

VOL VIII

Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spers
(Organizador)



EDITORA
ARTEMIS

2026

VOL VIII

Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spers
(Organizador)



EDITORA
ARTEMIS

2026



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). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores.

Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, **conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.**

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers
Imagem da Capa	Bruna Bejarano, Arquivo Pessoal
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, Estados Unidos
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha



Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil

Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil

Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México

Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil

Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil

Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México

Prof.^a Dr.^a Emilias Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste*, Argentina

Prof.^a Dr.^a Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca*, Espanha

Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República*, Uruguay

Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara*, México

Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal*, Canadá

Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona*, Espanha

Prof.^a Dr.^a Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal

Prof.^a Dr.^a Galina Gumovskaya – Higher School of Economics, Moscow, Russia

Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil

Prof.^a Dr.^a Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis*, Argentina

Prof.^a Dr.^a Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina

Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal

Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina

Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara*, México

Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg*, Suécia

Prof.^a Dr.^a Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil

Prof.^a Dr.^a Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura*, Peru

Prof.^a Dr.^a Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina

Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío*, Chile

Prof.^a Dr.^a Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil

Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College*, Estados Unidos

Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha*, Espanha

Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal

Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil

Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México

Prof. Dr. José Cortez Godínez, Universidad Autónoma de Baja California, México

Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Díaz, Instituto Politécnico Nacional, México

Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid*, Espanha

Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín*, Colômbia

Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, México

Prof. Dr. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México

Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil

Prof.^a Dr.^a Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil

Prof.^a Dr.^a Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil

Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México

Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha

Prof.^a Dr.^a Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha

Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha

Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal

Prof.^a Dr.^a Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil

Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil

Prof.^a Dr.^a Mar Garrido Román, *Universidad de Granada*, Espanha

Prof.^a Dr.^a Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Prof.^a Dr.^a María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina

Prof.^a Dr.^a Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil

Prof.^a Dr.^a Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I*, Espanha

Prof.^a Dr.^a Maria da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal

Prof.^a Dr.^a Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Prof.^a Dr.^a Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Prof.^a Dr.^a M^aGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal

Prof.^a Dr.^a Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

Prof.^a Dr.^a María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara*, México

Prof.^a Dr.^a Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal

Prof.^a Dr.^a Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba

Prof.^a Dr.^a Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil

Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del Pais Vasco, Espanha

Prof.^a Dr.^a Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México

Prof.^a Dr.^a Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil

Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru

Prof.^a Dr.^a Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil

Prof.^a Dr.^a Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil

Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil

Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil

Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil

Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Prof.^a Dr.^a Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina

Prof.^a Dr.^a Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil

Prof.^a Dr.^a Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University*, Russia

Prof.^a Dr.^a Susana Álvarez Otero – Universidad de Oviedo, Espanha

Prof.^a Dr.^a Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal

Prof.^a Dr.^a Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal

Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil

Prof.^a Dr.^a Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

Prof.^a Dr.^a Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia

Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León*, Espanha

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

E82 Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais VIII [livro eletrônico] / Organizador Eduardo Eugênio Spers. – 1. ed. – Curitiba, PR: Editora Artemis, 2026.
il. color.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Edição bilíngue.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-82858-32-1

DOI 10.37572/EdArt_250926321

1. Ciências agrárias. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade.
I. Spers, Eduardo Eugênio

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



PRÓLOGO

Os desafios contemporâneos relacionados ao uso dos recursos naturais, à conservação da biodiversidade, às mudanças ambientais e à sustentabilidade dos sistemas produtivos exigem abordagens cada vez mais integradas. Nas Ciências Agrárias e Ambientais, essa integração se torna especialmente relevante diante da necessidade de conciliar produção, conservação, desenvolvimento territorial e uso responsável dos recursos, considerando tanto os processos ecológicos quanto as dimensões sociais e econômicas envolvidas.

O oitavo volume de ***Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais*** reúne quatorze capítulos organizados em quatro eixos temáticos: **Território, mudanças ambientais e conservação; Solo, biodiversidade e agroecossistemas sustentáveis; Produção sustentável, manejo e organização dos sistemas produtivos; e Economia circular, transformações ambientais e história da agricultura.** Em conjunto, os trabalhos propõem um percurso que parte de questões ambientais e territoriais amplas e avança em direção ao funcionamento dos agroecossistemas, às estratégias de produção sustentável e às transformações históricas das relações entre agricultura, recursos e paisagem.

O primeiro eixo reúne estudos voltados às mudanças ambientais, à vulnerabilidade territorial, à soberania alimentar e à conservação de áreas naturais. As análises destacam como clima, uso da terra, planejamento territorial, políticas de desenvolvimento e participação comunitária interferem diretamente na relação entre sociedade e ambiente. A vulnerabilidade de áreas costeiras diante da elevação do nível do mar, por exemplo, envolve não apenas fatores físicos, mas também infraestrutura, uso do solo, planejamento e capacidade adaptativa. Da mesma forma, a soberania alimentar é discutida a partir das disputas pelo território, pela terra e pela água e das diferentes formas de organização da produção rural.

No segundo eixo, o olhar se volta ao solo, à biodiversidade e ao funcionamento dos agroecossistemas. A agricultura regenerativa é apresentada como uma abordagem sistêmica voltada à recuperação da saúde e da funcionalidade do solo, com princípios relacionados à redução da perturbação, à cobertura permanente, à diversidade e à integração planejada entre componentes do sistema produtivo. Os estudos sobre fungos micorrízicos, bactérias rizosféricas e recursos fitogenéticos ampliam essa discussão ao abordar diferentes dimensões da biodiversidade e de sua importância ecológica. As interações entre organismos e solo, a participação de microrganismos nos processos de transformação da matéria orgânica e a conservação da diversidade vegetal evidenciam a relevância dos recursos biológicos para o funcionamento dos ecossistemas e para o desenvolvimento de estratégias de conservação e uso sustentável.

O terceiro eixo aborda diferentes estratégias de aprimoramento dos sistemas produtivos, considerando aspectos técnicos, ecológicos e organizacionais. São discutidas alternativas como a utilização de microrganismos benéficos para reduzir a dependência da fertilização mineral, o emprego de alimentos vivos na aquicultura, o comportamento e o manejo de bovinos autóctones em sistemas extensivos de montanha e formas coletivas de organização e comercialização entre pequenos produtores. Os trabalhos demonstram que a sustentabilidade da produção depende não apenas da eficiência no uso dos recursos, mas também da adequação das práticas de manejo, da conservação da paisagem e das condições de organização econômica e social dos produtores.

Por fim, o quarto eixo estabelece um diálogo entre aproveitamento de recursos, transformação ambiental e história da agricultura. O estudo sobre a utilização da casca de noz para a produção de carvão ativado examina os requisitos técnicos e de investimento associados à valorização de resíduos agroindustriais, em consonância com os princípios da economia circular. Os dois capítulos seguintes ampliam a perspectiva temporal ao investigar as relações entre agricultura, clima, desmatamento e transformações sociopolíticas nas terras baixas maias, bem como os conhecimentos, as tecnologias de manejo da água e as intervenções sobre a paisagem desenvolvidos no contexto da agricultura andina e inca. Em conjunto, esses trabalhos permitem considerar diferentes formas de utilização e transformação dos recursos naturais, desde experiências históricas de organização agrícola até propostas contemporâneas de valorização de materiais e processos produtivos.

A diversidade dos capítulos reunidos neste volume evidencia que os desafios ambientais e agrícolas contemporâneos não podem ser compreendidos de forma isolada. Solo, água, biodiversidade, território, produção, tecnologia e organização social constituem dimensões interdependentes de sistemas em constante transformação.

Ao integrar estudos sobre conservação, sustentabilidade, produção e história da agricultura, este volume contribui para ampliar o debate sobre formas mais equilibradas de relação entre sociedade, sistemas produtivos e ambiente, valorizando tanto a inovação científica quanto o conhecimento acumulado ao longo do tempo.

Boa leitura!

Eduardo Eugênio Spers

SUMÁRIO

TERRITÓRIO, MUDANÇAS AMBIENTAIS E CONSERVAÇÃO

CAPÍTULO 1..... 1

VULNERABILITY DUE TO RISING SEA LEVELS IN THE COLOMBIAN CARIBBEAN

Johan Andrés Avendaño Arias
Leonardo Santana Bohorquez
Ivan Dario Camacho Puerto
Gustavo Enrique Ramírez Gómez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263211

CAPÍTULO 2..... 33

CONFIGURACIÓN TERRITORIAL DE LA SOBERANÍA ALIMENTARIA: EXPLORANDO LAS TERRITORIALIDADES RURALES EN FONSECA, COLOMBIA

Elkis Peñaranda Pinto

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263212

CAPÍTULO 3..... 50

CREACIÓN Y DESARROLLO DE UN CENTRO DE PROMOCIÓN AMBIENTAL MATLALCUÉYATL PARA LA RECUPERACIÓN Y CONSERVACIÓN DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS: CASO: ZITLALTEPEC, TLAXCALA, MÉXICO

Fernando Mohedano López

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263213

SOLO, BIODIVERSIDADE E AGROECOSSISTEMAS SUSTENTÁVEIS

CAPÍTULO 4..... 65

AGRICULTURA REGENERATIVA: PRINCIPIOS Y PRÁCTICAS PARA RECUPERAR EL SUELO Y FORTALECER LOS AGROECOSISTEMAS

Benigno Rivera-Hernández
José Jesús Obrador-Ólán
Eustolia García-López
José Francisco Juárez-López
Eugenio Carrillo-Ávila

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263214

CAPÍTULO 5..... 81

FUNCTIONAL ROLE OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI IN AGGREGATE FORMATION, BIODIVERSITY, AND EDAPHIC FUNCTIONING

Sud Sair Sierra

Raúl Hernando Posada

Johanna Santamaría

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263215

CAPÍTULO 6..... 108

ASLAMIENTO DE BACTERIAS DEGRADADORAS DE LIGNINA DE SUELO RIZOSFERICO DE *QUERCUS SPP.*

Iván Hernández Portillo

Yadira Cornejo Silva

María Yolanda Ríos Gómez

Ramiro Ríos Gómez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263216

CAPÍTULO 7..... 115

PHYTOGENETIC RESOURCES OF THE GENUS *Lupinus* IN BAJA CALIFORNIA: EXPLORATION AND *in situ* CHARACTERIZATION STRATEGIES

Guadalupe Minerva Torres Alfaro

María Nancy Herrera-Moreno

Jesús Alicia Chávez-Medina

Kalina Bermúdez Torres

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263217

PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL, MANEJO E ORGANIZAÇÃO DOS SISTEMAS PRODUTIVOS

CAPÍTULO 8..... 120

MICROORGANISMOS BENEFICIOSOS COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE LA FERTILIZACIÓN MINERAL EN EL CULTIVO DE ARROZ EN UN SUELO DE BAJA OFERTA NUTRICIONAL

Eliecer Miguel Cabrales Herrera

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263218

CAPÍTULO 9.....139

THE GREAT UNKNOWN: USE OF LIVE FOOD IN AQUACULTURE

Marco Polo Franco Archundia

Héctor Eduardo Franco-Cotero

Jimena Ramos

Luis Ángel Fabro-Leal

Fátima Getsemaní Osorio-Arce

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263219

CAPÍTULO 10 150

COMPORTAMENTO E MANEIO DE BOVINOS AUTÓCTONES NAS MONTANHAS DO NORTE DE PORTUGAL

Marco André de Almeida Fernandes

Gustavo Paixão

Joaquim Lima Cerqueira

José Pedro Araújo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25092632110

CAPÍTULO 11.....167

REMATE GANADERO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES: MÉTODO DE EVALUACIÓN FODA

Félix Cavour Ferrari

María Elena Fretes

José Braulio Silvero

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25092632111

ECONOMIA CIRCULAR, TRANSFORMAÇÕES AMBIENTAIS E HISTÓRIA DA AGRICULTURA

CAPÍTULO 12 175

INVERSIÓN TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DE CARBÓN ACTIVADO A PARTIR DE CÁSCARA DE NUEZ EN DELICIAS, CHIHUAHUA

Marina Imelda Terrazas Gómez

Luisa Patricia Uranga Valencia

Sandra Pérez Álvarez

Víctor Hugo Villarreal Ramírez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25092632112

CAPÍTULO 13187

¿LA AGRICULTURA DESTRUYÓ A LOS MAYAS? SEQUÍAS, DEFORESTACIÓN Y COLAPSO EN LAS TIERRAS BAJAS MAYAS

Humberto Álvarez Sepúlveda

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25092632113

CAPÍTULO 14 200

¿CULTIVARON LOS INCAS EN EL DESIERTO? AGRICULTURA, AGUA Y TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE EN EL IMPERIO INCA

Humberto Álvarez Sepúlveda

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25092632114

SOBRE O ORGANIZADOR.....212

ÍNDICE REMISSIVO213

CAPÍTULO 10

COMPORTAMENTO E MANEIO DE BOVINOS AUTÓCTONES NAS MONTANHAS DO NORTE DE PORTUGAL

Data de submissão: 10/09/2026

Data de aceite: 21/09/2026

Marco André de Almeida Fernandes

PhD Candidate em Investigación
Agraria y Forestal pela
Universidad de Santiago de Compostela
Investigador-Agricultor em Agroecologia,
Pecuária Extensiva, Herbivoria Pírca e
Restauro pós-fogo
Universidade Politécnica de
Viana do Castelo, 4900-347
Viana do Castelo, Portugal
<https://orcid.org/0009-0003-4883-2420>

Gustavo Paixão

Centro de Investigação e
Desenvolvimento em Sistemas
Agro-alimentares e Sustentabilidade
(CISAS)
Universidade Politécnica de Bragança
5300-253, Bragança, Portugal
<https://orcid.org/0000-0002-9753-8370>

Joaquim Lima Cerqueira

Centro de Investigação e
Desenvolvimento em Sistemas
Agro-alimentares e Sustentabilidade
(CISAS)
Universidade Politécnica de
Viana do Castelo, 4900-347
Viana do Castelo, Portugal
<https://orcid.org/0000-0003-0022-2749>

José Pedro Araújo

Centro de Investigação de
Montanha (CIMO)
Escola Superior Agrária
Universidade Politécnica de
Viana do Castelo, 4900-347
Viana do Castelo, Portugal
<https://orcid.org/0000-0002-1232-3160>

RESUMO: Os sistemas de pastoreio extensivo de montanha no Norte e Centro de Portugal, protagonizados por raças autóctones como a Cachena, a Maronesa, a Barrosã, a Arouquesa, a Marinhova, a Minhota e a Mirandesa desempenham um papel crucial na gestão da paisagem, na prevenção de incêndios rurais e na conservação da biodiversidade. Esta revisão sistematiza os dados disponíveis sobre o comportamento destes animais e a sua interação com o território. A literatura específica para estas raças portuguesas é praticamente inexistente, com exceção de referências pontuais à Maronesa em projetos de conservação. Os dados disponíveis provêm maioritariamente de estudos realizados noutros sistemas de montanha europeus, nomeadamente nos Alpes, com outras raças. Da literatura consultada resultam os seguintes dados quantitativos: os bovinos dedicam 7,2 a 7,7 horas diárias ao pastoreio em montanha; a distância média diária percorrida é de 1,68 km; o período de descanso ótimo da pastagem

varia entre 18 dias (maio-junho) e 36 dias (agosto-setembro); raças rústicas podem reduzir a cobertura arbustiva em 4 a 8% e aumentar a riqueza específica; a frequência cardíaca aumenta 5% por cada 10% de declive e 3% por cada unidade do índice de temperatura e humidade acima de 70. No entanto, a realidade das montanhas do Norte e Centro de Portugal apresenta cargas animais significativamente mais baixas do que as recomendadas na literatura internacional. Enquanto Dumont et al. (2007) indicam que a carga animal de 1,0 a 1,4 CN/ha permite o equilíbrio ótimo entre a produção animal e os objetivos de conservação da pastagem em sistemas de montanha na Europa Central, as cargas praticadas em Portugal variam entre 0,2 e 0,4 CN/ha em pastagens arbustivas e baldios, e entre 0,8 e 1,2 CN/ha nos lameiros de regadio. Esta disparidade tem implicações profundas para a gestão do território, a prevenção de incêndios e a conservação da paisagem. As principais lacunas de dados incluem a quantificação dos padrões de deslocação, a caracterização da dieta, a avaliação dos efeitos do pisoteio e a influência do abrigo no comportamento das raças Cachena, Maronesa e Barrosã. A investigação futura deve recorrer a tecnologias de precisão (GPS, sensores) para colmatar estas lacunas e avaliar o potencial de aumento da carga animal como ferramenta de gestão da paisagem. **PALAVRAS-CHAVE:** comportamento animal; fenologia; GPS tracking; raças autóctones; pastoreio extensivo; pisoteio; encabeçamento.

1. INTRODUÇÃO

As regiões de montanha do Norte e Centro de Portugal, como a Serra da Estrela, o Gerês, o Marão ou Montemuro, definidas como territórios acima dos 700 metros de altitude, caracterizam-se por condicionantes abióticas que restringem as alternativas produtivas. Os invernos rigorosos e prolongados, a secura estival, a reduzida qualidade dos solos e a fraca aptidão agrícola tornam a agricultura intensiva inviável, confiando à pastorícia extensiva um papel central na economia e na gestão do território. As raças bovinas autóctone são, neste contexto, recursos genéticos de valor inestimável, adaptados ao consumo de uma forragem mista de arbustos e plantas herbáceas e a terrenos acidentados.

O pastoreio extensivo de montanha produz externalidades positivas que ultrapassam a esfera produtiva. A atividade pastoril contribui para a manutenção de paisagens em mosaico, para a redução da carga combustível e do risco de incêndio, e para a conservação de habitats e da biodiversidade. Estudos realizados nos Alpes demonstram que o pastoreio com raças como a *Highland cattle*, pode reduzir a cobertura arbustiva em áreas em áreas de montanha entre 4% e 8% e aumentar a diversidade vegetal, mesmo 15 anos após a introdução dos animais (Mochi et al., 2026). Por outro lado, o abandono da pastorícia, verificado nas últimas décadas, conduz à expansão de vegetação arbustiva, ao aumento da biomassa combustível e à perda de diversidade biológica.

No entanto, é fundamental reconhecer que a realidade das montanhas portuguesas apresenta especificidades que a distinguem dos sistemas de montanha da Europa Central, nomeadamente ao nível das cargas animais praticadas. Enquanto a literatura internacional recomenda cargas de 1,0 a 1,4 CN/ha para o equilíbrio entre produção animal e conservação da pastagem (Dumont et al., 2007), as montanhas do Norte e Centro de Portugal operam com cargas significativamente mais baixas, condicionadas pela fraca aptidão agrícola dos solos e pelo clima adverso. Esta disparidade tem implicações profundas para a gestão do território e para a eficácia do pastoreio como ferramenta de prevenção de incêndios.

A gestão eficaz destes sistemas exige, contudo, um conhecimento aprofundado da interação entre o comportamento animal, as condições do terreno, a vegetação e o clima. O presente artigo revisa a literatura existente sobre o comportamento das raças bovinas autóctones em pastoreio extensivo de montanha, identificando conhecimentos consolidados, lacunas de investigação e propondo linhas de investigação futura.

2. METODOLOGIA DE REVISÃO

A presente revisão baseou-se na consulta de bases de dados científicas (Scopus, Web of Science, PubMed) e repositórios institucionais, utilizando combinações de termos como “cattle behaviour”, “mountain pasture”, “grazing behaviour”, “GPS tracking”, “diet selection”, “soil compaction”, “Cachena”, “Maronesa”, “Barrosã” e “autochthonous breeds”. Foram incluídos estudos publicados entre 2003 e 2026, privilegiando aqueles com abordagens quantitativas e metodologias de precisão (GPS, sensores, modelação). Foram adotados como critérios de inclusão: (i) estudos publicados em revistas com revisão por pares; (ii) com dados quantitativos sobre comportamento, dieta, ocupação do espaço ou efeitos do pastoreio; (iii) realizados em sistemas de montanha ou pastagens extensivas. Foram excluídos estudos em sistemas intensivos ou de confinamento e publicações sem revisão por pares.

3. COMPORTAMENTO EM REGIME DE PASTOREIO LIVRE

3.1. ATIVIDADE, RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E DESLOCAÇÕES

Os estudos sobre comportamento de bovinos em pastoreio extensivo de montanha, embora escassos para as raças específicas do Norte de Portugal, oferece evidências consolidadas para outras regiões e raças. Trabalhos com recurso a sensores GPS e de frequência cardíaca (*biologging*), demonstram que os bovinos dedicam entre

7,2 e 7,7 horas por dia à atividade de pastoreio, com padrões bimodais influenciados pela temperatura e disponibilidade de forragem (Ceppatelli et al., 2024).

Ceppatelli et al. (2024) utilizaram um sistema de biologging com GPS e sensores de frequência cardíaca em seis vacas leiteiras em pastagens alpinas de verão. O sensor GPS alcançou uma eficiência de aquisição de posições superior a 90%, permitindo inferir comportamentos (repouso, pastoreio, deslocação) com elevada precisão. A frequência cardíaca dos animais mostrou variações significativas com o comportamento e a hora do dia, sendo mais elevada durante o pastoreio e a deslocação – com aumentos de 20% a 30% e 40% a 50%, respetivamente, em relação ao repouso – e aumentando com o declive e o índice de temperatura e humidade (THI). Especificamente, a frequência cardíaca aumentou 5% por cada 10% de aumento do declive e 3% por cada unidade do THI acima de 70 (Ceppatelli et al., 2024). Raniolo et al. (2024) confirmaram estes resultados, demonstrando que o sistema é adequado para monitorizar movimentos, comportamento e respostas fisiológicas de bovinos em pastoreio, com uma precisão de posicionamento inferior a 2 metros em céu aberto e 3 metros sob coberto arbóreo. Este tipo de abordagem metodológica poderá ser utilizado para quantificar com precisão o tempo de pastoreio, as distâncias percorridas e os ritmos diários das raças Cachena, Barrosã e Maronesa.

A distância média diária percorrida por bovinos em sistemas de montanha é de cerca de 1,68 km, valor inferior ao registado para ovinos (2,85 km) no mesmo sistema (Kohler et al., 2006). A capacidade de carga da pastagem e a disponibilidade de alimento influenciam o consumo diário, mas a influência direta na distância percorrida não foi detalhada nos resultados disponíveis.

Para as raças do Norte de Portugal, a informação específica é praticamente inexistente. A única exceção é a Maronesa, referenciada em projetos de *rewilding* e conservação, onde os animais, em regime semisselvagem, desenvolvem comportamentos mais próximos de espécies selvagens, como maior elusividade e defesa contra predadores (LIFE-Maronesa, 2025). O estudo com Highland cattle nos Alpes, conduzido por Mochi et al. (2026), mostra que, embora os animais selecionam áreas de pastagem aberta, vão gradualmente entrando em zonas invadidas por arbustos, adaptando-se ao habitat com o tempo. Este dado sugere que o contexto de manejo e a experiência dos animais influenciam significativamente o comportamento, o que deve ser considerado na gestão das raças autóctones portuguesas.

3.2. SELETIVIDADE ALIMENTAR E DIETA

A composição da dieta de bovinos em sistemas de montanha é influenciada pela fenologia da pastagem. O estudo de Dumont et al. (2007), realizado numa pastagem de montanha em França, demonstrou que novilhas selecionam consistentemente dietas dominadas por leguminosas, evitando gramíneas em fase reprodutiva, independentemente da carga animal ou da estação do ano. Os animais apresentaram um padrão típico de “pastoreio em manchas” (*patch grazing*), continuando a pastar áreas previamente utilizadas, mantendo a seleção por manchas de pasto curto de melhor qualidade, especialmente a cargas animais mais baixas. Esta seletividade diminui no final da estação de pastoreio, quando a qualidade da forragem disponível se torna mais homogénea.

Os resultados de Dumont et al. (2007) indicam ainda que, a uma carga animal de 1,0 CN/ha, é possível obter o equilíbrio ótimo entre a produção animal e os objetivos de conservação da pastagem. A uma carga baixa (0,6 CN/ha), a biomassa total permanece elevada e a heterogeneidade da pastagem é mantida, enquanto a uma carga elevada (1,4 CN/ha), a quantidade de forragem disponível no final da estação aproxima-se de níveis limitantes para a performance animal.

No entanto, é fundamental contextualizar estes valores face à realidade das montanhas do Norte e Centro de Portugal. Neste território, a fraca aptidão agrícola dos solos e o clima adverso condicionam significativamente a capacidade de carga das pastagens. Distinguem-se, assim, segundo Aguiar et al., 2009, duas realidades distintas, (i) Pastagens arbustivas e baldios onde a capacidade de carga ronda geralmente os 0,2 a 0,4 CN/ha. Valores superiores provocam sobrepastoreio, aumentando o consumo da vegetação e acelerando a erosão do solo. Esta é a realidade da maioria dos territórios de montanha em Portugal, onde a vegetação espontânea e arbustiva domina a paisagem e (ii) Lameiros (sequeiro/regadio) onde devido à fertilidade superior e ao sistema ancestral de rega, estas pastagens aguentam cargas maiores, situando-se habitualmente entre 0,8 e 1,2 CN/ha durante a época de crescimento da biomassa herbácea. Os lameiros representam, contudo, uma proporção reduzida da superfície total das montanhas portuguesas.

Esta disparidade entre os valores da literatura internacional (0,6 a 1,4 CN/ha) e a realidade portuguesa (0,2 a 0,4 CN/ha em baldios; 0,8 a 1,2 CN/ha em lameiros) apresenta implicações profundas. A pressão de pastoreio na generalidade do território de montanha português é comparativamente muito baixa, o que resulta em subutilização da pastagem, acumulação de biomassa combustível e, consequentemente, maior risco de incêndio. Nas pastagens arbustivas e baldios, a carga real de 0,2 a 0,4 CN/ha é insuficiente para

controlar a vegetação espontânea e reduzir a carga combustível, sendo este um dos fatores que contribui para o aumento do risco de incêndio rural.

Para as raças do Norte de Portugal, a literatura sobre a composição da dieta é omissa. Contudo, a experiência com *Highland cattle*, raça também rústica, indica que a proporção de plantas lenhosas na dieta pode variar entre 15% e 46%, fazendo destes animais uma ferramenta eficaz para contrariar a expansão de arbustos e restaurar a diversidade vegetal de pastagens invadidas por estas espécies, melhorando o valor intrínseco da pastagem (Mochi et al., 2026). A realização de estudos de dieta, utilizando técnicas como a análise de n-alcanos fecais ou a observação direta, seria fundamental para caracterizar a seletividade alimentar sazonal das raças bovinas de montanha, especialmente tendo em conta a baixa pressão de pastoreio e a necessidade de avaliar o potencial destas raças para o controlo da vegetação arbustiva.

4. UTILIZAÇÃO E PROCURA DE ZONAS DE ÁGUA E ABRIGO

A distribuição dos animais no terreno não é aleatória, sendo a procura por água e abrigo um dos fatores determinantes para a ocupação do espaço. Estudos com GPS mostram que os bovinos preferem áreas próximas a pontos de água, especialmente em períodos de seca (Kohler et al., 2006), e que a frequência cardíaca aumenta 3% por cada unidade do THI acima de 70, refletindo o stress térmico e a consequente procura de água e sombra (Ceppatelli et al., 2024).

Para as raças em análise, não existem estudos que quantifiquem a frequência de visita a pontos de água ou que avaliem a influência da proximidade a água no comportamento das raças Cachena, Barrosã ou Maronesa. No contexto das montanhas portuguesas, com cargas animais baixas (0,2 a 0,4 CN/ha em baldios), a distribuição dos animais pode ser ainda mais influenciada pela localização de pontos de água, uma vez que a baixa densidade de animais pode levar a uma ocupação mais dispersa e seletiva do território.

A procura de abrigo, seja contra intempéries (frio, vento) ou contra a insolação intensa, é menos documentada. A presença de bosques ou formações arbustivas pode oferecer refúgio aos animais, sendo este um aspeto particularmente relevante em sistemas de montanha, onde as condições climáticas são adversas. O projeto LIFE-Maronesa (2025) prevê que os animais em regime extensivo necessitem de “refúgios para o frio ou para as inclemências do sol”, sugerindo que a vegetação arbórea e arbustiva desempenha esta função. Os estudos com *Highland cattle*, ao documentarem a entrada progressiva dos animais em áreas de arbustos, sugerem que estas áreas podem servir

simultaneamente como fonte de alimento e como abrigo (Mochi et al., 2026). A influência do abrigo no comportamento e no bem-estar das raças bovinas de montanha permanece, contudo, por investigar.

5. PADRÕES DE OCUPAÇÃO DO ESPAÇO

Os padrões de ocupação do espaço são moldados por fatores topográficos, pela disponibilidade de recursos e pela gestão humana. O estudo de Kohler et al. (2006) numa pastagem arborizada de montanha, revelou que os diferentes efeitos do pastoreio (remoção de forragem, deposição de fezes, pisoteio) apresentam padrões espaciais distintos e são correlacionados com diferentes variáveis ambientais. A remoção de forragem mostrou uma forte correlação com a gestão e com a presença de estruturas antropogénicas, enquanto os padrões de pisoteio e de deposição de fezes foram mais influenciados por variáveis naturais, como a topografia. As correlações entre os diferentes efeitos do gado não foram significativas, sugerindo que modelos de gestão que tratam a pressão de pastoreio como uma variável única podem ser insuficientes para descrever a complexidade da interação animal-vegetação. Os padrões espaciais enfraqueceram ao longo da estação para o pastoreio e o pisoteio, enquanto os padrões de deposição de fezes se mantiveram relativamente estáveis.

Em sistemas extensivos portugueses, as áreas efetivamente pastoreadas podem ser inferiores a 5% da área total do prado, evidenciando uma forte heterogeneidade na ocupação do espaço (Duarte, 2022). Esta realidade é particularmente relevante no contexto das montanhas do Norte e Centro de Portugal, como exposto já anteriormente, onde as cargas animais são baixas e a vegetação arbustiva ocupa vastas extensões, resultando numa pressão de pastoreio difusa e concentrada em áreas específicas (ex: lameiros, zonas planas, proximidade a água). A literatura com recurso a estudos com GPS mostra que os bovinos preferem terrenos planos ou de baixo declive, evitando áreas íngremes. Contudo, raças adaptadas à montanha, como a Tarentaise nos Alpes, demonstram maior aptidão para utilizar terrenos acidentados. Este dado sugere que as raças Cachena, Maronesa e Barrosã, historicamente selecionadas para serras como o Gerês, o Marão e o Alvão, poderão apresentar uma maior tolerância a declives do que raças de planície. Os estudos com Highland cattle mostram que os animais se movem preferencialmente em áreas de pastagem, mas que, com o tempo, vão explorando zonas arbustivas, sugerindo uma adaptação gradual ao habitat (Mochi et al., 2026).

6. EFEITOS DO PISOTEIO NO TERRENO E NA VEGETAÇÃO

O pisoteio dos bovinos constitui um dos principais mecanismos de impacto sobre a estrutura do solo e a vegetação em sistemas de pastoreio extensivo. A compactação do solo, definida como o aumento da densidade aparente e a redução da porosidade, afeta negativamente o arejamento, a infiltração de água e o crescimento radicular, comprometendo a produtividade da pastagem e a ciclagem de nutrientes (Soane & Van Ouwerkerk, 1995). A quantificação da compactação do solo utiliza indicadores como a densidade aparente, a resistência à penetração (Cone Index, CI), a capacidade de arejamento e a condutividade hidráulica saturada, sendo que os valores críticos variam com o tipo de solo, o teor de matéria orgânica e as condições climáticas locais (Lipiec & Hatano, 2003). Richer-de-Forges et al. (2024) demonstraram a utilidade das observações de campo para avaliar o comportamento do solo à compactação, propondo indicadores que relacionam a densidade aparente e o teor de argila para definir classes de limitação ao enraizamento.

Em ecossistemas mediterrânicos como o Montado, Serrano et al. (2023) quantificaram o efeito do pisoteio de bovinos (raças Mertolenga e Alentejana) utilizando o Cone Index (CI) como indicador de compactação. O estudo revelou que o pisoteio resultou numa compactação significativa do solo fora da copa das árvores (OTC) nas três camadas consideradas (0–0,10 m; 0,10–0,20 m; 0,20–0,30 m) e em todas as datas de avaliação. Sob a copa das árvores (UTC), o efeito do pisoteio foi significativo apenas na camada superficial (0–0,10 m), com uma tendência para maior CI em profundidades superiores a 0,10 m em zonas com menor presença animal. Estes resultados sugerem que a copa das árvores exerce um efeito protetor sobre o solo, provavelmente devido à acumulação de matéria orgânica e ao suporte estrutural proporcionado pelas raízes (Serrano et al., 2023). Os mesmos autores verificaram que o CI se correlacionou significativamente com o teor de humidade do solo (SMC) e com a condutividade elétrica aparente (ECa), demonstrando o potencial da utilização de ferramentas de agricultura de precisão para monitorizar a compactação. Além disso, o estudo de Serrano et al. (2026) confirmou que a humidade do solo tem um efeito negativo e significativo no CI ($r = -0,381$; $p < 0,05$), indicando que solos mais húmidos são mais vulneráveis à compactação pelo pisoteio. De forma análoga, De Souza et al. (2026), estudando solos sob carvalho (*Quercus pyrenaica* e *Q. rotundifolia*) no Parque Natural de Montesinho, concluíram que o pastoreio tem efeitos significativos na compactação, particularmente em solos rasos (Leptossolos) característicos das montanhas do Nordeste de Portugal.

O estudo de Kohler et al. (2006) numa pastagem arborizada de montanha na Suíça demonstrou que o pisoteio é um dos efeitos dos animais com padrões espaciais próprios, que se enfraquecem ao longo da estação de pastoreio, e que não está correlacionado com a intensidade da remoção de forragem. Isto sugere que as áreas mais pisoteadas não são necessariamente as mais pastadas, podendo corresponder a zonas de passagem ou de concentração de animais (ex: junto a pontos de água, portões, zonas de sombra). A literatura confirma que a pressão estática exercida por uma vaca é de cerca de 160–190 kPa, podendo ser significativamente superior durante o movimento, quando nem todos os cascos estão em contacto com o solo (Serrano et al., 2023; Drewry et al., 2008; Jordon, 2009). Este valor é consideravelmente superior ao exercido por ovinos (aproximadamente 80 kPa), o que torna os bovinos agentes de compactação particularmente relevantes.

Em pastagens de montanha na Áustria, o pisoteio intensivo de bovinos levou a uma compactação substancial do solo, à deterioração da sua estrutura e a alterações na composição de espécies vegetais (EGU, 2015). Stankovičová et al. (2008), numa pastagem de montanha na Eslováquia (altitude 920 m), verificaram que a resistência à penetração aumenta com a profundidade e que o pisoteio animal cria zonas excessivamente compactas, particularmente a profundidades de 0,70–1,05 m, que impedem a drenagem. Ludvíková et al. (2014), numa experiência de 12 anos em pastagem temperada, demonstraram que o pastoreio a longo prazo por grandes herbívoros tem um efeito significativo na compactação do solo, com valores mais baixos no tratamento “sem pisoteio”. As espécies formadoras de comunidades de pastagem dependem essencialmente de dois tipos de distúrbio: a desfolhação regular pelo pastoreio e o pisoteio regular pelos cascos, causando elevado grau de compactação do solo e rutura do coberto herbáceo (Ludvíková et al., 2014). Adicionalmente, Blanco-Sepúlveda et al. (2024) concluíram que a densidade aparente e a capacidade de infiltração são as propriedades-chave para identificar áreas afetadas pelo pisoteio em sistemas de montanha mediterrânicos, embora a relação com a carga animal não seja linear e dependa de fatores ambientais.

A aplicação de tecnologias de precisão tem revolucionado a monitorização dos efeitos do pisoteio. Serrano et al. (2023) e Serrano et al. (2024) demonstraram a utilidade da combinação de sensores de Cl, ECa, GPS collars e NDVI (a partir de imagens Sentinel-2) para avaliar o efeito do pisoteio. O NDVI mostrou potencial para monitorizar o efeito do pisoteio durante a fase de pico de produção da pastagem na primavera, com maior vigor vegetativo em áreas com menor pisoteio (Serrano et al., 2023). O estudo de Serrano et al. (2026) acrescenta que a aplicação de calcário dolomítico em sistemas silvopastoris pode mitigar os efeitos da compactação, melhorando as propriedades físicas do solo.

Nas condições específicas das montanhas do Norte e Centro de Portugal, com cargas animais entre 0,2 e 0,4 CN/ha em baldios, o efeito do pisoteio é provavelmente menos acentuado do que em sistemas com cargas mais elevadas, uma vez que a baixa densidade de animais reduz a pressão direta sobre o solo (Serrano et al., 2023; 2026). No entanto, a concentração dos animais em áreas específicas, próximas a água, lameiros, zonas planas, locais de sombra, pode criar focos de compactação localizada, mesmo com cargas globais baixas (Kohler et al., 2006; Serrano et al., 2023). Nos lameiros, onde as cargas são mais elevadas (0,8 a 1,2 CN/ha), o efeito do pisoteio pode ser mais significativo, especialmente em períodos de maior humidade, quando a vulnerabilidade do solo à compactação é máxima (Stankovičová et al., 2008; Serrano et al., 2023). Este fenómeno é particularmente relevante em sistemas de montanha, onde o solo está frequentemente saturado durante os meses de outono e inverno.

Para as raças Cachena, Barrosã e Maronesa, não existem estudos específicos sobre os efeitos do pisoteio. Esta é uma das lacunas mais significativas identificadas. A literatura existente sugere, no entanto, que raças de menor produtividade, como a Highland Cattle, exercem menor pressão estática sobre o solo devido à relação mais favorável entre o peso corporal e a área do casco (Pauler et al., 2020; Serrano et al., 2023). Serrano et al. (2023) estimaram que, para as raças Mertolenga (400 kg) e a Alentejana (600 kg), a pressão estática exercida em cada ponto de contacto é de aproximadamente 100 a 150 kPa, valor que pode ser significativamente ultrapassado durante o movimento. Estes dados sugerem que raças mais leves, como a Cachena, poderão ter um impacto de pisoteio inferior ao de raças mais pesadas, como a Barrosã e a Maronesa.

Esta revisão recomenda a realização de estudos específicos para as raças autóctones portuguesas, utilizando metodologias como a medição da resistência à penetração (Cone Index), a densidade aparente e a infiltração de água, em áreas com diferentes intensidades de uso, considerando a topografia, o tipo de solo, a estação do ano e a humidade do solo. A integração de tecnologias de precisão (GPS, sensores de ECa, imagens de satélite) permitirá uma monitorização detalhada e uma gestão sustentável do pastoreio, minimizando os efeitos negativos do pisoteio e promovendo a conservação da paisagem (Serrano et al., 2023; 2024; 2026; De Souza et al., 2026).

7. COMPORTAMENTO FENOLÓGICO E SAZONAL DA PASTAGEM

A fenologia da pastagem, ou seja, o ciclo de crescimento e maturação das plantas, é o principal fator que molda o comportamento alimentar dos bovinos em sistemas de montanha. A estação de crescimento é limitada pela altitude e pelo clima, iniciando-se na

primavera e prolongando-se até ao verão, e uma segunda estação com início no outono até ao começo do inverno. Com a maturação da pastagem, a qualidade nutricional diminui, levando os animais a ajustar a dieta e o tempo de pastoreio. O estudo de Dumont et al. (2007) mostra que a seleção por manchas de pasto curto diminui no final da estação, com os animais a apresentarem menor seletividade quando a oferta de forragem de qualidade é reduzida. A carga animal influencia este processo: a uma carga baixa (0,6 CN/ha), a biomassa total permanece elevada e a heterogeneidade da pastagem é mantida, enquanto a uma carga elevada (1,4 CN/ha), a quantidade de forragem disponível no final da estação se aproxima de níveis limitantes para a performance animal (Dumont et al., 2007).

As montanhas do Norte e Centro de Portugal, nomeadamente nos baldios, a biomassa total permanece elevada durante toda a estação, contribuindo para a acumulação de combustível e para o risco de incêndio. Este é um dos principais desafios da gestão das pastagens de montanha em Portugal: a carga animal é insuficiente para consumir a biomassa produzida, resultando num excedente de matéria seca que se acumula e aumenta a probabilidade de ocorrência e propagação de incêndios rurais.

Voisin (1959), na sua obra *Grass Productivity*, estabeleceu os princípios fundamentais para a gestão sazonal da pastagem, demonstrando que o período de descanso entre pastoreios não é fixo, mas deve variar com a estação. Na região da Normandia, Voisin observou que o período de descanso ideal poderia ser de 14 a 18 dias em maio, mas de 28 a 36 dias no final de julho e agosto, devido à desaceleração do crescimento da pastagem. Este princípio da variação sazonal do período de descanso é fundamental para a gestão de pastagens em montanha, embora a sua aplicação em sistemas com cargas tão baixas como as praticadas em Portugal exija uma adaptação significativa.

A transumância, movimento sazonal entre pastagens de inverno (vale, lameiros) e de verão (montanha), é um sistema tradicional de gestão que otimiza a exploração da fenologia da pastagem. Nas regiões de montanha do Norte e Centro de Portugal, este sistema é referido como uma forma ancestral de pastoreio. Para as raças Cachena, Barrosã e Maronesa, a transumância é uma prática histórica, embora atualmente em declínio. A compreensão da dinâmica fenológica é essencial para definir cargas animais adequadas e evitar o sobrepastoreio ou a subutilização dos recursos forrageiros.

8. CRITÉRIOS PARA A CONSIDERAÇÃO DE DUAS ÉPOCAS SAZONAIS

Existem diferenças claras no comportamento de pastoreio entre o verão e o inverno, ou entre a estação seca e a estação chuvosa. Para a gestão dos sistemas de

montanha do Norte e Centro de Portugal, a divisão em duas épocas – “**estação de crescimento**”(primavera/outono) e “**estação de dormência**” (verão/inverno) – é mais relevante do que as quatro estações convencionais. Esta divisão é particularmente importante no contexto português, onde a fenologia da pastagem é marcada por um período de crescimento ativo durante a primavera, início do verão e outono, e por um período de dormência ou senescência durante o verão seco e o inverno rigoroso.

Os critérios para esta divisão devem basear-se em indicadores ecológicos e de gestão, nomeadamente, na **disponibilidade de biomassa**: período em que a pastagem apresenta crescimento ativo (vegetativo) versus período em que a pastagem está seca ou dormente. Voisin (1959) quantificou esta diferença, indicando que o período de descanso ótimo é de 14 a 18 dias durante o crescimento ativo (maio-junho) e de 28 a 36 dias durante o crescimento lento (agosto-setembro). Nas montanhas do Norte e Centro de Portugal, onde as cargas animais são baixas, em particular nas áreas de baldio, a pressão de pastoreio é insuficiente para consumir a biomassa produzida, resultando num excedente de matéria seca que contribui para a carga combustível. Esta realidade exige uma gestão diferenciada, que considere a necessidade de aumentar a pressão de pastoreio durante a estação de crescimento para reduzir a biomassa acumulada.

Na qualidade nutricional, o teor de proteína bruta e fibra da pastagem, que determina o valor forrageiro e influencia a seletividade alimentar dos animais. Dumont et al. (2007) demonstraram que a seletividade dos animais é elevada durante o período de crescimento ativo e diminui no final da estação, quando a qualidade da forragem se torna mais homogênea. Esta redução da seletividade no final da estação pode ser uma oportunidade para o pastoreio de áreas com vegetação mais madura e arbustiva.

As condições climáticas, com variações de temperatura e humidade, afetam o bem-estar animal e a procura de água e abrigo (Ceppatelli et al., 2024; Kohler et al., 2006). No contexto das montanhas portuguesas, o clima é marcado por verões quentes e secos e invernos frios e húmidos, o que influencia significativamente o comportamento dos animais e a gestão do pastoreio.

A definição das épocas sazonais é fundamental para o planeamento do pastoreio e para a definição de cargas animais adequadas, permitindo sincronizar a oferta forrageira com as necessidades nutricionais dos animais e minimizar o impacto do pisoteio em períodos críticos. No contexto específico das montanhas do Norte e Centro de Portugal, onde as cargas animais são baixas, a gestão sazonal deve focar-se não na prevenção do sobrepastoreio, mas na otimização do consumo da biomassa disponível para reduzir a carga combustível e o risco de incêndio, aliada a esta sazonalidade, deve ainda ser

tomada em conta a gestão da manada, época de cio, desmame e necessidade de suplementação alimentar. A gestão sazonal deve considerar as necessidades nutricionais específicas dos animais em diferentes fases do ciclo produtivo.

9. INTERAÇÃO ENTRE COMPORTAMENTO ANIMAL, CONDIÇÕES DO TERRENO, VEGETAÇÃO E CLIMA

A interação entre os fatores ecológicos e o comportamento animal é complexa e dinâmica. A topografia (declive, exposição), a vegetação (produtividade, composição botânica) e o clima (temperatura, precipitação) atuam em conjunto, moldando a distribuição dos animais, a sua dieta e o seu bem-estar. A literatura sugere que o declive e a produtividade da vegetação são os principais impulsionadores da distribuição dos bovinos. A disponibilidade de água e a presença de abrigo são fatores moduladores, especialmente em condições climáticas adversas.

O estudo de Kohler et al. (2006) evidencia que os diferentes efeitos do gado – pastoreio, pisoteio e deposição de fezes – estão correlacionados com diferentes variáveis ambientais e que os padrões espaciais se alteram ao longo da estação. Por exemplo, os padrões de pisoteio enfraquecem ao longo da estação, enquanto os padrões de deposição de fezes se mantêm relativamente estáveis. A remoção de forragem está mais fortemente correlacionada com variáveis de gestão (ex: presença de estruturas, proximidade a água), enquanto o pisoteio pode estar mais relacionado com a topografia e a dinâmica de deslocação dos animais. Estas diferenças sistemáticas nos padrões espaciais dos efeitos do gado podem resultar em interações complexas com a vegetação, com implicações para a ciclagem de nutrientes e a regeneração da vegetação, especialmente em paisagens heterogêneas como as pastagens arborizadas de montanha (Kohler et al., 2006).

No contexto específico das montanhas do Norte e Centro de Portugal, a interação entre o pastoreio e o risco de incêndio assume particular relevância. A baixa carga animal e a elevada biomassa vegetal acumulada criam condições propícias à ocorrência de incêndios rurais, que têm devastado vastas áreas da paisagem montanhosa nas últimas décadas.

A experiência com *Highland cattle* mostra que raças rústicas podem reduzir a cobertura arbustiva, aumentar a diversidade vegetal e melhorar o valor nutricional da pastagem, especialmente quando introduzidas a longo prazo e com adaptação gradual ao habitat. Mochi et al. (2026) demonstraram uma redução de 8% na cobertura arbustiva em Val Vogna (Itália) e de 4% em Bovonne (Suíça) após a introdução dos animais,

acompanhada de aumentos significativos na riqueza específica e no valor nutricional das pastagens abertas. Nas montanhas do Norte e Centro de Portugal, este efeito de redução da cobertura arbustiva pode ser menos pronunciado, devido à baixa carga animal, sendo necessário um aumento da pressão de pastoreio ou a introdução de outras espécies (ex: caprinos) para controlar a expansão de arbustos. A gestão humana, através da instalação de bebedouros, cercas e manjedouras, bem como a definição da carga animal e do período de pastoreio, atua como um fator modulador que pode atenuar ou acentuar estas interações. A utilização estratégica do pastoreio, com cargas animais adequadas e gestão sazonal, pode contribuir para a redução da carga combustível, a prevenção de incêndios e a conservação da biodiversidade nas montanhas portuguesas.

10. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA INVESTIGAÇÃO FUTURA

A presente revisão evidencia que, para as raças bovinas de montanha autóctones portuguesas, a literatura específica é muito limitada. A maioria das evidências provém de estudos com outras raças ou outros sistemas de montanha, como os realizados nos Alpes. A Maronesa, por ser utilizada em projetos de *rewilding* e de conservação, é a raça com alguma informação comportamental disponível (LIFE-Maronesa, 2025), embora ainda insuficiente e sem dados quantitativos. Os efeitos do pisoteio, os padrões de ocupação do espaço, a procura de água e abrigo, e a interação integrada entre comportamento animal, vegetação, terreno e clima são as maiores lacunas identificadas.

É particularmente relevante salientar a disparidade entre as cargas animais recomendadas na literatura internacional (1,0 CN/ha para equilíbrio produção/conservação) e as praticadas nas montanhas do Norte e Centro de Portugal (0,2 a 0,4 CN/ha em baldios; 0,8 a 1,2 CN/ha em lameiros). Esta diferença substancial implica que, no contexto português, a pressão de pastoreio na generalidade do território é muito baixa, resultando em subutilização da pastagem, acumulação de biomassa combustível e, consequentemente, maior risco de incêndio. A investigação futura deve avaliar se o aumento da carga animal para valores mais próximos do ótimo ecológico (0,8 a 1,0 CN/ha) seria viável e benéfico para o manejo animal, para a gestão da paisagem e, por conseguinte, para a prevenção de incêndios.

Com base nesta análise, recomendam-se as seguintes linhas de investigação futura:

Estudos de Telemetria, com coleiras GPS e sensores de frequência cardíaca para quantificar os padrões de deslocação, as áreas de vida, a preferência topográfica e os ritmos diários dos animais, avaliando a influência da estação do ano e da disponibilidade

de recursos. A tecnologia de biologging permite monitorizar a resposta fisiológica dos animais a condições climáticas adversas, como o aumento do índice de temperatura e humidade (Ceppatelli et al., 2024). Estes estudos são particularmente importantes para compreender como os animais se distribuem no território em função da baixa carga animal e da heterogeneidade da paisagem.

Caracterização da Dieta, estudando a composição da dieta, utilizando técnicas como a análise de n-alcanos fecais ou a observação direta, para determinar a seletividade alimentar sazonal e a preferência por espécies forrageiras, seguindo a metodologia de Dumont et al. (2007), que demonstrou que a seletividade é elevada a cargas animais de 1,0 CN/ha e diminui no final da estação. No contexto português, com cargas mais baixas, é fundamental avaliar o potencial das raças autóctones para o consumo de vegetação arbustiva e a redução da carga combustível.

Avaliação do Pisoteio, medindo a compactação do solo (resistência à penetração, densidade aparente, infiltração de água) e o impacto na vegetação (composição botânica, biomassa) em áreas com diferentes intensidades de uso, considerando os indicadores propostos por Lipiec e Hatano (2003) e Richer-de-Forges et al. (2024), que relacionam a densidade aparente e o teor de argila para definir classes de limitação ao enraizamento. É importante avaliar o impacto do pisoteio em lameiros (cargas mais elevadas) e baldios (cargas mais baixas) para compreender os efeitos diferenciados da carga animal no solo.

Modelos Integradores, desenvolvendo-se modelos que integrem dados de comportamento animal, vegetação, topografia e clima para prever a distribuição dos animais e apoiar a gestão sustentável do território, seguindo a abordagem de Kohler et al. (2006) que distingue os diferentes efeitos do gado (pastoreio, pisoteio, deposição de fezes) e demonstrou que estes apresentam padrões espaciais distintos e não correlacionados. Estes modelos devem considerar especificamente as baixas cargas animais e a elevada biomassa vegetal características das montanhas portuguesas.

Estudos de avaliação do bem-Estar das raças autóctones bovinas de montanha em diferentes sistemas de manejo, considerando a influência do abrigo, da disponibilidade de água e da interação com predadores, utilizando indicadores de saúde, comportamentais e fisiológicos como a frequência cardíaca, entre outros (Ceppatelli et al., 2024; Raniolo et al., 2024).

Estudos sobre Carga Animal e Prevenção de Incêndios, avaliando o potencial de aumento da carga animal nas pastagens arbustivas e baldios para valores mais próximos do ótimo ecológico e o impacto na redução da biomassa combustível. Estes estudos são fundamentais para fundamentar políticas de gestão do território e de prevenção de incêndios.

A investigação futura deve ainda considerar a comparação entre as três raças (Cachena, Maronesa e Barrosã), procurando identificar diferenças adaptativas que possam orientar a escolha da raça mais adequada para cada contexto de montanha. A implementação de abordagens de pecuária de precisão, com recurso a sistemas de monitorização remota, pode otimizar a gestão do pastoreio, conciliando a produção animal com a conservação da paisagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar, C., et al. (2009). Montanha. In: Pereira, H.M. et al. (Eds.), *Ecossistemas e Bem-Estar Humano: Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment*. Lisboa: Escolar Editora.

Blanco-Sepúlveda, R., Gómez-Moreno, M. L., & Lima, F. (2024). *An Approach to the Key Soil Physical Properties for Assessing Soil Compaction Due to Livestock Grazing in Mediterranean Mountain Areas*. Sustainability.

Ceppatelli, A., Raniolo, S., Berton, M., et al. (2024). *Precision livestock farming tools for monitoring dairy cattle behaviour on mountain pastures*. 32nd International Symposium Animal Science Days 2024.

De Souza, J. H. G., Mosquera-Losada, M., & Castro, M. (2026). *Grazing effects on soil compaction in mediterranean oak woodlands*. Agroforestry Systems.

Drewry, J. J., Cameron, K. C., & Buchan, G. D. (2008). *Pasture yield and soil physical property responses to soil compaction from treading and grazing — a review*. Australian Journal of Soil Research.

Duarte, J. M. C. P. (2022). *Comparação da variação sazonal da pressão de pastoreio de bovinos Mertolengos e Alentejanos* (Dissertação de Mestrado). Universidade de Évora.

Dumont, B., Garel, J. P., Ginane, C., et al. (2007). *Effect of cattle grazing a species-rich mountain pasture under different stocking rates on the dynamics of diet selection and sward structure*. Animal.

EGU General Assembly Conference Abstracts. (2015). *Impact of cattle grazing on soil and vegetation - a case study in a mountainous region of Austria*.

Jordon, D. (2009). *Soil compaction and livestock trampling*. Teagasc, Ireland.

Kohler, F., Gillet, F., Reust, S., et al. (2006). *Spatial and seasonal patterns of cattle habitat use in a mountain wooded pasture*. Landscape Ecology.

LIFE-Maronesa. (2025). Mitigação da armadilha do fogo e da oligotrofia nas montanhas do NO de Portugal continental. *ForestWISE*.

Lipiec, J., & Hatano, R. (2003). *Quantification of compaction effects on soil physical properties and crop growth*. Geoderma, 116(1-2), 107-136.

Ludvíková, V., Pavlu, V., Gaisler, J., Pavlu, L., & Hejcman, M. (2014). *Effect of long term defoliation by cattle grazing with and without trampling on soil compaction and plant species composition in temperate grassland*. Proceedings of the Joint Meeting of the "Mountain Pastures, Mediterranean Forage Resources (FAO-CIHEAM) and Mountain Cheese" networks. Clermont-Ferrand, France.

Mochi, L. S., Pittarello, M., Schneider, M. K., et al. (2026). *Highland cattle grazing reduces shrubland cover and increases plant diversity in green alder-encroached pastures*. Agriculture, Ecosystems & Environment.

Pauler, C., Isselstein, J., Berard, J., Braunbeck, T., & Schneider, M. (2020). *Grazing Allometry: Anatomy, Movement, and Foraging Behavior of Three Cattle Breeds of Different Productivity*. Frontiers in Veterinary Science.

Pinheiro Machado Filho, L. C., Seó, H. L. S., Daros, R. R., Enriquez-Hidalgo, D., Wendling, A. V., & Pinheiro Machado, L. C. (2021). *Voisin Rational Grazing as a Sustainable Alternative for Livestock Production*. Animals.

Raniolo, S., Ceppatelli, A., Berton, M., et al. (2024). *Suitability of a commercial low-cost biologging system for monitoring movement, behaviour and heart rate of grazing dairy cows*. Italian Journal of Animal Science.

Richer-de-Forges, A. C., Arrouays, D., Libohova, Z., et al. (2024). *Revealing Topsoil Behavior to Compaction from Mining Field Observations*. Land.

Serrano, J., Marques, J., Shahidian, S., Carreira, E., Marques da Silva, J., Paixão, L., Paniagua, L.L., Moral, F., Ferraz de Oliveira, I., & Sales-Baptista, E. (2023). *Sensing and Mapping the Effects of Cow Trampling on the Soil Compaction of the Montado Mediterranean Ecosystem*. Sensors.

Serrano, J., Shahidian, S., Carreira, E., Moral, F., Paniagua, L., Charneca, R., & Pereira, A. (2026). *Soil Compaction in Montado Mediterranean Ecosystem: Dolomitic Limestone Application, Sheep Grazing Management and Tree Effects*. Sustainability.

Serrano, J., Shahidian, S., Marques da Silva, J., Paniagua, L., Moral, F., & Stafford, J. (2024). *Technological approach to evaluate the livestock trampling effect on soil compaction*. FAO AGRIS.

Soane, B. D., & Van Ouwerkerk, C. (1995). *Quantification of compaction effects on soil physical properties and crop growth*. Geoderma.

Stankovičová, K., Novák, J., Bajla, J., & Chlpík, J. (2008). *Penetration Resistance of Soil on the Year-Long Using Mountain Pasture by the Cattle*. Journal of Central European Agriculture.

Voisin, A. (1959). *Grass Productivity*. Philosophical Library, New York.

SOBRE O ORGANIZADOR

Eduardo Eugênio Spers realizou pós-doutorado na Wageningen University (WUR), Holanda, e especialização no IGIA, França. Possui doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo (USP). Foi Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração e do Mestrado Profissional em Comportamento do Consumidor da ESPM. Líder do tema Teoria, Epistemologia e Métodos de Pesquisa em Marketing na Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD). Participou de diversos projetos de consultoria e pesquisa coordenados pelo PENSE e Markestrat. É Professor Titular no Departamento de Economia, Administração e Sociologia, docente do Mestrado em Administração e Coordenador do Grupo de Extensão MarkEsalq no campus da USP/Esalq. Proferiu palestras em diversos eventos acadêmicos e profissionais, com diversos artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, livros e capítulos de livros sobre agronegócios, com foco no marketing e no comportamento do produtor rural e do consumidor de alimentos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Actinomicetos 108, 109, 112, 113

Aggregation 81, 83, 84, 86, 87, 89, 92, 96, 99, 101, 102, 103, 104, 105

Agricultura 33, 35, 36, 37, 38, 40, 43, 45, 46, 47, 48, 54, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 122, 137, 151, 157, 174, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 196, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210

Agricultura inca 200, 201, 204, 206, 210

Agricultura regenerativa 65, 66, 67, 68, 69, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80

Agronegocio 33, 37, 38, 40, 44, 46

Análisis FODA 168, 170

Arroz 34, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136

B

Biodiversidad edáfica 66, 71

Biodiversity and biological monitoring 116

Biofertilizantes 120, 132, 133

C

Cadastral 1, 6, 14, 15, 16, 26

Climate change 1, 2, 3, 6, 7, 8, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 80, 198, 199

Coastal flooding 1

Colapso sociopolítico 187

Collected material available 116

Colombian Caribbean 1, 3, 4, 30, 121

Comercialización 41, 168, 170, 171, 172, 173, 174, 182

Comportamento animal 151, 152, 162, 163, 164

Conservación ambiental 43, 50

Conservation and protection of species 116

D

Deforestación 187, 188, 189, 190, 191, 192, 195, 196

Desarrollo rural 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 42, 46, 47, 48, 49, 137, 167, 168, 174, 186

Desarrollo sostenible 30, 50

E

Economía circular 176, 184, 185
Ecosystem assessment 116, 165
Ecosystem engineers 81, 95
Ecoturismo 50, 52, 60, 62
Eficiencia de fertilización 120
Encabeçamento 151
Espectrofotometría 109, 110, 111, 112
Extensión rural 168, 169

F

Fenologia 151, 154, 159, 160, 161
Fish farming 139, 140, 148
Food fish 140

G

GPS tracking 151, 152

H

Hyphae 81, 87, 88, 89, 92, 93, 94, 100, 101

I

Impacts 1, 2, 3, 4, 7, 24, 26, 27, 28, 31, 47, 98, 101, 105, 198
Ingeniería de proyectos 176
Irrigación 200, 201, 202, 203, 205, 206, 209

K

Kraft 108, 109, 111, 112, 113

L

La Malinche 50, 51, 52, 53, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64

M

Mayas 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 195, 196, 197
Medios selectivos 109, 112, 113
Microorganismos beneficiosos 120, 123, 124, 125, 127, 130, 131, 132, 135

Modelo de acciones de sociología cultural 50

Moray 200, 201, 202, 203, 204, 207, 208, 209, 210, 211

N

NPK 120, 121, 123, 124, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 137

Nutrición vegetal 120, 123, 132

O

Organosolv 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114

Ornamental fish 140, 149

P

Paisaje andino 200

Palma de aceite 33, 34, 36, 38, 41, 44, 45, 46

Pastoreio extensivo 150, 151, 152, 157

Pequeños productores 37, 38, 40, 44, 45, 47, 78, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174

Pisoteio 151, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 163, 164

Procesos termoquímicos 176

R

Raças autóctones 150, 151, 153, 159, 164

Remates ganaderos 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173

Residuos agroindustriales 176

Resiliencia agroecológica 66

S

Salud del suelo 66, 67

Sequía 72, 77, 125, 187, 189, 190, 191, 193, 194, 195, 196

Soberanía alimentaria 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47

Soil biodiversity 81, 90, 92, 106

Soil degradation 81, 87, 99, 101, 106

Sostenibilidad 47, 53, 66, 67, 71, 82, 120, 170, 172

Sostenibilidad agrícola 66

Sustainable aquaculture 140

T

Terrazas agrícolas 200, 204

Territorialidades rurales 33, 36, 38, 39, 42, 46

V

Valorización de biomasa 176

Vulnerability 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 101, 187



EDITORIA
ARTEMIS

2026