

VOL I

Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spers
(Organizador)



EDITORA
ARTEMIS

2024

VOL I

Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spers
(Organizador)



EDITORA
ARTEMIS

2024



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

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

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil
Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México



Prof.ª Dr.ª Emilas 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. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal, Canadá*
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*
Prof.ª Dr.ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia*
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yañez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*
Prof. Dr. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal
Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*



Prof.ª Dr.ª Maria da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
 Prof.ª Dr.ª MªGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
 Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara, México*
 Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba*
 Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
 Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del Pais Vasco, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
 Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
 Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru*
 Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
 Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
 Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
 Prof. Dr. Sérgio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
 Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
 Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University, Russia*
 Prof.ª Dr.ª Susana Álvarez Otero – Universidad de Oviedo, Espanha
 Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
 Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
 Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
 Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia*
 Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León, Espanha*

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

E82 Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais I [livro eletrônico] /
Organizador Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba, PR: Artemis,
2024.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilingue

ISBN 978-65-81701-19-2

DOI 10.37572/EdArt_300724192

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

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



APRESENTAÇÃO

O campo das ciências agrárias e ambientais está em constante evolução, refletindo a necessidade crescente de entender e gerenciar os recursos naturais e a produção agrícola de maneira sustentável.

O primeiro volume desta nova coletânea “**Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais**”, reúne 12 capítulos de destacados pesquisadores, oferece uma visão abrangente das investigações mais recentes em quatro eixos cruciais e complementares: ciências agrárias, ciências dos animais, ciências dos alimentos e ciências ambientais.

No eixo **Estudos em Ciências Agrárias**, os artigos exploram a variabilidade genética e os métodos de cultivo que podem influenciar a produtividade e a qualidade das culturas. O estudo da heterose em sementes híbridas de milho azul (cap. 1) revela como características superiores podem ser obtidas por meio de cruzamentos específicos. Adicionalmente, a análise do potencial genotécnico de híbridos e variedades sintéticas de milho azul (cap. 2) demonstra a importância da adaptação regional para maximizar a produtividade. A pesquisa sobre a manipulação de plantas de limão persa (cap. 3) e a propagação vegetativa do lúpulo (cap. 4) trazem insights sobre práticas de cultivo que podem otimizar a produção.

O eixo **Estudos em Ciências dos Animais** foca na saúde e na eficiência dos sistemas de produção animal. A detecção de imunoglobulinas contra *Anaplasma marginale* (cap. 5) é essencial para a compreensão das doenças bovinas, enquanto a avaliação da eficiência do uso de nutrientes em bovinos (cap. 6) pode melhorar a produtividade e a sustentabilidade das operações de pecuária. O estudo sobre a seroprevalência de *Mycobacterium avium* subespécie paratuberculosis em ovinos (cap. 7) oferece informações valiosas para o controle de doenças em sistemas de produção ovina.

Os artigos do terceiro eixo, **Estudos em Ciências dos Alimentos**, discutem a inovação e a funcionalidade na produção de alimentos. O potencial das sementes de *Moringa oleifera* (cap. 8) é explorado, destacando seus benefícios nutricionais e aplicações alimentares. Além disso, a dinâmica do status total de antioxidantes ao longo do processo de produção de vinho (cap. 9) revela como a qualidade do vinho pode ser monitorada e aprimorada, desde o suco até o produto final.

Finalmente, o eixo temático **Estudos em Ciências Ambientais** aborda questões cruciais relacionadas ao meio ambiente e à conservação. A investigação sobre a doença de manchas marrons e suas interações com hospedeiros (cap. 10) oferece uma visão sobre a gestão de doenças em agroecossistemas. Os avanços na conservação dos recursos genéticos de baunilha no México (cap. 11) são discutidos, evidenciando esforços para preservar espécies ameaçadas e a pesquisa sobre macrofauna bentônica em riachos (cap. 12) demonstra a importância dos organismos do solo para a saúde dos ecossistemas aquáticos.

Este livro não só apresenta pesquisas inovadoras e relevantes, mas também promove uma integração de conhecimentos que é vital para enfrentar os desafios contemporâneos nas ciências agrárias e ambientais. Acreditamos que as descobertas aqui compiladas contribuirão significativamente para o avanço da ciência e para a implementação de práticas mais sustentáveis e eficientes.

Desejo a todos uma proveitosa leitura!

Eduardo Eugênio Spers

SUMÁRIO

ESTUDOS EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CAPÍTULO 1..... 1

EXPRESIÓN DE LA HETEROSIS EN SEMILLAS HÍBRIDAS DE MAÍZ AZUL

Germán Fernando Gutiérrez-Hernández

José Luis Arellano-Vázquez

Luis Fernando Ceja-Torres

Martín Filiberto García-Mendoza

Elpidio García-Ramírez

Estela Flores-Gómez

Patricia Vázquez-Lozano

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241921

CAPÍTULO 2..... 10

POTENCIAL GENOTÉCNICO DE HÍBRIDOS Y VARIEDADES SINTÉTICAS DE MAÍZ AZUL CON ADAPTACIÓN A VALLES ALTOS CENTRALES DE MÉXICO

José Luis Arellano-Vázquez

Germán Fernando Gutiérrez-Hernández

Luis Fernando Ceja-Torres

Martín Filiberto García Mendoza

Elpidio García Ramírez

Estela Flores-Gómez

Patricia Vázquez-Lozano

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241922

CAPÍTULO 3..... 18

COMPORTAMIENTO DE LA MANIPULACIÓN DE PLANTAS INJERTADAS DE LIMÓN PERSA DURANTE LA ETAPA DE PREPRODUCCIÓN DE PLANTA

Pablo Ulises Hernández Lara

Diana Rubi Ramos López

Felipe Mirafuentes Hernández

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241923

CAPÍTULO 4..... 24

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO LÚPULO: EFEITO DO COMPRIMENTO DE ESTACAS E DOSES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NA PRODUÇÃO DE MUDAS

Dalva Paulus

Mateus Dall'Agnol

Dislaine Becker

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241924

ESTUDOS EM CIÊNCIAS DOS ANIMAIS

CAPÍTULO 5..... 35

DETECCIÓN DE INMUNOGLOBULINAS CONTRA *ANAPLASMA MARGINALE* EN BOVINOS DE TRES ESTADOS DE MÉXICO

Elizabeth Salinas Estrella

Mayra Elizeth Cobaxin Cárdenas

Roberto Omar Casteñada Arriola

Itzel Amaro Estrada

Sergio Darío Rodríguez Camarillo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241925

CAPÍTULO 6.....42

NUTRIENT USE EFFICIENCY EVALUATION OF BEEF CATTLE FEEDLOT

Andrea Wingartz Otaduy

Rafael Olea Pérez

José Luis Dávalos Flores

María Edna Álvarez Sánchez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241926

CAPÍTULO 7..... 49

SEROPREVALENCIA A *Mycobacterium avium* SUBESPECIE *paratuberculosis* POR RAZAS EN OVINOS EN TRES UNIDADES DE PRODUCCIÓN

José Vicente Velázquez-Morales

Marco Antonio Santillán-Flores

Dionicio Córdova-López

Juan Salazar-Ortiz

Ramón Soriano-Robles

Edgar Valencia-Franco

José Luis Ponce-Covarrubias

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241927

ESTUDOS EM CIÊNCIAS DOS ALIMENTOS

CAPÍTULO 8.....55

ALIMENTOS À BASE DE SEMENTES DE *Moringa oleifera*

Adèle Gautier

Carla Margarida Duarte

Isabel de Sousa

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241928

CAPÍTULO 9.....78

DYNAMICS OF TOTAL ANTIOXIDANT STATUS THROUGHOUT THE WINE PRODUCTION PROCESS: FROM JUICE TO FINISHED NON-ALCOHOLIC WINE PRODUCT

Andrejs Skesters

Anna Lece

Dmitrijs Kustovs

Gundega Gerke

Daina Garokalna

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241929

ESTUDOS EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

CAPÍTULO 10..... 88

INSIGHTS INTO BROWN SPOT DISEASE: CAUSAL AGENTS AND HOST INTERACTIONS IN AGROECOSYSTEMS

Justino Sobreiro

Cláudia Sofia Batalha Neto

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30072419210

CAPÍTULO 11..... 101

AVANCES EN EL RESCATE Y CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS DE VAINILLA EN MÉXICO

Juan Hernández Hernández

Esmeralda J. Cruz Gutiérrez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30072419211

CAPÍTULO 12 110

THE ROLE OF BENTHIC MACROFAUNA IN HEADWATER STREAMS, CHAPADA DOS
VEADEIROS, CENTRAL BRAZIL

Maria Júlia Martins Silva

Claudia Padovesi Fonseca

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30072419212

SOBRE O ORGANIZADOR..... 120

ÍNDICE REMISSIVO 121

CAPÍTULO 5

DETECCIÓN DE INMUNOGLOBULINAS CONTRA *ANAPLASMA MARGINALE* EN BOVINOS DE TRES ESTADOS DE MÉXICO¹

Data de submissão: 20/06/2024

Data de aceite: 04/07/2024

Elizabeth Salinas Estrella

INIFAP CENID-SAI, sede Jiutepec
Morelos, México
<https://orcid.org/0000-0002-0503-6577>

Mayra Elizeth Cobaxin Cárdenas

INIFAP CENID-SAI, sede Jiutepec
Morelos, México
<https://orcid.org/0000-0001-9984-2715>

Roberto Omar Casteñada Arriola

INIFAP CIRGOC, C.E. Huimanguillo
Sitio Experimental Pichucalco, México
<https://orcid.org/0000-0002-0739-3922>

Itzel Amaro Estrada

INIFAP CENID-SAI, sede Jiutepec
Morelos, México
<https://orcid.org/0000-0002-6386-9526>

Sergio Darío Rodríguez Camarillo

INIFAP CENID-SAI, sede Jiutepec
Morelos, México
<https://orcid.org/0000-0003-1316-5739>

RESUMEN: La anaplasmosis bovina es una enfermedad producida por la bacteria intraeritrocítica *Anaplasma marginale*, de gran importancia económica y clínica en la ganadería bovina. Esta enfermedad se transmite por insectos hematófagos y garrapatas, además puede transmitirse de forma iatrogénica mediante el uso de instrumentos o equipo contaminado con sangre infectada, o de forma vertical, de la hembra gestante a la cría, con diferentes desenlaces de acuerdo al estado inmune de los animales. La anaplasmosis bovina se distribuye ampliamente en el mundo en zonas de clima tropical por la presencia del vector biológico, las garrapatas, así como en zonas de clima templado debido a bajos estándares de manejo que facilitan la transmisión iatrogénica o por un inadecuado monitoreo de los hatos para determinar la presencia del patógeno, lo cual puede contribuir a la permanencia en los hatos debido a la transmisión vertical. En México, la prevalencia serológica y molecular de anaplasmosis bovina es superior al 50% en las regiones cálidas, principalmente Estados costeros, mientras que, en los Estados del Norte del país, la prevalencia suele ser menor al 25%. En este trabajo, se detectaron prevalencias superiores al 75% en muestras obtenidas de tres hatos, originarios de Chiapas, Guerrero y Jalisco, mediante ELISA indirecta. La finalidad del estudio fue verificar si la detección serológica de anticuerpos contra *A. marginale* en los tres hatos de

¹ Los datos mostrados en este trabajo corresponden a resultados parciales y forman parte de los productos generados con los Proyectos INIFAP #1217283091, del 2018, #1162734713 del 2019 al 2022 y #1515235065 del 2019 al 2023, financiados con recursos fiscales. Los autores declaran no haber conflicto de interés.

diferentes Estados del país coincidía con las prevalencias reportadas de anaplasmosis en esos Estados.

PALABRAS CLAVE: Anaplasmosis. Anticuerpos. Inmunoprotección. Diagnóstico. Prevalencia.

DETECTION OF IMMUNOGLOBULINS AGAINST *ANAPLASMA MARGINALE* IN CATTLE FROM THREE STATES OF MEXICO

ABSTRACT: Bovine anaplasmosis is a disease caused by the intraerythrocytic bacterium *Anaplasma marginale*, of great economic and clinical importance in cattle breeding. This disease is transmitted by hematophagous insects and ticks. It can also be transmitted iatrogenically through the use of instruments or equipment contaminated with infected blood, or vertically, from the pregnant female to the offspring, with different outcomes according to the immune status of the animals. Bovine anaplasmosis is widely distributed in the world in tropical climate zones due to the presence of the biological vector, ticks, as well as in temperate climate zones due to low management standards that facilitate iatrogenic transmission or inadequate monitoring of herds to determine the presence of the pathogen, which can contribute to the permanence in herds due to vertical transmission. In Mexico, the serological and molecular prevalence of bovine anaplasmosis is higher than 50% in warm regions, mainly coastal states, while in the northern states of the country, prevalence is usually less than 25%. In this work, prevalences higher than 75% were detected in samples obtained from three herds, from Chiapas, Guerrero and Jalisco, by indirect ELISA. The purpose of the study was to verify if the serological detection of antibodies against *A. marginale* in the three herds from different states of the country coincided with the reported prevalences of anaplasmosis in those states.

KEYWORDS: Anaplasmosis. Antibodies. Immunoprotection. Diagnosis. Prevalence.

1 INTRODUCCIÓN

La bacteria *Anaplasma marginale*, perteneciente al orden de los Rickettsiales, es el patógeno causante de la anaplasmosis bovina en México, cuyos signos clínicos más notorios son fiebre, disminución de la ingesta, anemia, disminución o pérdida de la producción de leche, disminución en la producción de carne, posibilidad de aborto en el tercer tercio de la gestación y muerte en animales adultos, presentando cuadros crónicos en los animales que sobreviven a la primera infección con ictericia o palidez de mucosas y reincidencias cíclicas cada 6 a 8 semanas (Salinas-Estrella *et al*, 2023).

Esta enfermedad está ampliamente distribuida en el mundo y, en nuestro país, se presenta principalmente (aunque no se limita) en zonas con clima tropical o subtropical, las cuales son el lugar donde la garrapata común del ganado, *Rhipicephalus microplus* (Cobaxin-Cárdenas *et al*, 2019), prolifera en mayor medida por las condiciones óptimas de calor y humedad. La distribución de la garrapata está estrechamente relacionada, ya que es el vector biológico de la bacteria (Amaro-Estrada *et al*, 2020), sin embargo,

en otros países se han detectado otras especies transmisoras de anaplasmosis, como *Dermacentor spp* (Estrella *et al*, 2022), por lo que se cree que especies de este género puedan estar involucradas en su transmisión en México, coadyuvando en una mayor distribución de la enfermedad. Aunado a esto, una forma muy común de transmisión o dispersión de la anaplasmosis bovina es mediante el uso de instrumental (agujas, navajas, etc.) contaminado con sangre infectada en dos o más animales (Salinas-Estrella *et al*, 2023). Asimismo, las moscas y los tábanos pueden actuar como vectores mecánicos, llevando sangre infectada de un animal a otro (Bautista-Garfias *et al*, 2021).

Finalmente, otra forma de transmisión de la anaplasmosis bovina es de la vaca a la cría; el pronóstico dependerá del estado inmunológico de la vaca, así como el manejo general del hato, puesto que situaciones de estrés (cambios climáticos severos, excesivo movimiento de ganado, o presencia de otras enfermedades) pueden desencadenar una inmunodepresión que facilite brotes de anaplasmosis en lugares aparentemente controlados.

Con la intervención de todos estos factores se considera que la anaplasmosis bovina tiene una prevalencia de más del 50% en la mayoría de los estados costeros de la República Mexicana (Rodríguez *et al*, 2009).

2 OBJETIVO

En el presente trabajo se obtuvieron muestras de tres hatos localizados en tres estados diferentes: Chiapas, Guerrero y Jalisco, con el objetivo de confirmar si la detección serológica de productos de la respuesta inmune contra *Anaplasma marginale* coincidía con la prevalencia reportada para los mismos Estados y, más adelante, evaluar las diferencias en las proporciones de inmunoglobulinas indicativas de una respuesta inmune protectora contra la anaplasmosis bovina.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

La obtención de muestras de sangre se realizó a disponibilidad de personas encargadas de hatos amenas a permitir el muestreo de los bovinos. Se realizó la toma de muestras utilizando el sistema Vacutainer® con tubos sin anticoagulante. Los tubos se dejaron reposar a temperatura ambiente durante aproximadamente una hora y, en algunos casos fueron almacenados en refrigeración por unas horas. Se centrifugaron a 4500 rpm, durante 10 min en centrífuga clínica. Se realizaron alícuotas de los sueros sanguíneos obtenidos y se mezclaron con glicerina (v/v) para promover una mejor conservación de los componentes serológicos.

Se realizó un ensayo de ELISA indirecta utilizando el paquete PAdianaVET (INIFAP), utilizando placas de poliestireno fijadas con antígeno crudo de *A. marginale* (Preciado de la Torre et al, 2021; Salinas-Estrella et al, 2022). Las lecturas de densidad óptica se analizaron en un paquete informático de hoja de datos para obtener el punto de corte, así como el índice de positividad de cada muestra (Salinas-Estrella et al, 2022).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron un total de 297 muestras de suero sanguíneo de bovinos. De estas, 87 provenían del Estado de Guerrero, 63 de Jalisco y 147 de Chiapas. Sin embargo, de las 87 muestras del Estado de Guerrero, dos de ellas no estaban identificadas, por lo que esas muestras se eliminaron del análisis final, asimismo, 5 de las muestras de Jalisco no se pudieron probar. En el cuadro 1 se resumen resultados de las muestras analizadas.

Cuadro 1. Recuento de muestras analizadas, positivas y negativas.

Estado de origen	Núm. muestras obtenidas	Muestras viables para análisis	Muestras positivas	Muestras negativas	Prevalencia
Chiapas	147	147	134	13	91.16%
Guerrero	87	85	65	20	76.47%
Jalisco	63	58	51	7	87.93%
Totales	297	290	250	40	86.21%

Al realizar el ensayo de ELISA indirecta, se obtuvieron los índices de positividad que se observan en las figuras 1, 2 y 3, por cada Estado.

Figura 1. Presencia de anticuerpos en muestras de Chiapas mediante ELISA.



Figura 2. Presencia de anticuerpos en muestras de Guerrero mediante ELISA.



Figura 3. Presencia de anticuerpos en muestras de Jalisco mediante ELISA.



Las prevalencias obtenidas por grupo de bovinos (por Estado) se observan en la figura 4. Estas prevalencias, a pesar de ser de un solo grupo de animales por cada Estado, coinciden con la distribución de la anaplasmosis (figura 5) reportada en la literatura para el Estado de Chiapas, no así para los Estados de Guerrero y Jalisco, puesto que las prevalencias obtenidas fueron mayores a las reportadas (Rodríguez *et al*, 2009).

Figura 4. Muestras positivas a anticuerpos contra *A. marginale*.

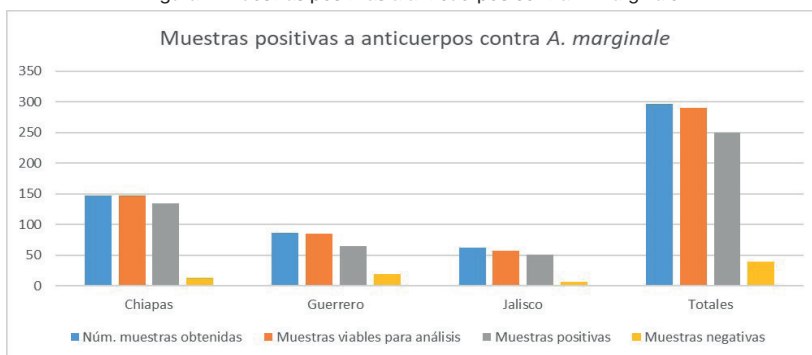
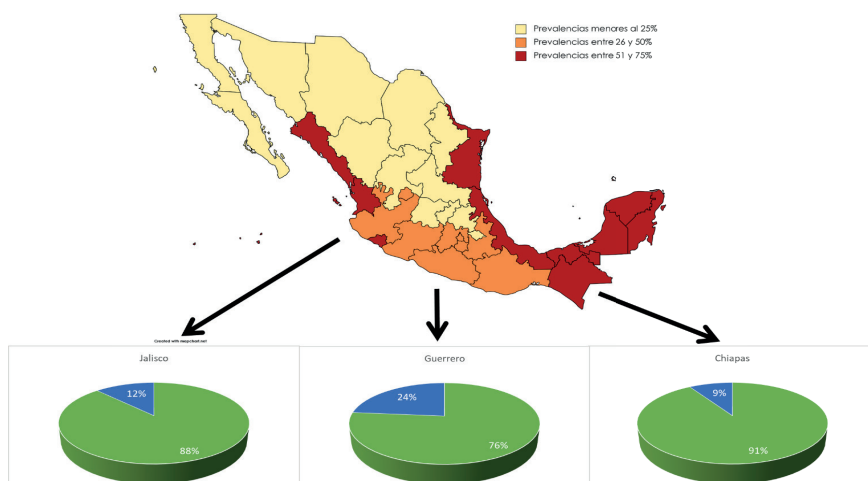


Figura 5. Comparación de prevalencias obtenidas en los hatos de tres Estados de México, con la prevalencia serológica conocida (colores rojo, naranja y amarillo en el mapa representan alta, media y baja prevalencia) de la anaplasmosis bovina en México (Imagen modificada de Preciado de la Torre *et al*, 2021).



5 CONCLUSIONES

Los hatos de los cuales se obtuvieron las muestras de suero se encuentran en zonas enzoóticas de anaplasmosis bovina, con prevalencias superiores al 50%. A pesar de no ser un muestreo amplio de la población ganadera de México o de cada Estado, sí indica que el problema de la anaplasmosis es vigente y de gran magnitud, por lo que es necesario seguir trabajando en estrategias para controlar y disminuir su impacto en la producción bovina.

6 PERSPECTIVAS

Los sueros obtenidos serán analizados para determinar la proporción IgG1/IgG2, de manera que puedan ser un indicativo del tipo de respuesta inmune desarrollada por cada bovino. Lo cual podría aumentar la profundidad de análisis sobre cada región para determinar si las cepas de *A. marginale* presentes en cada lugar se mantienen en estabilidad enzoótica o representan un problema de infecciones cíclicas con cuadro clínicos graves.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaro Estrada, I., García-Ortiz, M. A., Preciado de la Torre, J. F., Rojas-Ramírez, E. E., Hernández-Ortiz, R., Alpírez-Mendoza, F., & Rodríguez Camarillo, S. D. (2020). Transmission of *Anaplasma marginale* by unfed *Rhipicephalus microplus* tick larvae under experimental conditions. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 11(1), 116-131.

Bautista-Garfias, C. R., Castañeda-Ramírez, G. S., Torres-Acosta, J. F. J., Salinas-Estrella, E., Moshin, M., Aguilar-Marcelino, L. (2021). Fly borne diseases in animals. In: Abbas RZ and Khan A, editors. *Veterinary Pathobiology and Public Health*. 114-127.

Cobaxin-Cardenas, M. E., Díaz, H. A., Avelino, P. O., Salinas-Estrella, E., Preciado-de la Torre, J. F., Quiroz-Castañeda, R. E., ... & Rodríguez-Camarillo, S. (2019). Primer abordaje para la propagación de *Anaplasma marginale* (MEX-31-096) en células de garrapata Rm-sus. *Revista del Centro de Investigación de la Universidad la Salle*, 13(51), 67-80.

Estrella, E. S., Cárdenas, M. E. C., de la Torre, J. F. P., Bayúgar, R. C., & Camarillo, S. D. R. (2022). Morfología, Incubación, y Oviposición in Vitro de la Garrapata *Dermacentor albipictus*1. *Southwestern Entomologist*, 47(2), 471-480.

Preciado TJF, Salinas EE, Cobaxin CME, Amaro EI, Quiroz CRE, Rodríguez CSD. 2021. Detección serológica de animales en contacto con *Anaplasma marginale* mediante el ensayo inmunoenzimático PADianaVET. INIFAP CENID-SAI. Folleto técnico #24. Jiutepec, Morelos, México.

Rodríguez SD, García Ortiz MA, Jiménez Ocampo R, Vega y Murguía CA. Molecular epidemiology of bovine anaplasmosis with a particular focus in Mexico. *Infect Genet Evol*. 2009 Dec; 9(6):1092-101. doi: 10.1016/j.meegid.2009.09.007. Epub 2009 Sep 26. PMID: 19786123.

Salinas Estrella, E., Ortega Hernández, M. G., Flores Pérez, E., Montenegro Cristino, N., Preciado de la Torre, J. F., Cobaxin Cárdenas, M. E., & Rodríguez, S. D. (2022). Antigen production and standardization of an in-house indirect ELISA for detection of antibodies against *Anaplasma marginale*. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 13(4), 1079-1094.

Salinas-Estrella, E., Amaro-Estrada, I., Cobaxin-Cárdenas, M. E., & Rodríguez-Camarillo, S. D. (2023). Bovine Anaplasmosis: Diagnosis, Treatment and Control Strategies. *One Health Triad*, Unique Scientific Publishers, Faisalabad, Pakistan, 2, 94-101.

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 PENZA 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

Alternaria alternata 88, 89, 92
Alternaria arborescens 88, 89, 92
Altitude Cerrado 111, 112
Anaplasmosis 35, 36, 37, 39, 40, 41
Anticuerpos 35, 36, 38, 39, 50, 51, 52
Antioxidants 78, 80, 81, 82, 86
Auxinas 25, 30, 31

B

Benthos 111, 113, 115, 116, 117
Biodiversidad 101, 109
Biological indicators 111, 118

D

Descritores de semilla 2
Diagnóstico 36, 50, 52, 53

E

ELISA anti-Map 50, 51, 52

F

Feedlot nitrogen efficiency 42
Feedlot phosphorus efficiency 42
Fermentação ácido-láctica 55, 59
Fitomejoramiento 11

G

Germinación de semilla 2
Germoplasma 8, 13, 101, 102, 103, 104, 108

H

Hibridación 2, 3, 7, 8, 11, 12
Humulus lupulus L 25, 33

I

Injertos 18

Inmunoprotección 36

logurte-tipo 55, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 68, 69, 70, 71, 72

L

Light microscopy 88

Limón Persa 18, 19, 20, 23

M

Maíz pigmentado 2, 11

Maíz sintético 11

Mass balance feedlot 42

N

Necrotrophic fungi 88

Non-alcoholic wine 78, 80, 83, 84, 86, 87

P

Paratuberculosis ovina 50, 54

Polyphenols 75, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 86

Preservación 101

Prevalencia 35, 36, 37, 38, 39, 51, 52

Pristine waters 111

Producción de plantas 18, 19

Propagação vegetativa 24, 25, 26, 31, 32, 33

R

Raza 13, 50, 51, 53

Reologia 55

S

Stemphylium vesicarium 88, 89, 92, 95, 97, 99

T

Técnicas de manejo 18

V

Vanilla spp 101, 103

Vigor híbrido 2, 5

Z

Zea mays L 3, 8, 11, 12, 17