

VOL VII

AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO
SPERS
(Organizador)

 EDITORA
ARTEMIS

2021

VOL VII

AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO
SPERS

(Organizador)

 EDITORA
ARTEMIS

2021

2021 by Editora Artemis
Copyright © Editora Artemis
Copyright do Texto © 2021 Os autores
Copyright da Edição © 2021 Editora Artemis



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 | Shutterstock |
| 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*
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, *Universidade Federal da Paraíba*
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano, Peru*
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, *Universidade do Estado de Mato Grosso*
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla, Espanha*
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, *Universidade Nova de Lisboa, Portugal*
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, *Universidade de Brasília-DF*
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, *Universidade Aberta de Portugal*
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, *Universidade Federal da Grande Dourados*
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid, Espanha*
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, *Universidade Estadual do Maranhão*
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*
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, *Universidade Federal de Roraima*
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/ Universidad Tecnológica Nacional, 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. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona*, Espanha
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro
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.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco
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
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío*, Chile
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Javier Antonio Alborno, *University of Miami and Miami Dade College*, USA
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
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. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo
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 Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe
Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada*, Espanha
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia
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
Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría"*, Cuba
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense



Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia
Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Turpo Gebera Osbaldo Washington, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru*
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande
Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia*

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

A277 Agrárias [livro eletrônico] : pesquisa e inovação nas ciências que alimentam o mundo VII / Organizador Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba, PR: Artemis, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Edição bilingue

ISBN 978-65-87396-51-4

DOI 10.37572/EdArt_181221514

1. Ciências agrárias – Pesquisa. 2. Agronegócio. 3. Sustentabilidade. I. Spers, Eduardo Eugênio.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

APRESENTAÇÃO

As Ciências Agrárias são um campo de estudo multidisciplinar por excelência, e um dos mais profícuos em termos de pesquisas e aprimoramento técnico. A demanda mundial por alimentos e a crescente degradação ambiental impulsionam a busca constante por soluções sustentáveis de produção e por medidas visando à preservação e recuperação dos recursos naturais.

A obra **Agrárias: Pesquisa e Inovação nas Ciências que Alimentam o Mundo** compila pesquisas atuais e extremamente relevantes, apresentadas em linguagem científica de fácil entendimento. Na coletânea, o leitor encontrará textos que tratam dos sistemas produtivos em seus diversos aspectos, além de estudos que exploram diferentes perspectivas ou abordagens sobre a planta, o meio ambiente, o animal, o homem, o social e sobre a gestão.

Este Volume VII traz 29 artigos de estudiosos de diversos países: são 20 trabalhos de autores da Argentina, Colômbia, Cuba, Equador, Espanha, Japão, México e Portugal e nove trabalhos de pesquisadores brasileiros, divididos em quatro eixos temáticos.

Os doze títulos que compõem o eixo temático **Sistemas de Produção Sustentável e Agroecologia** apresentam estudos sobre diferentes formas de se diminuir, reverter ou harmonizar as consequências da atividade humana sobre o meio ambiente ou desenvolvem temas relativos à importância do solo e da água para a manutenção dos ecossistemas.

Nove trabalhos versam sobre **Sistemas de Produção Vegetal** e os últimos oito capítulos tratam de temas variados dentro do eixo temático **Sistemas de Produção Animal e Veterinária**.

Desejo a todos uma proveitosa leitura!

Eduardo Eugênio Spers

SUMÁRIO

SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E AGROECOLOGIA

CAPÍTULO 1..... 1

SUSTENTABILIDADE DA FERTILIZAÇÃO FOSFATADA: FONTES ALTERNATIVAS DE FÓSFORO COMO FERTILIZANTES AGRÍCOLAS

Carmo Horta

António Canatário Duarte

 https://doi.org/10.37572/EdArt_1812215141

CAPÍTULO 2..... 15

EFEITO DAS ÁRVORES SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DO SOLO NO ECOSSISTEMA DE MONTADO: ESTUDO DE CASO

João Serrano

 https://doi.org/10.37572/EdArt_1812215142

CAPÍTULO 3..... 29

MUCUNA PRURIENS L, DC. VAR. UTILIS (WALL. EX WIGHT), BAKER EX BURCK, 1893. UNA OPCIÓN PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE SACCHARUM SPP

Roberto A. Arévalo

Edmilson J. Ambrosano

Edna I. Bertoncini

Lourdes U. Arévalo

Sergio S. García

Yaniuska González

Fabrizio Rossi

Armando Álvarez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_1812215143

CAPÍTULO 4..... 37

OLIVICULTURA – O DESAFIO DA SUSTENTABILIDADE

Maria Isabel Patanita

Alexandra Tomaz

Manuel Patanita

 https://doi.org/10.37572/EdArt_1812215144

CAPÍTULO 5..... 49

SPATIALLY EXPLICIT MODEL FOR ANAEROBIC CO-DIGESTION FACILITIES
LOCATION AND PRE-DIMENSIONING IN NORTHWEST PORTUGAL

Renata D'arc Coura
Joaquim Mamede Alonso
Ana Cristina Rodrigues
Ana Isabel Ferraz
Nuno Mouta
Renato Silva
António Guerreiro de Brito

 https://doi.org/10.37572/EdArt_1812215145

CAPÍTULO 6..... 63

PAPEL DA AGRICULTURA NA CONSERVAÇÃO E AMPLIAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
DE FAUNA SILVESTRE NOS CANAVIAIS SOB MANEJO ECOLÓGICO

José Roberto Miranda

 https://doi.org/10.37572/EdArt_1812215146

CAPÍTULO 7.....70

CARACTERIZACIÓN MEDIANTE INDICADORES AGROECOLÓGICOS DE SISTEMAS
DE PRODUCCIÓN CAMPESINO PARA EL FORTALECIMIENTO ALIMENTARIO

Gustavo Adolfo Alegría Fernández

 https://doi.org/10.37572/EdArt_1812215147

CAPÍTULO 8..... 81

METODOLOGIAS ALTERNATIVAS DE APRENDIZAGEM: ESTUDO ETNOBOTÂNICO
EM QUINTAIS URBANOS

Angelo Gabriel Mendes Cordeiro
Elisa dos Santos Cardoso
Marraiane Ana da Silva
Patrícia Ana de Souza Fagundes
Edimilson Leonardo Ferreira
Gerlando da Silva Barros
Vantuir Pereira da Silva
Celia Regina Araújo Soares Lopes
Ana Aparecida Bandini Rossi

 https://doi.org/10.37572/EdArt_1812215148

CAPÍTULO 9..... 96

SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE MUDAS NATIVAS NA REGIÃO DO VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO: DESAFIOS E POTENCIALIDADES

Lucas Florêncio Mariano
Bruna Schmidt Gemim
Francisca Alcivânia de Melo Silva
Ocimar José Baptista Bim

 https://doi.org/10.37572/EdArt_1812215149

CAPÍTULO 10..... 109

COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO E EROSIÃO HÍDRICA NUMA PEQUENA BACIA HIDROGRÁFICA COM USO AGRO-FLORESTAL, EM CONDIÇÕES MEDITERRÂNICAS

António Canatário Duarte
Carmo Horta

 https://doi.org/10.37572/EdArt_18122151410

CAPÍTULO 11..... 120

ACUMULACIÓN, CONCENTRACIÓN Y DESPOJO DEL AGUA SISTEMA DE RIEGO SAN JOSÉ, URCUQUÍ – ECUADOR

Jorge Armando Flores Ruíz
Hugo Orlando Paredes Rodríguez
Fabio Elton Cruz Góngora
José Gabriel Carvajal Benavides
Raúl Clemente Cevallos Calapi
Rocío Guadalupe León Carlosama

 https://doi.org/10.37572/EdArt_18122151411

CAPÍTULO 12..... 132

BALANÇO HIDROLÓGICO E TRANSPORTE DE AGROQUÍMICOS PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DA LAGOA DAS FURNAS, S. MIGUEL AÇORES

José Carlos Goulart Fontes
Juan Carlos Santamarta Cerezal

 https://doi.org/10.37572/EdArt_18122151412

CAPÍTULO 13..... 146

IDENTIFICATION AND INHERITANCE OF THE FIRST GENE (Rdc1) OF RESISTANCE TO SOYBEAN STEM CANKER (*Diaporthe phaseolorum var. caulivora*)

Alejandra María Peruzzo

Rosanna Nora Pioli

Facundo Ezequiel Hernández

Leonardo Daniel Ploper

Guillermo Raúl Pratta

 https://doi.org/10.37572/EdArt_18122151413

CAPÍTULO 14.....156

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE YESO EN EL CULTIVO DE GIRASOL (*Helianthus annuus*) Y MAÍZ (*Zea mays*) EN UN SUELO OXISOL (*Rhodic Kandiodox*), YGUAZÚ, ALTO PARANA, PARAGUAY

Kentaro Tomita

 https://doi.org/10.37572/EdArt_18122151414

CAPÍTULO 15..... 169

EFECTO DE CUATRO NIVELES DE NITRÓGENO EN EL CULTIVO DE ARROZ DE SECANO EN DIFERENTES TIPOS DE SUELO

Kentaro Tomita

 https://doi.org/10.37572/EdArt_18122151415

CAPÍTULO 16.....179

EFEITO SOBRE RENDIMENTO DE GRÃO DE MILHO E AS PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO PELA INCORPORAÇÃO DE CULTURAS REPRESENTANTES PARA ADUBAÇÃO VERDE EM UM LATOSSOLO (OXISSOLO) VELMELHO ESCURO DE BRASIL

Kentaro Tomita

 https://doi.org/10.37572/EdArt_18122151416

CAPÍTULO 17 189

EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DEL HONGO *PLEUROTUS OSTREATUS* CULTIVADO EN RESIDUOS AGRÍCOLAS TÍPICOS DE LA PROVINCIA BOLÍVAR – ECUADOR

María Bernarda Ruilova Cueva

Omar Martínez Mora

Fernando Cobos Mora

 https://doi.org/10.37572/EdArt_18122151417

CAPÍTULO 18 201

OBTENCIÓN DE HARINA NO CONVENCIONAL A PARTIR DEL EXOCARPO DE LA NARANJA VALENCIA (*Citrus x sinensis*) Y BAGAZO DE PIÑA CRIOLLA (*Ananas comosus*) PARA APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA PASTELERA EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER

Luz Elena Ramírez Gómez

Leidy Andrea Carreño Castaño

Héctor Julio Paz Díaz

Mónica María Pacheco Valderrama

Sandra Milena Montesino

Cristian Giovanny Palencia Blanco

Karen Lorena Bedoya Chavarro

Daniel Francisco Mantilla Mancipe

 https://doi.org/10.37572/EdArt_18122151418

CAPÍTULO 19219

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS E RENDIMIENTO DE GRÃOS DA CULTURA DO MILHO (*Zea mays L.*) SOB DIFERENTES DENSIDADES

Leandro H Lopes

Luã Carlos Perini

Michael Ivan Leubet

Marcos Caraffa

 https://doi.org/10.37572/EdArt_18122151419

CAPÍTULO 20229

EFICIÊNCIA DE DIFERENTES FUNGICIDAS, COM E SEM APLICAÇÃO SEQUENCIAL DE CARBENDAZIM, NO CONTROLE DA GIBERELA EM TRIGO NO MUNICÍPIO DE PALMEIRA, PR

Wilson Story Venancio
Eduardo Gilberto Dallago
Ibraian Valério Boratto
Jéssica Ellen Chueri Rezende
Robinson Martins Venancio
Vanessa Mikolayczyk Juraski
Vanessa Nathalie Modesto Boratto

 https://doi.org/10.37572/EdArt_18122151420

CAPÍTULO 21235

COMPOST A BASE DE ALPERUJO COMO PARTE DE UN SUSTRATO EN PLANTINERA DE HORTALIZAS

María Eugenia de Bustos
Dante Carabajal

 https://doi.org/10.37572/EdArt_18122151421

SISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL E VETERINÁRIA

CAPÍTULO 22242

TECNOLOGIAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO: MONITORIZAÇÃO DO EFEITO DAS ÁRVORES SOBRE A PRODUTIVIDADE E SOBRE A QUALIDADE DA PASTAGEM

João Serrano

 https://doi.org/10.37572/EdArt_18122151422

CAPÍTULO 23255

CARACTERIZACIÓN DE LAS FRACCIONES SÓLIDA Y LÍQUIDA OBTENIDAS MEDIANTE SEPARACIÓN *IN SITU* DE HECES Y ORINA EN CEBO DE CERDOS

Aranzazu Mateos San Juan
Iciar del Campo Hermida
Almudena Rebolé Garrigós
María Luisa Rodríguez Membibre
Ismael Ovejero Rubio

 https://doi.org/10.37572/EdArt_18122151423

CAPÍTULO 24266

USO DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA PARA EL DIAGNÓSTICO DE
PATOLOGÍAS RESPIRATORIAS DE VÍAS ALTAS EN EL GANADO OVINO

Cristina Ruiz Cámara
Luis Miguel Ferrer Mayayo
Enrique Castells Pérez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_18122151424

CAPÍTULO 25 277

COEFICIENTE DE TOLERÂNCIA AO CALOR DE CABRAS MISTIÇAS CRIADAS NO
MUNICÍPIO DE CAXIAS – MA

Alex Mikael Carvalho da Silva
Luiz Antonio Silva Figueiredo Filho

 https://doi.org/10.37572/EdArt_18122151425

CAPÍTULO 26291

INTOXICACIÓN POR PLANTAS EN RUMIANTES: BASES PARA EL DIAGNÓSTICO
CLÍNICO

Hélder Quintas
Carlos Aguiar
Juan José Ramos Antón
Delia Lacasta Lozano
Luis Miguel Ferrer Mayayo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_18122151426

CAPÍTULO 27 306

MARCADORES METABÓLICOS NO PRÉ-PARTO DE OVELHAS DA RAÇA LACAUNE
QUE PODEM INFLUENCIAR NA TRANSFERÊNCIA DE IMUNIDADE PASSIVA DE
CORDEIROS

Domênico Weber Chagas
Manoela Furtado
Juliano Santos Gueretz
Fabiana Moreira
Vanessa Peripolli
Ivan Bianchi
Greyce Kelly Schmitt Reitz
Juahil Martins de Oliveira Júnior
Elizabeth Schwegler

 https://doi.org/10.37572/EdArt_18122151427

CAPÍTULO 28318

ESTUDO COMPARATIVO DA UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS PARA CONSERVAÇÃO DE PEÇAS ANATÔMICAS QUE SUBSTITUA O USO DO FORMALDEÍDO

Djeniffer de Borba

Elaine Barbosa Muniz

 https://doi.org/10.37572/EdArt_18122151428

CAPÍTULO 29326

AGRESSIVIDADE EM CÃES DA RAÇA CHOW CHOW NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA - MG

Lívia Comastri Castro Silva

Alessandra Sayegh Arreguy Silva

Rogério Pinto

Sérgio Domingues

 https://doi.org/10.37572/EdArt_18122151429

SOBRE O ORGANIZADOR338

ÍNDICE REMISSIVO339

CAPÍTULO 2

EFEITO DAS ÁRVORES SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DO SOLO NO ECOSISTEMA DE MONTADO: ESTUDO DE CASO

Data de submissão: 07/09/2021

Data de aceite: 21/09/2021

João Serrano

MED-Mediterranean Institute for Agriculture
Environment and Development
Instituto de Investigação e
Formação Avançada (IIFA)
University of Évora, Pólo da Mitra, Ap. 94
Évora 7006-554, Portugal
<https://orcid.org/0000-0001-5178-8158>
jmrs@uevora.pt

RESUMO: Este estudo teve por objectivo avaliar o efeito das árvores sobre as características do solo no ecossistema *montado*, constituído por pastagem biodiversa sob *montado* de azinho (*Quercus ilex ssp. rotundifolia* Lam.), pastoreada por ovinos. Foram seleccionadas seis árvores numa parcela tendo-se georreferenciado quatro pontos de amostragem em cada árvore (dois pontos fora da copa e dois debaixo da copa). Em cada ponto de amostragem procedeu-se em Outubro de 2015 ao levantamento das características da camada superficial do solo (0-0,30 m) em termos de textura, pH, matéria orgânica (MO), azoto (N), fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg) e manganês (Mn). Nos mesmos pontos de amostragem realizou-se a monitorização da temperatura e da humidade

do solo em cinco momentos: em Dezembro de 2015, em Março, Abril, Maio e Junho de 2016. Os resultados obtidos mostraram diferenças significativas no que se refere à MO, N, P, K e Mg, com valores substancialmente mais elevados debaixo da copa das árvores. No que se refere à humidade do solo esta foi mais elevada debaixo da copa das árvores a partir do início da Primavera, enquanto a temperatura superficial da pastagem foi significativamente mais elevada fora da copa das árvores entre Dezembro de 2015 e Maio de 2016. O conhecimento sobre o efeito das árvores no solo pode constituir um contributo importante no apoio à tomada de decisão do gestor agrícola na definição das estratégias de gestão mais adequadas (rotação do pastoreio, fertilização/correção do solo ou previsão da produtividade da pastagem).

PALAVRAS-CHAVE: Ecossistema de *montado*. Copa. Solo. Humidade. Sensor de infravermelhos.

EFFECT OF TREES ON SOIL CHARACTERISTICS OF THE MONTADO ECOSYSTEM: CASE STUDY

ABSTRACT: The objective of this study was evaluate trees effect on soil parameters in the *montado* ecosystem, made of pasture under holm oak trees (*Quercus ilex ssp. rotundifolia* Lam.), grazed by sheep. Six trees were selected, and four sampling points were georeferenced for each tree (two points outside the canopy

and two under the canopy). In October 2015 the characteristics of the soil surface layer (0-0,30 m) were determined at each sampling point, in terms of texture, pH, organic matter (OM), nitrogen (N), phosphorous (P), potassium (K), magnesium (Mg) and manganese (Mn). At the same sampling points, temperature and soil moisture were measured on five occasions: in December 2015, March, April, May and June 2016. The results show significant differences in terms of OM, N, P, K and Mg, with substantially higher values under the tree canopies. In relation to soil moisture, this was highest below the tree canopy as of beginning of the spring, while the pasture surface temperature was significantly higher outside the tree canopy between December 2015 and May 2016. A better understanding of the effect of trees on the soil can make an important contribution to the decision making process of the farm manager for formulating the most appropriate management strategies (grazing rotations, soil fertilisation/correction or pasture yield prediction).

KEYWORDS: *Montado* ecosystem. Tree canopy. Soil. Moisture content. Infrared sensor.

1 INTRODUÇÃO

Durante a segunda metade do século XX milhões de árvores foram eliminadas nas áreas Mediterrânicas, principalmente nos terrenos mais produtivos, com a introdução de cereais e a intensificação da mecanização (Marcos *et al.*, 2007). O relevo ondulado típico destas regiões e o uso intensivo da terra desencadearam processos erosivos, resultando na degradação do solo, com baixos teores de matéria orgânica e tendência para acidificação, todos factores limitantes da produtividade (Serrano *et al.*, 2013). Nos últimos vinte anos, no entanto, um considerável esforço tem sido levado a cabo para promoção dos sistemas agro-silvo-pastoris assentes no *montado* como estratégia que permita reverter gradualmente as tendências de degradação da qualidade dos solos nestas regiões (Efe Serrano, 2006; Marcos *et al.*, 2007). Estes sistemas mistos de árvores e pastagens sujeitos a pastoreio animal contribuem para o equilíbrio ecológico do meio rural (Somarriba, 1988), ocupam entre 3,5 e 4 milhões de hectares em Espanha, Portugal, Marrocos, Argélia, Itália e Grécia (Seddaiu *et al.*, 2013) e representam 33% da área total de floresta em Portugal (David *et al.*, 2013). No Alentejo, província localizada no Sul de Portugal, as principais espécies de árvores no *montado* são a azinheira (*Quercus ilex ssp. rotundifolia* Lam.), para produção de bolotas para a alimentação animal, e o sobreiro (*Quercus suber* L.) para produção de cortiça (David *et al.*, 2013).

O clima Mediterrânico é caracterizado por forte sazonalidade, com verões secos e invernos irregulares em termos de precipitação, por isso, a resiliência ao stress hídrico é um factor essencial da vegetação nestes ecossistemas, compostos por duas camadas vegetais, pastagens e árvores, com diferentes comportamentos em termos de utilização da água em resultado da grande profundidade das raízes das árvores e das raízes superficiais das pastagens (Paço *et al.*, 2009). Vários estudos têm sido conduzidos para

quantificar a contribuição destes dois componentes no balanço hídrico do ecossistema (Paço *et al.*, 2009), podendo-se concluir que têm padrões de transpiração diferentes. As pastagens, principalmente constituídas por plantas anuais, são altamente dependentes da humidade superficial e bastante sensíveis ao período de Verão: a transpiração pára no início desta estação. Por outro lado, as árvores são mais dependentes da humidade a maiores profundidades, mostrando uma alta resiliência à seca de Verão: a transpiração continua durante esta estação, apesar de uma redução da condutância da copa (Paço *et al.*, 2009).

O efeito das árvores no desenvolvimento da pastagem tem sido estudado por várias equipas de investigação (Jackson e Ash, 1998; Marcos *et al.*, 2007; Benavides *et al.*, 2009; Howlett *et al.*, 2011). Este efeito é altamente condicionado pelo solo, especialmente pela disponibilidade de humidade, pela exposição solar e pela temperatura. De acordo com Seddaiu *et al.* (2013), o conhecimento existente na distribuição e características dos nutrientes no solo e da produtividade da pastagem no *montado* é insuficiente para o desenvolvimento de estratégias de conservação. Esta dificuldade resulta da variabilidade característica deste ecossistema, acentuada pela presença de árvores (David *et al.*, 2013) e pela dinâmica de pastoreio animal (Schellberg *et al.*, 2008). O efeito das árvores na pastagem é directamente consequência da extensão com que estas modificam o microclima e as propriedades do solo (Benavides *et al.*, 2009). O efeito positivo das árvores na fertilidade do solo foi reportado em vários sistemas agro-silvo-pastoris (Benavides *et al.*, 2009). O potencial para sequestro de carbono (C) em sistemas que combinam pastagens com árvores é alto visto que as raízes secundárias das árvores lentamente acumulam C, o que ajuda a aumentar os teores de matéria orgânica no solo (Seddaiu *et al.*, 2013). A competição entre as árvores e a pastagem pela luz, humidade e nutrientes influencia a produtividade da pastagem. O efeito positivo da sombra na redução da evapotranspiração conduz a teores mais elevados de humidade no solo debaixo das árvores (Benavides *et al.*, 2009) e maior resistência à seca de Verão. No entanto, a redução da quantidade e qualidade da luz afecta directamente os processos fisiológicos das plantas, diminuindo a fotossíntese e, conseqüentemente, a produção de hidratos de carbono e a produção de matéria seca da pastagem (Jackson e Ash, 1998; Benavides *et al.*, 2009). De acordo com Benavides *et al.* (2009) a temperatura é um factor importante que afecta a produção de pastagem uma vez que esta afecta os processos fisiológicos das plantas, como a fotossíntese, a respiração ou a germinação. As imagens obtidas por termografia de infravermelhos permitem estimar a temperatura na superfície da pastagem, parâmetro que pode ajudar a explicar o efeito das árvores no desenvolvimento da pastagem.

No sentido de implementar estratégias que preservem os recursos naturais através de sistemas agro-silvo-pastoris é necessário conhecer e corrigir factores

limitantes potenciais, especialmente o factor solo, o que requer conhecimento agronómico associado à implementação de novas tecnologias. Este trabalho teve como objectivo principal avaliar o efeito das árvores sobre as características do solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 PARCELA DE ESTUDO

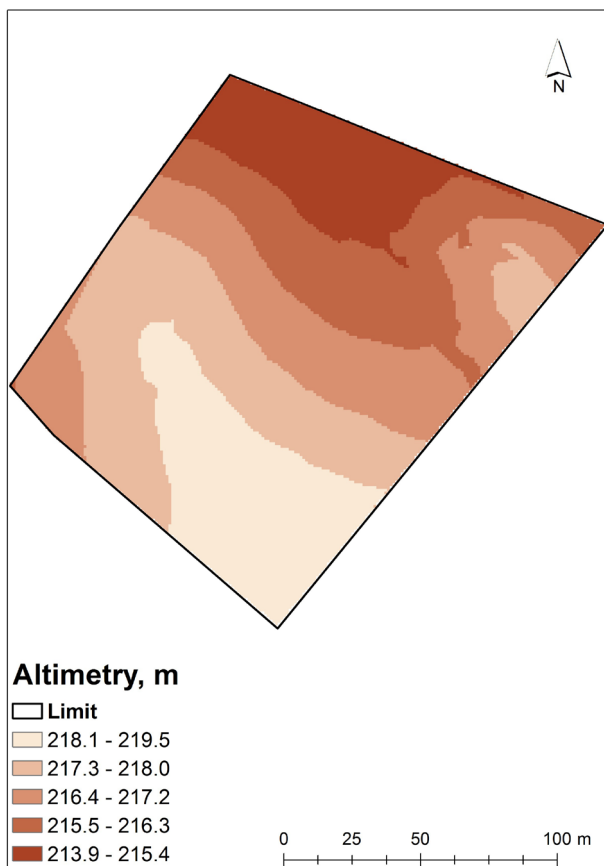
A parcela de estudo, com uma área de 2,3ha, localiza-se na Herdade da Mitra (coordenadas 38°32,2'N; 8°01,1'W), da Universidade de Évora, na região Sul de Portugal. Trata-se de uma parcela de *montado* de azinho (*Quercus ilex ssp. rotundifolia* Lam.), com reduzida densidade (8 árvores por hectare), e pastagem permanente biodiversa pastoreada por 15 ovinos *Merino Preto* em sistema rotacional. O solo é classificado como Cambissolo derivado de granito (FAO, 2006). Estes solos são pouco férteis, normalmente ácidos e principalmente usados em sistemas mistos agro-silvo-pastoris.

Na parcela foram identificadas seis árvores que foram seleccionadas para estudo (Figura 1), com base no mapa altimétrico (Figura 2), tendo sido escolhidas três árvores na zona alta (árvores A1, A2 e A3) e três árvores na zona baixa (B1, B2 e B3). Em cada uma destas, segundo a orientação N-S, foram georreferenciados quatro pontos de amostragem, onde foram instaladas caixas de exclusão de pastoreio com dimensões de 0,5 m x 0,5 m x 0,5 m, duas fora da copa das árvores (FCA) e duas debaixo da copa das árvores (DCA), num total de vinte e quatro pontos de amostragem.

Figura 1- Parcela de ensaio localizada na Herdade da Mitra, da Universidade de Évora, com indicação dos códigos das árvores (A1, A2, A3, B1, B2 e B3).



Figura 2- Mapa altimétrico do campo experimental.



2.2 AMOSTRAGEM DO SOLO

Em Outubro de 2015, em cada ponto de amostragem, foi recolhida uma amostra compósita de solo na camada de 0-0,30m. Estas amostras foram submetidas a análise no Laboratório de Solos da Universidade de Évora para as seguintes determinações: textura (areia, limo e argila), pH, matéria orgânica (MO), azoto total (N_t), fósforo (P_2O_5), potássio (K_2O), magnésio (Mg) e manganês (Mn).

Os componentes finos da amostra foram analisados pelos seguintes métodos (Egner *et al.*, 1960): (i) pH numa solução 1:2,5 (solo: água) foi medido pelo método potenciométrico; (ii) matéria orgânica foi medida por combustão com dióxido de carbono utilizando a detecção por infravermelhos; (iii) N_t foi medido pelo método de Kjeldahl; (iv) P_2O_5 e K_2O foram extraídos pelo método de Egner-Riehm, sendo o P_2O_5 medido pelo método colorimétrico, enquanto o K_2O foi medido com um fotómetro de chama; (vi) Mg e Mn foram medidos por espectrometria de absorção atómica.

A humidade gravimétrica do solo foi determinada nos pontos de amostragem a duas profundidades (0-0,20m e 0,20-0,40m), em cinco momentos: no final do Outono (Dezembro de 2015), no final do Inverno (Março de 2016), e mensalmente durante a Primavera (Abril, Maio e Junho). Na recolha foi utilizada uma sonda meia-cana e um maço. As amostras de solo foram transportadas para o laboratório em caixas metálicas, pesadas e desidratadas a 105°C durante 48h. Depois de arrefecerem, foram novamente sujeitas a pesagem.

Nos mesmos cinco momentos procedeu-se à determinação da temperatura da superfície da pastagem por termografia de infravermelhos com uma câmara “ThermaCAM™”. As imagens térmicas foram analisadas com o programa “ResearchIR® 3.0” e exportadas para uma folha de cálculo onde a informação foi processada para determinar a média e o desvio padrão da temperatura de cada imagem de infravermelhos recolhida.

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

A análise estatística dos resultados incluiu a análise descritiva com o cálculo da média, do desvio padrão, do coeficiente de variação e do intervalo de variação de cada conjunto de dados. Os procedimentos estatísticos foram realizados com o programa “MSTAT-C”, com um nível de significância de 95% ($p < 0,05$). Procedeu-se a análise de variância (ANOVA) e foi utilizado o teste de Fischer (“LSD- least square differences”) para determinar diferenças significativas entre médias nas duas condições de ensaio (fora da copa e debaixo da copa).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 VARIABILIDADE ESPACIAL DAS CARACTERÍSTICAS DO SOLO

O Quadro 1 resume os resultados da estatística descritiva (média, desvio padrão, coeficiente de variação e intervalo de variação) das propriedades do solo no conjunto dos vinte e quatro pontos de amostragem.

Quadro 1- Estatística descritiva das propriedades do solo em Outubro de 2015, no conjunto dos vinte e quatro pontos de amostragem.

| Parâmetros do solo | Média ± DP | CV (%) | Intervalo de variação |
|-------------------------|------------|--------|-----------------------|
| <u>0-0,30m</u> | | | |
| <i>Areia grossa</i> , % | 48,4±2,6 | 5,3 | [44,0-54,8] |
| <i>Areia fina</i> , % | 32,2±2,0 | 6,3 | [29,4-36,7] |
| <i>Limo</i> , % | 9,7±2,5 | 26,2 | [0,7-13,0] |
| <i>Argila</i> , % | 9,7±2,7 | 27,4 | [6,7-20,5] |
| <i>MO</i> , % | 2,4±0,8 | 33,7 | [1,1-4,0] |
| <i>pH</i> | 5,4±0,3 | 6,0 | [4,9-6,2] |

| Parâmetros do solo | Média ± DP | CV (%) | Intervalo de variação |
|---|-------------|--------|-----------------------|
| Nt, % | 0,12±0,04 | 35,1 | [0,06-0,21] |
| P ₂ O ₅ , mg kg ⁻¹ | 92,9±62,4 | 67,1 | [26,0-343,0] |
| K ₂ O, mg kg ⁻¹ | 269,9±135,9 | 50,3 | [94,0-540,0] |
| Mg, mg kg ⁻¹ | 95,6,0±43,7 | 45,7 | [20,0-180,0] |
| Mn, mg kg ⁻¹ | 14,0±6,3 | 45,3 | [6,2-29,5] |
| 0-0,20m | | | |
| <i>Humidade, %</i> | | | |
| 21/12/2015 | 7,3±3,4 | 47,0 | [4,3-18,7] |
| 15/03/2016 | 9,1±2,8 | 30,7 | [5,4-17,7] |
| 28/04/2016 | 12,6±2,4 | 19,1 | [7,2-16,9] |
| 25/05/2016 | 9,4±2,3 | 24,9 | [5,4-14,9] |
| 16/06/2016 | 5,2±1,5 | 28,8 | [2,2-8,1] |
| 0,20-0,40m | | | |
| <i>Humidade, %</i> | | | |
| 21/12/2015 | 6,8±2,6 | 38,0 | [3,2-11,9] |
| 15/03/2016 | 12,9±5,5 | 42,5 | [6,0-24,0] |
| 28/04/2016 | 9,8±1,7 | 16,9 | [7,0-12,4] |
| 25/05/2016 | 10,0±1,6 | 15,9 | [6,7-13,0] |
| 16/06/2016 | 4,2±1,5 | 36,6 | [2,2-7,6] |
| <i>Temperatura, °C</i> | | | |
| 21/12/2015 | 10,0±1,2 | 11,6 | [8,3-12,8] |
| 15/03/2016 | 10,9±1,0 | 9,3 | [9,2-13,3] |
| 28/04/2016 | 14,0±1,7 | 12,2 | [11,5-17,7] |
| 25/05/2016 | 15,3±1,5 | 9,5 | [13,1-19,8] |
| 16/06/2016 | 16,1±1,8 | 11,0 | [11,4-19,4] |

DP- Desvio padrão; CV- Coeficiente de variação; MO- Matéria orgânica.

O solo apresenta as seguintes características médias: textura franco-arenosa (teor de argila de $9,7 \pm 2,7\%$); com pH ácido ($5,4 \pm 0,3$); rico em potássio ($269,9 \pm 135,9$ mg kg⁻¹); com teores médios de matéria orgânica ($2,4 \pm 0,8\%$), de magnésio ($95,6 \pm 43,7$ mg kg⁻¹) e fósforo ($92,6 \pm 62,4$ mg kg⁻¹); pobre em azoto ($0,12 \pm 0,04\%$). De acordo com Guevara-Escobar *et al.* (2007), os solos de pastagens pastoreadas tendem a acidificar em consequência da lixiviação de nitratos e acumulação de MO. No caso concreto desta parcela, os baixos valores médios do pH do solo e a relação Mg/Mn podem condicionar a disponibilidade de alguns nutrientes para as plantas e a produtividade e qualidade da pastagem, pelo que se recomenda a correcção da acidez com aplicação de calcário dolomítico. Este correctivo da acidez do solo fornece ainda cálcio (Ca) e Mg, o que pode ajudar a neutralizar um potencial efeito fitotóxico do Mn muito comum neste tipo de solos em resultado do desequilíbrio Mg/Mn, quer na solução do solo quer na concentração dos dois iões na parte aérea da planta (Carvalho *et al.*, 2015).

O CV de algumas propriedades do solo é elevado, especialmente do P, Mn, K, Mg, N e MO (CV espacial > 30%). Outros, como os teores de argila e limo são moderadamente

variáveis (CV espacial entre 15-30%). A areia grossa e fina, o pH e a temperatura apresentam uma reduzida variabilidade (CV espacial inferior a 15%). A humidade apresenta CV que variam entre 15 e 47%, dependendo da data da determinação e da profundidade. Outros autores documentaram esta variabilidade do solo em estudos envolvendo o ecossistema solo-pastagem-árvores-animais. Mallarino e Wittry (2004), em ensaios de campo com pastagens pastoreadas em condições de solo semelhantes também registaram maiores CV para o fósforo e menores para o pH, com valores intermédios no caso do K e da MO. Os resultados obtidos por Serrano *et al.* (2013) noutra ecossistema de *montado* na mesma região evidenciaram CV mais elevados no caso do N (> 80%), seguido da humidade e dos teores de fósforo (CV entre 30-50%), apresentando a MO e o K valores intermédios (CV < 20%), enquanto os teores de argila e o pH apresentaram grande estabilidade (CV < 10%). Bernardi *et al.* (2016) registaram CV mais elevados nos macronutrientes principais (P, K e N, todos com CV > 30%), intermédios no caso da MO (CV entre 10-20%) e baixos no caso do pH e dos teores de argila (< 10%).

O acentuado grau de variabilidade espacial revelada pelas propriedades do solo analisadas neste estudo reflecte o elevado potencial para gestão diferenciada (Bernardi *et al.*, 2016).

Após a correcção do solo, é fundamental integrar os restantes componentes deste ecossistema de *montado*: o animal (ao nível do encabeçamento); a pastagem, com a possibilidade de sementeira diferenciada de espécies, para repor o equilíbrio da pastagem biodiversa; e a árvore (com a identificação dos padrões de repovoamento mais adequados).

3.2 PROPRIEDADES DO SOLO: DEBAIXO DA COPA VERSUS FORA DA COPA DAS ÁRVORES

O Quadro 2 apresenta a média e o desvio padrão das propriedades do solo e a probabilidade de diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as duas situações em estudo: debaixo da copa das árvores (DCA) e fora da copa das árvores (FCA). O solo debaixo da copa das árvores apresentou níveis mais altos de matéria orgânica (MO), N, P, K e Mg. Não se verificaram diferenças significativas na textura, no pH e no Mn.

Poucos estudos descreveram as propriedades dos solos em sistemas silvo-pastoris e nenhum evidenciou diferenças na textura. Tal como neste estudo, também Benavides *et al.* (2009) não encontraram diferenças significativas na textura e nas propriedades físicas do solo na comparação debaixo das árvores *versus* fora da copa das árvores. O efeito positivo das árvores sobre a MO, o N, o P e o K foi também registado por

Marcos *et al.* (2007). McCormick *et al.* (2009) concluíram que a deposição heterogênea de dejectos pelos animais em pastoreio constitui a principal causa de variabilidade dos nutrientes no solo.

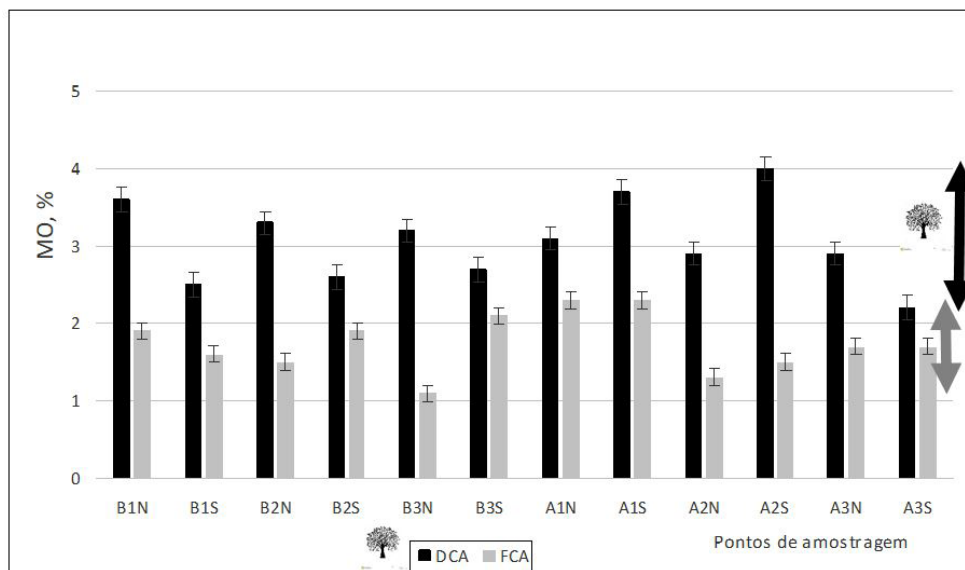
A Figura 3 ilustra o claro efeito, positivo e sistemático em todos os pontos de amostragem, das árvores e do pastoreio animal sobre os teores de MO da camada superficial do solo.

Quadro 2- Média \pm desvio padrão (DP) dos parâmetros do solo e probabilidade de diferenças significativas entre as duas situações em estudo: debaixo da copa das árvores (DCA) e fora da copa das árvores (FCA).

| Parâmetros do solo | DCA | FCA | Probabilidade |
|---|-------------------|------------------|---------------|
| <u>0-0,30m</u> | | | |
| Areia grossa, % | 49,0 \pm 2,4 | 47,8 \pm 2,6 | ns |
| Areia fina, % | 31,8 \pm 1,5 | 32,6 \pm 2,4 | ns |
| Limo, % | 9,8 \pm 1,5 | 9,5 \pm 3,3 | ns |
| Argila, % | 9,4 \pm 1,0 | 10,1 \pm 3,7 | ns |
| MO, % | 3,1 \pm 0,5 | 1,7 \pm 0,4 | 0,0000 |
| pH | 5,4 \pm 0,4 | 5,3 \pm 0,2 | ns |
| Nt, % | 0,16 \pm 0,03 | 0,09 \pm 0,03 | 0,0001 |
| P ₂ O ₅ , mg kg ⁻¹ | 117,7 \pm 77,0 | 68,2 \pm 29,5 | 0,0471 |
| K ₂ O, mg kg ⁻¹ | 359,3 \pm 112,8 | 180,5 \pm 91,9 | 0,0012 |
| Mg, mg kg ⁻¹ | 115,0 \pm 38,8 | 76,3 \pm 40,9 | 0,0493 |
| Mn, mg kg ⁻¹ | 16,2 \pm 7,0 | 11,8 \pm 4,9 | ns |
| <u>0-0,20m</u> | | | |
| Humidade, % | | | |
| 21/12/2015 | 5,3 \pm 0,9 | 8,8 \pm 3,9 | 0,0000 |
| 15/03/2016 | 8,9 \pm 2,7 | 9,4 \pm 3,0 | ns |
| 28/04/2016 | 13,5 \pm 2,3 | 11,6 \pm 2,1 | 0,0000 |
| 25/05/2016 | 10,8 \pm 2,2 | 8,0 \pm 1,5 | 0,0001 |
| 16/06/2016 | 5,8 \pm 1,1 | 4,6 \pm 1,6 | 0,0000 |
| <u>0,20-0,40m</u> | | | |
| Humidade, % | | | |
| 21/12/2015 | 5,3 \pm 1,9 | 8,2 \pm 2,4 | 0,0000 |
| 15/03/2016 | 12,1 \pm 6,3 | 13,6 \pm 4,7 | 0,0008 |
| 28/04/2016 | 9,0 \pm 1,5 | 10,6 \pm 1,4 | 0,0000 |
| 25/05/2016 | 10,5 \pm 1,0 | 9,6 \pm 2,0 | 0,0005 |
| 16/06/2016 | 5,3 \pm 1,4 | 3,2 \pm 0,9 | 0,0000 |
| Temperatura, °C | | | |
| 21/12/2015 | 9,2 \pm 0,7 | 10,7 \pm 1,1 | 0,0000 |
| 15/03/2016 | 10,3 \pm 0,9 | 11,5 \pm 0,8 | 0,0011 |
| 28/04/2016 | 13,2 \pm 0,8 | 14,9 \pm 2,0 | 0,0108 |
| 25/05/2016 | 14,7 \pm 0,9 | 15,9 \pm 1,7 | 0,0165 |
| 16/06/2016 | 16,6 \pm 1,4 | 15,7 \pm 2,0 | ns |

MO- Matéria orgânica; Probabilidade- Probabilidade de diferenças significativas (p<0,05%); ns- Diferenças não significativas.

Figura 3- Teores de matéria orgânica (MO) na camada superficial do solo, nas duas situações de ensaio: debaixo da copa das árvores (DCA) e fora da copa das árvores (FCA).



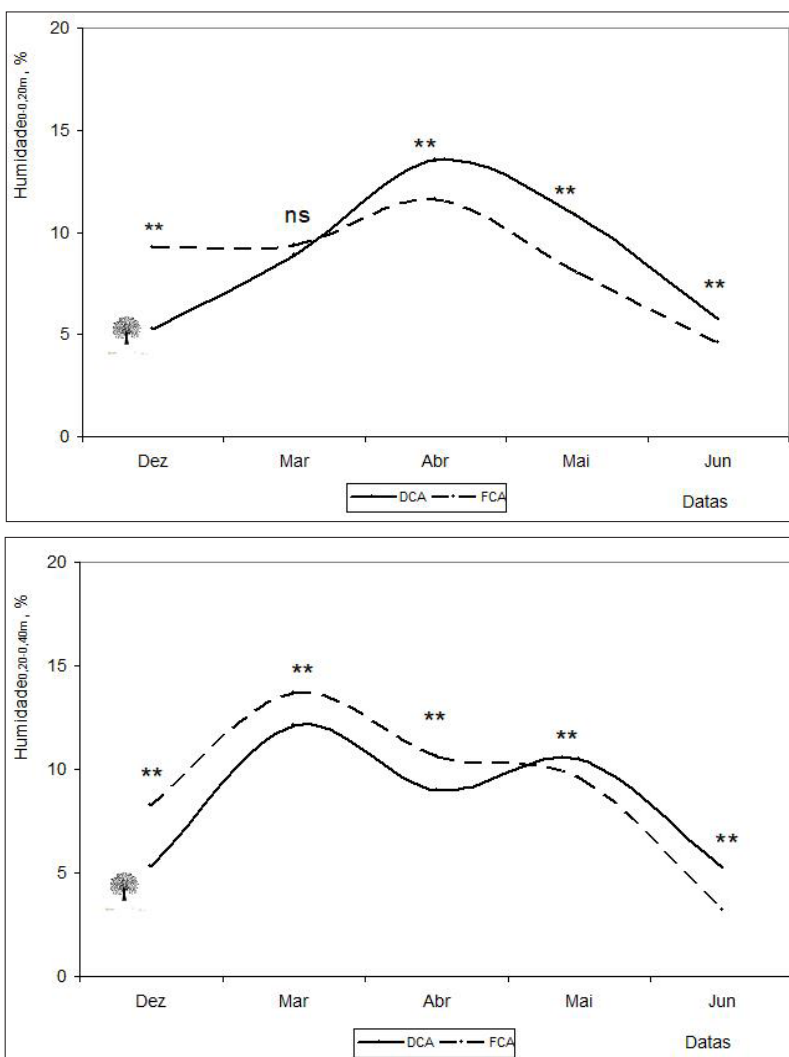
Vários autores reportaram o efeito positivo das árvores sobre a fertilidade do solo, sobre a capacidade de retenção de água e sobre a produtividade da pastagem (Jackson e Ash, 1998; Marcos *et al.*, 2007; Benavides *et al.*, 2009; Howlett *et al.*, 2011). Para Marcos *et al.* (2007) o balanço da interação entre árvores e pastagem é positivo em termos de fertilidade do solo e microclima, mas negativo em termos de luz, água e nutrientes. Benavides *et al.* (2009) justificaram a maior concentração de nutrientes debaixo da copa das árvores como resultado da absorção de nutrientes pelas raízes das árvores em camadas profundas do solo e a sua incorporação nas camadas superficiais pela queda das folhas. Esta melhoria da qualidade do solo, aumentando os teores de MO e de N, contribui para o sequestro de carbono atmosférico (C) no ecossistema devido ao armazenamento a longo prazo de grandes quantidades de C em biomassa, especialmente nos sistemas radiculares profundos (Benavides *et al.*, 2009; Gómez-Rey *et al.*, 2012). Somarriba (1988) acrescentou ainda o importante papel das excreções dos animais em pastoreio na melhoria da qualidade do solo debaixo das árvores, em resultado da atracção dos animais em resposta a condições ambientais particulares proporcionadas pela copa das árvores.

A Figura 4 mostra o comportamento da humidade do solo entre Dezembro de 2015 e Junho de 2016 a duas profundidades (0-0,20m e 0,20-0,40m).

A humidade do solo foi mais elevada fora da copa das árvores durante o Inverno, invertendo-se este comportamento a partir da Primavera, quando a temperatura

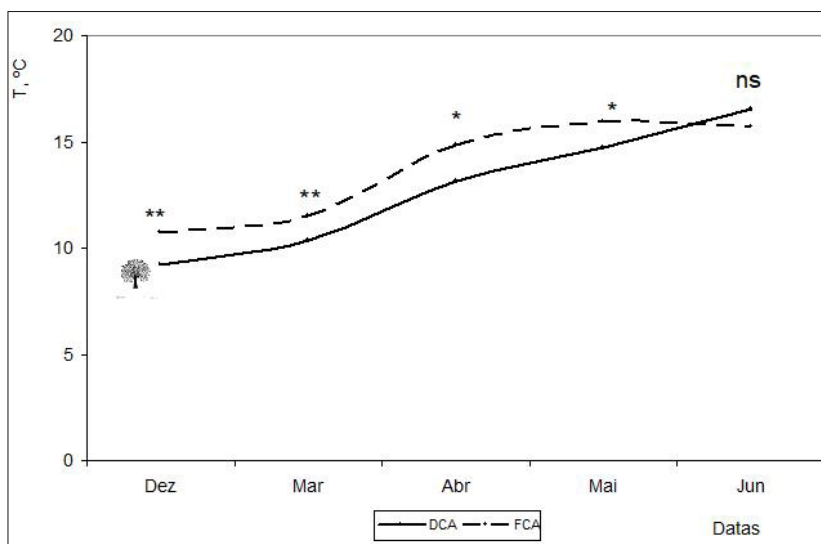
atmosférica normalmente aumenta e a precipitação diminui, acontecendo esta inversão mais cedo à superfície do que a maior profundidade (a partir de Abril na camada de solo de 0-0,20m e a partir de Maio na camada de solo de 0,20-0,40m). Este comportamento reflecte o efeito da copa: quando chove, a copa funciona como uma barreira à penetração da precipitação; quando a temperatura começa a aumentar, a copa actua como uma estrutura de protecção e de sombra para a pastagem, diminuindo a evapotranspiração das plantas e ajudando a manter elevados teores de humidade na zona debaixo da copa das árvores (Guevara-Escobar *et al.*, 2007; Benavides *et al.*, 2009).

Figura 4- Humidade do solo debaixo e fora da copa das árvores (DCA e FCA, respectivamente) entre Dezembro de 2015 e Junho de 2016 a duas profundidades (0-0,20m em cima e 0,20-0,40m em baixo); ** - Diferenças significativas, $p < 0,01$.



A Figura 5 mostra o comportamento da temperatura da superfície da pastagem entre Dezembro de 2015 e Junho de 2016, medida pela câmara de infravermelhos. Tal como seria de prever em face da exposição solar, a temperatura foi mais elevada fora do que debaixo da copa das árvores no Inverno e na Primavera. Este pode ser um factor determinante da produtividade da pastagem, uma vez que a maior exposição solar das plantas no período de crescimento preferencial da pastagem (Primavera) garante maior taxa de fotossíntese.

Figura 5- Temperatura da superfície da pastagem debaixo e fora da copa das árvores (DCA e FCA, respectivamente) entre Dezembro de 2015 e Junho de 2016; **- Diferenças significativas, $p < 0,01$; *- Diferenças significativas, $p < 0,05$; ns- Diferenças não significativas.



Em resumo, os efeitos negativos das árvores (competição) em termos de transpiração, interceptação da precipitação e da luz solar podem ser compensados pelos efeitos positivos em termos de microclima, uma vez que aumentam a fertilidade do solo e a capacidade de retenção e infiltração de água (Marcos *et al.*, 2007). A vantagem da mistura de espécies, neste caso do *montado*, de árvores e pastagens, está na complementaridade dos sistemas radiculares na ocupação do solo e na utilização da humidade (Pollock *et al.*, 2009). Será interessante conciliar este conhecimento do efeito das árvores e dos animais em pastoreio sobre as características do solo com o efeito sobre a produtividade e qualidade da pastagem.

4 CONCLUSÕES

O *montado* é um ecossistema constituído pelo solo, as árvores, pastagens e animais em pastoreio. A sua sustentabilidade exige o conhecimento das interações entre

os diferentes elementos que o constituem. A optimização dos sistemas agro-florestais pela escolha da densidade e distribuição espacial das árvores é, no entanto, um processo complexo e demorado, requerendo estudos práticos. Este trabalho demonstra a influência das azinheiras (*Quercus ilex ssp. rotundifolia* Lam.) e dos animais em pastoreio sobre a fertilidade do solo do ecossistema Mediterrânico de *montado*. O solo debaixo da copa das árvores apresentou níveis significativamente mais elevados de matéria orgânica, N, P, K e Mg. Contribuem para esta maior fertilidade do solo a queda de folhas e de bolotas, a maior densidade de raízes e a acumulação de dejectos dos animais que encontram nas sombras das árvores zonas privilegiadas de descanso. O conhecimento sobre o efeito das árvores no solo pode constituir um contributo importante no apoio à tomada de decisão do gestor agrícola na definição das estratégias de gestão mais adequadas (rotação do pastoreio, fertilização/correção do solo ou previsão da produtividade da pastagem). Numa perspectiva holística, interessa avaliar como é que esta variabilidade da fertilidade do solo por efeito das árvores e dos animais, conjugado com aspectos relacionados com a exposição solar, a temperatura ou a humidade do solo, condicionam a produtividade e a qualidade da pastagem.

5 AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do Projecto UIDB/05183/2020 e pelos projectos PDR2020–101-FEADER-032167, PDR2020–101-030693 e PDR2020–101-031244 (“Programa 1.0.1-Grupos Operacionais”).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benavides, R.; Douglas, G.B. e Osoro, K. (2009) - Silvopastoralism in New Zealand: review of effects of evergreen and deciduous trees on pasture dynamics. *Agroforestry Systems*, vol. 76, p. 327–350.

Bernardi, A.C.C.; Bettiol, G.M.; Ferreira, R.P.; Santos, K.E.L.; Rabello, L.M. e Inamasu, R.Y. (2016) - Spatial variability of soil properties and yield of a grazed alfalfa pasture in Brazil. *Precision Agriculture*, vol. 17, n. 6, p. 737–752.

Carvalho, M.; Goss, M.J. e Teixeira, D. (2015) - Manganese toxicity in Portuguese Cambisols derived from granitic rocks: causes, limitations of soil analyses and possible solutions. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 38, n. 4, p. 518–527.

David, T.S.; Pinto, C.A.; Nadezhkina, N.; Kurz-Besson, C.; Henriques, M.O.; Quilhó, T.; Cermak, J.; Chaves, M.M.; Pereira, J.S. e David, J.S. (2013) - Root functioning, tree water use and hydraulic redistribution in *Quercus suber* trees: A modeling approach based on root sap flow. *Forest Ecology and Management*, vol. 307, p. 136–146.

Efe Serrano, J. (2006) - *Pastagens do Alentejo: bases técnicas sobre caracterização, pastoreio e melhoria*. Universidade de Évora – ICAM (Ed.), Évora, Portugal: Gráfica Eborense, p. 165–178.

Egner, H.; Riehm, H. e Domingo, W.R. (1960) - Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoff-zustandes der Boden. II. K. *Lantbrhogsk. Annlr*, vol. 20, p. 199–216. (in German).

FAO (2006) - World reference base for soil resources. Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Soil Resources Reports N ° 103, Rome, Italy.

Gómez -Rey, M.X.; Garcês, A. e Madeira, M. (2012) - Soil organic-C accumulation and N availability under improved pastures established in Mediterranean oak woodlands. *Soil Use and Management*, vol. 28, p. 497–507.

Guevara-Escobar, A.; Kemp, P.D.; Mackay, A.D. e Hodgson, J. (2007) - Pasture production and composition under poplar in a hill environment in New Zealand. *Agroforestry Systems*, v. 69, n. 3, p. 199–213.

Howlett, D.S.,;Moreno, G.; Losada, M.R.; Nair, P.K.R. e Nair, V.D. (2011) - Soil carbon storage as influenced by tree cover in the dehesa cork oak silvopasture of central-western Spain. *Journal Environmental Monitoring*, vol. 13, p. 1897–1904.

Jackson, J. e Ash, A.J. (1998) - Tree-grass relationships in open eucalypt woodlands of northeastern Australia: influence of trees on pasture productivity, forage quality and species distribution. *Agroforestry Systems*, v. 40, n. 2, p. 159–176.

Mallarino, A.P. e Wittry, D.J. (2004) - Efficacy of grid and zone soil sampling approaches for site-specific assessment of phosphorus, potassium, pH, and organic matter. *Precision Agriculture*, vol. 5, p. 131–144.

Marcos, G.M.; Obrador, J.J.; Garcia, E.; Cubera, E.; Montero, M.J.; Pulido, F. e Dupraz, C. (2007) - Driving competitive and facilitative interactions in oak dehesas through management practices. *Agroforestry Systems*, vol. 70, p. 25–40.

McCormick, S.; Jordan, C. e Bailey, J. (2009) - Within and between field spatial variation in soil phosphorus in permanent grassland. *Precision Agriculture*, vol. 10, p. 262–276.

Paço, T.A.; David, T. S.; Henriques, M.O.; Pereira, J.S.; Valente, F.; Banza, J.; Pereira, F.L.; Pinto, C. e David, J.S. (2009) - Evapotranspiration from a Mediterranean evergreen oak savannah: The role of trees and pasture. *Journal of Hydrology*, vol. 369, p. 98–106.

Pollock, K.M.; Mead, D.J. e McKenzie, B.A. (2009) - Soil moisture and water use by pastures and silvopastures in a sub-humid temperate climate in New Zealand. *Agroforestry Systems*, vol. 75, n. 3, p. 223–238.

Schellberg, J.; Hill, M.J.; Roland., G.; Rothmund, M. e Braun, M. (2008) - Precision agriculture on grassland: Applications, perspectives and constraints. *European Journal of Agronomy*, vol. 29, n. 2-3, p. 59–71.

Seddaui, G.; Porcua, G.; Ledda, L.; Roggero, P.P.; Agnelli, A. e Cortic, G. (2013) - Soil organic matter content and composition as influenced by soil management in a semi-arid Mediterranean agro-silvo-pastoral system. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 167, p. 1–11.

Serrano, J.; Shahidian, S. e Marques da Silva, J. (2013) - Small scale soil variation and its effect on pasture yield in southern Portugal. *Geoderma*, vol. 195-196, p. 173–183.

Somarriba, E. (1988) - Pasture growth and floristic composition under the shade of guava (*Psidium guajava* L.) trees in Costa Rica. *Agroforestry Systems*, vol. 6, p. 153–162.

SOBRE O ORGANIZADOR

EDUARDO EUGENIO 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 PENSA 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

Abono verde 29, 30, 31, 179, 180
Adestramento 326, 329, 330, 335
Adubação verde 179, 181, 182, 183, 186, 187
Agressão 326, 329, 331, 332, 335, 336
Agricultura industrial 70, 78
Agricultura industrial e indicadores de sustentabilidad 70
Agricultura orgânica 63
Agricultura sostenible 30, 31, 35, 119
Agroquímicos 66, 132, 134, 160, 238
Água 5, 7, 8, 9, 10, 12, 16, 19, 24, 26, 39, 40, 41, 46, 47, 61, 71, 72, 73, 78, 109, 110, 111, 112, 113, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 135, 136, 137, 139, 140, 141, 142, 143, 160, 172, 173, 176, 193, 205, 219, 221, 236, 241, 256, 259, 261, 262, 263, 264, 282, 294, 320, 321, 323
Anaerobic co-digestion 49, 50, 51, 61
Analytic hierarchy process 50
Anatomia 268, 273, 318, 319, 320, 324
Apropiación social 70
Arroz de secano 169, 176, 177
Aveia 179, 183, 185, 187

B

Bacia hidrográfica 96, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 132, 134, 136, 137, 139, 140, 141, 142, 143, 144
Bagazo de piña 201, 202, 203, 205, 206, 207, 208, 209, 215, 216
Balanço hidrológico 132, 138
Bioclimatologia 277, 290
Biogas 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62
Bovino 10, 50, 290, 291, 294, 305

C

Cadeia produtiva 97, 98, 102, 220
Cambio climático 48, 70, 79, 125, 176, 177, 190, 217

Caña de azúcar 30, 35, 189, 192, 193, 216
Caprino 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 285, 286, 288, 289, 290, 291, 294, 308
Caprinocultura 277, 278, 279, 281
Chorume 1, 9, 10, 50
Cinta de deyecciones 256, 262, 265
Cobertura de plantas 30
Coeficiente de Tolerância ao Calor 277, 279, 281, 282, 285, 286, 287, 288
Colostro 307, 312, 313, 316
Componentes de rendimento 219, 220, 221, 223, 224, 225, 227
Comportamento canino 326
Comportamento hidrológico 109, 111, 113, 114, 132, 144
Composição florística 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 253
Compostaje 235, 236, 237, 240, 241
Compostos 1, 2, 9, 10, 11, 12, 16
Copa 15, 17, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 45, 242, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 253, 304

D

Derechos 121, 122, 123, 124, 126, 127, 128, 129, 130
Despojo 120, 121, 123, 124, 125, 127, 129, 130
Diagnóstico 96, 98, 99, 100, 101, 104, 106, 107, 108, 218, 266, 267, 268, 269, 272, 274, 276, 291, 293, 294, 296, 299, 303, 304, 308, 311, 313
Diaporthe phaseolorum var. caulivora 146, 147, 151, 154, 155
Dinâmica de sedimentos 109
Diversidade funcional 37

E

Economia circular 8, 37, 46
Ecossistema de montado 15, 22, 242, 243, 244, 252
Espécies ameaçadas 63, 66
Essências florestais 96, 97, 99, 105
Estiércol 235, 237, 256
estrume 1, 9, 10, 11
Estruvita 1, 12
Etnoespécies medicinais 82, 85, 86
Exocarpo 201, 202, 203, 204, 205, 215, 216

F

F₁ validation by SNP 147
Fauna silvestre 63, 64, 65, 66, 68, 69

G

Geographic information science 50
Gestão de ecossistemas 37, 46
Gestión social 120, 121, 123, 130
Gibberella zeae 229, 230
Girasol 156, 158, 159, 160, 161, 162, 166, 167, 180

H

Harina 201, 202, 203, 204, 205, 208, 209, 210, 213, 214, 215, 216, 217, 218
Híbrido de milho 220
Humidade 10, 15, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 113, 114, 135, 243, 244, 245, 247

I

Inceptisol 169, 170, 171
Indicadores de sustentabilidad 70, 73, 74, 75, 76
Inheritance of Rdc1 147, 148, 153
Investigación acción participativa 70, 79

L

Location-allocation 50, 54, 61

M

Maíz 156, 158, 159, 160, 162, 167, 179, 180, 181, 188, 192, 198, 220
Manejo 29, 30, 31, 35, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 71, 72, 73, 75, 78, 80, 98, 102, 106, 120, 123, 124, 125, 126, 128, 130, 160, 171, 178, 191, 216, 219, 221, 228, 229, 230, 231, 237, 238, 241, 278, 279, 284, 286, 287, 288, 292, 294, 295, 305, 308, 326, 328, 331, 335, 337
Manejo de plagas 30
Matéria orgânica no solo 17, 44, 179, 186
Milheto 179, 180, 181, 182, 183, 185, 186
Modelo AnnAGNPS 109, 111, 112, 116, 118
Mucuna 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188
Multidisciplinaridade 82, 92

N

Naranja valencia 201, 202, 203, 204, 205, 207, 208, 215, 216

Neonato 307, 312, 313, 317

Nitrógeno 29, 31, 32, 169, 178, 180, 191, 193, 194, 196, 197, 198, 238, 240, 257, 259, 260, 263

O

Orgânica 9, 10, 11, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 27, 31, 41, 44, 63, 65, 68, 69, 70, 78, 105, 110, 122, 130, 144, 160, 172, 173, 179, 180, 186, 187, 190, 238, 247, 257

Ovino 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 291

Ovinos 15, 18, 245, 274, 289, 290, 294, 305, 307, 308, 309, 314, 317

Oxisol 156, 157, 159, 161, 179, 180

P

Paraguay 156, 157, 158, 159, 160, 168

Pastelería 202, 215

Patología respiratoria 266, 269

Periparto 306, 307, 308, 310, 311, 316

Plantas toxicas 94, 291, 292, 293, 294, 295, 304, 305

Plantinera 235, 237

População de plantas 220, 227

Porcino 255, 256, 257, 264, 265

Preservação 37, 39, 41, 42, 43, 47, 63, 68, 93, 98, 242, 318, 319, 324

Productividad y eficiencia biológicas 189

Progeny test 147, 149, 151

Protagonismo estudantil 82

R

Rendimento de grãos 182, 183, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 230, 232, 233

Resíduos lignocelulósicos 189, 191, 199

Resíduos olivícolas 235

Rocha fosfatada 1, 3, 4, 5, 6, 7

Rumiantes 267, 268, 273, 276, 291, 293, 294, 297, 299, 300, 302, 303, 305

S

Sensor de infravermelhos 15

Sensor óptico activo 242, 245, 253

Solo 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 35, 37, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 66, 67, 103, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 118, 124, 133, 134, 144, 157, 161, 163, 167, 168, 170, 177, 179, 181, 182, 184, 185, 186, 187, 190, 222, 227, 228, 236, 242, 243, 245, 247, 253, 258, 260, 261, 263, 267, 292, 298, 300

Sonda de capacitância 242, 251

Soybean stem canker 146, 147, 148, 153, 154

Suelo húmedo 169, 171

Suelo seco 169, 171, 175

Sustrato 189, 190, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 208, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241

T

Tomografia computadorizada 266, 267, 268, 273, 274

Toxidade 318, 320

Triticum aestivum 229, 230

U

Uso agro-florestal 109, 111, 112

V

Vías altas 266, 268, 269

Viveiros de Mudas 96, 97

Y

Yeso 156, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167