

VOL IX

Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spers
(Organizador)



EDITORA
ARTEMIS

2026

VOL IX

Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spers
(Organizador)



EDITORA
ARTEMIS

2026



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores.

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

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

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

Conselho Editorial

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



Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
 Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil
 Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
 Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
 Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil
 Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
 Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México
 Prof.^a Dr.^a Emilias Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste*, Argentina
 Prof.^a Dr.^a Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca*, Espanha
 Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República*, Uruguay
 Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara*, México
 Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal*, Canadá
 Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona*, Espanha
 Prof.^a Dr.^a Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
 Prof.^a Dr.^a Galina Gumovskaya – Higher School of Economics, Moscow, Russia
 Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
 Prof.^a Dr.^a Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis*, Argentina
 Prof.^a Dr.^a Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
 Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
 Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
 Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara*, México
 Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg*, Suécia
 Prof.^a Dr.^a Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
 Prof.^a Dr.^a Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura*, Peru
 Prof.^a Dr.^a Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
 Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
 Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío*, Chile
 Prof.^a Dr.^a Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College*, Estados Unidos
 Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha*, Espanha
 Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
 Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
 Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México
 Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México
 Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Díaz, Instituto Politécnico Nacional, México
 Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid*, Espanha
 Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín*, Colômbia
 Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, México
 Prof. Dr. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México
 Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Edição bilíngue.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-82858-34-5

DOI 10.37572/EdArt_250926345

1. Ciências agrárias. 2. Ciências ambientais. 3. Agricultura
– Pesquisa. I. Spers, Eduardo Eugênio.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



PRÓLOGO

A produção agropecuária contemporânea depende de uma compreensão cada vez mais precisa das relações entre organismos, ambiente, manejo, nutrição e tecnologia. O desenvolvimento de sistemas produtivos mais eficientes exige não apenas aumentar rendimentos, mas compreender os mecanismos fisiológicos que condicionam a adaptação das plantas, aprofundar o conhecimento sobre os fatores relacionados à ocorrência de pragas e doenças, aprimorar a nutrição animal e incorporar práticas capazes de favorecer o bem-estar, a reprodução e a saúde dos animais.

O nono volume de ***Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais*** reúne quatorze capítulos organizados em três eixos temáticos: **Produção vegetal, fisiologia e adaptação; Sanidade vegetal e manejo de pragas e doenças; e Produção, nutrição, bem-estar e saúde animal**. Essa organização acompanha diferentes dimensões da produção agropecuária, partindo das respostas fisiológicas e produtivas das plantas, passando pelos fatores que afetam sua sanidade e chegando aos processos relacionados à produção animal.

O primeiro eixo reúne investigações sobre produção vegetal, adaptação e respostas fisiológicas diante de diferentes condições de cultivo e fatores ambientais. A interação entre genótipos de milho e ambientes de produção evidencia a importância de compreender a estabilidade e a adaptabilidade dos materiais vegetais diante de diferentes condições de semeadura e disponibilidade hídrica. Outros estudos analisam os efeitos do estresse salino em oliveiras, as respostas fisiológicas de *Zinnia elegans* cultivada em sistema hidropônico e as alterações fenotípicas e fitoquímicas de *Agave salmiana* submetido ao estresse por zinco. O eixo contempla ainda a aplicação da técnica in vitro de duplo-haploide como estratégia para acelerar a obtenção de linhagens homozigóticas e apoiar o melhoramento de plantas cultivadas. Em conjunto, esses estudos evidenciam como fatores ambientais, nutricionais, fisiológicos e biotecnológicos podem contribuir para a compreensão e o aprimoramento da produção vegetal.

O segundo eixo concentra-se na sanidade vegetal e no manejo de pragas e doenças. O controle microbiológico da broca-do-café por meio de *Beauveria bassiana* exemplifica a aplicação de agentes biológicos no manejo fitossanitário. O estudo epidemiológico do manchado de cálice de jamaica investiga as relações entre patógenos, condições climáticas e severidade da doença, enquanto a análise da abundância de *Oebalus spp.* em cultivos de arroz relaciona dinâmica populacional, temperatura e monitoramento como suporte ao manejo integrado de pragas. Esses trabalhos evidenciam a importância de conhecer tanto os agentes causadores de danos quanto as condições ambientais que favorecem sua ocorrência.

O terceiro eixo amplia o olhar para a produção animal, reunindo estudos sobre nutrição, metabolismo, desempenho produtivo, bem-estar, reprodução e saúde. As pesquisas sobre absorção e retenção de fósforo em ovinos e sobre a utilização de fontes gluconeogênicas diante do estresse térmico abordam processos metabólicos associados à eficiência nutricional e à adaptação dos animais. A utilização de cúrcuma na alimentação de cuyes é investigada como alternativa para melhorar o desempenho produtivo, enquanto o estudo realizado com galinhas poedeiras compara sistemas de criação a partir de indicadores de bem-estar animal.

O eixo também incorpora abordagens relacionadas à biotecnologia reprodutiva e à medicina veterinária. A avaliação de um diluidor quimicamente definido, originalmente desenvolvido para sêmen equino, na conservação refrigerada de sêmen caprino evidencia o potencial das tecnologias reprodutivas para o aprimoramento dos programas de inseminação artificial e a conservação de recursos zoogenéticos. Já o estudo clínico e *post mortem* de *Coendou rufescens* amplia o escopo do volume ao campo da medicina de fauna silvestre, demonstrando a relevância do diagnóstico clínico e anatomopatológico também para espécies não domésticas.

Os capítulos que compõem este volume evidenciam a diversidade de fatores biológicos, ambientais e tecnológicos que interferem na produção vegetal e animal. Ao reunir pesquisas experimentais, revisões e estudos aplicados provenientes de diferentes contextos, Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais IX oferece um panorama de diferentes frentes de investigação, desde as respostas fisiológicas das plantas e os desafios fitossanitários até a nutrição, o bem-estar, a reprodução e a saúde animal. Essa diversidade reafirma a importância da produção científica para a compreensão dos processos que sustentam os sistemas agropecuários e para o aprimoramento contínuo das práticas de produção, manejo e conservação.

Boa leitura!

Eduardo Eugênio Spers

SUMÁRIO

PRODUÇÃO VEGETAL, FISIOLOGIA E ADAPTAÇÃO

CAPÍTULO 1..... 1

INTERACCIÓN GENOTIPO - AMBIENTE EN MAÍZ EN EL VALLE DE TOLUCA, MÉXICO

Micaela de la O Olán
Alfredo Josué Gámez Vázquez
Miguel Angel Avila Perches
Francisco Paúl Gámez Vázquez
Mirna Hernández Pérez
Mirna Bobadilla-Meléndez
Juan Francisco Buenrostro Rodríguez
Rocio Edelmira Hernández Caldera



https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263451

CAPÍTULO 2..... 16

FOLIAR BEHAVIOR OF OLIVE TREES (*Olea europaea* L.) GRAFTED AND CUT UNDER THE EFFECT OF SALT STRESS

Dhia Gharabi
Maghni Benchohra
Muhammad Arif
Salih Karabörklüb
Teggar Naima
Naceur Benamor
Samira Kacha
Laidia Zerkaoui
Mohamed Abdelhaq Abbes
Boulenouar Houari
Malika Zoubeidi
Imane Derouiche



https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263452

CAPÍTULO 3..... 33

COMPONENTES FISIOLÓGICOS DE ZINNIA (*Zinnia elegans* L.) EN HIDROPONÍA BAJO EL MÉTODO KRATKY

Edgar Javier Morales Morales
Itzel Guadalupe Núñez Andrade

Gabriela Berenice Vilchis Granados

Edgar Jesús Morales Rosales

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263453

CAPÍTULO 4..... 43

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ESTRÉS POR ZINC EN EL PERFIL FENOTÍPICO Y FITOQUÍMICO DE AGAVE SALMIANA CULTIVADO EN SISTEMAS DE INMERSIÓN TEMPORAL

Jorge Quiroz Casanova

Ian Abigail Estrada Castilla

Ivanna Guillen Barraza

Karla Lizbeth Chávez Rivera

César Armando Puente Garza

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263454

CAPÍTULO 5..... 56

MEJORANDO LAS PLANTAS CON LA TÉCNICA IN VITRO DE DOBLE HAPLOIDE (DH)

Lisi Cerna-Rebaza

Eswin Hernandez-Obregón

Luis Gonzales-Llontop

Luis Llenque-Díaz

Julio Chico Ruiz

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263455

SANIDADE VEGETAL E MANEJO DE PRAGAS E DOENÇAS

CAPÍTULO 6..... 85

CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LA BROCA DE CAFÉ (*Hypothenemus hampei* (FERRARI) CON *Beauveria bassiana* (BALSAMO) VUILLEMIN

Antonio Gutiérrez-Martínez

Diana Jaren Cruz González

Jesús Antonio Gutiérrez Utrilla

Ramiro Eleazar Ruiz Nájera

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263456

CAPÍTULO 7..... 105

EPIDEMIOLOGÍA DEL MANCHADO DE CÁLIZ DE JAMAICA EN GUERRERO

David Heriberto Noriega Cantú

Roció Toledo Aguilar

José Luis Arispe Vázquez

Romualdo Vásquez Ortiz

Régulo Jiménez Guillen

Rafael Ariza Flores

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263457

CAPÍTULO 8..... 114

ESTIMACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE *Oebalus* spp. (Hemiptera: Pentatomidae) EN CULTIVOS COMERCIALES DE ARROZ DEL LITORAL ECUATORIANO

María Esmeralda Cuzco Cruz

William Eribert Vasquez Ledesma

Luis Damiani Sánchez Campoverde

Eulices Orlando Mendoza Carriel

María Leticia Vivas Vivas

Amalia Marisol Vera Oyague

Nicolás Alberto Vasconcellos Fernández

Fabian Alberto Gordillo Manssur

María Gabriela Delgado Macías

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263458

PRODUÇÃO, NUTRIÇÃO, BEM-ESTAR E SAÚDE ANIMAL

CAPÍTULO 9..... 131

ABSORCIÓN Y RETENCIÓN DE FÓSFORO EN CORDEROS SUPLEMENTADOS CON FÓSFORO Y COLECALCIFEROL

Ignacio Mejía Haro

Dennis R. Brink

Iván Mejía Devora

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2509263459

CAPÍTULO 10.....143

FUENTES GLUCONEOGÉNICAS PARA CONTRARRESTAR LOS EFECTOS DEL ESTRÉS TÉRMICO EN EL BALANCE ENERGÉTICO NEGATIVO EN OVINOS DE PELO

Cinthia Daniela Noriega-Espinoza

Jehieli Hanani Montes-Hernández

Emma Victoria Sánchez-Rivera

Jesús David Urías-Estrada

Elizama Ponce-Barraza

Ana Mireya Romo-Valdez

Jesús José Portillo-Loera

Javier Alonso Romo-Rubio

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25092634510

CAPÍTULO 11.....158

EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE CÚRCUMA (*Curcuma longa*) EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE CUYES (*Cavia porcellus*)

Verónica de los Ángeles Bónifaz Ramos

Ketty Beatriz Murillo Cano

John Javier Arellano Gómez

Yesenia Ivonne Malta García

Silvia Verónica Tinoco Cabrera

María José Salinas Hinojosa

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25092634511

CAPÍTULO 12174

BIENESTAR ANIMAL EN GALLINAS PONEDORAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PISO Y PASTOREO EN EL MAGDALENA MEDIO SANTANDEREANO

Yazmin Andrea Calvo Rodríguez

Darwin Antonio García Rojas

Elkin Orlando Romero Cárdenas

Neidy Canchila Roa

Ricci Terraza Martínez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25092634512

CAPÍTULO 13.....187

EVALUATION OF A CHEMICALLY DEFINED EQUINE SEMEN EXTENDER FOR
PROLONGED REFRIGERATED PRESERVATION OF BUCK SEMEN

Elvira Matilla-Pinto

Andreia Agostinho

Gema Vara

Isaac Torrado

Olvido Blanco

Andrés Domingo

Carolina Silva

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25092634513

CAPÍTULO 14.....215

PRESENTACIÓN CLÍNICA Y POST MORTEM DE *COENDOU RUFESCENS* CON
PERITONITIS SÉPTICA Y LESIONES MULTIORGÁNICAS

Oscar Daniel Zapata-Zapata

Juliana Jaramillo-Cárdenas

Camilo Muñoz-Collazos

Jesús David Echeverri-López

Viviana Elena Castillo-Vanegas

Laura María Laverde-Trujillo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_25092634514

SOBRE O ORGANIZADOR..... 227

ÍNDICE REMISSIVO228

CAPÍTULO 10

FUENTES GLUCONEOGÉNICAS PARA CONTRARRESTAR LOS EFECTOS DEL ESTRÉS TÉRMICO EN EL BALANCE ENERGÉTICO NEGATIVO EN OVINOS DE PELO

Data de submissão: 21/08/2026

Data de aceite: 10/09/2026

Cinthia Daniela Noriega-Espinoza

Estudiante de Maestría en
Ciencias Agropecuarias de la
Facultad de Medicina
Veterinaria y Zootecnia de la
Universidad Autónoma de Sinaloa
FMVZ-UAS
Culiacán, Sinaloa, México
<https://orcid.org/0000-0003-1222-109X>

Jehieli Hanani Montes-Hernández

Estudiante de Maestría en
Ciencias Agropecuarias de la
FMVZ-UAS
Culiacán, Sinaloa, México
<https://orcid.org/0009-0000-5122-4715>

Emma Victoria Sánchez-Rivera

Estudiante de Maestría en
Ciencias Agropecuarias de la
FMVZ-UAS
Culiacán, Sinaloa, México
<https://orcid.org/0009-0002-0782-9586>

Jesús David Urías-Estrada

Profesor e Investigador de
Tiempo completo de la FMVZ-UAS
Culiacán, Sinaloa, México
<https://orcid.org/0000-0001-6600-8417>

Elizama Ponce-Barraza

Profesora e Investigadora de Tiempo
completo de la FMVZ-UAS
Culiacán, Sinaloa, México
<https://orcid.org/0000-0002-3261-5822>

Ana Mireya Romo-Valdez

Profesora e Investigadora de
Tiempo Parcial de la FMVZ-UAS
Culiacán, Sinaloa, México
<https://orcid.org/0000-0002-9424-3235>

Jesús José Portillo-Loera

Profesor e Investigador de
Tiempo completo de la FMVZ-UAS
Culiacán, Sinaloa, México
<https://orcid.org/0000-0002-5990-7841>

Javier Alonso Romo-Rubio¹

Profesor e Investigador de
Tiempo completo de la FMVZ-UAS
Culiacán, Sinaloa, México
<https://orcid.org/0000-0002-2364-2554>

RESUMEN: El estrés por calor (EC) induce alteraciones metabólicas en los ovinos de pelo, incrementando la demanda de glucosa y forzando la movilización de reservas proteicas. Esta revisión analiza el uso de propilenglicol (PPG) y propionato como estrategia para mitigar el balance energético negativo. El PPG actúa como un precursor gluconeogénico de

¹ Autor de correspondencia. Fraccionamiento San Benito, Culiacán Rosales, Sinaloa, México; CP 80246.

rápida absorción ruminal e intestinal, que estimula la liberación de insulina y reduce la lipólisis, mientras que el propionato, mediante su conversión en succinil-CoA, optimiza la gluconeogénesis hepática. La evidencia analizada indica que dosis de 1.5 a 3 mL de PPG/kg de peso corporal o niveles de 10 a 30 g de propionatos/kg MS de la dieta, permiten mantener la homeostasis glucogénica. Estos precursores gluconeogénicos pueden utilizarse como una estrategia nutricional para prevenir el catabolismo proteico y mejorar el rendimiento de ovino de pelo, criados en ambiente con alta carga calórica.

PALABRAS CLAVE: propilenglicol; propionato; estrés por calor; rumiantes.

GLUCONEOGENIC SOURCES TO COUNTERACT THE EFFECTS OF HEAT STRESS ON NEGATIVE ENERGY BALANCE IN HAIR SHEEP

ABSTRACT: Heat stress (HS) induces metabolic alterations in hair sheep, increasing glucose demand and forcing the mobilization of protein reserves. This review analyzes the use of propylene glycol (PPG) and propionate as a strategy to mitigate negative energy balance. PPG acts as a gluconeogenic precursor that is rapidly absorbed in the rumen and intestine, stimulating insulin release, and reducing lipolysis; meanwhile, propionate optimizes hepatic gluconeogenesis through its conversion into succinyl-CoA. The evidence indicates that dosages of 1.5 to 3 mL of PPG/kg of body weight, or levels of 10 to 30 g of propionates/kg of dietary dry matter (DM), help maintain glucose homeostasis. These gluconeogenic precursors can serve as a nutritional strategy to prevent protein catabolism and improve the performance of hair sheep raised in environments with high heat loads.

KEYWORDS: propylene glycol; propionates; heat stress; ruminants.

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el estrés por calor (EC) ha emergido como un factor crítico que limita la productividad ganadera. Éste, es común en las regiones tropicales y subtropicales; sin embargo, el cambio climático puede aumentar la frecuencia de las olas de calor y extender las condiciones del EC en regiones geográficas donde sólo ocurre en ciertas épocas del año, como en el caso de las regiones templadas (Johnson, 2018). Se ha observado, que la temperatura ambiental elevada, combinada con alta humedad relativa, comprometen la capacidad de los rumiantes para disipar el calor corporal, alterando el metabolismo energético (Espinosa-Cervantes y Cordova-Izquierdo, 2022). Como consecuencia de estas alteraciones metabólicas, los animales sometidos a EC incrementan su dependencia de la glucosa, la cual es parcialmente cubierta mediante la conversión de aminoácidos glucogénicos en el hígado (Hamzaoui *et al.*, 2020). En este contexto, se han empleado estrategias nutricionales destinadas a mejorar la oferta de glucosa, destacando el uso de precursores gluconeogénicos como el propilenglicol (PPG) y propionatos (Carrillo-Herrera *et al.*, 2015; Hamzaoui *et al.*, 2020). En el caso particular

de los rumiantes, los precursores glucogénicos influyen en la dinámica de fermentación debido a los cambios en los metabolitos intermediarios requeridos en el metabolismo oxidativo, los cuales afectan positivamente el empleo de la energía (Murillo-Ortiz *et al.*, 2018). El PPG ha sido utilizado durante mucho tiempo como una fuente glucogénica en animales de producción, especialmente en enfermedades metabólicas como la cetosis (Kalyesubula *et al.*, 2019). Además, varios estudios en vacas lecheras han demostrado que la administración oral de PPG es eficaz para aumentar la glucosa en sangre y disminuir los ácidos grasos no esterificados (AGNE) y el β -hidroxibutirato (ABHB) sanguíneo (Nielsen y Ingvarsen, 2004; Osman *et al.*, 2008). Asimismo, el propionato aporta entre el 60 y 74% del carbono utilizado en la glucogénesis en vacas lecheras (Zhang *et al.*, 2015b). Dado el papel central de ambos compuestos en el metabolismo energético, la presente revisión tiene como objetivo documentar cómo la adición de propilenglicol y propionatos influye en el rendimiento de ovinos de pelo criados en ambientes con alta carga calórica.

2. ESTRÉS POR CALOR EN RUMIANTES Y ALTERACIONES FISIOLÓGICAS

El estrés es un estado de amenaza a la homeostasis, real o percibida, que puede desafiar el bienestar de un organismo (Joseph y Whirledge, 2017), se presenta cuando el animal sale de su zona de confort debido a cambios constantes en el ambiente, el manejo o la alimentación, lo que obliga a procesos de adaptación que requieren energía (que normalmente se destinaría a la producción), donde el ganado debe realizar ajustes fisiológicos adicionales para mantener el equilibrio interno (Herrera-Costabel, 2019).

La zona termoneutral para la mayoría de las razas ovinas se encuentra entre los 5 y 25°C; sin embargo, hay razas adaptadas que comienzan a experimentar EC por encima de los 30°C (Macías-Cruz *et al.*, 2016a). En México, existen tanto razas ovinas de lana como de pelo; no obstante, las razas de pelo presentan mayor tolerancia al EC debido a su origen en regiones de clima cálido, mientras que las razas de lana provienen de ambientes fríos o templados lo que las hace menos tolerantes a condiciones ambientales con altas temperaturas (Vicente *et al.*, 2020). La notable resistencia de los ovinos de pelo ante el EC se debe a un conjunto de adaptaciones genéticas y rasgos físicos que, al interactuar con respuestas fisiológicas, endócrinas y metabólicas, optimizan la regulación hídrica lo que permite que el animal conserve la normo termia (entre 38.3 y 39.9 °C) con una alta eficiencia energética (Macías-Cruz *et al.*, 2016b).

Según Marai *et al.* (2017), diversos factores meteorológicos como la radiación solar, la velocidad del viento y las precipitaciones influyen en el ambiente térmico; sin embargo, la temperatura ambiental y la humedad relativa son los determinantes críticos

del EC; por lo que, a partir de estas dos variables se calcula el índice de Temperatura-Humedad, mediante la ecuación: Este índice fue desarrollado originalmente para otras especies, pero se ha adoptado ampliamente en la ovino cultura debido a la carencia de un indicador específico para estos rumiantes; con la aplicación de esta fórmula, el confort térmico se ve comprometido a partir de las 22.2 unidades, categorizándose el estrés como moderado (22.2 a <23.3), severo (≥ 23.3 a <25.6) o extremo (≥ 25.6).

Como respuesta inmediata al incremento de los valores del ITH, los ovinos activan mecanismos de disipación de calor, siendo el incremento en la frecuencia respiratoria (jadeo) el primer signo visible del EC, el cual se complementa con un incremento en la frecuencia cardíaca para movilizar calor hacia la periferia corporal; así como, un mayor consumo de agua (Vicente *et al.*, 2020). Cuando la capacidad de disipación mediante el jadeo es superada por la carga térmica ambiental, se observa un aumento en la temperatura rectal, lo cual indica que el animal ha perdido su capacidad para mantener la normo termia (Bernabucci *et al.*, 2010). Otro efecto del EC es la reducción voluntaria de la ingesta de materia seca (MS), la cual ocurre como una estrategia adaptativa para disminuir el incremento de calor metabólico derivado de la fermentación ruminal y los procesos digestivos; esta hipofagia fisiológica, sumada al gasto energético extra requerido para activar los mecanismos de enfriamiento, provoca que el animal entre en un balance energético negativo, movilizandando reservas de grasa para cubrir sus necesidades vitales (Espinosa-Cervantes y Cordova-Izquierdo, 2022). Este déficit de energía es el punto de partida para una serie de ajustes internos complejos, en donde el estrés agudo provoca la liberación de cortisol para elevar los niveles de glucosa circulante mientras que el crónico reduce la actividad tiroidea e incrementa la insulina y la producción de proteínas de choque térmico, proceso que finalmente desencadena estrés oxidativo por el exceso de radicales libres que afectan órganos como el hígado y comprometen rendimiento del ovino (Nicolás-López *et al.*, 2021).

3. USO DE PRECURSORES GLUCONEOGENICOS EN RUMIANTES CON BALANCE ENERGÉTICO NEGATIVO

Debido a que el EC induce un balance energético negativo y la movilización de reservas grasas puede saturar la función hepática, se vuelve indispensable el uso de estrategias nutricionales que aporten energía sin incrementar el calor metabólico. Se ha informado, que la administración oral de precursores gluconeogénicos permite compensar el déficit energético, asegurando que el animal cuente con los recursos metabólicos necesarios para sostener tanto la termorregulación como la productividad

(Aguilar-González *et al.*, 2016). Los precursores de la glucosa, como el propilenglicol y el propionato de calcio, se han utilizado en el ganado lechero para corregir problemas metabólicos (Mendoza-Martínez *et al.*, 2016). Se ha observado, en hepatocitos bovinos aislados, que el propionato puede regular directamente su propio metabolismo mediante la sobre expresión del ARNm de las enzimas fosfoenolpiruvato carboxiquinasa citosólica (PCK1), fosfoenolpiruvato carboxiquinasa mitocondrial (PCK2) y piruvato carboxilasa (PC), enzimas clave para la estimulación de la gluconeogénesis a partir de propionato en rumiantes (Zhang *et al.*, 2016). El propionato es el principal precursor de la glucosa en rumiantes, promoviendo un balance energético positivo y efectos anticetogénicos (Drackley, 1999). Se utiliza como fuente de energía fácilmente disponible para corregir problemas metabólicos en el ganado lechero (Liu *et al.*, 2010). Además, el propionato, cuya captación hepática es preferencial y altamente eficiente, puede inhibir la oxidación lipídica hepática y la producción de cetonas (Patton *et al.*, 2004).

También, desde 1950, el PPG se ha utilizado para tratar la cetosis debido a sus propiedades gluconeogénicas (Nielsen y Ingvarsten, 2004; Lomander *et al.*, 2012). Se ha informado, que el PPG actúa proporcionando una fuente alternativa de glucosa mediante la gluconeogénesis, reduciendo así la dependencia de la movilización de lípidos y previniendo la acumulación excesiva de cuerpos cetónicos (Zhou *et al.*, 2023). Además, se ha sugerido que el PPG mejora la sensibilidad a la insulina y reduce la gluconeogénesis hepática a partir de aminoácidos, reservándolos para la síntesis de proteínas y otras funciones metabólicas (Zhao *et al.*, 2024).

4. PROPILENGLICOL (PPG)

El propilenglicol (PPG), también conocido como 1,2-propanodiol o monopropilenglicol, es un precursor glucogénico que favorece la producción del propionato ruminal y que se absorbe con rapidez para participar en la gluconeogénesis hepática (Ferraro *et al.*, 2009; Molina-Coto *et al.*, 2018; Zhang *et al.*, 2020). Una vez en el organismo del rumiante, este compuesto se transforma parcialmente en propionato a nivel ruminal mediante la fermentación microbiana, para posteriormente ser metabolizado en el hígado como piruvato y glucosa (Molina-Coto *et al.*, 2018). Específicamente, el PPG influye sobre el estado glucogénico a través de dos vías principales; en la primera, se fermenta en el rumen a ácido propiónico, el cual se convierte en las mitocondrias hepáticas en succinil-CoA para integrarse al ciclo de Krebs (Nielsen y Ingvarsten, 2004). En la segunda vía, el PPG se absorbe intacto y se metaboliza en el hígado a lactato mediante la acción de las enzimas alcohol deshidrogenasa y aldehído deshidrogenasa

(Emery *et al.*, 1967; Kristensen y Raun, 2007), para luego convertirse en piruvato por la vía lactato deshidrogenasa (LDH) y finalmente en oxalacetato (Emery *et al.*, 1967; Nielsen y Ingvarsten, 2004; Kristensen y Raun, 2007). El principal efecto de la PPG es aumentar el estado glucogénico y bajar la concentración plasmática de ABHB (Bjerre-Harpøth *et al.*, 2015). El incremento de glucosa plasmática, tras la administración de PPG, estimula la secreción de insulina lo que actúa como una señal metabólica para reducir la movilización de ácidos grasos desde el tejido adiposo hacia el hígado (Nielsen y Ingvarsten, 2004). Alon *et al.* (2020), informaron que el PPG también puede reducir la concentración de ácidos grasos no esterificados (AGNE) sin necesidad de aumentar la insulina, al inducir el ciclo de Krebs y acelerar la oxidación de acetil-CoA, facilitando la eliminación de AGNE del torrente sanguíneo y su alejamiento de la ruta cetogénica (Nielsen y Ingvarsten, 2004; Piantoni y Allen, 2015). Cuando el oxalacetato es insuficiente para que la enzima citrato sintasa se combine con el acetil-CoA, el exceso de acetil-CoA se destina a la síntesis de cetonas (Abuajamieh *et al.*, 2016). Por lo tanto, las propiedades anticetogénicas del PPG se deben en parte al aumento de la oxidación del acetil-CoA en el ciclo de Krebs y al suministro de glucosa gluconeogénica (Nielsen y Ingvarsten, 2004).

Se ha observado, que la infusión de PPG en el rumen aumenta la concentración de glucosa en sangre entre los 30 y 90 minutos posteriores al tratamiento (Piantoni y Allen, 2015). Además, la administración de PPG eleva drásticamente la concentración plasmática de lactato, manteniéndose alto desde 1 hasta 12 h después de la administración (Alon *et al.*, 2020).

Se ha observado también, que la suplementación con PPG ejerce una regulación significativa sobre el metabolismo del tejido adiposo mediante la modulación de genes lipogénicos clave, con efectos dependientes tanto de la dosis como del periodo de exposición (Yakan *et al.*, 2025). Estos mismos autores indicaron, que dosis de 1.5 y 3 mL de PPG por kg de peso vivo contribuyen a optimizar la partición energética, reducir desequilibrios metabólicos y promover la homeostasis celular, además de inducir modificaciones en el perfil de ácidos grasos en corderos. Se ha informado también, que la administración oral de este compuesto no provoca efectos adversos sobre la integridad funcional del hígado ni de los riñones, manteniendo los parámetros bioquímicos dentro de los rangos fisiológicos de referencia (Şahan y Hanedan, 2024). En ovinos, el uso de PPG constituye una alternativa eficaz para sustituir parcialmente fuentes energéticas convencionales como el maíz, particularmente durante fases críticas de adaptación. Su inclusión contribuye a cubrir las demandas energéticas, preservar los índices productivos y favorecer el equilibrio metabólico de los animales frente a condiciones de estrés (Rodríguez-Valverde *et al.*, 2023).

5. PROPIONATO

El propionato es considerado el principal sustrato de la gluconeogénesis en rumiantes, proceso clave para la formación de glucosa, la cual es requerida como fuente de energía en la síntesis de proteína (Arce-Recinos *et al.*, 2021). El ácido propiónico actúa como precursor primario en la síntesis hepática de glucosa y tiene la capacidad de suministrar hasta el 95% de este azúcar, el cual proporciona cerca del 80% de la energía metabolizable consumida por el animal (Flores-Santiago *et al.*, 2022). A diferencia de otros ácidos grasos volátiles, como el acetato o el butirato, el propionato es el único capaz de generar una síntesis neta de glucosa debido a que su estructura de tres carbonos le permite transformarse directamente en oxalacetato (Verma *et al.*, 2024). Específicamente, el propionato absorbido a través del epitelio ruminal es metabolizado en las mitocondrias hepáticas hasta convertirse en succinil-CoA, integrándose así al ciclo de Krebs para proseguir como sustrato para la vía gluconeogénica (Huertas-Molina *et al.*, 2020).

Respecto a los efectos sobre el desempeño productivo, estudios recientes indican que la suplementación con propionatos en la dieta de corderos mejora la ganancia diaria de peso (GDP) entre el 13.8 y 17.2% (Flores-Santiago *et al.*, 2022). Esta mejora en la GDP se acompaña de una optimización en la eficiencia alimenticia, lo que reduce los requerimientos de alimento para formar un kilogramo de peso vivo en un rango del 11.9 al 14.6% (Martínez-Aispuro *et al.*, 2018). Además, la administración de propionatos favorece el desarrollo de los órganos internos y del tracto gastrointestinal, lo que mejora la digestibilidad de la materia seca y de las fracciones fibrosas (FDN y FDA) (Zhang *et al.*, 2017).

Se ha propuesto que el uso de propionatos constituye una alternativa eficaz para optimizar la partición energética y preservar los índices productivos bajo condiciones de producción intensiva, particularmente en condiciones donde el estrés por calor puede comprometer el metabolismo energético (Mendoza-Martínez *et al.*, 2016). Su inclusión estratégica contribuye a cubrir las altas demandas de glucosa, promoviendo la homeostasis celular y favoreciendo el rendimiento de la canal, consolidándose como un mediador metabólico fundamental frente a desafíos nutricionales (Maldini *et al.*, 2019).

5.1. PROPIEDADES NUTRITIVAS DEL PROPIONATO DE CALCIO

El propionato de calcio ($(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO})_2\text{Ca}$) es una sal orgánica formada por la reacción entre hidróxido de calcio y ácido propiónico (Pongsavee, 2019). El compuesto existe en forma cristalina o en polvo; es soluble en agua y puede hidrolizarse en Ca_2+ y ácido propiónico. La solución es alcalina, pero ejerce efectos bacteriostáticos en medios

ácidos. Se sintetiza principalmente mediante la reacción entre una fuente de calcio (CaCO_3 , CaO , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, huevo o concha de ostra) y ácido propiónico. Mediante esta reacción, el propionato de calcio (PrCa) generado se concentra, seca y deshidrata para obtener productos de calidad.

El propionato que se produce por la fermentación ruminal del almidón y otra materia orgánica es el principal precursor de la glucosa en rumiantes (Lemosquet *et al.*, 2009; Duplessis *et al.*, 2017) y su eliminación hepática contribuye hasta en un 60% a la liberación hepática de glucosa (Duplessis *et al.*, 2017). El ácido propiónico, que se hidroliza a partir del propionato de calcio y se forma en condiciones ácidas en el rumen, es absorbido por el epitelio ruminal, pasa al hígado a través de la vena porta y, a partir de este, se sintetiza glucosa. El propionato es un metabolito anaplerótico obligatorio para el ciclo de Krebs (Maldini *et al.*, 2019). Ingresa al ciclo de Krebs a través del succinato, proporcionando así carbonos que pueden permanecer en el ciclo o extraerse para la gluconeogénesis (White, 2015). Por lo tanto, el propionato de calcio puede utilizarse como un buen aditivo en rumiantes para la gluconeogénesis. Se ha demostrado que esta propiedad mejora el rendimiento de los corderos (Martínez-Aispuro *et al.*, 2018), ya que actúa como fuente de energía para los corderos de engorde (Lee-Rangel *et al.*, 2012) y mejora la calidad de la carne (Zhang *et al.*, 2015a); en vacas lecheras se puede utilizar como agente antimicrobiano, precursor de glucosa y fuente de calcio (Saftner *et al.*, 2003).

El ácido propiónico puede estimular la oxidación de acetil-CoA en el hígado (Maldini *et al.*, 2019). La oxidación de fuentes de energía en el hígado puede estimular la saciedad mediante la transmisión de señales a través de las aferencias vagales hepáticas a los centros de alimentación del cerebro (Kennedy y Allen, 2019). Oba y Allen (2003a), observaron que una infusión ruminal de propionato, a altas dosis, disminuyó linealmente el consumo de MS de vacas lecheras. Dosis altas de propionato aumentan los intermediarios del ciclo de Krebs, lo que estimula la oxidación de acetil-CoA y probablemente afecta el comportamiento alimentario y la satisfacción. Sin embargo, el propionato tuvo un efecto hipofágico menor cuando la concentración plasmática de glucosa estaba baja y un efecto hipofágico mayor cuando la concentración plasmática de glucosa estaba elevada (Oba y Allen, 2003b). Aunque aproximadamente el 85% del propionato se utiliza para la producción de glucosa en vacas lactantes, la oxidación del propionato también puede desempeñar un papel importante en la regulación del consumo de MS (Steinhour y Bauman, 1986).

Hormonas como la leptina, la grelina y la insulina pueden interactuar con los centros neuroendocrinos o reguladores del apetito. Estas hormonas han demostrado su influencia en diversos neuropéptidos hipotalámicos en diferentes modelos animales,

incluyendo ovejas (Henry, 2003; Relling *et al.*, 2010). Entre los neuropéptidos que aumentan el apetito se encuentran el neuropéptido Y (NPY) y el péptido relacionado con agouti (AgRP), mientras que los péptidos derivados del gen de la proopiomelanocortina (POMC) lo disminuyen (Valassi *et al.*, 2008). Se ha observado que la expresión de ARNm hipotalámico para NPY y AgRP es mayor en ovejas en ayunas en comparación con las alimentadas *ad libitum* (Adam *et al.*, 2002). Relling *et al.* (2010), sugirieron que la insulina podría controlar el consumo de MS regulando la expresión génica hipotalámica de NPY, AgRP y POMC en corderos; sin embargo, no se han observado efectos directos del propionato en la expresión de ARNm hipotalámico para los neuropéptidos NPY, AgRP y POMC (Relling *et al.*, 2012).

En cuanto a su aplicación práctica y dosificación, se ha sugerido la inclusión de 10 a 30 g de propionato por kg MS en ovinos en crecimiento (Flores-Santiago *et al.*, 2022). Asimismo, se ha reportado que la adición de este precursor en niveles de 1 a 2% de la ración permite la sustitución de hasta un 15% del grano en la dieta, manteniendo el comportamiento productivo y reduciendo la acumulación de ácidos orgánicos en el rumen (Mendoza-Martínez *et al.*, 2016). En otros rumiantes, como terneros, el suministro de 0.43 mol/día de este compuesto ha demostrado ser efectivo para promover el crecimiento (Zhang *et al.*, 2017).

5.2. USO DE PROPIONATO DE CALCIO EN BORREGOS

El propionato de calcio (PrCa) se ha utilizado en dietas para rumiantes como sustituto de los granos o como suplemento energético (Lee-Rangel *et al.*, 2012); se ha sugerido que puede ser añadido como aditivo en dietas para ovejas (Lee-Rangel *et al.*, 2012; Mendoza-Martínez *et al.*, 2016).

El propionato es el precursor gluconeogénico más importante para los rumiantes y puede mejorar el flujo de glucosa en los corderos (Van Houtert *et al.*, 1993); su suplementación mejora la acción de la insulina sobre el metabolismo de la glucosa (Sano y Fujita, 2006); además, está involucrado en la deposición de grasa (Berthelot *et al.*, 2001) y el crecimiento muscular (Lee-Rangel *et al.*, 2012). Sin embargo, existe un límite fisiológico para la conversión del PrCa en glucosa (Steel y Leng, 1973), y debe añadirse a las dietas de rumiantes en dosis bajas debido a su efecto hipofágico (Oba y Allen, 2003b).

El PrCa se ha utilizado como sustrato energético en dietas para corderos en una dosis de hasta 20 g/kg de MS sin efectos adversos sobre las variables productivas ni la fermentación ruminal (Lee-Rangel *et al.*, 2012; Mendoza-Martínez *et al.*, 2016). Martínez-Aispuro *et al.* (2018), recomendaron añadir niveles de 13.77 g/kg de MS en la dieta de

corderos en engorde, con base en la mejora de las variables de rendimiento observadas. Esta dosis también incrementó las concentraciones de propionato ruminal y glucosa sérica. Cifuentes-Lopez *et al.* (2018), observaron que la adición de PrCa en dietas con base en alfalfa no afecta el consumo de alimento y el peso vivo de los corderos, pero mejora el rendimiento y los atributos deseables en la canal de corderos en finalización. Sin embargo, otros autores han indicado que la absorción excesiva de propionato podría disminuir la ingesta de MS (Allen *et al.*, 2005). También, su adición en dietas para novillos mejoró la fermentación ruminal y la digestibilidad del alimento (Liu *et al.*, 2009), lo que podría ser un beneficio adicional de su uso como nutriente para el crecimiento animal.

6. CONCLUSIONES

La suplementación dietética con propilenglicol y propionato, puede ser una herramienta eficaz para contrarrestar las alteraciones metabólicas inducidas por el estrés calórico. Estos compuestos no sólo actúan como fuentes de energía de alta disponibilidad, sino que intervienen directamente en la regulación del metabolismo lipídico y la homeostasis de la glucosa, factores que se ven severamente comprometidos durante la hipofagia fisiológica provocada por las altas temperaturas. No obstante, a pesar de los beneficios documentados en el desempeño productivo y la eficiencia alimenticia, se identifica una laguna de conocimiento respecto a la interacción específica de estos aditivos con razas de pelo bajo esquemas de estrés calórico extremo y prolongado, así como su impacto a largo plazo. El uso combinado de propilenglicol y propionato representa una estrategia prometedora para mejorar el rendimiento de ovinos de pelo en zonas cálidas, evitando que el animal sacrifique proteína para obtener energía. Se sugiere que las futuras líneas de investigación se centren en establecer protocolos de suplementación energética que mantengan un balance metabólico positivo bajo condiciones de estrés por calor, con el fin de asegurar la sostenibilidad económica y bienestar animal frente a los desafíos climáticos globales.

LITERATURA CITADA

ABUJAMIEH M, Kvidera SK, Fernandez MVS, Nayeri A, Upah NC, Nolan EA, Lei SM, DeFrain JM, Green HB, Schoenberg KM, Trout NWE, Baumgard LH. 2016. **Inflammatory biomarkers are associated with ketosis in periparturient Holstein cows.** Res. Vet. Sci., 109:81-85. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2016.09.015>

ADAM CL, Archer ZA, Findlay PA, Thomas L, Marie M. 2002. **Hypothalamic gene expression in sheep for cocaine and amphetamine-regulated transcript, pro-opiomelanocortin, neuropeptide Y, agouti-related peptide and leptin receptor and responses to negative energy balance.** Neuroendocrinology; 75(4):250-256. <https://doi.org/10.1159/000054716>

AGUILAR-GONZÁLEZ M, Buitrón G, Shimada-Miyasaka A, Mora-Izaguirre O. 2016. **Estado actual de los sistemas bioelectroquímicos: factibilidad de su uso para aumentar la producción ruminal de propionato.** *Agrociencia*; 50:149-166. <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v50n2/1405-3195-agro-50-02-00149.pdf>

ALLEN MS, Bradford BJ, Harvatine KJ. 2005. **The cow as a model to study food intake regulation.** *Annu. Rev. Nutr.*, 25:523-547. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.25.050304.092704>

ALON T, Rosov A, Lifshitz L, Dvir H, Gootwine E, Moallem U. 2020. **The distinctive short-term response of late-pregnant prolific ewes to propylene glycol or glycerol drenching.** *Journal of Dairy Science*; 103(11):10245-10257. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18451>

ARCE-RECINOS C, Chay-Canul AJ, Alarcón-Zúñiga B, Ramos-Juárez JA, Vargas-Villamil LM, Aranda-Ibáñez EM, Sánchez-Villegas NC, Lopes-Dias da Costa R. 2021. **Índices de eficiencia alimenticia en ovinos de pelo: calidad de la carne y genes asociados. Revisión.** *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*; 12(2):523-552. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i2.5642>

BERTHELOT V, Bas P, Schmidely P, Duvaux-Ponter C. 2001. **Effect of dietary propionate on intake patterns and fatty acid composition of adipose tissues in lambs.** *Small Rumin Res.*, 40:29-39. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(00\)00217-0](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(00)00217-0)

BJERRE-HARPØTH V, Storm AC, Eslamizad M, Kuhla B, Larsen M. 2015. **Effect of propylene glycol on adipose tissue mobilization in postpartum over-conditioned Holstein cows.** *J. Dairy Sci.*, 98(12):8581-8596. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8606>

BERNABUCCI U, Lacetera N, Baumgard LH, Rhoads RP, Ronchi B, Nardone A. 2010. **Metabolic and hormonal acclimatization to heat stress in domesticated ruminants.** *Animal*; 4(7):1167-1183. <https://doi.org/10.1017/S175173111000090X>

CARRILLO-HERRERA JD, Murillo M, Reyes O, Herrera E. 2015. **Efecto en la fermentación ruminal de becerros de un precursor glucogénico.** *Memoria de la XLII Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C.*, pp. 29-33. https://www.researchgate.net/profile/Jaime-Sanchez-13/publication/384678106_Memoria_AMPA_2015/links/6702ed95553d245f9e53fc27/Memoria-AMPA-2015.pdf#page=39

CIFUENTES-LOPEZ O, Lee-Rangel HA, Mendoza GD, Delgado-Sanchez P, Guerrero Gonzalez L, Chay-Canul A, Pinos-Rodriguez JM, Flores Ramirez R, Roque-Jiménez JA, Relling AE. 2021. **Effects of Dietary Calcium Propionate Supplementation on Hypothalamic Neuropeptide Messenger RNA Expression and Growth Performance in Finishing Rambouillet Lambs.** *Life*; 11(6):566. <https://doi.org/10.3390/life11060566>

DRACKLEY JK. 1999. **Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier?** *J. Dairy Sci.*, 82(11):2259-2273. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75474-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75474-3)

DUPLESSIS M, Lapierre H, Ouattara B, Bissonnette N, Pellerin D, Laforest JP, Girard CL. 2017. **Whole-body propionate and glucose metabolism of multiparous dairy cows receiving folic acid and vitamin B12 supplements.** *J. Dairy Sci.*, 100(10):8578-8589. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13056>

EMERY RS, Brown RE, Black AL. 1967. **Metabolism of DL-1,2-Propanediol-2-14C in a Lactating Cow.** *The Journal of Nutrition*; 92(3):348-356. <https://doi.org/10.1093/jn/92.3.348>

ESPINOSA-CERVANTES R, Córdova-Izquierdo A. 2022. **Efectos metabólicos y moleculares del estrés calórico en el ganado.** *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*; 18(36):139-156. <https://sociedadesruralesojs.xoc.uam.mx/index.php/srpma/article/view/400/384>

FERRARO SM, Mendoza GD, Miranda LA, Gutiérrez CG. 2009. **In Vitro gas production and ruminal fermentation of glycerol, propylene glycol and molasses.** Anim. Feed Sci. Technol., 154(1-2):112-118. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.07.009>

FLORES-SANTIAGO E, González-Garduño R, Cobos-Peralta M, Mendoza-Pedrosa SI, Fuente JLADL, Cadena-Villegas S, Díaz-Sánchez E, Bárcena-Gama JR. 2022. **Productividad y características de la canal de ovinos suplementados con propionato de calcio.** Revista MVZ Córdoba; 27(2):e2525. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2525>

HAMZAOU S, Caja G, Such X, Albanell E, Salama AAK. 2020. **Milk production and energetic metabolism of heat-stressed dairy goats supplemented with propylene glycol.** Animals; 10(12):2384. <https://doi.org/10.3390/ani10122384>

HENRY BA. 2003. **Links between the appetite regulating systems and the neuroendocrine hypothalamus: Lessons from the sheep.** J. Neuroendocrinol., 15(7):697-709. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2826.2003.01049.x>

HERRERA-COSTABEL P. 2019. **Estrés calórico: ¿cómo afecta a los rumiantes?** Revista del Plan Agropecuario; 191:56-59. https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/magazines/articulos/191_2972.pdf

HUERTAS-MOLINA OF, Londoño-Vásquez D, Olivera-Angel M. 2020. **Hipercetonemia: bioquímica de la producción de ácidos grasos volátiles y su metabolismo hepático.** Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica; 23(1):e1304. <https://doi.org/10.31910/rudcav23.n1.2020.1304>

JOHNSON JS. 2018. **Heat stress: impact on livestock well-being and productivity and mitigation strategies to alleviate the negative effects.** Animal Production Science; 58(8):1404-1413. <https://doi.org/10.1071/AN17725>

JOSEPH DN, Whirlledge S. 2017. **Stress and the HPA Axis: Balancing Homeostasis and Fertility.** International Journal of Molecular Science; 18(10):2224. <https://doi.org/10.3390/ijms18102224>

KALYESUBULA M, Rosov A, Alon T, Moallem U, Dvir H. 2019. **Intravenous infusions of glycerol versus propylene glycol for the regulation of negative energy balance in sheep: A randomized trial.** Animals; 9(10):731. <https://doi.org/10.3390/ani9100731>

KENNEDY KM, Allen MS. 2019. **Hepatic metabolism of propionate relative to meals for cows in the postpartum period.** Journal of Dairy Science; 102(9):7997-8010. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15907>

KRISTENSEN NB, Raun BML. 2007. **Ruminal and intermediary metabolism of propylene glycol in lactating Holstein cows.** Journal of Dairy Science; 90(10):4707-4717. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0295>

LEMOSQUET S, Raggio G, Lobley GE, Rulquin H, Guinard-Flament J, Lapierre H. 2009. **Whole-body glucose metabolism and mammary energetic nutrient metabolism in lactating dairy cows receiving digestive infusions of casein and propionic acid.** Journal of Dairy Science; 92(12):6068-6082. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2018>

LEE-RANGEL HA, Mendoza GD, González SS. 2012. **Effect of calcium propionate and sorghum level on lamb performance.** Anim. Feed Sci. Tech., 177(3-4):237-241. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.08.012>

LIU Q, Wang C, Guo G, Yang WZ, Dong KH, Huang YX, Yang XM, He DC. 2009. **Effects of calcium propionate on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers.** The Journal of Agricultural Science; 147(2):201-209. <https://doi.org/10.1017/S0021859609008429>

LIU Q, Wang C, Yang WZ, Guo G, Yang XM, He DC, Dong KH, Huang YX. 2010. **Effects of calcium propionate supplementation on lactation performance, energy balance and blood metabolites in early lactation dairy cows.** J. Anim. Physiol., 94(5):605-614. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2009.00945.x>

LOMANDER H, Frössling J, Ingvarsen KL, Gustafsson H, Svensson C. 2012. **Supplemental feeding with glycerol or propylene glycol of dairy cows in early lactation – Effects on metabolic status, body condition, and milk yield.** Journal of Dairy Science; 95(5):2397-2408. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4535>

MACÍAS-CRUZ U, Gastélum MA, Avendaño-Reyes L, Correa-Calderón A, Mellado M. 2016a. **Physiological and metabolic responses of hair sheep ewes under heat stress.** Journal of Thermal Biology; 59:26-32. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2016.04.009>

MACÍAS-CRUZ U, López-Baca MA, Vicente R, Mejía A, Álvarez FD, Correa-Calderón A, Meza-Herrera CA, Mellado M, Guerra-Liera JE, Avendaño-Reyes L. 2016b. **Effects of seasonal ambient heat stress (spring vs. summer) on physiological and metabolic variables in hair sheep located in an arid region.** International Journal of Biometeorology, 60(8):1279-1286. <https://doi.org/10.1007/s00484-015-1123-6>

MALDINI G, Kennedy KM, Allen MS. 2019. **Temporal effects of ruminal infusion of propionic acid on hepatic metabolism in cows in the postpartum period.** Journal of Dairy Science; 102(11):9781-9790. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16437>

MARAI IFM, El-Darawany A, Fadiel A, Abdel-Hafez MAM. 2007. **Physiological traits as affected by heat stress in sheep - A review.** Small Ruminant Research; 71(1-3):1-12. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.003>

MARTÍNEZ-AISPURO JA, Sánchez-Torres MT, Mendoza-Martínez GD, Cordero-Mora JL, Figueroa-Velasco JL, Ayala-Monter MA. 2018. **Addition of calcium propionate to finishing lamb diets.** Veterinaria México; 5(4):1-9. <https://doi.org/10.22201/fmvz.24486760e.2018.4.470>

MENDOZA-MARTINEZ GD, Pinos-Rodriguez JM, Lee-Rangel HA, Hernandez-Garcia PA, Rojo-Rubio R, Relling A. 2016. **Effects of dietary calcium propionate on growth performance and carcass characteristics of finishing lambs.** Anim. Prod. Sci., 56:1194-1198. <http://dx.doi.org/10.1071/AN14824>

MOLINA-COTO R, Arroyo-Oquendo C, Carballo-Guerrero D, Elizondo-Salazar JA. 2018. **Respuesta a la suplementación con propilenglicol en vacas multi ovuladas, para la producción de embriones.** Agronomía Mesoamericana; 29(3):519-533. <https://archivo.revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/30837/33925>

MURILLO-ORTIZ M, Carrillo-Herrera JD, Pamanes-Carrasco G, Muro-Reyes A, Herrera-Torres E. 2018. **Patrones de fermentación ruminal en respuesta a la adición de un precursor glucogénico a la dieta de becerros en engorda.** Agroproductividad; 11(9):155-159. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/download/1230/1001/#:~:text=El%20objetivo%20fue%20evaluar%20el%20efecto%20de,productivo%20y%20los%20patrones%20de%20fermentaci%C3%B3n%20ruminal>

NICOLÁS-LÓPEZ P, Macías-Cruz U, Correa-Calderón A, Mellado-Bosque MA, Díaz-Molina R, Avendaño-Reyes L. 2021. **Ajustes asociados a la aclimatación y estrés oxidativo en ovinos bajo estrés calórico: una revisión.** ITEA-Información Técnica Económica Agraria; 117(5):494-512. <https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2021/117-5/ITEA%20117-5.pdf#page=20>

NIELSEN NI, Ingvarsen KL. 2004. **Propylene glycol for dairy cows: A review of the metabolism of propylene glycol and its effects on physiological parameters, feed intake, milk production and risk of ketosis.** Animal Feed Science and Technology; 115:191-213. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2004.03.008>

OBA M, Allen MS. 2003a. **Dose-Response Effects of intraruminal infusion of propionate on feeding behavior of lactating cows in early or midlactation.** Journal of Dairy Science; 86(9):2922-2931. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73889-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73889-2)

OBA M, Allen MS. 2003b. **Extent of hypophagia caused by propionate infusion is related to plasma glucose concentration in lactating dairy cows.** J. Nutr., 133(4):1105-1112. <https://doi.org/10.1093/jn/133.4.1105>

OSMAN MA, Allen PS, Mehyar NA, Bobe G, Coetzee JF, Koehler KJ, Beitz DC. 2008. **Acute metabolic responses of postpartal dairy cows to subcutaneous glucagon injections, oral glycerol or both.** Journal of Dairy Science; 91:3311-3322. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0726>

PATTON RS, Sorenson CE, Hippen AR. 2004. **Effects of dietary glucogenic precursors and fat on feed intake and carbohydrate status of transition dairy cows.** Journal of Dairy Science; 87(7):2122-2129. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)70031-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70031-4)

PIANTONI P, Allen MS. 2015. **Evaluation of propylene glycol and glycerol infusions as treatments for ketosis in dairy cows.** Journal of Dairy Science; 98(8):5429-5439. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-9476>

PONGSAVEE M. 2019. **Effects of 3300 del A-1061 Ter BRCA1 frameshift mutation and calcium propionate on oxidative stress and breast carcinogenesis.** Int. J. Mol. Epidemiol. Genet., 10(3):47-52. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6627784/pdf/ijmeg0010-0047.pdf>

RELLING AE, Lee K, Loerch SC, Reynolds CK. 2012. **Effects of glucose, propionate, and splanchnic hormones on neuropeptide mRNA concentrations in the ovine hypothalamus.** J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., 96(4):648-654. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0396.2011.01192.x>

RELLING AE, Pate JL, Reynolds CK, Loerch SC. 2010. **Effect of feed restriction and supplemental dietary fat on gut peptide and hypothalamic neuropeptide messenger ribonucleic acid concentrations in growing wethers.** J. Anim. Sci., 88:737-748. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2009-2316>

RODRÍGUEZ-VALVERDE LA, Gallegos-Santiago MA, Sánchez-Pérez JN, Rodríguez-Millán J, Molina-Gómez G, Robles-Estrada JC, Vásquez-Sarabia F, Félix-Bernal A, Dávila-Ramos H. 2023. **Sustitución de grano de maíz por precursores gluconeogénicos en desempeño productivo de ovinos en adaptación.** Memoria de la XXVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) y XLVII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C. <https://doi.org/10.53588/alpa.310546>

SAFTNER RA, Bai J, Abbott JA, Lee YS. 2003. **Sanitary dips with calcium propionate, calcium chloride, or a calcium amino acid chelate maintain quality and shelf stability of fresh-cut honeydew chunks.** Postharvest Biol. Tech., 29(3):257-269. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(03\)00041-3](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(03)00041-3)

ŞAHAN S, Hanedan B. 2024. **Effects of propylene glycol in different doses on metabolic parameters in dairy cows.** Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi; 19(1):13-21. https://www.researchgate.net/publication/380509504_Effects_of_propylene_glycol_in_different_doses_on_metabolic_parameters_in_dairy_cows#:~:text=Anahtar%20kelimeler:%20Propilen%20glikol%2C%20serum,2007

SANO H, Fujita T. 2006. **Effect of supplemental calcium propionate on insulin action to blood glucose metabolism in adult sheep.** Reprod Nutr Dev., 46(1):9-18. <https://doi.org/10.1051/rnd:2005064>

STEINHOOR WD, Bauman DE. 1986. **Propionate Metabolism: A New Interpretation.** In Aspects of Digestive Physiology in Ruminants. In Proceedings of the Satellite Symposium of the 30th International Congress of the International Union of Physiological Sciences, Ithaca, NY, USA, 21-23 July. pp. 238-256. <https://www.jstor.org/stable/10.7591/j.ctvr7f46j.16>

STEEL JW, Leng RA. 1973. **Effects of plane of nutrition and pregnancy on gluconeogenesis in sheep. 2. Synthesis of glucose from ruminal propionate.** Br. J. Nutr., 30:475-89. <https://doi.org/10.1079/bjn19730054>

VAN HOUTERT MFJ, Nolan JV, Leng RA. 1993. **Protein, acetate and propionate for roughage-fed lambs. 2. Nutrient kinetics.** Anim Sci., 56(3):369-378. <https://doi.org/10.1017/S0003356100006413>

VERMA A, Bhagchandani T, Rai A, Nikita Sardarni UK, Bhavesh NS, Gulati S, Malik R, Tandon R. 2024. **Short-chain fatty acid (SCFA) as a connecting link between microbiota and gut-lung axis – A potential therapeutic intervention to improve lung health.** ACS Omega, 9(13):14648-14671. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c05846>

VICENTE PR, Macías CU, Avendaño RL, Correa CA., López BMÁ, Lara RAL. 2020. **Impacto del estrés por calor en la producción de ovinos de pelo-Revisión.** Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias; 11(1):205-222. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4923>

WHITE HM. 2015. **The role of TCA cycle anaplerosis in ketosis and fatty liver in periparturient dairy cows.** Animals; 5:793-802. <https://doi.org/10.3390/ani5030384>

YAKAN A, Özkan H, Keçeli HH, Kaya U, Karaaslan I, Dalkiran S, Ünal N, Çamdeviren B, Güngör G, Küçükoflaz M. 2025. **Dose- and duration-dependent effects of propylene glycol on lipid metabolism-related mRNAs, proteins, and fatty acids in the adipose tissue of fattening Akkaraman lambs.** Food Science & Nutrition; 13(12):e71336. <https://doi.org/10.1002/fsn3.71336>

ZHAO H, Li L, Tan J, Wang Y, Zhang A, Zhao Y, Zhao Y, Jiang L. 2024. **Multi-omics reveals disrupted immunometabolic homeostasis and oxidative stress in adipose tissue of dairy cows with subclinical ketosis: A sphingolipid-centric perspective.** Antioxidants; 13(5):614. <https://doi.org/10.3390/antiox13050614>

ZHANG F, Nan X, Wang H, Zhao Y, Guo, Y., Xiong B. 2020. **Effects of propylene glycol on negative energy balance of postpartum dairy cows.** Animals; 10(9):1526. <https://doi.org/10.3390/ani10091526>

ZHANG XZ, Meng QX, Lu L, Cui ZL, Ren LP. 2015a. **The effect of calcium propionate supplementation on performance, meat quality, and mRNA expression of finishing steers fed a high-concentrate diet.** J. Anim. Feed Sci., 24:100-106. <https://www.jafs.com.pl/pdf-65634-5383?filename=The>

ZHANG Q, Koser SL, Bequette BJ, Donkin SS. 2015b. **Effect of propionate on mRNA expression of key genes for gluconeogenesis in liver of dairy cattle.** Journal of Dairy Science; 98(12):8698-8709. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9590>

Zhang Q, Koser SL, Donkin SS. 2016. **Propionate induces mRNA expression of gluconeogenic genes in bovine calf hepatocytes.** Journal of Dairy Science; 99:3908-3915. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10312>

ZHANG X, Wu X, Chen W, Zhang Y, Jiang Y, Meng Q. 2017. **Growth performance and development of internal organ, and gastrointestinal tract of calf supplementation with calcium propionate at various stages of growth period.** PLOS ONE, 12(6):e0179940. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179940>

ZHOU S, Chen M, Meng MMan, Xie W, Shen X, Li Z, Chang G. 2023. **Subclinical ketosis leads to lipid metabolism disorder by downregulating the expression of acetyl-coenzyme A acetyltransferase 2 in dairy cows.** Journal of Dairy Science; 106(12):9892-9909. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23602>

SOBRE O ORGANIZADOR

Eduardo Eugênio Spers realizou pós-doutorado na Wageningen University (WUR), Holanda, e especialização no IGIA, França. Possui doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo (USP). Foi Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração e do Mestrado Profissional em Comportamento do Consumidor da ESPM. Líder do tema Teoria, Epistemologia e Métodos de Pesquisa em Marketing na Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD). Participou de diversos projetos de consultoria e pesquisa coordenados pelo 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

Absorción 40, 48, 131, 132, 134, 135, 136, 140, 144, 152

Ácido giberélico 33, 34, 36, 39, 40, 41, 42

Agave 43, 44, 45, 46, 53, 54, 55

Alfalfa 32, 152, 159

Alimentación 42, 54, 91, 117, 125, 126, 133, 137, 145, 150, 158, 159, 160, 162, 163, 169, 172, 173, 175, 177, 178

B

Beauveria bassiana 85, 86, 88, 89, 99, 101, 102, 103, 104

Bienestar animal 152, 174, 175, 176, 177, 178, 185, 186

C

Café 68, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103

Callo córneo 216, 217, 218, 221, 223, 224

Cinco libertades 175, 176

Componentes principales 2, 3, 5, 7, 9, 11, 161

Coniella 105, 106, 109, 110, 111, 112

Conservação seminal 188

Corynespora 105, 106, 109, 110, 111, 112

Cultivo in vitro 46, 55, 56, 62, 64, 74, 76

Cúrcuma 158, 159, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173

Cuyes 158, 159, 160, 162, 163, 169, 170, 172, 173

D

Diluidor 187, 188

Doble haploide 56, 64, 81

Duplicación cromosómica 56, 58, 60, 68, 79, 80

E

Estrés abiótico 44, 45, 57

Estrés por calor 143, 144, 149, 152, 157

F

Fauna silvestre 215, 216, 217, 218, 224, 225

G

Gallinas ponedoras 174, 175, 176, 177, 178, 185, 186

H

Haploides 56, 57, 58, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82

Hibiscus sabdariffa 105, 106, 113

Homocigosis 56, 57, 58, 79, 80, 82

Hypothenemus hampei 85, 86, 90, 102, 103, 104

M

Mejoramiento vegetal 56, 74, 80

Metabolismo secundario 44, 45

Minerales 39, 131, 139

Monitoreo de Oebalus 115

Morfología 44, 67, 79, 108, 171

N

Nutrición vegetal 34, 38, 42

O

Olive-tree 17

P

Parâmetros climáticos 115, 119, 121, 122, 123

Parâmetros productivos 158, 159, 161, 169, 172, 173, 185

Propilenglicol 143, 144, 145, 147, 152, 155

Propionato 143, 144, 145, 147, 149, 150, 151, 152, 153, 154

Puercoespín 216, 217

R

Refrigeração 188

Rendimiento de grano 3, 5, 8, 82

Reprodução assistida 188

Rumiantes 132, 135, 137, 144, 145, 146, 147, 149, 150, 151, 154
RWC 17, 19, 21, 22, 25, 27, 28, 29, 30

S

Salt stress 16, 17, 18, 19, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32
Sémen caprino 187, 188
Sistema de pastoreo 174, 175, 177, 180, 181, 182, 183, 184, 185
Sistema de piso 174, 175, 179, 180, 181, 183, 184, 185
Sistemas de inmersión temporal 43, 44, 46
Solución steiner 33, 34, 35, 36, 37, 40, 42
SREG 2, 3, 4, 7, 15
Stomatal density 17, 22, 23, 24, 28, 29

U

Úlcera duodenal 216, 221
Umbrales de tratamiento 115, 119, 126, 127

V

Varieties 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26, 28, 29, 30
Vitamina D 131, 132, 135, 138, 139

W

Wax rate 17, 20, 22, 24, 27

Z

Zea Mays L. 3



EDITORA
ARTEMIS

2026