

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 26

INTOXICACIÓN POR PLANTAS EN RUMIANTES: BASES PARA EL DIAGNÓSTICO CLÍNICO

Data de submissão: 09/09/2021

Data de aceite: 24/09/2021

Hélder Quintas

Centro de Investigação de Montanha
Instituto Politécnico de Bragança, Portugal
ORCID: 0000-0002-6934-1669

Carlos Aguiar

Centro de Investigação de Montanha
Instituto Politécnico de Bragança, Portugal
ORCID: 0000-0001-8643-7112

Juan José Ramos Antón

Facultad de Veterinaria
Universidad de Zaragoza, España
ORCID: 0000-0002-2724-2785

Delia Lacasta Lozano

Facultad de Veterinaria
Universidad de Zaragoza, España
ORCID: 0000-0002-7822-6646

Luis Miguel Ferrer Mayayo

Facultad de Veterinaria
Universidad de Zaragoza, España
ORCID: 0000-0003-0042-8800

RESUMEN: Las plantas tóxicas pueden tener un efecto determinante en la salud animal y un grave impacto económico en

las explotaciones pecuarias. Más allá de la naturaleza inespecífica de los cuadros clínicos, la escasez de informaciones veterinaria y botánica adaptadas a la realidad del trabajo veterinario diario, hacen particularmente difícil el establecimiento de las relaciones causa-efecto entre el consumo de plantas y la enfermedad animal. Por lo que es necesaria la profundización y la integración en la práctica clínica del efecto de la ingestión de plantas tóxicas en la salud de los rumiantes domésticos. Este trabajo es un resumen de información veterinaria y botánica útil sobre las principales plantas tóxicas de la flora mediterránea, indígena o naturalizada, centrado en la flora ibérica.

PALABRAS CLAVE: Plantas tóxicas. Rumiantes. Ovino. Caprino. Bovino.

POISONOUS PLANTS IN RUMINANTS: CLINICAL APPROACH

ABSTRACT: Plant toxins can adversely affect animal health and also have a major economic impact on livestock farms. In plant poisoning, the clinical symptoms are often unspecific. Further, the lack of veterinary and botanical information adapted to each region and daily veterinary practice, make the establishment of cause-effect relationship between plant ingestion and animal disease difficult. Therefore, the effect of ingestion of toxic plants must be taken into account in the ruminant veterinary clinical practice the

effect of ingestion of toxic plants on the health of domestic ruminants. This work aims to be a summary of useful veterinary and botanical information on the main indigenous or naturalized toxic plants of the Mediterranean flora, mainly focusing on the Iberian flora.

KEYWORDS: Poisonous plants. Ruminants. Sheep. Goat. Cattle.

1 INTRODUCCIÓN

La toxicología vegetal es tan antigua como la humanidad. La naturaleza no entiende de premios ni de castigos, pero existen las consecuencias y el hombre aprendió pronto a diferenciar las plantas que se podían comer y las peligrosas.

Las plantas desarrollaron con éxito diversas estrategias físicas o químicas para disuadir o evitar ser comidas por los animales. La utilización de sustancias extraídas de las plantas sirvió para curar a las personas y animales, y también para la caza, de donde procede el término tóxico, del griego *toxik* (o)- *τοξικόν* (veneno para flechas). Hoy en día, su utilización es común no solo en la terapéutica alopática, sino también en la práctica veterinaria convencional (ej. atropina y digoxina). Cicerón, en su obra «Sobre la naturaleza de los dioses», cuenta algo que había llegado a sus oídos: «...las cabras salvajes de Creta, cuando son atravesadas por flechas envenenadas, buscan una hierba llamada dictamo y, una vez tomada ésta, las flechas -así lo dicen- se desprenden de sus cuerpos». Los animales también aprenden, posiblemente no tanto como nos cuenta Cicerón, y no consumen ciertas plantas, aunque estén en el pasto. Sin embargo, en ocasiones, el manejo del ganado o la escasez de alimento les conducen a probar e ingerir algunas de estas plantas catalogadas como venenosas. En consecuencia, la presencia en las plantas de determinados compuestos como alcaloides, glucósidos, oxalatos, entre otros grupos de moléculas químicas, les confiere propiedades farmacológicas y nocivas. Las propiedades farmacológicas de las plantas son aprovechadas para el tratamiento de las enfermedades en el hombre y en los animales, pero como apunta Paracelso: «Solo la dosis hace el veneno». Aforismo que encuentra su expresión máxima en la toxicidad vegetal. Las plantas con propiedades tóxicas son abundantes y crecen cerca de todos nosotros. Están en jardines o parques públicos (ej. *Taxus baccata*, *Cytisus scoparius* y *Nerium oleander*), o entre las plantas que crecen de forma natural en los campos, o entre las que son cultivadas por el hombre para la alimentación humana y animal. Muchas plantas poseen compuestos tóxicos inherentes a su naturaleza, pero en otras, estas sustancias nocivas se acumulan en función de la concurrencia de condiciones propicias.

Los estudios sobre el impacto económico real de la ingestión de plantas tóxicas en la producción animal son escasos. Las publicaciones disponibles refieren tasas de mortalidad próximas al 5%, en sistemas de explotación extensivos, y pérdidas

económicas en el sector cárnico superiores a las causadas por virus, bacterias y parásitos en su conjunto.

Los principales efectos de las plantas tóxicas en rumiantes se pueden concretar en los siguientes (Tabla 1):

TABLA 1. Principales efectos de las plantas tóxicas sobre la producción animal.

- Muerte de animales.
- Disminución de los índices reproductivos (abortos, infertilidad, malformaciones fetales, etc.).
- Bajadas de producción (disminución de la producción de carne, leche o lana).
- Inmunodepresión y aumento de la sensibilidad a otras enfermedades.
- Costes de reposición de los animales.
- Gastos para el control de plantas tóxicas.
- Reducción del valor del forraje/terra y aumento de los costes con la alimentación.
- Gastos de diagnóstico y tratamiento.

La ingestión de plantas tóxicas puede ocurrir de forma accidental, cuando están mezcladas en el alimento, o como consecuencia de la ausencia de otra alternativa alimentaria. En las intoxicaciones agudas los síntomas de intoxicación surgen pocos minutos u horas después de su ingestión. Frecuentemente, los animales mueren incluso en el mismo lugar donde han pastado. Las intoxicaciones agudas son el resultado de la ingestión de plantas muy tóxicas (ej.: *Oenanthe crocata* y *Nerium oleander*) o del consumo de grandes cantidades de biomasa de plantas moderadamente tóxicas en un corto período de tiempo (ej.: *Sorghum bicolor*). Sin embargo, la mayor parte de las plantas consideradas tóxicas tienen que ser ingeridas durante largos periodos de tiempo para provocar la enfermedad (ej.: *Brassica* spp., *Allium cepa* y *Pterium aquilinum*). La gravedad de los síntomas en las intoxicaciones crónicas es muy variable.

Cuando un ganadero nos requiere para analizar un caso clínico, visitamos la explotación, le escuchamos, exploramos a los animales enfermos y, si hay muertes, abrimos algunos cadáveres. En ocasiones, después de múltiples analíticas de laboratorio y un proceso razonado de eliminación de otras posibles enfermedades infecciosas, parasitarias, metabólicas..., llegamos a sospechar de una intoxicación vegetal. El problema es que muchas veces no es posible confirmar la presencia del tóxico o de alguno de sus metabolitos en el organismo animal porque hay pocos laboratorios de diagnóstico que busquen esas sustancias y, al final, nos tenemos que conformar con una sospecha fundada en nuestro buen hacer, encaminado a la búsqueda de evidencias.

Quizás también, nuestra formación en botánica o en toxicología vegetal, que está incluida en los planes de estudios de veterinaria, no es la más adecuada y sea cierta la cita del prólogo de los autores a la primera edición del libro “Plantas tóxicas do Brasil” que

señala “Lamentablemente, en nuestro país, ha prevalecido una idea equivocada, por lo que la asignatura (Toxicología) se ha considerado una atribución de sectores o disciplinas como Botánica, Química o Farmacología. Esta forma de enfocar la toxicología está muy lejos de valorar la necesidad de conocimientos sobre plantas tóxicas de interés ganadero. Los estudiantes de veterinaria reciben una orientación distorsionada de la toxicología y, a partir de ahí, afrontan el problema de forma incorrecta. Como resultado, contamos con profesionales no preparados para hacer el diagnóstico en esta área, con pérdidas considerables para los ganaderos. Por ello, creemos que, en las universidades, las clases relacionadas con el tema deben ser impartidas por patólogos. Esto no quiere decir, que no sea un campo de investigación y de trabajo en el que resulta necesaria la participación de todas las ciencias”.

TABLA 2. Factores que influyen en la toxicidad de las plantas.

FACTORES RELACIONADOS CON EL ANIMAL
<ul style="list-style-type: none"> • Especie animal. El helecho águila (<i>Pteridium aquilinum</i>) provoca en monogástricos poliencefalomalacia, mientras que en los rumiantes origina la aparición de tumores vesicales. Incluso entre rumiantes existen variaciones, ej. <i>Senecio jacobaea</i> es más tóxico en bovinos que en pequeños rumiantes. Los caprinos son aparentemente resistentes a la intoxicación por taninos, al contrario de los ovinos.
<ul style="list-style-type: none"> • Edad del animal. La curiosidad y desconocimiento hace a los animales jóvenes más vulnerables a las plantas con acción irritante (ej. <i>Phytolacca americana</i>), así como a los animales más viejos, débiles y de baja jerarquía, que en caso de necesidad o competencia tienen que alimentarse de lo que dejan los dominantes, y en estos restos suele haber más plantas tóxicas.
<ul style="list-style-type: none"> • Sexo. Las plantas con acción estrogénica ejercen más efecto en hembras y en machos castrados.
<ul style="list-style-type: none"> • Pigmentación de la piel/pelo. Los animales con la piel despigmentada son más sensibles a la fotosensibilización que se produce tras el consumo de algunas plantas (ej. <i>Hypericum perforatum</i>).
<ul style="list-style-type: none"> • Tolerancia. Los rumiantes desarrollan tolerancia a la ingestión de pequeñas cantidades de oxalatos.
<ul style="list-style-type: none"> • Ingestión de agua. <i>Ortegia hispanica</i> está relacionada con intoxicaciones que se agravan con la ingestión del agua.
<ul style="list-style-type: none"> • Sed. La sed puede interferir con el paladar de los animales, y llevarlos a ingerir plantas tóxicas por su frescura o contenido en agua.
<ul style="list-style-type: none"> • Gestación. Acción sobre la función uterina e interferencia con el normal desarrollo del feto provocando abortos y malformaciones fetales.
<ul style="list-style-type: none"> • Preferencias/dependencia. Algunos animales desarrollan dependencia por el consumo de <i>Digitalis purpurea</i> después de intoxicaciones no mortales.
FACTORES LIGADOS AL MANEJO DEL ANIMAL
<ul style="list-style-type: none"> • Carencia alimentaria/sequía. La escasez de alimento, tantas veces ocasionada por sequías prolongadas, es la principal causa de intoxicación por plantas tóxicas. En ausencia de alternativas alimentarias los animales ingieren plantas que normalmente no seleccionarían para su alimentación.
<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de pasto. La introducción de los animales en nuevos ambientes les puede llevar al consumo de plantas a las que no están acostumbrados.

FACTORES LIGADOS AL MANEJO DEL ANIMAL

- **Operaciones agrícolas.** La aplicación de herbicidas (ej. 2,4 D) aumenta la concentración de nitratos en la biomasa vegetal y algunas plantas tóxicas se vuelven más apetecibles después de su aplicación. La movilización de la tierra y las inundaciones pueden exponer las raíces tuberosas de *Oenanthe crocata* haciéndolas asequibles a los animales. El acceso de los animales a ramas de *Nerium oleander* sucede a veces después de la poda, en la limpieza de jardines, habiendo sido descritas intoxicaciones en esas circunstancias. La fertilización nitrogenada promueve la acumulación de nitratos en los riegos y facilita la intoxicación por nitratos.
- **Sobrepastoreo/superpoblación.** El sobrepastoreo, o la cohabitación de muchos animales en pequeñas parcelas de terreno durante mucho tiempo, lleva a los animales a ingerir todo el alimento disponible, incluyendo plantas tóxicas.

Como se podrá constatar, la clasificación de una planta como tóxica no siempre es fácil. Existen factores ligados a la planta, al animal y al manejo de los animales o de los terrenos, que pueden condicionar la toxicidad de una planta y la ocurrencia o no de una intoxicación (Tabla 2). La toxicidad de la planta puede variar de año en año (ej. cistáceas) y de región en región, estando, en este caso, la toxicidad condicionada por factores relacionados con las condiciones atmosféricas, estación del año y naturaleza del suelo.

2 CONDICIONES CLÍNICAS ASOCIADAS

La experiencia nos dicta que la mejor forma de estructurar esta revisión es a partir de la clínica, de los aparatos o sistemas afectados. Así, hemos establecido solamente siete condiciones clínicas. Consideramos que son los problemas que nos cita el ganadero más frecuentemente cuando nos requiere.

2.1 MUERTE SÚBITA Y PLANTAS CARDIOTÓXICAS

El consumo de algunas plantas puede causar en los animales una muerte rápida. Entre ellas destacan las plantas cianogénicas y las cardiotoxícas. Las plantas cianogénicas (ej. *Sambucus nigra*; *Acacia dealbata*, (figura 1A)) contienen glucósidos precursores del ácido cianhídrico. La misma planta y la flora ruminal contienen β -glucosidasa, una enzima que transforma el glucósido, no tóxico, en cianhídrico (HCN). Este se absorbe con facilidad por vía digestiva y se liga a la hemoglobina, impidiendo la liberación de oxígeno y provocando hipoxia/anoxia en los tejidos. Como la detoxificación es lenta, si el consumo es suficiente, puede provocar la muerte de forma brusca. La planta cortada y seca pierde toxicidad.

Figura 1. (A) Mimosa (*Acacia dealbata*); (B) Dedalera (*Digitalis purpurea*); (C) Adelfa (*Nerium oleander*).



Las plantas cardiotoxicas (ej. *Taxus baccata*, *Digitalis purpurea* (figura 1B), *Nerium oleander*; (figura 1C)) contienen glucósidos que actúan sobre el corazón. Entre ellas encontramos algunas plantas cultivadas comúnmente con fines ornamentales y otras silvestres. Sus efectos y usos son conocidos desde hace mucho tiempo, pero no por ello son menos peligrosas. Los glucósidos cardíacos son extremadamente tóxicos, incluso a dosis mínimas, pues alteran la conductibilidad eléctrica del corazón, causando arritmias y la muerte de los animales. El consumo directo de la planta o indirecto, como contaminante de un heno, puede originar en el animal manifestaciones tóxicas cardíacas o extracardíacas, con aumento de la contractilidad cardíaca y, a dosis tóxicas, con inhibición de los sistemas enzimáticos responsables del intercambio iónico a nivel de membrana. Estos cambios conducen a una actividad cardíaca irregular, disminución del gasto cardíaco, arritmias con posible bloqueo aurículo-ventricular y muerte. También, pueden originar gastroenteritis hemorrágica, con diarrea, dolor abdominal, convulsiones y muerte súbita. El diagnóstico se basa en la sintomatología y en el historial de ingestión de la planta, así como en la comprobación de su presencia en el aparato digestivo durante la necropsia. Los glucósidos cardíacos se pueden detectar por cromatografía en sangre, orina y líquido ruminal.

2.2 NEUROTÓXICAS

La alta especialización anatómica y fisiológica del sistema nervioso, asociada con su limitada capacidad de reparación y el potencial riesgo para la vida en caso de lesión, lo hace muy susceptible a la acción de agentes nocivos, incluyendo las toxinas. Un grupo importante de compuestos químicos presentes en las plantas tiene una acción estimulante o depresora sobre el sistema nervioso. Los signos clínicos varían en función de la toxina presente y de la cantidad de planta ingerida, originando cuadros clínicos variados, pero que, normalmente tienen en común la presencia de debilidad, ataxia, temblores, parálisis, convulsiones, coma y muerte.

Figura 2. (A) Bledo (*Amaranthus blitoides*); (B) Altramuz amarillo (*Lupinus luteus*); (C) Garbanzo del diablo (*Erophaca baetica*); (D) Nabo del diablo (*Oenanthe crocata*).



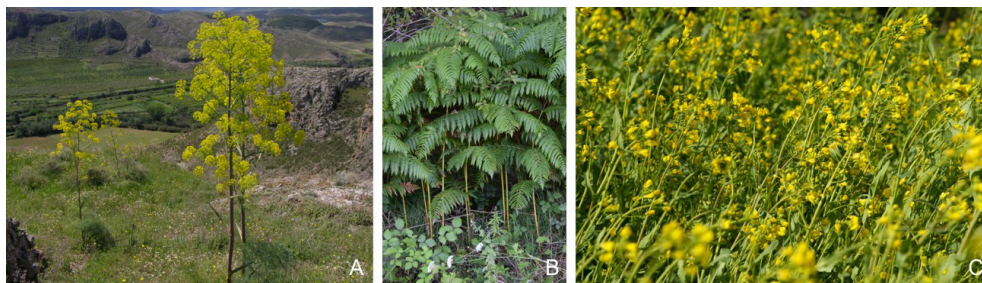
Algunas plantas neurotóxicas poseen tiaminasas (ej. *Pteridium aquilinum*; *Amaranthus blitoides*) (figura 2), o enzimas con actividad similar, destruyendo la vitamina B1 y favoreciendo la presencia de necrosis de la corteza cerebral.

Otras ejercen efectos estimulantes o depresores del SNC, generando diferentes sintomatologías (ej. *Lupinus luteus* y *Erophaca baetica*) (figuras 2B y 2C), otras son antagonistas del neurotransmisor GABA (ej. *Oenanthe crocata*) (figura 2D). Teniendo en cuenta el elevado número de especies que se pueden incluir en estos grupos, así como la importante cantidad de casos de envenenamiento asociados a ellas, se puede concluir que éste es uno de los temas más relevantes de la toxicología vegetal.

2.3 PROCESOS HEMORRÁGICOS Y HEMOLÍTICOS

El envenenamiento por plantas que contienen anticoagulantes provoca afecciones hemorrágicas, normalmente fatales para los rumiantes. Estas plantas, generalmente, se consumen en tiempos de escasez de alimentos. Contienen una alta concentración de compuestos del grupo de las cumarinas, que compiten con la vitamina K, inhibiendo la coagulación sanguínea y ocasionando la aparición de **transtornos hemorrágicos** (*Ferula communis*, figura 3A). La ingestión de *Pteridium aquilinum* (figura 3B) también puede causar un síndrome hemorrágico en procesos de intoxicación aguda, pero con mayor frecuencia se asocia a casos de hematuria enzoótica bovina (HEB), resultado de la intoxicación crónica. En ovejas, el envenenamiento por esta planta aparece asociado a casos de “ceguera brillante” y a la aparición de tumores en varios órganos. Algunas plantas contienen compuestos capaces de alterar el metabolismo de los eritrocitos y dañar la integridad de su membrana celular, produciendo **hemólisis**.

Figura 3. **(A)** Cañaheja (*Ferula communis*); **(B)** Helecho águila (*Pteridium aquilinum*); **(C)** alimentación exclusiva con brasicáceas durante largos períodos puede generar problemas.



El exceso de hemoglobina libre en plasma se elimina a través de los riñones, que en gran cantidad provoca la aparición de hemoglobinuria, dando un color rojo oscuro característico a la orina. Los animales afectados, generalmente, también presentan anemia e ictericia. Las plantas ricas en compuestos hemolíticos de alto riesgo se cultivan principalmente para consumo humano o animal, como es el caso de las plantas de las familias *Alliaceae* (cebolla, ajo, ajo puerro y cebollino) y *Brassicaceae* (col, nabo, rapa, colza, etc.; figura 3C). Algunas brasicáceas salvajes también se incluyen en este grupo. Los síntomas solo aparecen en aquellos animales que se alimentan de forma casi exclusiva con una dieta constituida por estas plantas y durante un largo período de tiempo. La clínica, generalmente, desaparece cuando se elimina la fuente de intoxicación. En casos extremos, se produce la muerte del animal. La ingesta de *Brassicaceae* también se asocia con problemas nerviosos, reproductivos, respiratorios, digestivos, de fotosensibilización e hipotiroidismo (bocio).

2.4 PROBLEMAS CUTÁNEOS

La fotosensibilización es una reacción anormal de la piel a la luz solar debido a la presencia de un compuesto fotodinámico en la dermis. Para que se produzca este proceso es necesario que la sustancia fotosensibilizante llegue a la dermis, la luz solar, con su espectro ultravioleta, incida sobre el animal y que no existan factores que impidan la llegada de la luz hasta el compuesto (pigmentación oscura de la piel o pelo/lana abundante).

Cuando esto sucede, mediante una serie de reacciones complejas, se produce la formación de radicales libres que reaccionan con aminoácidos, ácidos nucleicos y la membrana lipídica de los endotelios capilares y tejidos adyacentes, causando destrucción celular. La reacción es siempre tóxica y limitada a áreas sin pelo, lana o pigmentaciones, que actúan como protectores frente a la radiación solar. Esta clara delimitación de las

lesiones resulta de gran ayuda para el diagnóstico. Los principales síntomas que presentan los animales, además de queratoconjuntivitis y fotofobia, son: prurito, edema subcutáneo, eritema y enrojecimiento de los puntos afectados, que progresan a la alopecia. También es posible observar exudación serosa, necrosis y gangrena cutánea. La gravedad de los síntomas depende de la cantidad de sustancias tóxicas ingeridas, la intensidad de la radiación UV y la duración de la exposición. Las reacciones de fotosensibilización también pueden ocurrir por contacto tóxico con plantas ricas en furanocumarinas.

Existen dos tipos de fotosensibilización en los rumiantes asociados con la ingestión de plantas, el primario (directo) cuando el compuesto fotodinámico está presente en la planta, y el secundario (indirecto o hepático), cuando el daño hepático o la colestasis, causados tras la ingestión de algunas plantas, impiden la eliminación biliar de sustancias fotosensibilizantes. La fotosensibilización no es un fenómeno causado exclusivamente al ingerir toxinas de origen vegetal, están descritos casos de origen genético (porfiria congénita), fúngico (*Pithomyces chartarum*) y químico (oxitetraciclinas).

2.4.1 Fotosensibilización primaria

La fotosensibilización primaria está causada, principalmente, por plantas que tienen en su constitución pigmentos polifenólicos o furanocumarinas (ej. *Hypericum perforatum*) (figura 4A) que, después de ser ingeridos, son absorbidos en el tubo digestivo pasando a la circulación sanguínea y reaccionando con los rayos UV en la superficie de la piel. En este tipo de fotosensibilización, el sistema digestivo absorbe los compuestos fotodinámicos y llegan hasta la piel sin ningún efecto en el hígado del animal. El estudio de la bioquímica hepática no presenta alteraciones relacionadas con el proceso.

Figura 4. (A) Hierba de San Juan (*Hypericum perforatum*); (B) Viborera (*Echium vulgare*); (C) Hierba de Santiago (*Senecio jacobea*); (D); Abrojo (*Tribulus terrestris*).



2.4.2 Fotosensibilización secundaria

La fotosensibilización secundaria se produce como consecuencia de una lesión hepática o colestasia provocadas, entre otras causas, por toxinas de plantas. Por lo tanto, también se conoce como fotosensibilización hepática.

El hígado puede verse afectado por sustancias tóxicas presentes en las plantas, principalmente de dos maneras: (1) por la acción directa de alcaloides de pirrolizidina sobre la funcionalidad y arquitectura hepática (ej. *Echium vulgare*; *Senecio jacobea*; figura 4B y 4C) y (2) por la activación de fenómenos de colestasia, sin acción directa sobre los hepatocitos (ej. *Tribulus terrestris*; figura 4D). Los alcaloides, una vez ingeridos por los rumiantes, se bioactivan en el hígado a pirrol, un compuesto muy tóxico para los hepatocitos que causa un daño hepático progresivo (cirrosis). En caso de insuficiencia hepática, el hígado no puede eliminar y excretar la filioeritrina que resulta de la degradación bacteriana de la clorofila en el rumen. La filioeritrina es un compuesto fotosensibilizante que normalmente no causa problemas y se elimina vía biliar. En ausencia de su eliminación, debido al daño hepático o colestasis, su concentración aumentará en la sangre periférica y si un área sin pelo, lana o pigmentación se expone a los rayos del sol, desencadena un fenómeno de fotosensibilización. El cuadro se acompaña de otros síntomas resultantes de la causa principal de daño hepático. La fotosensibilización secundaria siempre tiene peor pronóstico que la primaria y es más grave en caso de enfermedad hepática que en caso de oclusión biliar. Normalmente, en la intoxicación por derivados pirrolicídnicos, los síntomas de fotosensibilización solo aparecen cuando el 80% del hígado está afectado.

Estos alcaloides dan un sabor desagradable a las plantas verdes, por lo que normalmente no son consumidos por los rumiantes. La gravedad de la intoxicación varía con la cantidad de alcaloides que contenga la planta, la cantidad consumida por el animal y la susceptibilidad individual de cada especie. La probabilidad de comer estas plantas aumenta en ausencia de alternativas alimenticias o por contaminación del forraje seco. El cuadro clínico incluye pérdida progresiva de la condición corporal, emaciación, fotosensibilización, síntomas nerviosos y muerte. Los primeros síntomas de intoxicación ocurren después de ingerir cantidades anormalmente grandes de plantas (raro) o después de semanas o meses de ingestión, lo que hace que estos casos sean más difíciles de diagnosticar y hace imposible la identificación de la planta involucrada.

2.5 PROCESOS DIGESTIVOS

Prácticamente, todas las plantas, cuando se consumen en mayor o menor grado, pueden conducir a la aparición de síntomas relacionados con el aparato digestivo. Este es el caso de las plantas discutidas anteriormente en los problemas de fotosensibilización secundaria asociados a plantas que causan hepatotoxicidad o colestasis.

En primer lugar, podemos agrupar las plantas que causan irritación química de las mucosas del tracto digestivo como la hierba carmín o el torvisco (figuras 5A y 5B). Las consecuencias dependerán de la toxicidad de la planta, de la cantidad ingerida por el animal y de las complicaciones secundarias asociadas. Muchos de los signos clínicos que acompañan a la intoxicación son más graves en las plantas que contienen menos concentración de toxinas. Esto se debe al hecho de que los tóxicos más potentes causan una acción irritante inmediata en la mucosa oral que impide que el animal continúe comiendo alimentos potencialmente tóxicos. Las intoxicaciones generalmente ocurren en momentos de necesidad o accidentalmente, por contaminación de los alimentos suministrados a los animales y también por la curiosidad de los animales más jóvenes que ingieren bayas tóxicas.

Además, también podemos incluir algunas plantas cultivadas como alimento para el ganado, pero peligrosas por favorecer el timpanismo (*Medicago* y *Trifolium*). Aquí también es importante señalar las plantas silvestres y cultivadas que acumulan nitratos, generando alcalosis e intoxicación por los mismos. Los nitratos en el rumen se transforman en nitritos y si se absorben en cantidades que superan la capacidad de detoxificación, se unen a la hemoglobina dando metahemoglobina, desarrollando una sintomatología respiratoria, asociada a la falta de disponibilidad de oxígeno. Generalmente estas plantas no son mortales y los animales se recuperan cuando la planta es retirada de su dieta. Entre los síntomas principales destacan: estomatitis, diarrea y dolor abdominal.

Figura 5. **(A)** Hierba carmín (*Phytolacca americana*); **(B)** Torvisco (*Daphne gnidium*); **(C)** Avena dorada (*Trisetum flavescens*).



Por fin, pueden ocurrir problemas como la calcinosis enzoótica, asociada al consumo de plantas ricas en glucósidos del metabolito activo de la vitamina D, asociada al consumo de plantas como *Trisetum flavescens* (figura 5C).

2.6 PROCESOS RENALES: OXALATOS Y TANINOS

Las plantas que contienen sustancias tóxicas que afectan de forma especial al riñón se dividen en dos grandes grupos, según las sustancias que presenten: oxalatos o taninos. Las plantas que acumulan oxalatos en cantidades potencialmente tóxicas pertenecen principalmente a los géneros *Rumex* y *Oxalis* (figuras 6A y 6B), y acumulan el compuesto en su forma más tóxica, oxalato potásico. En general, los rumiantes toleran la presencia de oxalatos en su dieta más que otras especies, ya que el consumo moderado de estas plantas permite la adaptación y su biotransformación por la flora ruminal. Sin embargo, la ingestión de plantas que contienen oxalatos por animales no adaptados, o en cantidades muy elevadas, puede conducir a una intoxicación aguda, con muerte por hipocalcemia/hipomagnesemia durante las 12 horas posteriores a la ingestión. Esto se debe a que los oxalatos se combinan con calcio y magnesio en la sangre y causan una disminución rápida de los niveles séricos. Los animales que sobreviven a esta fase o que están sujetos a la ingestión continua de estas plantas pueden sufrir un síndrome urémico fatal debido a la formación de cálculos de oxalato de calcio en los túbulos renales.

Los taninos se encuentran, principalmente, en las plantas del género *Quercus* (figura 6C), siendo especialmente tóxicos los rebrotes, hojas tiernas y bellotas verdes. Su consumo en grandes cantidades afecta a los aparatos urinario y digestivo, siendo característica la necrosis por coagulación que se establece en áreas de los túbulos contorneados proximales del riñón.

Figura 6. (A) Acedera (*Rumex induratus*); (B) Aleluya (*Oxalis pes-caprae*) (C) Melojo (*Quercus pyrenaica*); (D) Retama negra (*Cytisus scoparius*).



Otras plantas, como *Cytisus scoparius* (figura 6D) o las del género *Cistus* (también incluido en 2.2), pueden provocar disuria. Sus principios nefrotóxicos no son bien conocidos.

2.7 PROCESOS REPRODUCTIVOS

Las plantas incluidas en este grupo pueden provocar cambios fisiológicos muy variados y tienen efectos negativos en los procesos reproductivos, incluida la

gametogénesis, fertilización y gestación. Se pueden dividir en dos grupos principales: (1) plantas con toxinas teratogénicas, que actúan sobre la función uterina e interfieren con el desarrollo normal del feto y (2) plantas estrogénicas, que contienen fitoestrógenos que afectan a la capacidad reproductora de animales jóvenes y adultos. El grupo de plantas estrogénicas incluye diferentes leguminosas, pero son las pertenecientes al género *Trifolium* (tréboles) y *Medicago* (alfalfas), generalmente presentes en pastos y alimentos de rumiantes, las que con más frecuencia van a dar problemas en el ganado (ver 2.5). Las plantas teratogénicas pueden afectar a diferentes órganos y funciones. Sus síntomas pueden pasar desapercibidos hasta el parto, con el nacimiento de fetos con múltiples malformaciones, o producir abortos. La cicuta (*Conium maculatum*) es una de las plantas características pertenecientes a este grupo. En caso de intoxicación aguda, estas plantas también pueden dar lugar a síntomas nerviosos.

Figura 7. (A) Veratro (*Veratrum album*); (B) Cicuta mayor (*Conium maculatum*); (C) Hierbas locas (*Astragalus incanus*).



Estas plantas pertenecen a diferentes grupos: veratros (*Veratrum spp.*) (figura 7A), que inducen malformaciones craneofaciales principalmente, *Conium maculatum* y *Nicotiana spp.* (figura 7B), que inducen artrogriposis, y las denominadas hierbas locas, *Astragalus spp.* y *Oxytropis spp.* (figura 7C), que inducen múltiples malformaciones y contracturas fetales. En el vacuno, deberíamos añadir *Lupinus spp.* que causa la enfermedad del ternero encorvado. Existen otras plantas, que afectan a diferentes funciones u órganos y secundariamente pueden provocar alteración del feto o de la madre y generar abortos, tal es el caso de las plantas bociógenas o las que alteran la absorción de minerales.

3 DIAGNÓSTICO, CONTROL Y PREVENCIÓN

La toxicología vegetal es compleja, muy interesante y muy desagradecida, porque sospechamos y sabemos algo, pero desconocemos mucho. Sócrates, que fue invitado

al suicidio, al llegar el carcelero con la copa de cicuta, le preguntó: «Amigo, tú que tienes experiencia de estas cosas, me dirás lo que debo hacer». A lo que el hombre contestó: «No tienes que hacer más que pasearte, mover las piernas; entonces te tiendes en la cama y el veneno producirá su efecto». Es difícil adquirir experiencia en este campo. En muchas ocasiones, como ya hemos indicado, la actividad clínica nos lleva a sospechar de un tóxico y, si nos resulta difícil encontrar un diagnóstico, más difícil nos resulta realizar un tratamiento adecuado. Es entonces cuando tendremos que recurrir al estudio y a la consulta bibliográfica. El diagnóstico de las intoxicaciones por plantas está basado esencialmente en el cuadro clínico-patológico y en la constatación de que el animal ingirió la planta tóxica en cantidad suficiente para causar esos síntomas y lesiones. Por eso, el conocimiento de plantas tóxicas es esencial. La presencia y el reconocimiento de plantas tóxicas en el lugar, sus efectos, la fase de crecimiento, la estación del año y las condiciones en que se dio la ingestión son tan importantes para el diagnóstico como los signos clínicos que presentan los animales y su evolución.

Los análisis de sangre para el estudio bioquímico pueden ser útiles para el diagnóstico diferencial siempre que la intoxicación se refleje en la hematología o en la serología. Sin embargo, el diagnóstico no siempre es fácil, dado que la mayor parte de las veces la sintomatología no es exclusiva de una intoxicación por una planta en particular y el tiempo que media entre la ingesta de la planta y la aparición de los primeros síntomas es muy variable. El estudio toxicológico también es difícil de realizar por rutina, a excepción de la sospecha de intoxicación por nitritos o por plantas cianogénicas. Si una intoxicación provoca la muerte del animal, es fundamental realizar la necropsia. La observación de porciones de plantas sospechosas en el aparato digestivo es muy útil para el diagnóstico. En casos de muerte súbita puede ser incluso el principal hallazgo de la necropsia, ya que normalmente no se encuentran otras lesiones. En la mayor parte de las intoxicaciones no se encuentran lesiones características de intoxicación por plantas. Muchas veces, solamente el examen histopatológico consigue determinar las lesiones provocadas y confirmar la sospecha de intoxicación.

El tratamiento no es sencillo. La terapia de soporte y mantenimiento de las funciones vitales es, muchas veces, la única opción. Tan apenas hay antidotos para las sustancias tóxicas presentes en las plantas, excepto en casos de intoxicación por nitratos y por ácido cianhídrico. En cualquier caso, los animales deben de ser inmediatamente apartados del pasto o alimento sospechoso. Desgraciadamente, cuando el número de animales afectados es muy grande, el tratamiento es caro e inviable, por lo que es fundamental apostar en la prevención (Tabla 3).

TABLA 3. Medidas preventivas para la intoxicación por plantas.

<p>• Manejo de pastos. Utilizar diferentes especies de animales teniendo en consideración el grado de ingestión y/o diferencia de susceptibilidad. Por ejemplo, pastoreo con ovinos para evitar la proliferación de <i>Senecio jacobaea</i> en pastos de bovinos.</p>
<p>• Disponer de correctores minerales. Las carencias minerales pueden aumentar la apetencia por las plantas tóxicas.</p>
<p>• Apartar a los animales del pasto/alimento sospechoso.</p>
<p>• Aplicación de técnicas agronómicas adecuadas. Las especies sembradas, el manejo de los terrenos, la fertilización y la rotación de cultivos deben ser aplicados para evitar que especies tóxicas se vuelvan dominantes.</p>
<p>• Conocimiento. Agrónomos, veterinarios y productores deben conocer las plantas tóxicas y sus efectos para poder actuar mejor y así poder reducir el impacto económico y los efectos sobre la salud animal de las intoxicaciones.</p>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Quintas H., Aguiar, C., Ramos, J.J., Lacasta D., Ferrer, L.M. (2021). "Plantas tóxicas para rumiantes". Publicações Ciência e Vida. ISBN: 978-972-590-103-8. 216 pp.

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