

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 GLUCONEOGENICAS 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 9

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

Data de submissão: 17/08/2026

Data de aceite: 10/09/2026

Ignacio Mejía Haro¹

Instituto Tecnológico El Llano
Aguascalientes

Tecnológico Nacional de México
División de Estudios de Posgrado
El Llano, Ags. Mexico

<https://orcid.org/0000-0002-5425-0270>

Dennis R. Brink

University of Nebraska-Lincoln
Animal Science Department
East Campus, Lincoln, NE, USA

Iván Mejía Devora

Universidad Autónoma de Aguascalientes
Aguascalientes, Ags., México

RESUMEN: Se evaluaron los efectos de la suplementación con fósforo (P) y colecalciferol (CC) sobre la absorción y la retención de P en corderos. Se asignaron cuarenta y dos corderos aleatoriamente a seis tratamientos, consistentes en una dieta base suplementada con P y CC: 0 g P y CC (Base), 0 g P + CC (Base+), 1 g P y sin CC (P1), 1 g P + CC (P1+), 2 g P y sin CC (P2) y 2 g P + CC (P2+). Se colectaron heces y orina durante

¹ Corresponding author.

10 días al final del periodo experimental, y se obtuvo el suero sanguíneo. Se extrajeron costillas tras el sacrificio de los corderos en los tratamientos Base+ y P2+. Las muestras se procesaron para la determinación de P, Ca y Mg. Se calculó la retención corporal de fósforo y de calcio. La retención de fósforo en el organismo fue mayor ($p = 0.01$) en los corderos suplementados con P y en los del grupo Base+ que en los del grupo Base. No se encontraron diferencias ($p > 0.05$) en las concentraciones de P, Ca o Mg en el hueso. La suplementación con 1 o 2 g de P/día aumenta la absorción y la retención de P, mientras que la suplementación con CC solo aumenta la absorción y la retención de P en los corderos no suplementados con P.

PALABRAS CLAVE: absorción; minerales; vitamina D.

PHOSPHORUS ABSORPTION AND
RETENTION IN LAMBS SUPPLEMENTED
WITH PHOSPHORUS AND
CHOLECALCIFEROL

ABSTRACT: The effects of phosphorus (P) and cholecalciferol (CC) supplementation on P absorption and retention in lambs were evaluated. Forty-two lambs were randomly assigned to six treatments, consisting of a basal diet supplemented with P and CC: 0 g P and CC (Base), 0 g P + CC (Base+), 1 g P and no CC (P1), 1 g P + CC (P1+), 2 g P and no CC (P2), and 2 g P + CC (P2+). Feces

and urine were collected for 10 days at the end of the experimental period, and blood serum was obtained. Ribs were extracted after slaughter of lambs in the Base+ and P2+ treatments. The samples were processed for P, Ca, and Mg determination. Body retention of phosphorus and calcium was calculated. Phosphorus retention in the body was higher ($p = 0.01$) in lambs supplemented with P and in the Base+ group than in the Base group. No differences ($p > 0.05$) were found in bone concentrations of P, Ca, or Mg. Supplementation with 1 or 2 g of P/day increases P absorption and retention, while CC supplementation only increases P absorption and retention in lambs not supplemented with P.

KEYWORDS: absorption; minerals; vitamin D.

1. INTRODUCCIÓN

Se ha informado de deficiencia de fósforo en rumiantes en todo el mundo (Mejia et al., 1999; Future Beef, 2019), principalmente en rumiantes que pastan en praderas de baja calidad. La absorción y retención de P y Ca aumentan con la suplementación de P (Abramowicz, 2026; Diaz et al., 2013; Ternouth y Coates, 1997) y vitamina D (Zhou et al. 2024; Montgomery et al., 2004). Sin embargo, la mayoría de los estudios se realizaron en periodos cortos y con vacas y ovejas periparturientas. Además, la evaluación de la retención de Ca, en lugar de la de P, fue el objetivo principal de esos estudios. Es necesario realizar estudios de suplementación con P y colecalciferol (CC) en animales en mantenimiento o en producción, que pastoreen o se alimenten de pastos de baja calidad, y observar los efectos sobre la absorción y retención de P. Durante varias décadas, el análisis de P en sangre fue el método más común para predecir el estado de P en los animales. Sin embargo, en algunos casos, la falta de correlación entre el contenido de P en sangre y la ingesta de P ha disminuido la confiabilidad del contenido de P en sangre como indicador de la ingesta de P (Erickson et al., 2002). Partiendo de la hipótesis de que la suplementación con fósforo, en lugar de colecalciferol, produce una mayor absorción y retención de fósforo en el organismo de los corderos, el objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de la suplementación con colecalciferol y con fosforo sobre la absorción y retención de este elemento en el organismo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en la Universidad de Nebraska-Lincoln. Un grupo de 42 corderos castrados de 8 meses de edad ($X = 41$ kg) de raza híbrida (Suffolk, Dorset y Polipay) recibió una dieta restringida en fósforo (0.11 % P; 0.34 % Ca; 9.7 % PC) durante 48 días. Tras este periodo de restricción, los animales se alojaron en corraletas individuales durante 16 días para su adaptación a las instalaciones y se les administró una dieta

base (Cuadro 1). Posteriormente, se colocaron en jaulas metabólicas individuales y se les proporcionó la misma dieta y la misma cantidad de alimento durante 15 días a fin de estandarizar el consumo diario de alimento y la producción de heces.

Cuadro1. Dieta diaria ofrecida durante el periodo experimental (Dieta Base) y composición química de los ingredientes^{1,2}.

Ingrediente	Cantidad	PC ³	P	Ca
	g/d	%	%	%
Paja de trigo ⁴	984	6.56	0.21	0.41
Maíz molido	89	11	0.33	0.03
Harina de sangre	24	90	0.04	0.03
Harina de soya	16	48.7	0.70	0.29
Minerales traza				
Premix ⁵	0.2	-	-	-
Urea	5	281	-	-

¹ De análisis de laboratorio realizados en el Departamento de Ciencia Animal de la UNL.

² Expresado en base seca.

³ Porcentaje de N x 6.25.

⁴ Melaza fue incluida en 13% de MS.

⁵ Contenia 10% Mg, 6% Zn, 2% Mn, 4% Fe, 0.5% Cu, 0.3% I, y 0.05% Co.

En el periodo preexperimental, los corderos se asignaron mediante un diseño completamente aleatorio, a una de seis dietas-tratamiento: Base (dieta base), Base+ (Base suplementada con 2500 UI de CC/día), P1 (Base suplementada con 1 g de P en forma de fosfato monosódico), P1+ (P1 suplementada con CC), P2 (Base suplementada con 2 g de P) y P2+ (P2 suplementada con CC). Cada cordero se consideró una unidad experimental y cada tratamiento incluyó siete corderos.

A los corderos se les colocaron bolsas colectoras de heces, y se realizó una colección diaria total de heces y orina durante 10 días después de alimentar a los corderos con las dietas-tratamiento durante un período de 56 días. Se colectaron muestras de alimento 2 días antes y durante la colección de heces. Las muestras de alimento y heces se secaron en un horno de aire forzado a 60 °C durante 3 a 4 días y se molieron (tamiz de 1 mm) con un molino Wiley. Aproximadamente 1 g de muestra se utilizó para determinar el contenido total de MS (100 °C, durante la noche), cenizas (550 °C, 8 h), Ca, P y Mg. Se colectaron muestras de sangre al inicio y al final del período experimental. Se extrajeron aproximadamente 15 ml de sangre de la vena yugular izquierda en tubos de vacío para la recolección de suero. Las muestras se tomaron 3 h después de la alimentación en todos los momentos para evitar variaciones en el tiempo. En el laboratorio, las muestras de sangre se centrifugaron a 3700 x g durante 10 min y se obtuvo el suero. Se tomaron

muestras de hueso de los corderos de los tratamientos Base+ y P2+ tras el sacrificio al final del experimento. Se extrajo la duodécima costilla izquierda de cada cordero y se retiró el periostio óseo. Posteriormente, las muestras de hueso se pesaron en base fresca y se determinó su densidad. La materia seca se determinó a 100 °C durante 48 h y las cenizas a 500 °C durante 8 h.

El contenido de fósforo se determinó en soluciones de cenizas de alimento, heces y hueso, así como en muestras de orina y de suero sanguíneo desproteínizado con una solución de ácido tricloroacético al 5 % (AOAC, 2012).

El contenido de calcio y magnesio se determinó mediante espectrofotometría de absorción atómica en alimento, heces, orina, suero sanguíneo y hueso (AOAC, 2012). La fosfatasa alcalina sérica y la creatinina urinaria se determinaron mediante un espectrofotómetro Beckman DV-650, siguiendo las instrucciones de SIGMA Diagnostics. Se calcularon la digestibilidad *in vivo* de la materia seca, la absorción aparente y la retención real de P, Ca y Mg.

El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de varianza con el procedimiento del Modelo Lineal General de SAS (2013). Se compararon las medias mediante la prueba de Tukey y se realizaron análisis de correlación entre las variables.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de P excretada en las heces fue mayor ($p < 0.05$) en los grupos P2+ y P2, en los que los corderos recibieron un suplemento de 2 g de P/día, con y sin suplementación de CC (Cuadro 2) que en los grupos P1+, P1, Base+ y Base, en los que no se observaron diferencias. La absorción aparente de P fue mayor ($p = 0.001$) en los corderos de los tratamientos P1, P1+, P2 y P2+ que en los del grupo Base (Cuadro 2). Esto concuerda con los hallazgos de Ternouth y Coates (1997), quienes observaron que la cantidad de P absorbida aumentaba en proporción directa a la ingesta de P. Sin embargo, en nuestro estudio, no se encontraron diferencias ($p > 0.05$) en la cantidad de P aparentemente absorbida por los corderos en Base+, P1, P1+ y P2 cuando se expresó en $\text{mg} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ PV. Pero, expresada como porcentaje de la ingesta de P, la absorción aparente de P en los corderos de Base fue menor ($p < 0.05$) que en el resto de los tratamientos. La suplementación con CC no tuvo efectos sobre la absorción aparente de P en los corderos suplementados con P, pero aumentó la absorción aparente de P en los corderos no suplementados (Base+). La cantidad reducida de P aparente absorbida en Base se debió, en parte, a la menor ingesta de P y a la menor disponibilidad de fuentes de P orgánicas que de inorgánicas, especialmente en pajas de cereales (Challa y Braithwaite, 1988a).

Posiblemente, los corderos no suplementados con P respondieron a la suplementación con CC, lo que mejoró la absorción de P ya que su capacidad intestinal para absorberlo no estaba saturada (Braithwaite, 1979). No se encontraron diferencias ($p > 0.05$) en la digestibilidad *in vivo* de la materia seca entre los tratamientos (Cuadro 2). Estos hallazgos concuerdan con los de Milton y Ternouth (1985), quienes afirmaron que la digestibilidad de la materia seca de la dieta se mantuvo sin cambios cuando los animales recibieron diferentes cantidades de fósforo (P).

La cantidad de P excretada en la orina fue mayor ($p = 0,01$) en los corderos de los tratamientos suplementados con 1 y 2 g de P (P1, P1+, P2 y P2+), independientemente de la suplementación con CC, que en los corderos no suplementados con P (Base y Base+). Los corderos no suplementados con P excretaron cantidades insignificantes de P (Cuadro 2). La cantidad de P excretada en la orina fue insignificante en rumiantes alimentados con dietas típicas (Lovendhal y Sehested, 2016; Ternouth et al., 1996; Vitti et al., 2000; Rodehutsord et al., 2000). La cantidad diaria de fósforo urinario no es un buen indicador de la ingesta de fósforo cuando los animales consumen cantidades excesivas (Lovendhal y Sehested, 2016). La predicción de la producción diaria de orina y la cantidad de fósforo excretado en la orina mediante análisis de creatinina urinaria y la relación creatinina:fósforo presentaron una gran variabilidad (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores medios para las variables del metabolismo del fósforo en corderos¹.

Variable	Base	Base	P1	P1 ⁺	P2	P2 ⁺	EE
P consumido, g/d	2.1 ^a	2.2 ^a	3.1 ^b	3.2 ^b	4.1 ^c	4.1 ^c	0.1
P fecal, mg.d ⁻¹ . kg ⁻¹ PV	61 ^b	49 ^b	58 ^b	61 ^b	82 ^a	84 ^a	5
Absorción de P ² , mg.d ⁻¹ . kg ⁻¹ PV	-0.6 ^c	13 ^{bc}	25 ^{ab}	28 ^{ab}	27 ^{ab}	31 ^a	4
Absorción de P ² %	-0.71 ^b	20.7 ^a	29.5 ^a	31.4 ^a	25.2 ^a	26.9 ^a	5.2
P Urinario, mg. d ⁻¹ . kg ⁻¹ . PV	0.8 ^b	1.5 ^b	9.9 ^a	9.9 ^a	12.9 ^a	10.2 ^a	2.6
TPE, mg.d ⁻¹ . kg ⁻¹ PV	61 ^{bc}	51 ^c	68 ^b	72 ^b	95 ^a	99 ^a	4
P retenido, mg. d ⁻¹ . kg ⁻¹ PV	-1.3 ^b	11.6 ^a	18.7 ^a	17.8 ^a	14.4 ^a	20.5 ^a	3.9
P retenido, %	-2 ^b	18 ^a	21 ^a	20 ^a	13 ^a	18 ^a	4
P en suero sanguíneo, mg/L	78	78	95	89	101	82	6
Fosfatasa alcalina en suero, U/L	267	254	212	254	200	202	24
DMS <i>In vivo</i> , %	57	59	60	57	57	60	1.5
Proporción de P urinario ³	1.05	0.81	1.02	0.84	1.29	0.68	

^{a,b,c} diferentes literales entre hileras muestran diferencias significativas ($p < 0.05$)

¹ Los valores son medias de siete corderos por tratamiento

² Absorción aparente

³ Predecidos/valores reales (usando creatinina en orina:proporción de P)

* Tratamientos: Base⁺ (Dieta control más suplementación de Colecalciferol {CC} equivalente a 2500 UI de Vitamina D); P2⁺ (Dieta control más 2 g P/d más CC)

TPE = Total de P excretado.

Los corderos del grupo Base presentaron un balance negativo y la retención de fósforo fue menor ($p < 0.05$) que la de los corderos que recibieron los demás tratamientos (Cuadro 2). La suplementación con CC no tuvo efecto sobre la retención de fósforo en los corderos suplementados con fósforo, pero aumentó la cantidad de fósforo retenido en los corderos del grupo Base+ en comparación con los corderos alimentados únicamente con la dieta base (Base). El aumento de la retención de P en corderos de Base+ podría deberse a la estimulación de la enzima renal 1α -hidroxilasa producida por la baja absorción de P en el intestino (Horst, 1986). La falta de respuesta a CC para la retención de P en corderos suplementados con P podría deberse a que los efectos de la suplementación de P y CC no fueron aditivos (Braithwaite, 1980). Las cantidades de P retenidas no fueron diferentes ($p > 0.05$) entre corderos suplementados con 1 o 2 g de P/d, y los corderos suplementados solo con CC pudieron almacenar cantidades similares de P a las retenidas por los corderos suplementados con 2 g de P/d. Challa y Braithwaite (1988b) encontraron un límite en la cantidad de P retenida cuando la concentración de P en sangre aumenta a cierto nivel (> 50 mg/L) ya que se supera el umbral renal para P y la excreción de P en la orina aumenta sustancialmente (Lovendahl y Sehested, 2016). Sin embargo, se observaron grandes diferencias entre los corderos individuales en la forma en que distribuyen las cantidades de P eliminadas a través de la orina y la saliva, especialmente cuando las concentraciones de P en las dietas difieren (Lovendahl y Sehested, 2016; Grace, 1981).

La retención de calcio fue negativa en todos los tratamientos. No obstante, la cantidad de Ca retenida fue menor ($P = 0.009$) en los corderos del tratamiento base que en los del resto de los tratamientos (Cuadro 3). La retención negativa de Ca se redujo sustancialmente en los corderos de los tratamientos suplementados con 1 y 2 g de P/día y en el tratamiento no suplementado con P pero suplementado con CC (Base+). La ingesta promedio de Ca fue de $93 \text{ mg}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ de peso corporal, inferior a la sugerida ($250 \text{ mg}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ de peso corporal) por Hodge (1973) como adecuada para corderos jóvenes, y a los requerimientos considerados por el NRC (1985, 2007) de 165 y $125 \text{ mg}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ de peso corporal, respectivamente, para corderos de 40 kg. Los resultados del presente estudio concuerdan con los de Challa y Braithwaite (1988a), quienes reportaron que la retención de Ca en terneros aumentó con dietas altas en P, incluso cuando la ingesta de Ca era adecuada. La retención de Mg en corderos del grupo base presentó un balance negativo menor ($p > 0.05$) que en los corderos de los tratamientos suplementados con P. El suplemento de P redujo el balance negativo de Ca y también aumentó la retención corporal de Mg (Cuadro 3). No se encontraron diferencias ($p > 0.05$) en la concentración de P en suero sanguíneo entre los tratamientos, a pesar de

las diferencias en la ingesta de P (Cuadro 2), las muestras estuvieron por encima de 45 mg/L, que es una concentración considerada normal (McDowell, 1997). La concentración de P en sangre se mantuvo mediante la alimentación o la resorción ósea. McMeniman y Little (1974) también reportaron que no hubo diferencias en las concentraciones de P en sangre entre corderos suplementados con P, con P + melaza o no suplementados. Sin embargo, el grado de mineralización ósea fue mayor en los grupos suplementados que en el grupo control. Erickson et al. (2002) reportaron que los datos de P plasmático fueron bastante variables en respuesta a los tratamientos dietéticos de P en terneros de engorde alimentados con dietas que contenían 0,16, 0,22, 0,28, 0,34 y 0,40% de P. Por el contrario, Challa et al. (1989) reportaron una alta correlación positiva entre la concentración de P sérico y la cantidad de P absorbido en terneros jóvenes. En este último estudio, un factor importante a considerar es la edad de los animales, ya que los rumiantes muy jóvenes pueden depender más del fósforo (P) contenido en la dieta, que, de sus reservas corporales, en comparación con los rumiantes adultos (Wilkens y Muscher-Banse, 2020; Braithwaite, 1980). El contenido de P en sangre se ve afectado por diversos factores, y las tres principales hormonas que regulan el metabolismo del calcio (hormona paratiroidea, $1,25(\text{OH})_2$ vitamina D_3 y calcitonina) desempeñan un papel importante y complejo en la regulación de la concentración de calcio y fósforo en sangre (Veira-Neto et al.,2024; Lobaugh, 1995; Goltzman, 2005).

Si bien se observó una tendencia a la reducción de la concentración de fosfatasa alcalina sérica en corderos de los grupos P2 y P2+, los valores no fueron significativamente diferentes ($p > 0.05$) entre los tratamientos (Cuadro 2). Cole (1992) tampoco encontró diferencias en la fosfatasa alcalina sérica ni en el fósforo y el magnesio inorgánicos al utilizar dietas bajas y altas en fósforo en corderos con baja concentración proteica en la dieta. La concentración de Ca y Mg en sangre (Cuadro 3) no fue diferente ($p > 0.05$) entre los tratamientos; se observó que el nivel de Ca en sangre se mantiene por la acción de las hormonas reguladoras, la alimentación y la resorción ósea.

Cuadro 3. Valores medios para las variables del metabolismo de calcio y magnesio en corderos¹

Variable	Base	Base ⁺	P1	P1 ⁺	P2	P2 ⁺	EE
Ca consumido, mg. d ⁻¹ . kg ⁻¹ PV	93	98	92	96	86	93	4
Ca urinario, mg/d	14 ^{ab}	9 ^b	8 ^b	10 ^b	9 ^b	17 ^a	2
Ca retenido, mg. d ⁻¹ . kg ⁻¹ PV	-39 ^b	-8 ^a	-8 ^a	-12 ^a	-16 ^a	-8 ^a	5
Ca retenido, %	-42 ^b	-7 ^a	-9 ^a	-12 ^a	-20 ^a	-9 ^a	5.5
Ca en suero s., mg/ L	104	104	98	99	91	104	4
Mg en orina, mg. d ⁻¹ .kg ⁻¹ PV	3.8 ^a	4.3 ^a	0.9 ^b	1.7 ^b	1.7 ^b	0.9 ^b	5

Variable	Base	Base ^a	P1	P1 ^a	P2	P2 ^a	EE
Mg retenido, %	-15 ^c	-4 ^{bc}	21 ^a	11 ^{ab}	-0.5 ^{ab}	12 ^{ab}	-
Mg en suero s., ppm	22	22	21	22	21	23	0.8

^{a,b,c} diferentes literales entre hileras muestran diferencias significativas ($p < 0.05$)

¹ Los valores son medias de siete corderos por tratamiento.

^a Tratamientos: Base^a (Dieta testigo más suplementación de Colecalciferol {CC} equivalente a 2500 UI de Vitamina D); P2^a (Dieta testigo más 2 g P/d más CC).

No se observaron diferencias ($p > 0.05$) en el contenido de P, Ca y Mg en el contenido óseo entre los tratamientos Base+ y P2+ cuando los resultados se expresaron en base a la materia fresca y seca o en mg/mL (Cuadro 4). Aparte de la falta de diferencias entre tratamientos, el nivel de mineralización ósea de los corderos en este estudio no pareció adecuado ya que se encontraron valores de 127 y 121 mg de P/mL de hueso fresco en los corderos de los tratamientos Base+ y P2+, respectivamente. Estas cantidades están por debajo de 140 mg/mL, que fue sugerido como indicio de mineralización ósea satisfactoria en corderos por McMeniman y Little (1974). Es posible que se haya producido una mineralización ósea deficiente en los corderos de todos los tratamientos, ya que los valores medios del balance de Ca fueron negativos en todos ellos (Cuadro 3), al igual que el del P en los corderos con la dieta base. El balance negativo de Ca podría deberse, en parte, a una ingesta de Ca inferior a los requerimientos tanto en el período preexperimental como en el experimental, y a una posible deficiencia en la ingesta de proteína, lo que podría haber restringido el suministro de proteínas necesarias para la matriz ósea y la síntesis de colágeno requerida en el proceso de mineralización ósea (Garner et al., 1996; Orwoll et al., 1992).

Los resultados de este estudio indican que los cambios en la ingesta de P en periodos cortos (menos de 3 meses) pueden no reflejarse en cambios significativos en las concentraciones de P, Ca y Mg en las muestras óseas. Este hallazgo concuerda con Genuth (1993), quien afirmó que, en el proceso de remodelación ósea, la fase de formación dura aproximadamente 3 meses. Erickson et al. (1999) tampoco encontraron diferencias en el contenido de ceniza ósea de novillos alimentados con dietas con concentraciones de P de 0.14 a 0.34% durante un período de 105 días.

Cuadro 4. Contenido mineral y gravedad específica de muestras de hueso de costilla de corderos después del sacrificio.

Variable ¹	*Base ^a	P2 ^a	EE
Contenido de cenizas en hueso, %	46.7	46.6	1.2
Gravedad específica	1.309	1.259	0.022
P en hueso, %, FB ²	9.7	9.6	0.4

Variable ¹	*Base*	P2*	EE
P en hueso, %, DM ³	13.6	13.2	0.7
P en cenizas de hueso, %	29.0	28.4	1.2
P en hueso, mg/cc	127	121	6
Ca en hueso, %, FB	11.2	11.5	0.3
Ca en hueso, %, DM	15.6	15.9	0.5
Ca en cenizas de hueso, %	33.4	34.1	0.5
Ca en hueso, mg/cc	146	145	5
Proporción Ca:P	1.16	1.21	0.04
Mg en hueso, %, FB	0.339	0.342	0.01
Mg en hueso, mg/cc	4.44	4.32	0.16

¹ Sin diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$)

¹ Los valores son medias de siete corderos por tratamiento

² Base Húmeda

³ Base Seca

Tratamientos: Base (Dieta control más suplementación de Colecalciferol {CC} equivalente a 2500 UI de Vitamina D); P2* (Dieta control más 2 g P/d más CC).

La cantidad de P fecal se correlacionó de manera alta ($R = 0.70$, $P = 0.001$) con la ingesta de P (Cuadro 5) y no se observaron correlaciones entre la creatinina urinaria y el P urinario. La falta de correlación, en parte, se debió a la gran variabilidad del P urinario entre los animales, especialmente en los suplementados con P. Esta técnica podría ser útil en animales alimentados con dietas bajas en P, ya que la excreción de P es menor y el coeficiente de variación es más bajo. En nuestro estudio, la retención de fósforo se correlacionó positivamente (Cuadro 5) con la ingesta de P, pero no con el contenido de P en el suero sanguíneo ($p > 0.05$). Challa et al. (1989) encontraron una correlación positiva entre la cantidad de P almacenado, el P sanguíneo y la ingesta de P en terneros en crecimiento alimentados con dietas que suministraban entre 10 y 100 mg.d⁻¹.kg⁻¹ PV.

Cuadro 5. Correlación del fósforo en las diferentes variables.

	F P ^b	U P ^c	F P C ^d	B P ^e	T P E ^f	AP A ^g	P R ^h
P consumido ^a	0.70 **	0.46 **	0.69 **	0.29 NS	0.87 **	0.59 **	0.44 **
P fecal		-0.07 NS	0.77 **	0.26 NS	0.87 **	0.06 NS	-0.14 NS
P urinario			0.14 NS	0.26 NS	0.87 **	0.68 **	0.36 *
F P C				0.14 NS	0.82 **	0.03 NS	-0.08 NS

	F P ^b	U P ^c	F P C ^d	B P ^e	T P E ^f	A P A ^g	P R ^h
B P					0.32 *	0.11 ^{NS}	0.08 ^{NS}
T P E						0.21 ^{NS}	0.03 ^{NS}
A P A							0.84**

^a mg.d⁻¹.kg⁻¹ PV

^b P Fecal, mg.d⁻¹.kg⁻¹ PV

^c P Urinario, mg.d⁻¹.kg⁻¹ PV

^d Concentración de P fecal, %

^e P en suero sanguíneo

^f TPE = Total de P excretado
mg.d⁻¹.kg⁻¹ PV

^g Absorción Aparente de P, mg.d⁻¹.kg⁻¹ PV

^h Retención de P, mg.d⁻¹.kg⁻¹ PV

4. CONCLUSIONES

La suplementación de fósforo incrementa la absorción y retención de este elemento en corderos en mantenimiento alimentados con dietas bajas en fósforo, y la cantidad de este mineral suplementado debe limitarse a las necesidades del animal. La suplementación con colecalciferol en corderos no suplementados con fósforo incrementa la absorción y retención de este elemento, pero no tiene ningún efecto adicional en corderos suplementados con fósforo.

5. RECONOCIMIENTOS

A la University of Nebraska-Lincoln, a la Secretaría de Educación Pública y al CONACYT de México por todo el apoyo brindado.

REFERENCIAS

Abramowicz, B., Tomaszewska, E., Kurek, L., Brzezińska, O., Kłos, K., Urosevic, M., Kurek, L. 2026. **Phosphorus Metabolism and Function in Ruminants: Current Knowledge.** Animals-16-00130. <https://doi.org/10.3390/ani16010130>

AOAC International. (2012). **Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL** (19th ed.). AOAC International. <https://www.worldcat.org/es/title/Official-methods-of-analysis-of-AOAC-International/oclc/817542290>

Braithwaite, G.D. 1979. **The effect of dietary intake of calcium and phosphorus on their absorption and retention by mature Ca-replete sheep.** J. Agric. Sci. (Camb.) 92: 337-342.

Braithwaite, G. D. 1980. **The effect of dose rate of 1α hydroxycholecalciferol on calcium and phosphorus in sheep.** Br. J. Nutr. 44: 83-190.

Challa, J., Braithwaite, G.D. 1988a. **Phosphorus and calcium metabolism in growing calves with special emphasis on phosphorus homeostasis. 1. Studies of the effect of changes in the dietary phosphorus intake on phosphorus and calcium metabolism.** J. Agric. Sci. (Camb.) 110: 573-581.

Challa, J., Braithwaite, G.D. 1988b. **Phosphorus and calcium metabolism in growing calves with special emphasis on phosphorus homeostasis. 3. Studies of the effect of continuous intravenous infusion of different levels of phosphorus in ruminating calves receiving adequate dietary phosphorus.** J. Agric. Sci. (Camb.) 110: 591- 595.

Challa, J., G. D. Braithwaite, Dhanoa, M.S. 1989. **Phosphorus homeostasis in growing calves.** J. Agric. Sci. (Camb.), 112: 217-226.

Cole, N.A. 1992. Influence of postfast dietary crude protein and phosphorus content on nitrogen, phosphorus, calcium, and magnesium repletion in sheep. J. Anim. Sci 70: 2893-2900.

Diaz, R.S., Lopez, S., Patiño, R.M., Silva, J.S., Vitti, D.M., Pecanaa, M.R., Kebrab, E., France, J. 2013. **Calcium and phosphorus utilization in growing sheep supplemented with dicalcium phosphate.** The Journal of Agricultural Science , Volume 151 , Issue 3 , June 2013 , pp. 424 - 433 DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859612000585>

Erickson, G.E., Klopfenstein, T.J., Milton, C.T., Hanson, D., Calkins, C. 1999. **Effect of dietary phosphorus on finishing steer performance, bone status, and carcass maturity.** J. Anim.Sci.. 77: 2832-2836.

Erickson, G.E., Klopfenstein T. J., Milton, C.T., Brink, D.R., Orth, M.W , Whittet, KM. 2002. **Phosphorus requirements of finishing feedlot calves.** J. Anim. Sci., 80:1690-1695.

Future Beef. 2019. **Phosphorous supplementation of cattle in northern Australia.** Animal Production. Nutrition. <https://futurebeef.com.au/resources/phosphorus-supplementation-of-cattle-in-northern-australia/>

Garner, S.C., Anderson, J.B., Ambrose, W.W. 1996. **Skeletal tissues and mineralization.** In: ANDERSON, J.B., GARNER, S.C. (Eds) Calcium and phosphorus in health and disease. CRC Press. Inc. Boca Raton, Florida, p. 98-117.

Genuth, S.M. 1993. **Endocrine regulation of calcium and phosphorus metabolism.** In: Berne, R.M., and M.N. Levy. (Ed.). Physiology. Third Ed. Mosby yer book. St. Louis, MO, p. 876-896.

Goltzman, D. 2005. **Approach to hypercalcemia. In endotexts. Your endocrine source.** <http://www.endotext.com/parathyroid/parathyroid4/parathyroid4.htm>. read in march 06, 2007.

Grace, N.D. **Phosphorus kinetics in the sheep.** 1981. Br. J. Nutr, 45: 367-374.

Hodge, R.W. 1973. Calcium requirements of the young lamb. Estimation of the calcium requirements by the factorial method. Aust. J. Agric. Res. 24: 237-243.

Horst, R.L. 1986. **Regulation of calcium and phosphorus homeostasis in the dairy cow.** J. Dairy Sci. 69: 604-616.

Lovendahl, P., Sehested, J. 2016. **Individual cow variation in urinary excretion of phosphorous.** J. Dairy Sci. 99:4580-4585. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10338>

Lobaugh, B. 1995. **Blood calcium and phosphorus regulation.** In: Anderson, J.J., and S.C. Garner. Calcium and phosphorus in health and disease. CRC press. Boca Raton, New York, London, Tokyo, p. 27-44.

- Mcdowell, L.R. 1997. **Minerals for grazing ruminants in tropical regions**. Bull. Third Ed. University Florida. Animal Sci. Department. Gainesville, Florida, 81 p.
- McMeniman, N.P., Little, D.A. 1974. **Studies on the supplementary feeding of sheep consuming mulga (*Acacia aneura*)**. 1. The provision of phosphorus and molasses supplements under grazing conditions. *Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 14: 316- 321.
- Mejia-Haro, I., Espinoza, R., Mejia, A., Mejia, J. 1999. **Phosphorous and calcium status in goats grazing the semiarid region of Zacatecas, Mexico**. *J. Anim. Sci.*, 77 (Suppl. 1), p. 270 (Abstr.).
- Milton, J.T.B., Ternouth, J.H. 1985. **P metabolism in ruminants. II. Effects of inorganic P concentration upon food intake and digestibility**. *Aust. J. Res.*, 36: 637-645.
- Montgomery, J.L., Galyean, M.L., Horst, R.L., Morrow, K.J.Jr, Blanton, J.R., Wester, D.B., Miller, M.F. 2004. **Supplemental vitamin D3 concentration and biological type of beef steers I. Feedlot performance and carcass traits**. *J. Anim. Sci.*, 82: 2050-2058.
- National Research Council. NRC. 1985. **Nutrient Requirements of Sheep**. Sixth revised Edition. National Academy Press, Washington, D.C.
- National Research Council (NRC). (2007). **Nutrient requirements of small ruminants** (7th Ed.). National Academy Press. doi: <https://doi.org/10.17226/11654>
- Orwoll, E., Ware, M., Stribrska, L., Bickel, D., Sanchez, T., Andom, N., Li, H. 1992. **Effect of dietary protein deficiency on mineral metabolism and bone mineral density**. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 56(2):314-319.
- Rodehustcord, M., Heuvers, H., Peer, E. 2000. **Effect of organic matter digestibility on obligatory fecal phosphorus loss in lactating goats, determined from balance data**. *Animal Science*, 70: 561-568.
- Statistical Analysis System, 2013. **SAS/STAT User's Guide**. (Release 9.3). Cary, NC, USA. SAS Inst. Inc.
- ernouth, J.H., Bortolussi, G., Coates, D.B., Hendricksen, R.E., McLean, R.W. 1996. **The phosphorus requirements of growing cattle consuming forage diets**. *J. Agric. Sci. (Camb.)*, 126: 503-510.
- Ternouth, J.H., Coates, B. 1997. **Phosphorus homeostasis in grazing breeder cattle**. *J. Agric. Sci. (Camb.)*, 128: 331-337.
- Veira-Neto, A., Lean, J., Santos, J.E. 2024. **Mineral metabolism: Implications to health and productivity**. *Animals* 14 (8):1232.
- Vitti, D.M.S.S., Kebreab, E., Lopes, J.B., Abdalla, A.L., De Carvalho, F.F.R., De Resende, K.T., Crompton, L.A., France, J. 2000. **A kinetic model of phosphorus metabolism in growing goats**. *J. Anim. Sci.*, 78: 2706-2712.
- Wilkens, M.R., Muscher-Banse, A.S. 2020. Review: **Regulation of gastrointestinal and renal transport of calcium and phosphorus in ruminants**. *Animal* 14: suppl. 1 p s29-s43.
- Zhou, F., Jamilian A., Prabahar, K., Hernández-Wolters, B., Kord-Varkaneh, H., Bai, D. 2004. **The effect of vitamin D2 supplementation on vitamin D levels in humans: A time and dose-response meta-analysis of randomized controlled trials**. *Steroids* 25: <https://doi.org/10.1016/j.steroids.2024.109394>

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