior valor de fluxo de seiva diário foi de 32,9 L dia⁻¹ (2,4 mm dia⁻¹), enquanto que a média diária ao longo do ano foi de, aproximadamente, 5,3 L dia⁻¹ (0,4 mm dia⁻¹). Para plantas maduras, esses valores foram 79,6 e 12,3 L dia⁻¹ (5,9 e 0,9 mm dia⁻¹), respectivamente.

Na Figura 4, o valor máximo do fluxo de seiva foi alcançado quando o déficit de pressão de vapor atingiu 1,47 kPa. Apesar da máxima transpiração não ter sido verificada com o máximo DPV, percebe-se uma característica de proporcionalidade direta entre as curvas, ou seja, à medida que o DPV aumenta ocorre um aumento na transpiração das plantas, sendo a transpiração diminuída com a diminuição do DPV. Sendo a planta de pinhão manso bastante resistente à seca, possivelmente, com boa disponibilidade de água no solo, a mesma continua com os estômatos abertos, mesmo nos períodos mais quentes do dia.

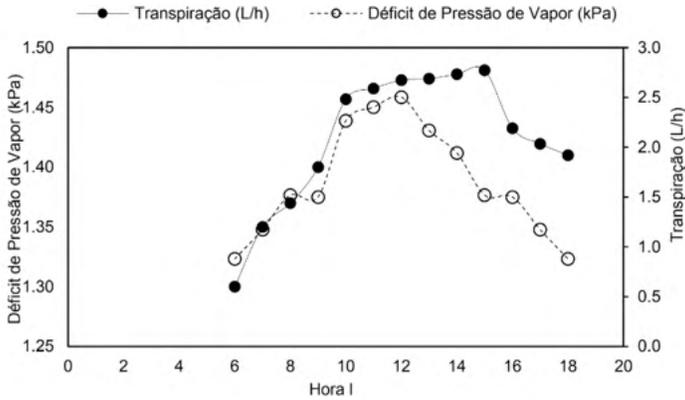


Figura 4. Comportamento diário da transpiração e DPV (da planta de pinhão manso).

Os valores de fluxo de seiva ao longo do dia em função do DPV podem ser observados na Figura 52, por meio das setas.

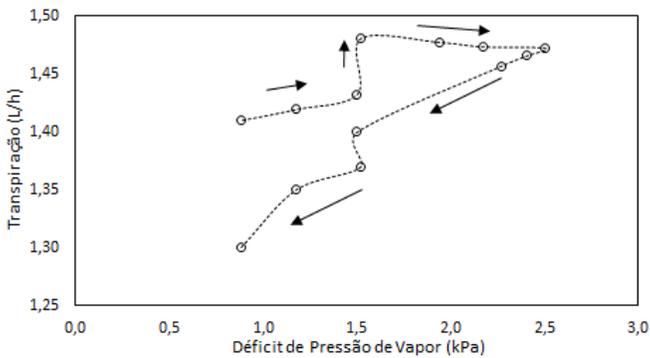


Figura 5. Relação entre transpiração e DPV para a planta de pinhão manso.

Analisando a Figura 5 percebe-se que a transpiração após a ascensão se normaliza e posteriormente decresce, sendo possível verificar uma tendência de histerese na curva. Possivelmente com a avaliação sendo feita para todo o dia, a curva se fecharia. Verificou-se valor máximo de transpiração de $2,5 \text{ L h}^{-1}$ ocorrendo ao meio dia com DPV de $1,47 \text{ kPa}$ e valor mínimo de transpiração de $1,3 \text{ L h}^{-1}$, verificado às seis horas da manhã e DPV de $0,9 \text{ kPa}$.

CONCLUSÕES

Nas condições em que o estudo foi realizado, conclui-se que o método de dissipação térmica pode ser utilizado para a determinação da transpiração de pinhão-manso.

REFERÊNCIAS

GRANIER, A.; GROSS, P. **Mesure du flux de sève brute dans le tronc du Douglas par une nouvelle méthode thermique.** Annales des Sciences Forestières, 1987, EDP Sciences. p.1-14.

LU, P.; CHACKO, E. **Evaluation of Granier's sap flux sensor in young mango trees.** Agronomie, v. 18, n. 7, p. 461-471, 1998. ISSN 0249-5627.

FERREIRA, M. I. F. R.; SILVESTRE, J. C. **Medição da transpiração em cobertos descontínuos: vinha em diferentes declives na região do oeste.** 7º Congresso da Água, p. 11, 2004.

GRANIER, A. **A new method of sap flow measurement in tree stems.** Annales des Sciences Forestieres, v. 42, n. 2, 1985.

ROJAS, J. S. D. **Avaliação do uso do fluxo de seiva e da variação do diâmetro do caule e de ramos na determinação das condições hídricas de citros, como base para o manejo de irrigação.** 2003. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz -Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SILVA, R.; OLIVEIRA, A.; OLIVEIRA, M.; AJUDA, T. **Determinação das necessidades de rega em kiwi na região do entre douro e minho.** 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** Artmed Editora, 2017.

VELLAME, L. M. **Relações hídricas e frutificação de plantas cítricas jovens com redução de área molhada do solo Piracicaba.** Doutorado, 2010. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz -Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

GUSH, M. B. **Measurement of water-use by *Jatropha curcas* L. using the heat-pulse velocity technique.** Water SA, v.34, n.5, p.1-5, 2008. ISSN 1816-7950

BURGESS, S. S. O. et al. **An improved heat pulse method to measure low and reverse rates of sap flow in woody plants.** Tree Physiology, v.21, n.9, p.589-598, 2001.

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