

**MARIA ELANNY DAMASCENO SILVA
(ORGANIZADORA)**



**O MEIO AMBIENTE
E A INTERFACE DOS
SISTEMAS SOCIAL
E NATURAL 2**

Atena
Editora

Ano 2020

**MARIA ELANNY DAMASCENO SILVA
(ORGANIZADORA)**



**O MEIO AMBIENTE
E A INTERFACE DOS
SISTEMAS SOCIAL
E NATURAL 2**

Atena
Editora

Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
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 Internazionele 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
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. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. 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
Prof^a Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^a Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
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
Prof^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^a Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^a Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^a Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^a Dr^a Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

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 de Mato Grosso
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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson 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
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
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. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
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. 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. Eivaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
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. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
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
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

O meio ambiente e a interface dos sistemas social e natural

2

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremonesi
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora Maria Elanny Damasceno Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

M499 O meio ambiente e a interface dos sistemas social e natural 2
[recurso eletrônico] / Organizadora Maria Elanny Damasceno
Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-278-4

DOI 10.22533/at.ed.784201008

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Meio ambiente.
3. Sustentabilidade. I. Silva, Maria Elanny Damasceno.

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br


Ano 2020

APRESENTAÇÃO

Estimados leitores do Livro “*O Meio Ambiente e a Interface dos Sistemas Social e Natural*” é com satisfação que entregamos 44 capítulos divididos em dois volumes, que tratam da diversidade acadêmica em pesquisas sociais, laboratoriais e tecnológicas na área ambiental e afins.

O volume 2 destaca-se para os meios de reúso de águas e resíduos em geral com potencial de poluição. A reutilização de águas pluviais em sistemas agrícolas é uma ótima estratégia ambiental. As formas de destinação final de esgoto doméstico é tema relevante para pesquisas em regiões de bacia hidrográfica. A reciclagem de sobras da construção civil é analisada sob a perspectiva da certificação e normas ambientais.

Um estudo de caso é mencionado com um método inovador de Produção Mais Limpa aplicado em um salão de beleza. Questões de gerenciamento de resíduos em serviços de saúde básica são revistos sob a ótica de profissionais da saúde. Os aterros sanitários são fontes de substratos químicos perigosos e para isso precisam de autodepuração dos efluentes.

Medidas de monitoramento de desmatamento e queimadas em florestas é assunto importante em simulações de modelagem espacial atuais e futuras, assim como sistemas de alertas de incêndios estruturados por softwares.

As explorações vegetais e minerais são discutidas com base nos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável na tentativa de redução dos impactos advindos da urbanização. A relevância das coberturas vegetais na hidrologia do solo é objeto de pesquisas com medições por sensores em ecossistemas florestais.

As condições de equilíbrio de nutrientes químicos em solo específico é avaliado ao comparar técnicas com diferentes arranjos produtivos em plantio direto. Frutos e sementes com alta qualidade são excelentes para produção de mudas em Parque Botânico. O uso de agroquímicos não é saudável e eficiente para conter o mal-do-Panamá que acomete bananeiras, para tanto é apresentado um estudo de biocontrole da doença.

A identificação de aves silvestres e suas características comportamentais é feito com auxílio de fiscalização legal com finalidade de desenvolver um levantamento da avifauna. Nesta lógica, tem-se a criação de um catálogo de borboletas resultante da investigação em uma Reserva Particular do Patrimônio Natural. Além disso, as borboletas são bons bioindicadores de um ambiente natural saudável, sendo utilizadas para trabalhar a conscientização ambiental. A poluição do ar é verificado utilizando dados climatológicos do Instituto Nacional de Meteorologia.

As cianobactérias são exploradas em pesquisas que determinam sua curva de crescimento em ambiente simulado. As fases da lua são averiguadas ao correlacionar seus ciclos com a precipitação chuvosa, na tentativa de comprovar cientificamente a veracidade da sabedoria popular local. Concomitantemente, o conhecimento das propriedades

medicinais, alimentares e madeireiras de plantas nativas é identificada em comunidades rurais.

Por fim, a união entre a ciência e arte é testemunhada em espetáculos no Brasil e Índia ao provocar interesse no público para conservação dos recursos.

Esperamos que estes resultados envolva-os no fortalecimento da preservação dos meios naturais em meio ao sistema produtivo.

Maria Elanny Damasceno Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
RESUSO DE ÁGUA DA CHUVA PELO PROJETO IRRIGAPOTE: ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA RESILIENTE NA AMAZÔNIA	
Lucieta Guerreiro Martorano	
DOI 10.22533/at.ed.7842010081	
CAPÍTULO 2	16
AVALIAÇÃO DA DESTINAÇÃO FINAL DO ESGOTO DOMÉSTICO NA REGIÃO ALTA DA BACIA HIDROGÁFICA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA – ES / BRASIL	
Charles Moura Netto	
Sandra Maria Guisso	
Leandro José Schaffer	
DOI 10.22533/at.ed.7842010082	
CAPÍTULO 3	32
ESTUDO DE CASO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO E REUSO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Eduardo Antonio Maia Lins	
Eduardo Henrique Bezerra Cavalcanti	
Cecília Maria Mota Silva Lins	
Andréa Cristina Baltar Barros	
DOI 10.22533/at.ed.7842010083	
CAPÍTULO 4	45
PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM SALÃO DE BELEZA	
Eduarda Carvalho	
Gabriela Savicki	
Júlia de Vargas Biehl	
Rodrigo D’Avila Barros	
Roxane Oliveira	
Carlos Alberto Mendes Moraes	
DOI 10.22533/at.ed.7842010084	
CAPÍTULO 5	59
CONHECIMENTO DOS PROFISSIONAIS ACERCA DO GERENCIAMENTO E DESTINO DOS RESÍDUOS DOS SERVIÇOS DE SAÚDE	
Ane Carolline Donato Vianna	
Cinoélia Leal de Souza	
Elaine Santos da Silva	
Ana Cristina Santos Duarte	
Denise Lima Magalhães	
Vanda Santana Gomes	
Adson da Conceição Virgens	
Leandro da Silva Paudarco	
Diana Êmily Mendes Guimarães	
Sandy Hellen Rodrigues de Souza	
Anne Layse Araújo Lima	
Alysson Matheus Magalhães Silva	
DOI 10.22533/at.ed.7842010085	

CAPÍTULO 6 70

DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE DESOXIGENAÇÃO: ANÁLISE DE LIXIVIADO

Liara Jalime Vernier
Patricia Rodrigues Fortes
Raphael Corrêa Medeiros
Bruno Segalla Pizzolatti
Mariza de Camargo
Juliana Scapin

DOI 10.22533/at.ed.7842010086

CAPÍTULO 7 82

MODELAGEM ESPACIAL DA DINÂMICA DO DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA NA REGIÃO DA FLORESTA NACIONAL DO JAMANXIM

Jamile Costa Paes Ferreira
Alessandra Carreiro Baptista

DOI 10.22533/at.ed.7842010087

CAPÍTULO 8 95

SISTEMA DE ALERTA DE RISCO DE INCÊNDIO PARA O PANTANAL

Balbina Maria Araújo Soriano
Marcelo Gonçalves Narciso

DOI 10.22533/at.ed.7842010088

CAPÍTULO 9 104

FRAGMENTAÇÃO DAS FLORESTAS TROPICAIS URBANIZAÇÃO E O IMPACTO NA BIODIVERSIDADE

Emanoel Ferdinando da Rocha Jr
Cicera Maria Alencar do Nascimento
Tereza Lúcia Gomes Quirino Maranhão
Mabel Alencar do Nascimento Rocha
Letícia Anderson Bassi
Thiago José Matos Rocha
Adriane Borges Cabral

DOI 10.22533/at.ed.7842010089

CAPÍTULO 10 124

EFFECTO DE LA VEGETACIÓN SOBRE LOS PROCESOS HIDROLÓGICOS DEL SUELO EN ECOSISTEMAS DE CLIMA MEDITERRÁNEO: ANÁLISIS GEOGRÁFICO DESDE UN ENFOQUE REGIONAL

Javier Lozano - Parra
Jacinto Garrido Velarde
Manuel Pulido Fernández
Ramón García Marín

DOI 10.22533/at.ed.78420100810

CAPÍTULO 11 151

DINÂMICA DEL CONTENIDO HÍDRICO DEL SUELO EN ECOSISTEMAS AGROFORESTALES MEDITERRÁNEOS

Javier Lozano - Parra

DOI 10.22533/at.ed.78420100811

CAPÍTULO 12 170

AVLIAÇÃO DOS PROCESSOS QUÍMICOS DO SOLO EM MANEJO DE PLANTIO DIRETO NA AMAZÔNIA

Bárbara Maia Miranda

Arystides Resende Silva
Eduardo Jorge Maklouf Carvalho
Carlos Alberto Costa Veloso

DOI 10.22533/at.ed.78420100812

CAPÍTULO 13 178

MORFOMETRIA DE FRUTOS E SEMENTES DE *Dussia tessmannii* HARMS. (FABACEAE)

Ítalo Felipe Nogueira Ribeiro
Michaela Nascimento Queiroz
Pedro Raimundo Ferreira de Lima
Taís de Souza Arruda
Evandro José Linhares Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.78420100813

CAPÍTULO 14 184

BIOATIVIDADE DE METABÓLITOS VOLÁTEIS DE *Trichoderma* spp. CONTRA *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

Maria Muritiba de Oliveira
Rafael Oliva Trocoli
Pricila Fagundes Evangelista
Ester Doanni da Silva Ferreira Dias
Rozilda Pereira do Nascimento
Thaylanne Alcântara Matos
José Luiz dos Santos Silva

DOI 10.22533/at.ed.78420100814

CAPÍTULO 15 195

COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DA AVIFAUNA APREENDIDA NO SUDESTE GOIANO NO PERÍODO DE 2016 A 2019

Bruna Rafaella de Almeida Nunes
Diogo Baldin Mesquita
Idelvone Mendes Ferreira
Thatiana Martins dos Santos Mesquita

DOI 10.22533/at.ed.78420100815

CAPÍTULO 16 208

BORBOLETAS (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) DA RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL ESTAÇÃO VERACEL, PORTO SEGURO, BAHIA

Gabriel Vila-Verde
Diego Rodrigo Dolibaina
Olívia Maria Pereira Duarte
Márlon Paluch

DOI 10.22533/at.ed.78420100816

CAPÍTULO 17 234

UTILIZAÇÃO DA DIVERSIDADE DE BORBOLETAS E MARIPOSAS (LEPIDOPTERA) PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE EM TREMEDAL, BA

Mauricio de Oliveira Silva
Ananda Santos Oliveira
Thomas Leonardo Marques de Castro Leal
Marcos Anjos de Moura

DOI 10.22533/at.ed.78420100817

CAPÍTULO 18	247
ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR REGIÃO CENTRAL DE UBERLÂNDIA: ANÁLISE QUANTITATIVA DE PARTÍCULAS INALÁVEIS (MP ₁₀)	
Isaac Francisco da Silva	
Euclides Antônio Pereira de Lima	
João Victor Delfino Silva	
DOI 10.22533/at.ed.78420100818	
CAPÍTULO 19	259
ISOLAMENTO, CULTIVO E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE <i>Geitlerinema amphibium</i> C. Agardh ex Gomont (CYANOPHYCEAE) DO RESERVATÓRIO BOLONHA (BELÉM - PA)	
Gabriel San Machado Calandrini	
Aline Lemos Gomes	
Vanessa Bandeira da Costa Tavares	
Samara Cristina Campelo Pinheiro	
Eliane Brabo de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.78420100819	
CAPÍTULO 20	267
CICLO LUNAR REGISTRADOS EM FICHAS DE DIVISÃO DE ÁGUAS DE EVENTOS PLUVIAIS ENCONTRADO EM TAPERINHA NA AMAZÔNIA	
Eliane Leite Reis de Sousa	
Lucieta Guerreiro Martorano	
Lucas Vaz Peres	
Samária Letícia Carvalho Silva Rocha	
Raphael Pablo Tapajós Silva	
Núbia Ferreira Campos	
DOI 10.22533/at.ed.78420100820	
CAPÍTULO 21	278
PLANTAS E SEUS USOS: O CONHECIMENTO TRADICIONAL DE UMA COMUNIDADE RURAL NA CAATINGA	
Mychelle de Sousa Fernandes	
Marlos Dellan de Souza Almeida	
Ana Carolina Sabino de Oliveira	
Sabrina Silva Oliveira	
Mikael Alves de Castro	
Jefferson Thiago Souza	
DOI 10.22533/at.ed.78420100821	
CAPÍTULO 22	288
DA CIÊNCIA À ARTE: ONDA DE DESPERDÍCIO – OS PERIGOS VISÍVEIS E INVISÍVEIS DO LIXO NO MAR	
Camila Burigo Marin	
Kátia Naomi Kuroshima	
DOI 10.22533/at.ed.78420100822	
SOBRE A ORGANIZADORA	299
ÍNDICE REMISSIVO	300

DINÁMICA DEL CONTENIDO HÍDRICO DEL SUELO EN ECOSISTEMAS AGROFORESTALES MEDITERRÁNEOS

Data de aceite: 03/08/2020

Javier Lozano - Parra

Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile

RESUMEN: Los espacios ocupados por arbolado disperso tipo sabana constituyen un importante recurso en buena parte de la Península Ibérica, ya que soportan una gran variedad de economías, entre las que destaca especialmente la ganadera. Sin embargo, estas zonas generalmente están limitadas por las condiciones físico-ambientales, como los suelos someros y la alta variabilidad espaciotemporal de las lluvias, lo cual condiciona la disponibilidad de agua para la vegetación, que constituye el principal aporte natural para la actividad ganadera. Entender la dinámica del agua del suelo en función las lluvias y de las condiciones edáficas se torna, por tanto, fundamental para el mantenimiento de sus economías. El principal objetivo de este trabajo es el estudio de la dinámica hídrica del suelo bajo diferentes tipos de cubierta vegetal y con distintas propiedades edáficas. Para ello, se han utilizado sensores capacitivos que permiten registrar el contenido hídrico del suelo a diferentes profundidades y

con una frecuencia de 30 minutos, instalados junto a zonas matorralizadas (*Retama sphaerocarpa*). Los resultados muestran un comportamiento complejo en la hidrodinámica edáfica, poniendo de manifiesto la ocurrencia de situaciones contrastadas a lo largo del periodo otoñal estudiado. Del mismo modo, las mayores variaciones de humedad las registran los sensores situados en la parte superficial del suelo, mientras que a mayores profundidades el contenido de agua suele ser menos variable.

PALABRAS-CLAVE: Hidrología; ecohidrología; agua del suelo; sistemas agroforestales; clima mediterráneo.

1 | INTRODUCCIÓN

La dehesa es un sistema semi-natural creado por el hombre y localizado principalmente en el suroeste de la Península Ibérica. Se caracteriza por sus espacios abiertos dominados por especies dispersas del género *Quercus* y por tener diferentes usos, como el agrosilvopastoril, lo que origina una gran heterogeneidad de ambientes (Blanco Castro et al., 2005). Tienen una gran importancia por sus características socioeconómicas y ambientales y por la magnitud de la superficie que ocupan, por ello

a partir de la década de los noventa del siglo pasado aumentaron los estudios de los procesos hidrológicos en estos sistemas. Las investigaciones sobre el comportamiento hidrológico en dehesas quedan justificadas por el importante papel que desempeña el agua en su funcionamiento y manejo, así como en los procesos geomorfológicos, siendo el agua disponible en el suelo uno de los principales factores limitantes del sistema (Infante et al., 2003).

Los estudios sobre los procesos hidrológicos en áreas adehesadas han sido variados. De esta forma, encontramos trabajos que tratan sobre su diversidad a diferentes escalas (Ceballos Barbancho, 1999), la escorrentía superficial (Schnabel, 1997), la infiltración bajo diferentes usos de suelo y cubiertas vegetales (Cerdá et al., 1998) o estudios sobre procesos de erosión como el acarreamiento (Gómez Gutiérrez, 2009). Las metodologías utilizadas en estos estudios son diversas, encontrando tanto métodos de campo para la obtención de datos, por ejemplo experimentos de lluvia simulada (Gómez Amelia et al., 1998), como métodos para el análisis y tratamiento de datos, por ejemplo la utilización de redes neuronales (Lavado Contador et al., 2006) o modelización para simular los procesos hidrológicos (Maneta López, 2006).

El comportamiento de la humedad del suelo ha sido estudiado por varios autores, relacionando su variabilidad con factores como el espacio poroso (Ceballos y Schnabel, 1998a; Van Schaik, 2010), la precipitación (Ceballos y Schnabel, 1998b) o los usos del suelo (Cubera y Moreno, 2007a). Del mismo modo se han llevado a cabo estudios que relacionan los cambios en la humedad del suelo con la vegetación en ecosistemas adehesados de la península ibérica (Cubera y Moreno, 2007b). Sin embargo, estos trabajos utilizan resoluciones temporales en el registro de sus datos superiores al día e incluso la semana, por lo que podrían eludir procesos que se den a escalas inferiores y podrían ciertos matices para discriminar la dinámica hídrica del suelo a lo largo del tiempo (Molina et al., 2014).

Este estudio pretende determinar la variación de la dinámica del agua edáfica bajo diferentes cubiertas de vegetación y diferentes usos del suelo en pastizales y dehesas, utilizando registros continuos en el tiempo e intervalos de 30 minutos. Se recogen los resultados de un periodo que permitió analizar el comportamiento de la humedad edáfica en escenarios muy contrastados: suelos muy secos, suelos saturados y períodos de transición.

Los objetivos del presente trabajo son (1) analizar la variación temporal del contenido de agua edáfica en dos estaciones de medición de humedad del suelo, (2) analizar la dinámica del agua edáfica a diferentes profundidades en un mismo perfil, y (3) determinar la relación entre la humedad del suelo y la precipitación.

2 | ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza al suroeste de la Península Ibérica, 25 km al NE de la ciudad de Cáceres (Fig. 1). Se trata de una explotación de propiedad privada en la que ubica la cuenca experimental, que tiene una extensión de 99.5 ha y pertenece a la superficie de drenaje del río Almonte, afluente del río Tajo.

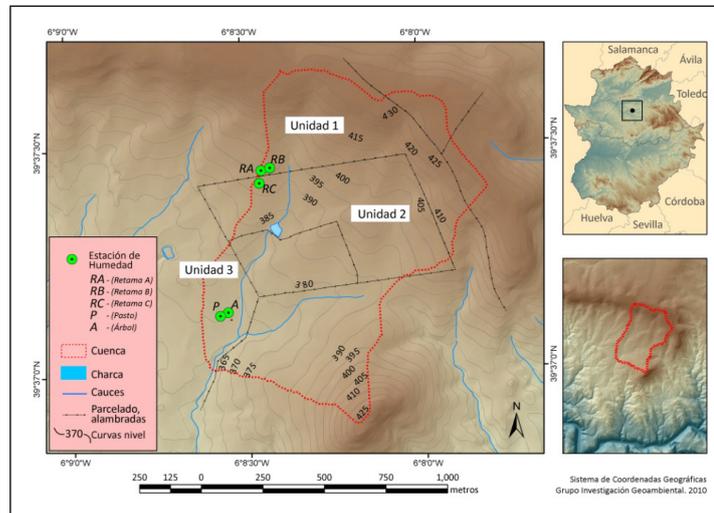


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio.

Es un ejemplo de sistema de explotación de dehesa que forma parte de la superficie de erosión desarrollada sobre materiales del zócalo hercínico centroibérico e origen paleozico (Gómez Amelia, 1982), dominado por pizarras y esquistos (Complejo Esquisto Grauváquico o CEG). Además, sobre el CEG se conservan los restos de un viejo pedimento en las zonas culminantes de la cuenca, formado por dos capas sedimentarias que datan del Paleoceno y Plioceno, y que pueden llegar a alcanzar entre ambas una potencia máxima de 30 metros (IGME, 1987). La topografía de la cuenca es ondulada con una elevación media de 396 m sobre el nivel del mar.

Los suelos son generalmente jóvenes, con bajos contenidos en materia orgánica y bases. Su profundidad está relacionada con la superficie sobre la que se desarrollan, con suelos delgados en las vertientes y más profundos en el pedimento y en las vaguadas, donde hay depósitos fluvio-columviales con suelos muy poco desarrollados. Según la clasificación de suelos de la FAO (1998) podemos clasificar los suelos de la cuenca experimental como: Acrisoles en el pedimento, Leptosoles y Cambisoles en las laderas sobre pizarra y zonas llanas sin relleno, y Regosoles en las vaguadas.

El clima es mediterráneo, con influencias atlánticas y continentales, y una marcada estación seca en los meses estivales. La precipitación media anual es de 510 mm. La variabilidad anual e interanual de las precipitaciones es alta, siendo frecuentes los periodos de sequías. La temperatura media anual es de 16°C, variando desde 8.1°C de media en el mes de enero a 25.6°C de media en el mes de agosto.

La formación vegetal predominante está constituida por tres estructuras básicas: arbolado, representado exclusivamente por encinas (*Quercus rotundifolia*); arbustos, donde predominan las retamas (*Retama sphaerocarpa*), escobas (*Cytisus multiflorus*) y cantuesos (*Lavandula stoechas*); y pastizales terófitos. Estas formaciones aparecen en diferentes combinaciones y con densidades variadas. La cuenca está pastoreada por ovejas y estacionalmente por cerdos.

3 | METODOLOGÍA

3.1 Instrumental hidrológico de la cuenca experimental

En este estudio se pretende determinar las variaciones temporales y espaciales del agua edáfica en relación con la precipitación. Los resultados que se presentan pertenecen a dos estaciones de medición de humedad del suelo denominadas *Retama B (RB)* y *Retama C (RC)*, que se encuentran en los espacios abiertos de un área con una cobertura dispersa de *Retama sphaerocarpa*.

Para la obtención de datos de humedad edáfica se han utilizado sensores de capacitancia (tipo ECH_2O de *DECAGON DEVICES, Inc.* modelo *EC-5*) que permiten registrar el contenido hídrico del suelo. Estos sensores captan el contenido volumétrico de agua (VWC) a partir de la influencia de la humedad sobre las propiedades eléctricas del suelo. Se relaciona la constante dieléctrica del suelo con el volumen de agua contenido en sus poros, ya que la constante del agua (80) es mucho más grande que la de otros componentes del suelo (minerales, 4; materia orgánica, 4, aire, 1). Esta técnica utiliza la correlación existente entre el tiempo de tránsito de una onda electromagnética introducida en el suelo, la constante dieléctrica de éste y el contenido volumétrico de humedad. La constante dieléctrica del suelo determina dicho tiempo de tránsito (Martínez Fernández y Ceballos, 2001).

Los sensores de humedad están instalados en varios perfiles de suelo, a diferentes profundidades y en distintos puntos de la cuenca experimental por la cobertura vegetal. Cada perfil del suelo da lugar a una *estación de medición de la humedad del suelo* (Fig. 2), formada por cuatro sensores de humedad (SH) y uno de temperatura (ST). En todas las estaciones las tres primeras sondas siempre están instaladas a la misma profundidad (5, 10 y 15 cm respectivamente) mientras que la ubicación del sensor más profundo es variable, dependiendo de la potencia del perfil. Todos los sensores registran valores de forma continua en intervalos de 30 minutos, mientras que los datos se registran en un datalogger modelo *Em5b*, de *DECAGON DEVICES, Inc.*

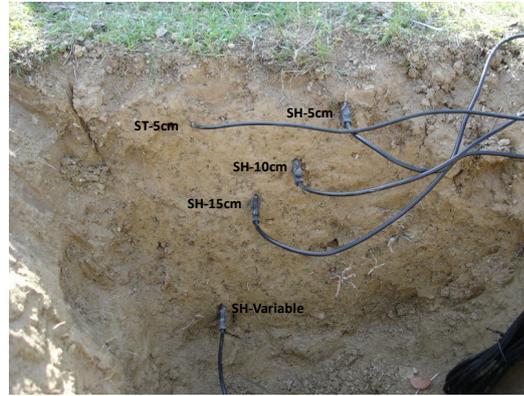


Figura 2: Ejemplo de una estación de medición de humedad del suelo, correspondiente a Retama B. En este perfil de suelo la profundidad del sensor inferior es de 45 cm.

Las estaciones se localizan en distintas unidades de la cuenca experimental, que se dividen según el manejo del ganado y la cubierta vegetal. Se pueden distinguir 3 unidades (Tabla 1 y Fig.1).

Unidad	Características	Estaciones de medición	Situación
<i>Unidad 1</i>	Pastoreada por cerdos y ovejas, abundan las retamas	<i>Retama A (RA)</i> <i>Retama B (RB)</i>	Bajo retama. Entre retamas o espacio abierto.
Unidad 2	Pastoreada por ovejas, abundan las retamas	<i>Retama C (RC)</i>	En espacio abierto.
<i>Unidad 3</i>	Baja densidad de retamas. Abundan espacios abiertos.	Árbol (<i>A</i>) <i>Pastos (P)</i>	Bajo copa encina. En espacio abierto.

Tabla 1. Unidades de la cuenca experimental de Parapuños.

Las estaciones de la unidad 1 y de la unidad 2 se encuentran en el espacio de transición entre la parte más alta de la cuenca experimental, correspondiente a la ladera del pedimento, y la superficie de pizarras. Esta zona se caracteriza por estar cubierta por materiales del pedimento, por lo que es posible que sus propiedades hidrodinámicas sean distintas de las pizarras. Las estaciones de la unidad 3 se encuentran sobre esta última superficie (Fig. 1).

Durante la instalación de cada estación de medición de humedad se realizaron descripciones de los perfiles del suelo y se tomaron muestras por duplicado para un posterior análisis en el laboratorio de textura, porosidad, densidad aparente, y materia orgánica. La cuenca de Parapuños también cuenta con 6 pluviómetros automáticos tipo balancín (modelo RG2-M, marca Onset) que toman mediciones cada 5 minutos.

El estudio presenta los resultados de las mediciones de humedad de las estaciones RB y RC, durante el periodo que abarca la estación de crecimiento de las herbáceas. Dicho periodo ha sido seleccionado debido a que cuenta con situaciones pluviométricas muy contrastadas, ya que se pasa de un estado de gran sequedad del suelo a un estado

de saturación.

Los datos se han analizado en base a dos escalas: diaria y de evento de lluvia, utilizando para la diaria los datos medios diarios de humedad, y para la escala de evento los recogidos por los sensores cada 30 minutos.

3.2 Propiedades edáficas

Para medir la densidad aparente, porosidad y retención hídrica del suelo se tomaron muestras inalteradas de suelo en Parapuños. La densidad aparente se ha determinado con el método del cilindro (Henin et. al, 1972), que se basa en el secado (estufa a 105°C) y pesado de una muestra de suelo para la obtención de la masa. La densidad aparente se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$Da = \frac{M}{V}$$

donde, Da es la Densidad aparente (g/cm³), M es la masa de suelo seco (g), y V es el volumen total del suelo (cm³) que, en este caso, equivale al volumen del cilindro (≈100 cm³).

La porosidad es la relación entre el volumen de los poros y el volumen total del suelo. Se ha obtenido mediante la siguiente ecuación.

$$P = \frac{Dr - Da}{Dr} * 100$$

donde, Dr es la densidad real de los minerales del suelo (2,65g/cm³), y Da es la densidad aparente (g/cm³).

Para obtener un valor aproximado de la capacidad de campo se determinó la retención hídrica de la muestra inalterada en laboratorio, empleando un método simplificado, basado en la saturación de la muestra durante 24 horas y el posterior drenaje libre durante 48 horas. La retención hídrica se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$RH = \frac{PD - PS}{PS} * 100$$

donde, RH es la retención hídrica (%), PD es el peso de suelo después de 48 horas de drenaje (g), y PS es el Peso suelo seco (g).

4 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Propiedades edáficas

Los suelos en donde se ubican las estaciones son similares debido a que la distancia

entre ambas es inferior a 50 m y a que se desarrollan en la misma zona, es decir, la ladera de transición entre el pedimento y las pizarras. Las dos estaciones tienen perfiles muy parecidos, con el mismo número de horizontes, pero difieren en las profundidades de éstos y en sus propiedades físico-químicas, así como en las texturas.

El perfil del suelo en donde se ubica la estación *RB* alcanza una potencia de 55 cm y se compone de 4 horizontes (Tabla 2). El espesor de cada uno aumenta con la profundidad. Se trata de un perfil bastante pedregoso, lo que puede ser debido a que se desarrolla en el pedimento. Destaca su horizonte Bt, muy arcilloso, lo que repercutirá en la capacidad de retención hídrica que será mucho más alta que en el resto de horizontes. En el horizonte C destaca la gran cantidad de elementos gruesos y el bajo porcentaje en arcillas. Esto le confiere una capacidad de retención hídrica más baja que en los horizontes superiores. La porosidad es bastante similar en todas las muestras.

Horizonte	Espesor	Límite	Estructura	Porosidad	Raíces
Ah	0-4	Brusco	Débil, granular (1mm)	Abundante	Muchas y muy finas
Ah2	4-14	Brusco	Masivo	Poca	Pocas y muy finas
C	14-27	Neto	Masivo	No apreciable	Muy pocas
Bt	27 - >55		No tiene	No apreciable	Muy pocas

Horizonte	Profundidad (cm)	Textura	Arcilla (%)	Arena (%)	Limo (%)	Elementos gruesos (%)	MO (%)
Ah	0-14	Franco	8.2	44.3	47.6	32.6	0.28
C	14-27	Franco	11.3	42.3	46.4	53.4	0.00
Bt	>27	Arcillosa	64.0	11.9	24.2	5.0	0.00

Muestra (cm)	Densidad aparente (gr·cm ⁻³)	Porosidad (%)	Retención hídrica (%)	Elementos gruesos (%)*
0-5	1.64	38.0	24.1	15.6
5-10	1.66	37.2	22.9	16.0
15-20	1.59	40.1	18.9	27.4
30-35	1.55	41.3	33.9	6.9

Tabla 2. Descripción del perfil de suelo de la estación RB. Los horizontes Ah y Ah2 se analizaron de forma conjunta, al tener el horizonte superficial muy poco espesor. MO – materia orgánica.

* Contenido de elementos gruesos de las muestras inalteradas (anillos de 5x5 cm)

El perfil de suelo de la estación *RC* (Tabla 3) tiene unas características similares al anterior ya que, como se comentaba anteriormente, están muy próximos y se desarrollan sobre el mismo material. Consta de 4 horizontes con espesores parecidos, y es también un perfil muy pedregoso. En este perfil destacan los altos valores en materia orgánica que tienen los horizontes superiores, lo que puede afectar al comportamiento de la humedad,

tal y como se ve en los altos valores de retención hídrica de la parte superficial, y a la vegetación que se desarrolla en el perfil. También destacan los bajos valores en elementos gruesos que posee este perfil en comparación con el anterior, sobre todo el horizonte C, lo que le confiere una densidad aparente mayor, pudiendo afectar a la dinámica del agua a esta profundidad.

Horizonte	Espesor	Límite	Estructura	Porosidad	Raíces		
Ah	0-6	Recto	Débil, grumosa (1mm)	Muy abundante	Abundantes y finas		
Ah2	6-18		Masivo	Frecuente	Pocas		
C	18-25		No tiene		Muy pocas		
Bt	25 -		No tiene	No apreciable			

Horizonte	Profundidad (cm)	Textura	Arcilla (%)	Arena (%)	Limo (%)	Elementos gruesos (%)	MO (%)
Ah	0-6	Franco-arenoso	6.3	43.8	49.9	10.9	2.83
Ah2	6-18	Franco	7.1	49.2	43.8	22.4	1.09
C	18-25	Franco-arenoso	6.4	47.5	46.1	23.5	0.70

Muestra (cm)	Densidad aparente (gr·cm ⁻³)	Porosidad (%)	Retención hídrica (%)	Elementos gruesos (%)*
0-5	1.57	40.9	27.1	11.4
5-10	1.63	38.5	22.8	13.0
15-20	1.71	35.4	21.2	12.7
	1.63	38.4	27.7	2.3

Tabla 3. Descripción del perfil de suelo de RC.

* Contenido de elementos gruesos de las muestras inalteradas (anillos de 5x5 cm)

4.2 Dinámica del agua del suelo a escala diaria

El 32% de los días que abarcó el periodo estudiado registró alguna precipitación. Dicho periodo temporal presentó situaciones pluviométricas muy contrastadas, donde destacó un otoño seco y un mes de diciembre muy húmedo con valores muy superiores a la media (Tablas 4 y 5). Durante este tiempo se acumuló un total de 284.2 mm, sobre todo en la última quincena donde se registraron 138.6 mm de lluvia.

El mes de septiembre (Tabla 4) registró unos valores totales algo superiores a la media histórica (Tabla 5), con la peculiaridad de que en un solo día se acumuló más de la mitad de la precipitación caída durante el mes. Lo mismo ocurrió durante el mes de octubre en el que los valores fueron muy parecidos a los medios históricos, registrándose en un solo día casi la mitad del total mensual, pero teniendo una clara influencia sobre la vegetación que empezó a reverdecer. Esta forma de llover tiene repercusiones sobre

la humedad del suelo ya que normalmente un alto porcentaje de la precipitación que llega a la superficie producirá escorrentía (Schnabel, 1998), reduciéndose la infiltración y afectando a las variaciones de la humedad edáfica.

Mes	Total (mm)	Mínimo total diario (mm)	Máximo total diario (mm)
Sep.	33.3	0.0	16.2
Oct.	53.4	0.0	26.3
Nov.	28.8	0.0	13.8
Dic.	168.7	0.0	36.0
Total	284.2		

Tabla 4. Precipitación total mensual, y mínimo y máximo total diario, para el intervalo temporal otoñal e inicios del invierno.

De acuerdo con la metodología utilizada por García Marín (2009), el mes de noviembre puede considerarse como seco debido a que la precipitación total fue muy inferior a la media mensual histórica. Durante este mes la lluvia cayó regularmente en los últimos días provocando cambios en la humedad edáfica, que a su vez repercutió en la vegetación, experimentando un mayor crecimiento.

El intervalo de tiempo que abarca estos tres meses puede considerarse como seco si se compara con los 151.3 mm de media, ya que cayeron un total de 115.5 mm. La situación cambió durante el mes de diciembre, en el que llovieron 168.7 mm (Tabla 4) y repartidos de forma más regular, espaciados a lo largo de 19 días. Esta situación provocó grandes variaciones en la humedad del suelo que llega a alcanzar los valores máximos de humedad correspondientes a su estado de saturación, e influyó directamente en el crecimiento de la vegetación.

Mes	Media (mm)	Mediana (mm)	Desv. Est. (mm)	Coef. Var. (%)	Mínima (mm)	Máxima (mm)
Sep.	26.3	19.3	26.2	99.7	0.0	139.1
Oct.	55.6	42.4	48.5	87.2	0.0	236.3
Nov.	69.4	64.2	48.9	70.5	0.0	242.1
Dic.	69.4	49.0	62.7	90.4	0.0	283.8
Total	220.7					

Tabla 5. Características de la precipitación media mensual de la ciudad de Cáceres para los meses de estudio, durante la serie histórica de 90 años. (Schnabel, 1998).

Las precipitaciones registradas durante este periodo dieron lugar a comportamientos variables en la humedad edáfica, dependiendo de las características de cada perfil del suelo (Figuras 3 y 4).

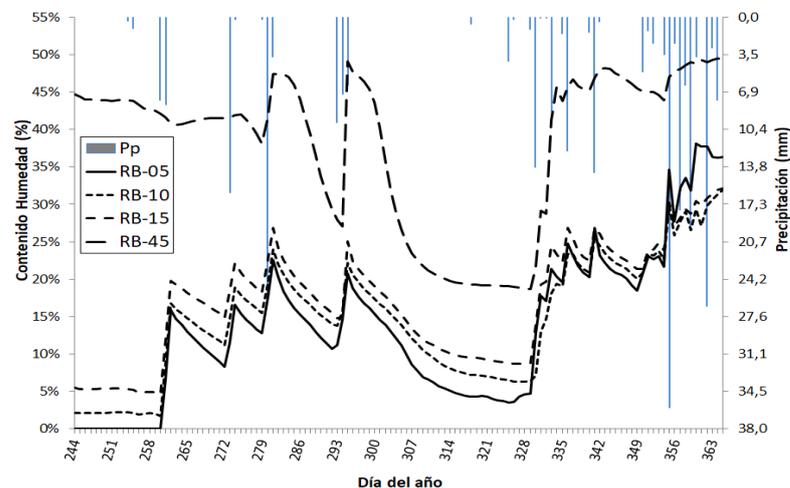


Figura 3. Evolución temporal de los valores medios diarios de humedad edáfica y de las precipitaciones totales diarias en Retama B.

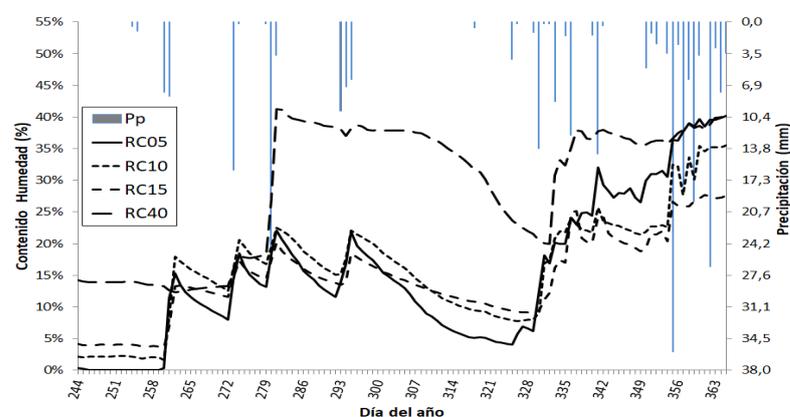


Figura 4. Evolución temporal de los valores medios diarios de humedad edáfica y de las precipitaciones totales diarias en Retama C, desde el 01-09-2009 hasta el 31-12-2009.

De forma general, la dinámica del agua mostró un comportamiento similar entre ambas estaciones (Figuras 3 y 4), debido sobre todo a que las dos poseen unas características edáficas muy parecidas, salvo en la base del perfil. El comportamiento que más se asemeja entre las dos estaciones lo captaron los sensores más superficiales, 5, 10 y 15 cm, donde sus dinámicas de humedad fueron bastante similares y, a su vez, variables, tal y como indican sus coeficientes de variación (Tabla 6). Ambas estaciones comenzaron con valores de humedad semejantes y respondieron de forma muy parecida a los eventos de precipitación. El comportamiento más desigual lo midieron por un lado los sensores más profundos, 40 y 45 cm, y por otro los más superficiales cuando registraron estados en los que se alcanzó la saturación (Figuras 3 y 4). Las dos estaciones captaron descensos similares en superficie durante los intervalos en los que las cantidades de precipitación caídas son insuficientes para producir variaciones de humedad, como el que va del 22 de octubre al 21 de noviembre. Las respuestas de los sensores superficiales ante los eventos de precipitación normalmente fueron casi simultáneas al suceso, excepto en los más profundos donde la respuesta fue más tardía.

Las mayores variaciones en el valor de humedad del suelo se registraron en los primeros centímetros de ambos perfiles (RB-05 y RC-05), con valores muy próximos al 0 % al inicio del período de muestreo y valores máximos, correspondientes al estado de saturación, al final del período. Los valores medios de humedad de *RC-05* fueron sensiblemente mayores que los de *RB-05*, probablemente debido a que es un horizonte con mayor porosidad y con mayor contenido en materia orgánica. Esta mayor disponibilidad de agua favorece al desarrollo de la vegetación, que a su vez repercute en el contenido de materia orgánica y ésta en la retención hídrica (Tabla 3). El amplio rango de oscilación de la dinámica del agua de estos horizontes podría estar causado principalmente porque son zonas que están más afectadas por factores como la evaporación, mayores fluctuaciones de temperatura, o por una mayor succión de las raíces de las plantas.

	<i>RB-05</i>	<i>RB-10</i>	<i>RB-15</i>	<i>RB-45</i>	<i>RC-05</i>	<i>RC-10</i>	<i>RC-15</i>	<i>RC-40</i>
Máximo (% vol.)	38.2	31.9	32.1	49.5	40.2	35.6	27.7	41.2
Mínimo (% vol.)	0.0	1.7	4.6	18.7	0.0	1.6	3.6	12.3
Media (% vol.)	13.6	14.8	17.0	38.2	15.4	16.2	14.6	28.9
Mediana (% vol.)	13.2	15.3	18.2	42.1	13.7	16.8	14.3	35.4
Desviación Estándar (% vol.)	9.9	8.1	7.6	10.4	11.4	8.7	6.5	10.6
Coefficiente Variación (%)	72.8	54.9	44.8	27.3	73.9	53.5	44.7	36.7

Tabla 6. Estadísticos obtenidos desde los datos medios diarios de humedad edáfica a diferentes profundidades en las dos estaciones de medición.

El comportamiento medido por los sensores *RB-10* y *RC-10* es muy similar, tal y como podemos ver en las figuras 3 y 4 y en los valores de la Tabla 6. La mayor diferencia radica en que *RC-10* alcanzó unos valores máximos más altos que tuvieron lugar al final del periodo cuando el suelo se encontraba saturado. Esto podría explicarse porque el horizonte donde se ubica *RC-10* tiene una porosidad sensiblemente mayor, al igual que su contenido de materia orgánica, lo que hace que esta zona tenga más capacidad para almacenar agua.

El comportamiento de *RB-15* y *RC-15*, aunque parecido, difiere más claramente que el de los sensores superiores. A esta profundidad *RB-15* registró unos valores medios más elevados, al igual que sus valores máximos y mínimos, lo que puede ser debido a que se encuentra en un espacio con mayor contenido en arcillas que *RC-15*.

La dinámica del agua medida por los sensores más profundos, *RB-45* y *RC-40*, fue diferente a la registrada en los horizontes superiores. Esto se debe, primero, a que ambos sensores se encuentran a mayor profundidad por lo que su respuesta ante los eventos de precipitación será más tardía y, segundo, a que están situados en horizontes arcillosos que poseen mayor retención hídrica, por lo que los valores medios de humedad son mucho más elevados que en el resto de horizontes y el comportamiento general de

la humedad es más suave.

Destacan las bruscas oscilaciones que perciben estos sensores antes y después de determinados eventos. Esto puede ser debido a que ambas sondas se encuentran en horizontes arcillosos que sufren agrietamientos ante los procesos de humectación-desección, lo que puede provocar la aparición de macroporos y conductos por los que circularán flujos preferenciales.

Se aprecia que los valores máximos de humedad captados por algunos sensores son mayores que la porosidad correspondiente a sus respectivos horizontes, lo que puede explicarse por la variabilidad espacial de la porosidad del suelo, los errores cometidos al recoger las muestras y el error inherente a la precisión de los sensores ($\pm 3\%$).

4.3 Dinámica hídrica del suelo a escala de evento

Con el estudio de la dinámica de la humedad edáfica a escala de evento se pretende analizar de forma detallada las variaciones inmediatas que captan los sensores al mismo tiempo que ocurren las lluvias, con el fin de comprender mejor la respuesta hidrológica del suelo.

Se analizan dos periodos temporales con los valores totales de humedad registrados cada 30 minutos, además de las precipitaciones recogidas durante el mismo intervalo. El primer periodo se corresponde con las primeras lluvias del año hidrológico y abarca los días 260, 261 y 262 (17, 18 y 19 de septiembre). El segundo representa la época otoñal de los días 330 al 336 (del 26 de noviembre al 2 de diciembre), en la que comienza una etapa donde el agua del suelo alcanza valores muy altos, después de un espacio de tiempo donde éstos han sido reducidos.

El periodo analizado a continuación duró tres días (17-19 septiembre), durante los cuales las precipitaciones totales caídas alcanzaron los 15.8 mm. Si utilizamos la duración del día como intervalo para dividir los eventos de precipitación vemos que se suceden dos episodios de lluvia repartidos en dos días, el 17 y 18 de septiembre.

Durante el primer día cayeron 7.7 mm. La intensidad máxima alcanzada este día fue de 1.2 mm/30 minutos. Las precipitaciones se registraron principalmente durante la primera mitad del día y la cantidad total en intervalos de 30 minutos fue baja, no superando el litro. Durante el segundo día llovió 8.1 mm de forma menos espaciada en el tiempo. La intensidad máxima alcanzada fue de 3.6 litros/30 minutos, siendo el evento con mayor intensidad del periodo estudiado.

Los dos días registraron una precipitación total muy parecida, pero las diferencias se dieron en el reparto temporal y las intensidades, más breve e intensa durante el segundo día. Esta forma de llover puede afectar al modo en que se humedece el suelo.

La respuesta de cada estación, aunque generalmente es muy similar, difirió en algunos sensores (Figuras 5 y 6). La mayor variación fue registrada por los tres sensores superficiales de cada estación, mientras que el comportamiento captado por los más

profundos fue muy constante, con una diferencia muy pequeña entre sus valores máximos y mínimos (Tabla 7) y con una tendencia descendente. Esto indica que la respuesta de las zonas más profundas del suelo, a una cantidad de agua de 15.8 mm, se produjo de forma más retrasada (Figuras 3 y 4) que con respecto a las zonas más superficiales.

	RB-05	RB-10	RB-15	RB-45	RC-05	RC-10	RC-15	RC-40
Mínimo (% vol.)	0.0	1.4	4.2	40.6	0.0	1.3	3.2	12.1
Máximo (% vol.)	16.5	17.2	21.3	42.5	24.3	18.0	13.7	13.4
Diferencia (% vol.)	16.5	15.8	17.2	1.9	24.3	16.9	10.5	1.3
Precipitación acumulada (mm)								
4.5	0.0	1.6	4.7	42.4	0.0	1.6	3.6	13.3
6.7	0.0	1.5	4.7	42.1	0.0	1.5	3.6	13.2
9.7	0.0	1.4	4.2	41.2	5.6	1.3	3.3	12.9
10.9	0.0	1.5	4.2	41.1	6.0	1.4	3.4	12.8
14.8	5.5	13.1	21.3	41.8	24.3	6.7	8.4	12.1
15.8	14.3	16.7	20.0	41.8	17.7	14.1	9.5	12.1

Tabla 7. Valores extremos y sus diferencias en RB y RC para los datos de humedad en intervalos de 30 minutos; y variación de la humedad con las cantidades de precipitación acumulada.

Los valores mínimos se dieron en las zonas más superficiales del suelo (Tabla 7) ya que son las más expuestas a procesos que disminuyen el contenido de agua edáfica, como la evapotranspiración. La humedad aumenta con la profundidad, registrándose los mayores valores en las partes más bajas de los perfiles, lo que puede ser debido a que tienen altos contenidos de arcilla, mayores valores de retención hídrica, o a que están menos expuestas a factores como la evaporación o la succión de las raíces de las plantas.

Con las precipitaciones caídas durante el primer día de lluvias, 7.7 mm, ningún sensor midió aumento de humedad, por lo que el comportamiento se mantuvo constante e incluso conservó una tendencia descendente. La excepción la registró *RC-05*, que captó un aumento muy progresivo (de 0 a 6%) a partir de los 6.7 mm, pero no fue de forma simultánea a las precipitaciones sino que hubo un desfase temporal de 3:30 horas desde que se produjo la lluvia hasta que se registró la variación (Figura 6). Esto puede ser debido a que la precipitación cayó de forma regular y con baja intensidad, y a que, además, es la zona del perfil con mayores valores de porosidad y de retención hídrica. Igualmente, se trata de una zona con muchas raíces por lo que puede existir un mayor volumen de macroporos.

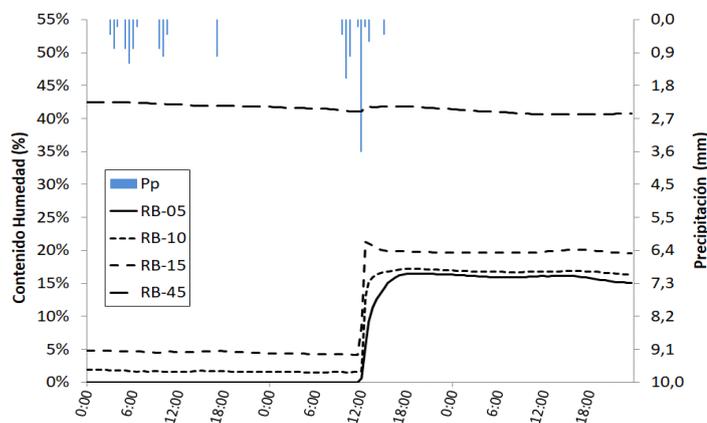


Figura 5. Respuesta del perfil de suelo RB ante diferentes eventos de precipitación en intervalos temporales de 30 minutos durante los días del año 260,261 y 262.

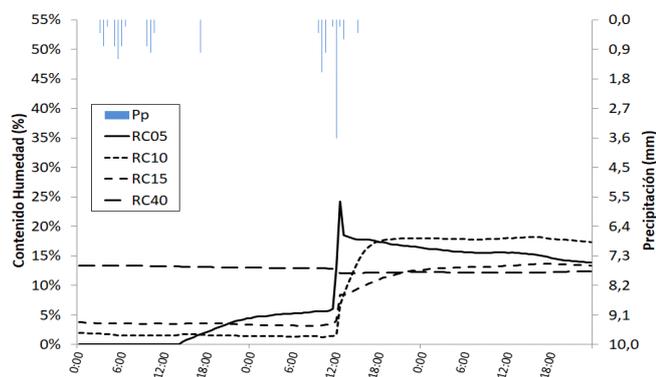


Figura 6. Respuesta del perfil de suelo RC ante diferentes eventos de precipitación en intervalos temporales de 30 minutos durante los días del año 260,261 y 262.

El ascenso generalizado de la humedad en las partes más superficiales se produjo a lo largo del segundo evento de precipitación, cuando se alcanzó la intensidad de 3.6 mm/30 min. Hasta este momento se habían acumulado 10.9 mm de precipitación, la cual no provocó incremento de humedad en superficie, excepto en *RC-05*. Esto puede ser debido al estado de sequedad del suelo y a las altas temperaturas, lo que da lugar a una alta evaporación y consecuentemente a que no se produzcan ascensos de humedad.

El sensor *RB-05* comenzó a ascender a partir de los 10.9 mm de precipitación, y pasó de registrar su valor mínimo, 0%, al máximo, 16,5%, en un periodo de 6 horas y media. A pesar de experimentar un fuerte cambio de humedad su ascenso fue más gradual que en el resto de sensores (Figura 5). De esto se podría deducir que la infiltración del agua en esta zona del perfil se produjo a través de un frente de humectación matricial uniforme, ya que los valores aumentaron progresivamente. El sensor *RC-05* midió su valor máximo con 14.8 mm, y pasó del 6% al 24.3% en una hora. Lo que podría estar causado por ser una zona donde se dan flujos preferenciales por la presencia de macroporos, hecho que también se puede apreciar a través del fuerte descenso que se produjo inmediatamente después de que alcanzara su pico máximo.

Los sensores *RB-10* y *RC-10* tienen un comportamiento muy similar. Ambos registraron una tendencia descendente y posteriormente un ascenso de humedad a partir de los 10.9 mm de precipitación, alcanzando su máximo con 15.8 mm. El sensor *RB-10* midió su máximo 3 horas después de producirse esta cantidad de lluvia, mientras que en *RC-10* se produce 6 horas después. Esto podría estar causado porque a esta profundidad la estación *RB* tiene mayor porosidad.

Una mayor variación es registrada por los sensores *RB-15* y *RC-15*. El primero tuvo un ascenso muy brusco, pasando de su valor mínimo (4.2%) a su valor máximo (21.3%) en una hora y a partir de los 14.8 mm. Mientras que *RC-15* tuvo un ascenso mucho más progresivo, alcanzando su máximo 25 horas después de que llovieran 15.8 mm. Esto podría interpretarse como que el proceso de infiltración se realizó a través de macroporos, lo que puede ser debido al aumento de elementos gruesos que empieza a darse en esta zona del suelo.

El aumento de humedad más leve se produjo en *RB-45*. Debido a la profundidad y textura de este horizonte, este ascenso se registró una hora más tarde que en el resto del perfil. Una vez que se produjo el pico máximo éste se mantuvo durante más tiempo hasta que comenzó a descender, lo que está relacionado con la capacidad de retención hídrica del horizonte. El sensor *RC-40* no midió ningún aumento de humedad, manteniendo una tendencia descendente, lo que indica que el agua infiltra mucho más lentamente que en la estación anterior.

El segundo periodo analizado tuvo una duración de siete días, del 26 de noviembre al 2 de diciembre, coincidiendo con una etapa del otoño bastante seca. A pesar de todo nos encontramos con vegetación terófito con un porte de escasos centímetros junto con parches de suelo desnudo. Durante estos siete días las precipitaciones totales caídas alcanzaron los 36.6 mm (Tabla 8). Estas lluvias pueden ser divididas en tres eventos principales (Figuras 7 y 8).

	<i>RB-05</i>	<i>RB-10</i>	<i>RB-15</i>	<i>RB-45</i>	<i>RC-05</i>	<i>RC-10</i>	<i>RC-15</i>	<i>RC-40</i>
Máximo (% vol.)	31.8	30.0	31.8	48.8	33.0	30.2	35.9	39.9
Mínimo (% vol.)	4.7	6.2	8.8	18.7	5.9	8.1	8.8	20.0
Diferencia (% vol.)	27.0	23.8	23.0	30.2	27.1	22.2	27.1	20.0
Precipitación acumulada (mm)								
3.7	4.7	6.4	8.8	18.7	5.9	8.1	9.2	21.4
6.3	10.0	6.3	10.8	18.8	6.2	8.1	8.9	20.3
9.5	13.9	6.6	13.2	18.8	13.0	8.2	9.4	20.3
13.8	15.5	7.3	19.2	25.0	20.5	8.6	9.9	20.4
14.1	17.7	12.4	19.0	29.2	18.3	16.6	10.8	20.1
22.7	30.9	18.2	31.8	48.6	25.1	24.0	16.9	39.3
23.8	19.6	19.0	22.0	43.7	20.5	21.7	17.0	32.2

27.7	22.3	21.0	24.1	43.5	25.3	24.3	17.5	33.1
30.4	30.5	23.3	29.4	46.1	26.7	25.8	20.1	33.2
36.6	31.8	29.3	29.3	47.1	33.0	29.1	33.7	37.7

Tabla 8. Valores extremos y sus diferencias en RB y RC para los datos de humedad en intervalos de 30 minutos; y variación de la humedad con las cantidades de precipitación acumulada.

El primer evento se produjo el día 26 en el que cayeron un total de 13.8 mm de forma espaciada, con una intensidad máxima de 2.1 mm/30 minutos. El segundo evento tuvo lugar el día 29 con una precipitación de 8.7 mm. Estas precipitaciones fueron más intensas y menos espaciadas ya que se registraron 8.5 mm en una hora y media, con una intensidad máxima de 3.7 mm/30 minutos. Y el último evento se produjo entre los días 1 y 2, durante el cual llovieron 13.8 mm de forma más regular y en más tiempo. Al finalizar el periodo se registró una intensidad máxima de 3.6 mm/ 30 minutos.

La tendencia general que captaron las sondas de ambas estaciones fue un ascenso de humedad, pero no se produjo de forma progresiva sino que se dieron cambios bruscos según sucedieron los eventos de precipitación, para posteriormente estabilizar sus comportamientos (Figuras 7 y 8).

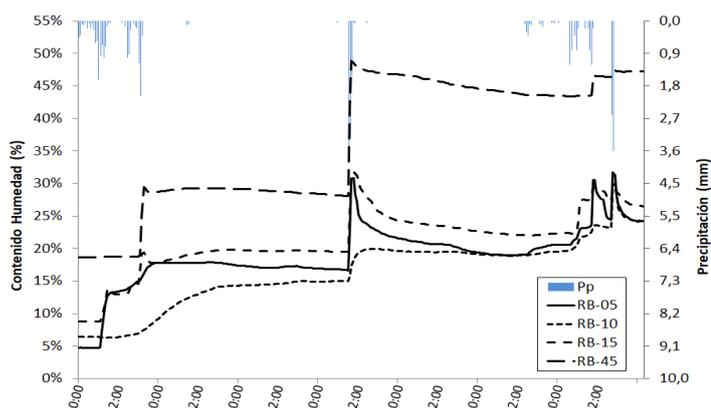


Figura 7. Respuesta del perfil de suelo RB ante diferentes eventos de precipitación en intervalos temporales de 30 minutos, desde el 26 noviembre al 2 diciembre.

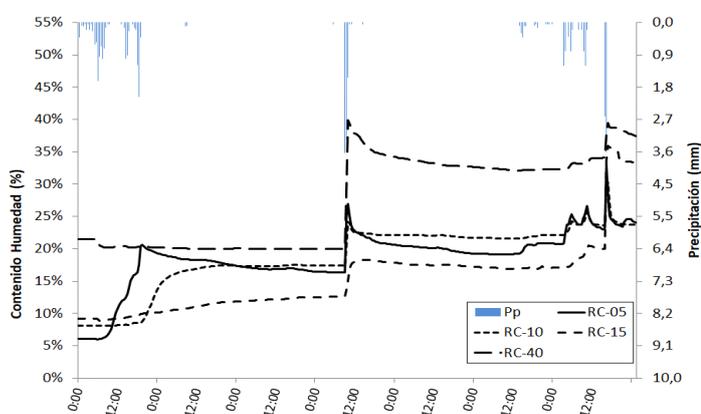


Figura 8. Respuesta del perfil de suelo RC ante diferentes eventos de precipitación en intervalos temporales de 30 minutos, desde el 26 noviembre al 2 diciembre.

El periodo comenzó en ambas estaciones con unos valores de humedad bajos para esta época del año, teniendo en cuenta que las precipitaciones acumuladas en los últimos 30 días no superaron los 6.1 mm. Los valores mínimos de humedad se dieron al comenzar el periodo en las partes más superficiales de los perfiles e iban aumentando con la profundidad, mientras que los máximos se dieron al finalizar el periodo en las zonas inferiores del suelo. Esto puede ser debido a su mayor retención hídrica y a la acumulación de agua que va drenando. Las variaciones de humedad entre los horizontes no seguían un patrón, sino que se dieron indistintamente a cualquier profundidad.

El comportamiento de los sensores *RB-05* y *RC-05* fue muy parecido. Con el primer evento de precipitación ambos midieron un aumento de humedad bastante similar, alcanzando un pico máximo semejante prácticamente en el mismo tiempo. La diferencia está en que el cambio de humedad de *RB-05* fue más brusco, mientras que *RC-05* se humedeció más progresivamente. Con el segundo evento de precipitación estos sensores volvieron a registrar comportamientos similares, pero esta vez el aumento se produjo de forma brusca en ambos, probablemente debido a la intensidad del evento. El sensor *RB-05* captó un aumento algo mayor y un posterior descenso más pronunciado, mientras que *RC-05* midió un comportamiento más suave. Con el tercer evento de precipitación ocurrió algo parecido, ya que *RC-05* no tuvo cambios tan bruscos, aunque sí alcanzó un pico mayor. Estos comportamientos pueden estar asociados a que el horizonte superficial de la estación *RC* tiene mayor contenido en materia orgánica, menor valor de elementos gruesos, y mayores valores de retención hídrica.

Los sensores *RB-10* y *RC-10* también tuvieron comportamientos similares y una progresión parecida a los sensores superficiales, estando sus valores muy igualados (Tabla 8). La diferencia entre ambos fue que *RB-10* registró una dinámica más suave, mientras que *RC-10* midió unos valores más altos y sus respuestas a los eventos de precipitación fueron más bruscas.

El comportamiento de la humedad a quince centímetros de profundidad difirió sensiblemente con respecto a las zonas más superficiales, encontrando mayores diferencias entre los sensores de ambos perfiles. El sensor *RB-15* alcanzó valores más altos durante todo el periodo, excepto al final, y midió más oscilaciones ante los eventos de precipitación como por ejemplo durante las primeras lluvias en las que hubo un ascenso de humedad de más de un 10%. Mientras que *RC-15* no experimentó ningún ascenso brusco sino que fue muy progresivo, lo que indica que el agua fue drenando muy lentamente hacia este horizonte. Los cambios bruscos de humedad sí se registraron con el segundo y tercer evento de precipitación, sobre todo cuando las lluvias cayeron con una intensidad superior a los 2 mm/30 minutos y la conductividad hidráulica es mayor.

Los sensores *RB-45* y *RC-40* tuvieron comportamientos diferentes al de los sensores superficiales. Ambos sensores comenzaron y terminaron registrando los valores más altos de humedad, lo que puede ser debido al alto contenido en arcillas de sus respectivos

horizontes. Resalta que el sensor *RC-40* no experimentó ascensos de humedad después del primer evento de precipitación, sino que mantuvo su tendencia descendente, lo que indica que el agua de infiltración drena más lentamente en este perfil, hecho que, como hemos visto anteriormente, también se da a 15 cm de profundidad. Sin embargo *RB-45* sí registró ascensos en todos los eventos, destacando el lento y suave descenso de la humedad después de éstos, lo que puede explicarse por los altos valores de retención hídrica y por el agua aportada a través del drenaje de los horizontes superiores. El sensor *RC-40* midió unos descensos más pronunciados después de las lluvias, lo que puede ser debido a que tiene unos valores más bajos de retención hídrica y a que tarda más en recibir los aportes de los horizontes superiores.

5 | CONCLUSIONES

La dinámica y evolución del agua edáfica es dependiente de la profundidad del suelo y sus propiedades físicas, de la humedad antecedente, de la cantidad de precipitación caída y del reparto espacial y temporal de ésta.

En la variación espacial del contenido de agua son muy importantes las intensidades de precipitación y el estado de humedad antecedente del suelo.

Las arcillas muestran un comportamiento claramente distinto al del resto de horizontes del perfil, los cuales muestran entre ellos una dinámica similar pero con variaciones en sus valores debido a diferentes factores, principalmente la textura, porosidad y presencia de vegetación.

Los resultados muestran que es necesario continuar con las mediciones para poder contrastar los resultados entre diferentes periodos temporales. Además se hace necesario el análisis de más puntos de muestreo, es decir, de más estaciones de humedad, ya que la variabilidad y distribución espacial de la humedad es muy grande y no es uniforme.

REFERENCIAS

Blanco Castro, E., M. Á. Casado González, et al. (2005). Los bosques ibéricos: una interpretación geobotánica., Planeta. Barcelona. 597 pp.

Ceballos Barbancho, A. (1999). Procesos hidrológicos en una pequeña cuenca hidrográfica bajo explotación de dehesa en Extremadura., Universidad de Extremadura. Cáceres. 196 pp.

Ceballos Barbancho, A. and S. Schnabel (1998a). "Comportamiento de la humedad del suelo en una pequeña cuenca hidrográfica de la dehesa extremeña. (Guadalperalón, Cáceres)." Cuadernos de investigación geográfica. 24: 25-38.

Ceballos Barbancho, A. and S. Schnabel (1998b). "Hydrological behaviour of a small catchment in a dehesa landuse system (Extremadura, SW Spain)." Journal of Hydrology. 210 (1998): 146-160.

- Cerdá, A., S. Schnabel, et al. (1998). "Soil Hydrological response under simulated rainfall in the Dehesa land system (Extremadura, SW Spain) under drought conditions." *Earth Surface Processes and Landforms*. 23 (1998): 195-209.
- Cubera, E. and G. Moreno (2007a). "Effect of land-use on soil water dynamic in dehesas of Central-Western Spain." *Catena*. 2007 (71): 298-308.
- Cubera, E. and G. Moreno (2007b). "Effect of single *Quercus ilex* trees upon spatial and seasonal changes in soil water content in dehesas of central western Spain." *Annals of Forest Science*. 64: 355-364.
- FAO, 1998. *World Reference Base for Soil Resources, World Soil Resources Reports 84*. FAO, Roma.
- Gómez Amelia, D. (1982). *La penillanura cacereña : estudio geomorfológico*. Tesis Doctoral. Cáceres, Universidad de Extremadura. 419 pp.
- Gómez Amelia, D., A. Ceballos Barbancho, et al. (1998). "Experimentos con lluvia simulada en la cuenca experimental de Guadalperalón. Norte de Extremadura. Primeros resultados." *Norba. Revista de Geografía*. X: 67-80.
- Gómez Gutiérrez, Á. (2009). *Estudio de la erosión en cárcava en áreas con aprovechamiento silvopastoril*. Cáceres, Universidad de Extremadura. 281 pp.
- IGME, 1987. *Mapa Geológico de España. Hoja 679. Aldea de Trujillo*. Instituto Geológico y Minero de España.
- Infante, J. M., F. Domingo, et al. (2003). "Quercus ilex transpiration as affected by a prolonged drought period." *Biología Plantarum*. 46 (1): 49-55.
- Lavado Contador, J. F., M. Maneta López, et al. (2006). "Prediction of near-surface soil moisture at large scale by digital terrain modeling and neural networks." *Environmental Monitoring and Assessment*. 121: 213-232.
- Maneta López, M. (2006). *Modelling of the hydrologic processes in a small semiarid catchment*. Doctoral Thesis. Cáceres, Universidad de Extremadura. 278 pp.
- Martínez Fernández, J. and A. Ceballos Barbancho (2001). "Diseño y validación de una sonda TDR para la medición de la humedad del suelo." *Temas de investigación en Zona no Saturada*. Universidad Pública de Navarra. 37-43. Pamplona.
- Molina, A., Jérôme Latron, Carles M Rubio, Francesc Gallart, Pilar Llorens. (2014). Spatio-temporal variability of soil water content on the local scale in a Mediterranean mountain area (Vallcebre, North Eastern Spain). How different spatio-temporal scales reflect mean soil water content. *Journal of Hydrology*. 516 (4). 182-192
- Schnabel, S. (1997). *Soil erosion and runoff production in a small watershed under silvo-pastoral landuse (dehesas) in Extremadura, Spain.*, Geoforma Ediciones. Logroño. 167 pp.
- Schnabel, S. (1998). "La precipitación como factor en los procesos hidrológicos y erosivos. Análisis de datos de Cáceres capital." *Norba. Revista de Geografía*. X: 137-152.
- Van Schaik, L. (2010). *The role of macropore flow from plot to catchment scale. A study in a semi-arid area*. Utrecht, Faculty of Geosciences, Utrecht University. 174 pp.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agência nacional de vigilância sanitária 58
Agroindústria 104, 105, 107
Artesão 4, 5
Aterro sanitário 67, 70, 72, 73, 75, 80, 81

B

Banana 8, 185, 186, 192, 194, 213

C

Certificação ambiental 32, 43
Ciclo hidrológico 124
Coeficiente de determinação 70, 79
Comercialização ilegal 195, 197
Compostagem 61, 64
Condições climáticas 72, 95, 98, 255, 257
Corredor central da mata atlântica 230
Cubierta vegetal 125, 126, 127, 141, 144, 151, 155

D

Diagramas 45
Doenças respiratórias 248, 257

E

Emoções 290, 291
Escalas temporales 124
Estiagens 1, 8, 10
Eutrofização 261

F

Feijão bravo 178, 179, 182
Fitofisionomias 95, 98, 197, 206
Flora 106, 183, 204, 206, 207, 235, 279, 280, 285
Fossa negra 16, 21, 23, 25, 27, 28, 30
Frota de veículos 247

I

Incineração 61, 64

Insumos farmacêuticos 61

L

La cuenca experimental 127, 129, 153, 154, 155, 169

Latossolo amarelo distrófico 170, 172

Linguagem universal 288

P

Padrões de qualidade do ar 250

Parques nacionais 84

Parque zoobotânico 178, 180

Pegada ecológica 107

Península ibérica 127, 151, 152, 153

Planalto conquistense 236, 237

Polinização 197, 236, 238, 240, 241, 245

Precipitações pluviais 273

Problemas fitossanitários 184, 185

Protagonismo juvenil 236, 245

R

Raízes de macrófitas 260, 261, 265

Reciclagem 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 60, 61, 62, 63, 65

Rede entomológica 208, 213, 225

Régua linimétrica 269, 271

Reservatório bolonha 259, 260

S

Sabedoria popular 267, 268, 276

Segurança alimentar 1, 9, 115, 116, 285

Sensores 124, 127, 129, 130, 141, 151, 154, 156, 160, 161, 162, 164, 165, 167

Simulações 82, 93

Sistema de plantio direto 170, 172, 175, 176

Software 21, 74, 75, 76, 84, 85, 94, 95, 96, 99, 100, 188, 267, 268, 271

V

Vida útil 33

Z

Zonas rurais 18, 19, 278

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

O MEIO AMBIENTE E A INTERFACE DOS SISTEMAS SOCIAL E NATURAL 2

 Atena
Editora

Ano 2020

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

O MEIO AMBIENTE E A INTERFACE DOS SISTEMAS SOCIAL E NATURAL 2

 **Atena**
Editora

Ano 2020