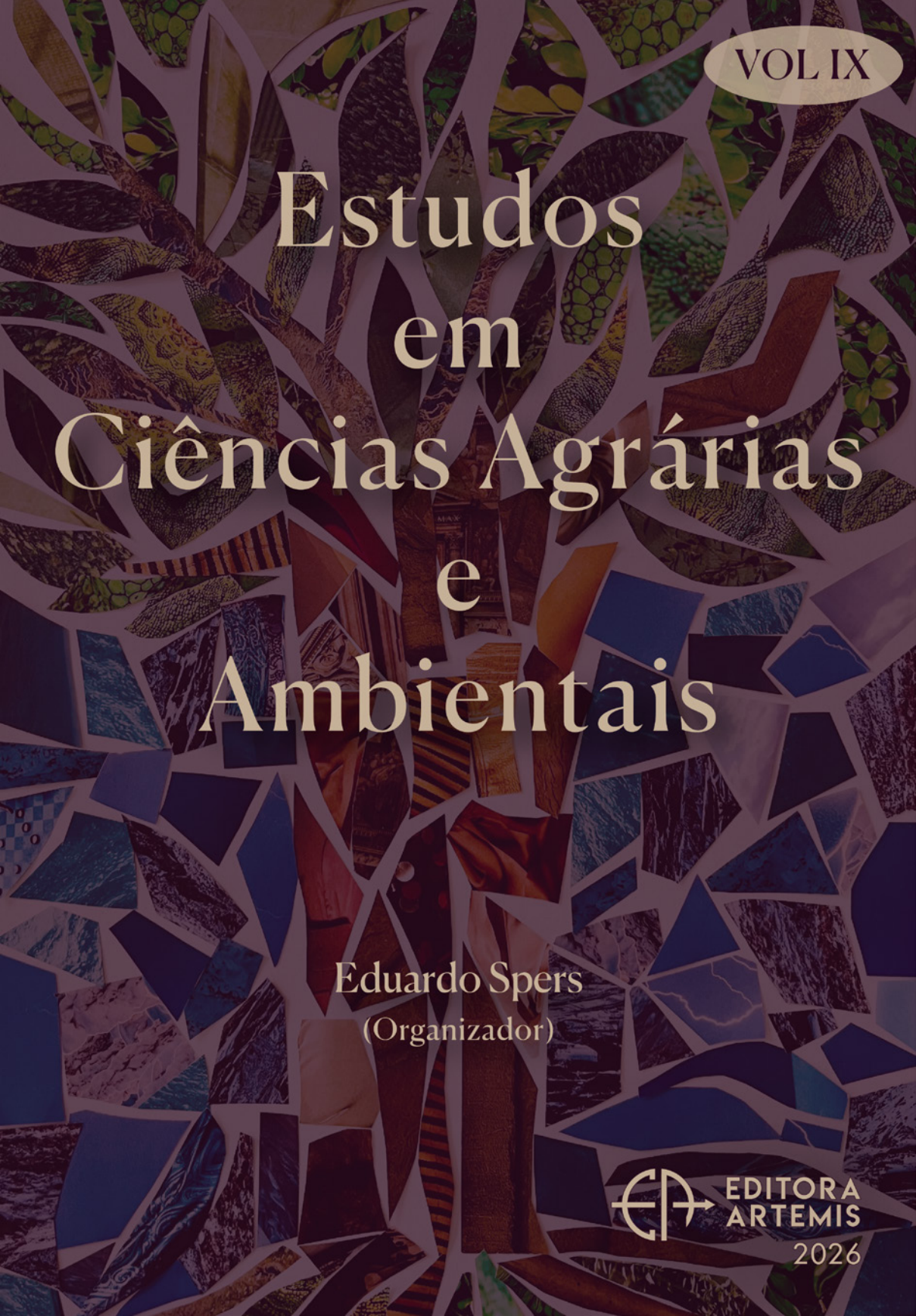




VOL IX

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 Emilas 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 MªGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Prof. Dr. 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 1

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

Data de submissão: 25/08/2026

Data de aceite: 10/09/2026

Micaela de la O Olán

Doctora en Recursos Genéticos y
Productividad-Genética por el
Colegio de Postgraduados
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Campo Experimental Valle de México
Km 13.5 Carretera Los Reyes-Texcoco
Coatlinchán, Texcoco, Estado de México
CP. 56250
<https://orcid.org/0000-0003-1406-7487>

Alfredo Josué Gámez Vázquez

Doctor en Fitomejoramiento por la
Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Campo Experimental Bajío
Carretera Celaya
San Miguel de Allende, km 6.5
Celaya Guanajuato, México. CP. 38110
<https://orcid.org/0000-0002-2453-0570>

Miguel Angel Avila Perches

Doctor en Fitomejoramiento por la
Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Campo Experimental Bajío
Carretera Celaya
San Miguel de Allende, km 6.5
Celaya Guanajuato, México. CP. 38110
<https://orcid.org/0000-0001-6050-9990>

Francisco Paúl Gámez Vázquez

Maestría en Agronegocios en
Colegio de Postgraduados
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Campo Experimental Bajío
Carretera Celaya
San Miguel de Allende, km 6.5
Celaya Guanajuato, México. CP. 38110
<https://orcid.org/0000-0003-2159-0954>

Mirna Hernández Pérez

Doctora en Mejoramiento Genético por la
Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Campo Experimental Rosario Izapa
Carretera Tapachula-Cacahoatán, Km.18
Tuxtla Chico, Chiapas, México. CP. 30870
<https://orcid.org/0009-0007-8989-4504>

Mirna Bobadilla-Meléndez

Doctora en Fitopatología por el
Colegio de Postgraduados
Campus Montecillo
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Campo Experimental Bajío
Carretera Celaya
San Miguel de Allende, km 6.5
Celaya, Guanajuato, México. CP. 38110
<https://orcid.org/0009-0004-8069-8396>

Juan Francisco Buenrostro Rodríguez

Doctor en Producción Agroalimentaria en
Tecnológico Nacional de México
Roque Centro Internacional de
Mejoramiento de Maíz y Trigo
Carretera Celaya – Juventino Rosas
Km 8. CP38110
<https://orcid.org/0000-0001-5077-5953>

Rocio Edelmira Hernández Caldera¹

Doctora en Recursos Genéticos y
Productividad-Producción de Semillas
por el Colegio de Postgraduados
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Campo Experimental Bajío
Carretera Celaya
San Miguel de Allende, km 6.5
Celaya, Guanajuato, México. CP. 38110
<https://orcid.org/0000-0002-4045-5291>

RESUMEN: Las siembras en el Valle de Toluca se caracterizan por ser de punta de riego, temporal y humedad residual, se hacen a una profundidad de 15 a 20 cm, lo que exige a los genotipos un elevado vigor para germinar, emerger y mantener el crecimiento de plantas en tanto se establecen las precipitaciones, regularmente en el mes de mayo. El objetivo del trabajo fue evaluar la interacción genotipo ambiente a través de cuatro fechas de siembra en 14 genotipos de maíz y definir la interdependencia de las variables evaluadas. Se establecieron las fechas de siembra y genotipos en un diseño de bloques completos al azar y se realizaron análisis varianza combinados a través de ambientes, análisis de componentes principales, de interacción genotipo ambiente con el modelo SREG, y análisis por factores. Se observaron los mayores rendimientos en punta de riego (6.7 t ha^{-1}), y temporal (6.0 t ha^{-1}). Se observó que el rendimiento presentó estrecha interdependencia

¹ Autora de correspondencia

con el número de granos por hilera, mazorcas sanas, porcentaje de grano, longitud de mazorca, número de mazorcas sanas y número de plantas cosechadas. H-52, su cruza simple hembra (M43 x M44) y M60 x M61, presentaron los mayores rendimientos (10.9, 9.1 y 9.0 t ha⁻¹, respectivamente), además de ser los genotipos que presentaron la mayor adaptabilidad y superar al criollo, que presentó un rendimiento de 7.7 t ha⁻¹. El genotipo con menor rendimiento y adaptación fue el Sintético de Bajío.

PALABRAS CLAVE: *Zea Mays* L.; componentes principales, rendimiento de grano, SREG.

ANALYSIS OF THE GENOTYPE X ENVIRONMENT INTERACTION OF FOURTEEN MAIZE GENOTYPES

ABSTRACT: Sowings in the Toluca Valley are characterized by being on tip irrigation, seasonal and residual moisture, they are done at a depth of 15 to 20 cm, which requires the genotypes to have high vigor to germinate, emerge and maintain plant growth while the rainfall is established, regularly in the month of May. The objective of the work was to evaluate the genotype-environment interaction through four sowing dates in 14 maize genotypes, and to define the interdependence of the variables evaluated. The genotypes were evaluated using a randomized complete block design, and combined analysis of variance across environments, principal component analysis, genotype-by-environment interaction analysis using the SREG model, and by factor analysis were performed. Planting dates and genotypes were established in a randomized complete block design and combined analyses of variance across environments, principal component analysis, genotype-environment interaction analysis with the SREG model, and factor analysis were performed. The highest yields were observed under irrigation (6.7 t ha⁻¹) and rainfed conditions (6.0 t ha⁻¹). Yield was found to be closely interdependent with number of kernels per row, healthy ears, grain percentage, ear length, number of healthy ears and number of plants harvested. Among evaluated genotypes, H-52, its female single cross (M43 x M44), and M60 x M61 showed the highest yields (10.9, 9.1, and 9.0 t ha⁻¹, respectively); furthermore exhibited the greatest adaptability, as they were the highest-yielding genotypes across four planting dates and outperformed the local variety, which yielded 7.7 t ha⁻¹. The genotype with lowest yield and adaptation was Bajío Synthetic variety.

KEYWORDS: *Zea mays* L.; principal components, grain yield, SREG.

1. INTRODUCCIÓN

México presenta una gran diversidad climática, debido a su orografía y ubicación geográfica, razón por la cual presenta la mayor diversidad biológica en el cultivo de maíz, por lo que el estudio de la interacción genotipo - ambiente (IGA) cobra relevancia en el cultivo. El Valle de Toluca se ubica a una altitud de 2650 m, abarca parte de los municipios de Almoloya de Juárez, Calimaya, Chapultepec, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Otzolotepec, San Antonio la Isla, San Mateo Atenco, Rayón, Temoaya, Tenango del Valle, Toluca, Xonacatlán y Zinacantepec (Valdez y Flores et al., 2024). En esta región existen aproximadamente 121,921 ha con mediano y alto potencial de rendimiento para

producir maíz (González *et al.*, 1990). El clima es determinante en la producción agrícola, ya que las bajas temperaturas presentes todo el año, están en el rango de 13 a 15 °C y la precipitación anual es de 980 mm (CONAGUA, 2024). En las fases iniciales de desarrollo el ambiente se torna especialmente crítico, cuando la temperatura base del cultivo es de 8 °C (Ruiz *et al.*, 2013) y las siembras se hacen en fechas tempranas; debido a la presencia frecuente de heladas tardías, que inhiben el desarrollo normal del cultivo e incluso afectan en promedio más de 3,500 ha anualmente (Jasso-Miranda *et al.*, 2022). Al nivel estatal se siniestran 31,900 ha anualmente en todo el estado, principalmente por déficit hídrico durante la sequía intraestival (SIACON, 2022).

Las siembras de maíz en el Valle de Toluca se realizan en condiciones de punta de riego, temporal y humedad residual; a una profundidad de 15 a 20 cm, lo que exige un gran vigor germinativo de la semilla, para soportar bajas temperaturas, la profundidad de siembra y el déficit hídrico, previos al inicio de las lluvias de mayo. Para resolver esta problemática, el programa de mejoramiento genético del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) formó híbridos y variedades sintéticas. Estos genotipos mejorados buscan mayor adaptabilidad, sanidad, resistencia al acame y rendimientos superiores al de los criollos locales; que garantizan un adecuado establecimiento de plantas y rendimientos competitivos en la región. El uso de cultivares mejorados en zonas específicas, ha sido la tecnología más redituable; además de amigable con el ambiente y la salud humana. En esta búsqueda por seleccionar los mejores cultivares a través de múltiples ambientes, se ha acelerado la evolución natural, que permite identificar y seleccionar aquellos con rendimientos altos y predecibles o estables (Annicchiarico, 2002). Sin embargo, la respuesta diferencial de los genotipos a las condiciones ambientales da lugar a la interacción genotipo x ambiente (IGA), que limita la precisión en la estimación del rendimiento y dificulta la identificación de genotipos aptos para ambientes específicos (Crossa *et al.*, 1990). Aunque un cambio en la respuesta de los genotipos, debida a los ambientes, no necesariamente implica una respuesta de interacción de los genotipos con el ambiente (Abdullah *et al.*, 2026). Por lo que se propone el uso de análisis multivariados para superar la limitación de los promedios simples y mejorar la precisión en la identificación de materiales sobresalientes y estables.

Para el análisis de la IGA se han desarrollado diversos métodos que permiten caracterizar los genotipos con base en su estabilidad o baja interacción, uno de los más conocidos y utilizados es el SREG (Ponce-Encinas *et al.*, 2022), que es útil para la agrupación de genotipos a través de ambientes. Este método considera la estandarización del rendimiento de cada genotipo y dentro de cada ambiente; además, permite la

representación simultánea de la variabilidad de genotipos y ambientes, basada en el análisis de componentes principales (Rodríguez-Pérez et al., 2002; Yan y Tinker, 2006).

Por lo que, identificar las variables de mayor importancia, que logran marcar una diferencia entre los genotipos bajo el proceso de selección, actualmente, permitirá clasificar por una mayor eficiencia a cada genotipo en el proceso de mejoramiento genético.

El Análisis de Componentes Principales (ACP) que, con base en variables de campo, invernadero y laboratorio, da lugar a nuevas variables que no correlacionan entre ellas, permite cuantificar la varianza explicable de todo el experimento (Jolliffe y Cadima, 2016). Por lo que permite identificar las variables que mayor varianza aportan, así como posibles patrones de respuesta entre los genotipos y ambientes (Johnson, 1998 y Lattin et al., 2003).

Por lo anterior y con base en los avances del programa de mejoramiento genético de maíz para Valles Altos, que plantea obtener genotipos adaptados a una diversidad de condiciones ambientales, propiciado por el amplio rango de fechas de siembra, que se dan comúnmente en la región y su relación con el rendimiento de grano, se plantea a través de la IGA, identificar genotipos de maíz que aumenten su rendimiento de grano, conforme mejoran las condiciones del cultivo en el Valle de Toluca.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. AMBIENTES DE EVALUACIÓN Y MANEJO AGRONÓMICO

La evaluación en campo de los genotipos (Cuadro 1), se realizó en la localidad de Metepec a 2,650 m de altitud, en el Estado de México, ubicada en el Valle de Toluca, donde se sembraron cuatro experimentos bajo condiciones de campo, los dos primeros se establecieron el 02 de abril de 2023 bajo condiciones de punta de riego (PR) y humedad residual (HR) y los restantes el 28 de abril y el 10 de mayo del mismo año, bajo condiciones de temporal estricto (Temporal 1 y Temporal 2, respectivamente).

Las dos primeras fechas de siembra, son las que principalmente utilizan los productores de la región, con la finalidad de aprovechar un mayor ciclo de cultivo y obtener así mejores rendimientos; sin embargo, el riesgo por bajas temperaturas es alto en la primera fecha de siembra, lo que además es crítico, cuando en condiciones de humedad residual no existe un nivel hídrico adecuado del suelo.

La siembra se realizó de forma manual, a una profundidad de siembra de 15 a 20 cm. La dosis de fertilización fue 140-70-30; para el control de maleza se utilizaron 1.5 kg ha⁻¹ de Picloram más Nicosulfurón a los 20 días después de la siembra (DDS), y a los 50 DDS se hizo un deshierbe manual.

2.2. GENOTIPOS EVALUADOS

Se utilizaron cuatro líneas, progenitoras de los híbridos H-52 (M-43 y M-44) y H-68 (M-60 y M-61) desarrolladas por el INIFAP, en el Valle de Toluca – Atlacomulco, Estado de México, para condiciones de temperaturas bajas. Se incluyeron 13 genotipos, tres testigos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Genealogía y clasificación del material genético en estudio, por su adaptación a bajas temperaturas.

Número	Genealogía	Origen	Clasificación
1	M43	Metepec – 2022	Tolerante
2	M44	Metepec – 2022	Susceptible
3	(M43 x M44)	Metepec – 2022	Tolerante
4	(M43 x M44) F2	Metepec – 2022	Tolerante
5	(M43 x M44) x M43	Metepec – 2022	Tolerante
6	(M43 x M44) x M44	Metepec – 2022	Tolerante
7	M60	Metepec – 2022	Tolerante
8	M61	Metepec – 2022	Susceptible
9	(M60 x M61)	Metepec – 2022	Tolerante
10	(M60 x M61) F2	Metepec – 2022	Tolerante
11	(M60 x M61) x M60	Metepec – 2022	Tolerante
12	(M60 x M61) x M61	Metepec – 2022	Tolerante
13	H-52	Metepec – 2022	Tolerante
14	VS-46 (Testigo)	Metepec – 2022	Tolerante
15	Criollo (Testigo)	Metepec – 2022	Tolerante
16	Sintético de Bajío	Tepalcingo 2021-2022	Susceptible

2.3. VARIABLES EVALUADAS

Los caracteres evaluados fueron: 1) Días a floración masculina o Antesis (DA), se estimó mediante observaciones visuales periódicas, se determinó como fecha de floración cuando un 50 % de las plantas estaban liberando polen; 2) Días a floración femenina (DFF). Se consideró como fecha de floración cuando el 50 % de las plantas presentaban los estigmas expuestos; 3) Número de plantas (NPT). Se obtuvo al contar el número total de plantas establecidas por unidad experimental, 4) Plantas jorras (NPJ) se contabilizaron las plantas de que no producen mazorca; 5) Plantas con hijos (NPH) se consideraron las plantas que presentan “hijuelos”; 6) Mazorcas sanas (NMS) se obtuvo al contar el número de mazorcas que no presentan daño por plagas y enfermedades, 7) Mazorcas podridas (NMP): el daño por pudrición de mazorca se evaluó utilizando una escala de severidad de seis clases; donde: 0= sana, 1= 1-10 %, 2= 11-25 %, 3= 26-

50 %, 4= 51-75 %, 5= 76-100 % de pudrición; 8) Mazorcas moloncas (NMM) se obtuvo con el conteo del número de mazorcas pequeñas, mal formadas y con llenado de grano incompleto de cada parcela útil; 9) Rendimiento (R). Se expresó en $t\ ha^{-1}$ de grano cuyo porcentaje de humedad se uniformizó al 14 %; 10) Porcentaje de grano (%G), se obtuvo del cociente entre el peso del grano y el peso de cinco mazorcas, expresado como porcentaje de cinco mazorcas de tamaño medio de cada una de las repeticiones; 11) Longitud de mazorca (LM), se midió en centímetros desde la base hasta el ápice y se tomó de una muestra de cinco mazorcas de tamaño medio tomadas ex profeso para medir los componentes del rendimiento; 12) Diámetro de mazorca (DM): se midió con vernier digital cuya precisión es de 0.01 mm. Se tomó la medida en la parte media de cinco mazorcas de tamaño promedio de cada repetición; 13) Número de hileras por mazorca (NHM) se obtuvo de cinco mazorcas de cada una de las repeticiones. 14) Número de granos por hilera (NGH). Se contaron los granos por hilera de cinco mazorcas y se promedió. 15) Granos por mazorca (GM), se obtuvo como el producto del número de granos por hilera por el número de hileras en cinco mazorcas de tamaño promedio en cada parcela útil. 16). % de humedad del grano (%HG) se determinó con un medidor de humedad para granos Agromix.

2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En cada fecha de siembra los experimentos se establecieron bajo un diseño de bloques completos al azar, donde la unidad experimental fue de dos surcos de 5 m y 0.8 m de distancia entre surcos, con una densidad de población de 65,000 plantas ha^{-1} . Se establecieron tres bloques completos por fecha de siembra. Se realizaron: a) análisis de varianza combinado a través de ambientes (McIntosh, 1983), b) análisis de componentes principales (Johnson, 1988) para explorar la variación de los genotipos y fechas de siembra, así como los posibles patrones de respuesta de estos, corroborar su previa clasificación como tolerantes o susceptibles a bajas temperaturas (Aguilar y Avila, 2002; Avila, 2002; Gámez, *et al.*, 2002), e identificar las variables de mayor importancia y c) análisis de interacción genotipo x ambiente para identificar los genotipos sobresalientes por fecha y condición de siembra. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa Statistical Analysis System (SAS, 2022). Para identificar la interacción de los genotipos en rendimiento, se empleó el modelo SREG a través del programa GEA-R (Pacheco-Gil *et al.*, 2015), con base en Yan y Kang (2002).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANÁLISIS DE VARIANZA

Entre los análisis de varianza se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre los ambientes (A) de evaluación para la expresión de las variables días a antesis (DA), días a floración femenina (DFF), número total de plantas (NTP), plantas con hijos (NPH) y porcentaje de humedad del grano (%HG) (Cuadro 1). De la misma forma, los genotipos (G) fueron determinantes en la expresión del NPJ ($P \leq 0.05$) y de los DA, a DFF, NTP y NPH, así como en porcentaje de grano (%G) y humedad (%HG) al ($P \leq 0.01$). Para la IGA de DA, DFF NPT y %H se observaron diferencias significativas al $P \leq 0.01$, el resto de las variables no presentaron diferencias estadísticas significativas.

Entre las fuentes de variación de mayor importantes para este estudio con base en la magnitud de los cuadrados medios, fueron los G, seguida de los A y de la IGA. De la varianza total la aportación de los factores A, G y G*A para las expresiones fueron DA (3, 77 y 20 %), DFF (49, 50, y 1 %), NPT (28, 43 y 29 %), NPJ (28,45, y 29), NPH (69, 26, y 5 %), %G (34, 61 y 5 %) y %H (74, 23 y 3 %): generalmente, rasgos fenológicos como floraciones muestran un fuerte control genético; sin embargo, resultados contrastantes fueron obtenidos al evaluar híbrido y variedades de maíces de doble propósito en diferentes localidades (Torrero - Garza et al., 2025). A diferencia de NPJ y %G son sensibles a estrés ambiental y de manejo. El número total de plantas jorras e hijuelos por planta, donde las variaciones observadas no permitieron una distribución normal, probablemente debido a la dependencia de estos caracteres del ambiente y de un rango demasiado amplio en la variación de estos, para su expresión.

En un segundo término, la variación generada por los A de evaluación fue superior a la generada por los G y la IGA, en la expresión de las variables NTP y NPH, así como en la %HG. La interacción significativa indica que los G no se comportaron de igual manera ante las variaciones ambientales de las diferentes localidades y, por ende, existen buenos materiales para unos A pero que no responden bien en otros (Lozano-Ramírez, 2015).

Respecto al rendimiento de grano (RG) y parte de las variables que lo explican (Cuadro 2), se observaron entre los análisis de varianza, diferencias estadísticas entre los A solamente para la expresión de las variables RG y NMP con $P \leq 0.05$ en ambos casos. Entre genotipos se observaron diferencias estadísticas con $P \leq 0.01$, para la expresión de todas las variables; es decir: RG, NMS, NMM y NMP, NHM y de NGH, además de la LM y DM. Por lo que nuevamente entre estas variables la fuente de variación debida a G fue la de mayor importancia, es decir, la constitución genética definió la mayor variación en su expresión.

Los genotipos generaron 76 % de la variación total en RG, 53 % en el NMM, 79 % en el NMH, 69 % en el NGH, y 58 % en la LM y DM. La IGA ocupó el tercer lugar en importancia con respecto a la variación total explicable, pero el segundo lugar en el NMM, y en el NHM. Resultados contrastantes fueron obtenidos al evaluar RG, NH, LM, y DM en híbridos y variedades de maíz en diferentes localidades (Hernández-Pérez et al., 2025).

3.2. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (CP) PARA GENOTIPOS

Los dos primeros componentes principales, explicaron el 78.7 % de la variabilidad total. Con base en el valor absoluto de los vectores propios de determinó que las variables de mayor importancia por la varianza explicada en el CP1, fueron DA (-0.3414), %G (0.3410), NPT (0.3408), DFF (-0.3374) y NMS (0.3286) variables que definen la precocidad, la sincronía reproductiva y adaptación (Hernández-Trejo et al., 2023); mientras en el CP2 destacaron la LM (5471), NMM (-0.4328), NGH (0.4219) y RG (0.3436).

Se observaron tres patrones de respuesta entre genotipos, el de materiales sobresalientes en rendimiento y sus componentes, además de ser más precoces (Criollo, M43 x M44, M60 x M61 y H-52), características que pueden emplearse como criterios de selección (Takele, 2000). El segundo patrón de respuesta lo conformaron las retrocruzas de los dos híbridos simples, cuyo comportamiento de los genotipos fue un promedio en la expresión de todas las variables y finalmente se conformó un tercer grupo, integrado por los materiales menos adaptados a la región (Figura 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza combinado de variables agronómicas de desarrollo fenológico de maíz en el Valle de Toluca, Metepec 2023.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios						
		Antesis	Floración femenina	Plantas			Grano (%)	Humedad (%)
				Total	Jorras	Hijos		
Ambientes (A)	3	3.0 **	810.7 **	4251.2 **	1.6	219.9 **	0.015	407.1 **
Genotipos (G)	15	82.3 **	831.2 **	1513.4 **	2.5 *	82.3 **	0.027 **	128.8 **
IGA	45	21.6 **	22.9 **	114.7 **	1.7	17.4	0.002	17.2 **
Promedio		99.5	103.9	39.6	1.3	7.1	0.83	13.7

GL: Grados de libertad; * y **: Diferencias estadísticas con $P \leq 0.01$ y 0.05 , respectivamente.

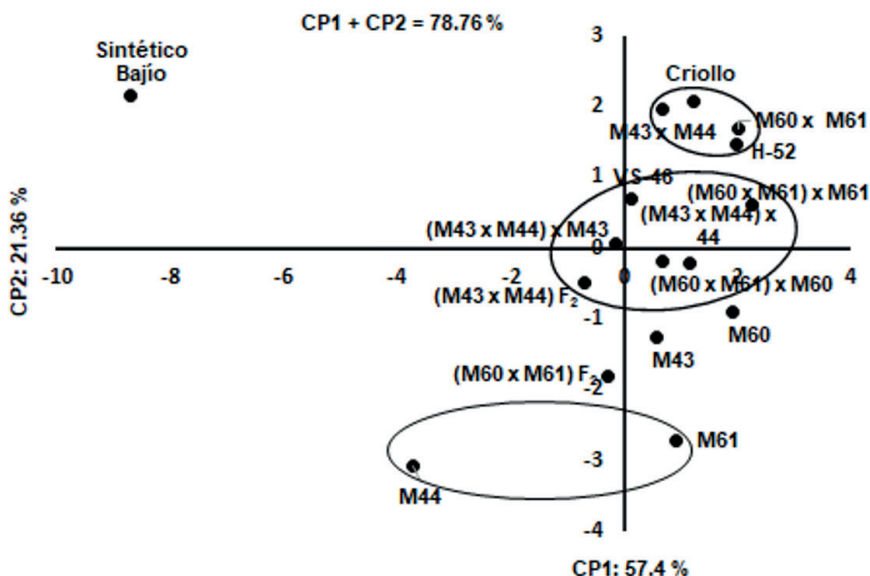
Cuadro 2. Análisis de varianza combinado de rendimiento y sus componentes en madurez de maíz en el Valle de Toluca.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios							
		Rendimiento	Mazorcas			Hileras mazorca	Granos hilera	Mazorca	
			Sanas	Moloncas	Podridas			Longitud	Diámetro
Ambientes (A)	3	27416375 *	1768 **	6.7	47.9 *	2.4	39.6	11.4	29.5
Genotipos (G)	15	95974388 **	3162 **	16.7 **	23.6 **	18.8 **	113.2 **	19.0 **	76.2 **
G*A	45	2952488 **	240 **	7.9	5.6	2.6	12.1	2.1	24.8 *
Promedio		5867.2	49.4	4.8	3.1	16.1	25.7	13.8	46.8

GL: Grados de libertad; * y **: Diferencias estadísticas con $P \leq 0.01$ y 0.05 , respectivamente.

En la Figura 1, se observa que entre los materiales clasificados como susceptibles o sin adaptación al Valle de Toluca, estuvieron las líneas machos M44 y M61, ambos presentaron el menor R entre todos los genotipos, y el Sintético de Bajío, fue el menos adaptado, ya que presentó el menor %G en la mazorca, la mayor cantidad DA y DFF, además de la menor cantidad de NMS. Entre los genotipos sobresalientes por RG, con base en una mayor LM, mayor NGH y menor cantidad de NMM, fueron el Criollo local, las cruza simples M43 x M44, M60 x M61, el híbrido de cruza triple H-52 y las retrocruzas de ambas cruza simples; todos ubicados en el primer cuadrante donde, además, presentaron el mayor %G en la mazorca, el menor número de DA y DFF, además de una mayor cantidad en el NMZ.

Figura 1. Plano cartesiano con la dispersión de los genotipos evaluados de maíz en el Valle de Toluca.



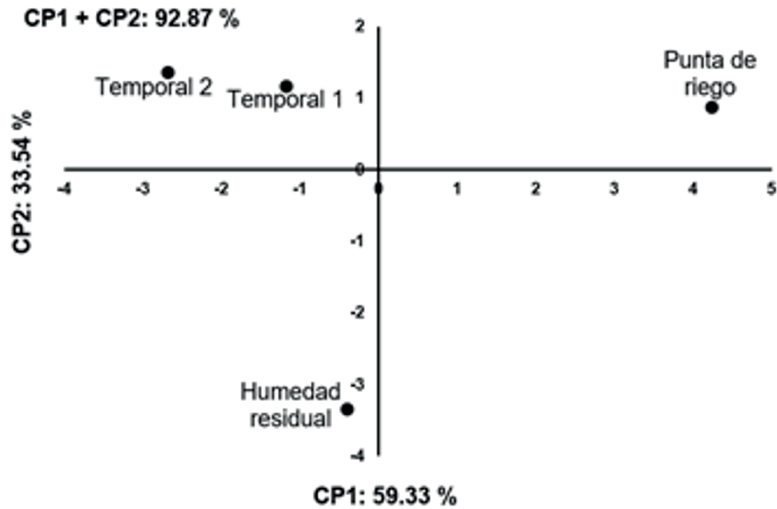
3.3. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA AMBIENTES

Los dos primeros componentes principales explicaron el 92.87 % de la variabilidad total de los datos originales, de tal manera que el CP1 explicó el 59.3 % y el CP2 el 33.5 %. Las variables de mayor importancia en el CP1 fueron LM (0.3322) y %G (0.3292) y en el CP2 fueron NMM (0.4040), NMS (0.3862) y NPT (0.3712).

En la Figura 2, se observa la dispersión de las cuatro condiciones de humedad a la siembra, las que conformaron tres patrones de respuesta diferentes. El de punta de riego, que se caracterizó por presentar la mayor LM y %G y con un RG similar a las dos siembras de temporal, cuya característica principal fue una mayor presencia de NMM,

NMS y NPT. La siembra del experimento con humedad residual, fue el ambiente menos favorecido, debido la ausencia de humedad al momento de la siembra, sin la seguridad del establecimiento de la precipitación pluvial; por lo que probablemente, los genotipos presentaron el menor RG, la menor cantidad de NPT a la cosecha y la menor cantidad de NMS.

Figura 2. Plano cartesiano con la dispersión de los tipos de siembra de maíz, evaluadas en el Valle de Toluca.



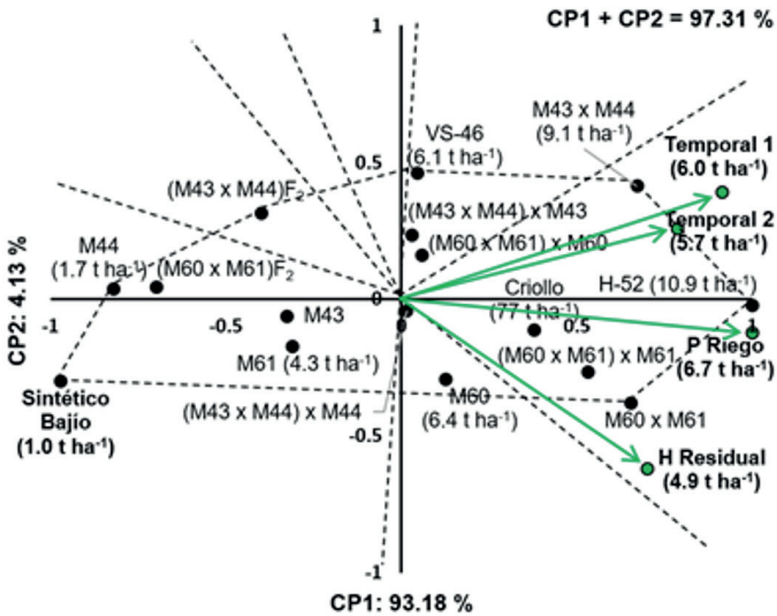
3.4. ANÁLISIS DE INTERACCIÓN GENOTIPO - AMBIENTE DEL RENDIMIENTO

Con este análisis se identificó a las siembras del 02 de abril bajo condiciones de punta de riego y del 28 del mismo mes como temporal 1, como las que favorecieron la mayor interacción genotipo x ambiente, y a las fechas de humedad residual (2 de abril) y temporal 2, como las que menor expresión de la IGA favorecieron, esto con base en la magnitud de la varianza generada por dichos ambientes.

Como resultado del análisis se observa que la cruz triple H-52 superó en rendimiento (10.9 t ha^{-1}) al resto de los genotipos de maíz y en todas las condiciones de siembra; es decir, fue el de mayor adaptabilidad seguida por las cruza simples M43 x M44 (9.1 t ha^{-1}) y M60 x M61 (9.2 t ha^{-1}), así como de la retrocruza de esta última con M61 (8.5 t ha^{-1}) y por el criollo local (7.7 t ha^{-1}). La variedad VS-46, obtuvo 6.1 t ha^{-1} y presentó un comportamiento similar al promedio de todos los genotipos, al igual que las retrocruzas de ambas cruza simples (M43 x M44 y M60 x M61) hacia sus líneas hembra (M43 y M61). Es de destacar el rendimiento de la línea hembra M60 (6.4 t ha^{-1}), que superó al

promedio de todos los genotipos (5.8 t ha^{-1}). La línea M44 y el Sintético de Bajío, tuvieron baja adaptabilidad al obtener los menores rendimientos en todos los ambientes, aunque M61 también presentó poca adaptación, porque su rendimiento fue de 4.3 t ha^{-1} , similar a M43, línea hembra de la primera cruza simple clasificada como tolerante o adaptada a las condiciones ambientales de la región.

Figura 3. Análisis de la interacción genotipo x ambiente para rendimiento de maíz de 16 genotipos evaluados en cuatro ambientes del Valle de Toluca, Estado de México, 2023.



4. CONCLUSIONES

Las siembras en punta de riego y temporal, favorecieron la expresión de la interacción de los genotipos y la de humedad residual fue la que menos favoreció la interacción genotipo x ambiente. Entre los genotipos el híbrido H-52 fue el de mayor rendimiento y adaptabilidad en las siembras de punta de riego, temporal y humedad residual. Los genotipos de mayor rendimiento fueron las cruza simples, el híbrido triple H-52, así como el criollo local, seguidos por la variedad sintética VS-46 y en seguida las líneas hembras de las cruza simples. Las variables de mayor importancia entre los genotipos y ambientes, asociadas al rendimiento fueron el porcentaje de grano en la mazorca, la longitud de mazorca, el número de granos por hilera, el número de mazorcas sanas y número de plantas totales a la cosecha.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdullah, A., Anas M., Wahab A. U., Taimur M., Afridi M. S., Khan K., Tariq K., Khan H. U. and Khalil I. H. (2026) Genetic diversity among wheat advanced lines using different stress indices. *Haya Saudi Journal of Life Sciences*, 11(2), 195–221. <https://doi.org/10.36348/sjls.2026.v11i02.008>
- Aguilar, F. P. y Avila P. M. A. (2002) Evaluación de variedades de maíz en diferentes intensidades de labranza. *Memoria XIX Congreso de SOMEFI, Saltillo Coahuila*, pp: 289.
- Annicchiarico, P. (2002) Defining adaptation strategies and yield stability targets in breeding programs. In: Kang MS (ed.) *Quantitative Genetics, Genomics and Plant Breeding*. Wallingford: CAB International pp 365–383.
- Avila P. M. A. (2002) Rendimiento y calidad de semilla de maíz en función de la fertilidad y la densidad de población. *Memoria XIX Congreso de SOMEFI, Saltillo Coahuila*, pp: 221.
- CONAGUA, Comisión Nacional del Agua (2024) Normales Climatológicas por Estado. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado?estado=mex>
- Crossa, J. H. G., Gauch, Jr. and Zobel R. W. (1990) Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials. *Crop Science*. 30:493–500. <https://doi.org/10.2135/cropsci1990.0011183X003000030003x>
- Gámez V. A. J., Ortiz T. C., Mejía A. C., Rivero G. F., Laguna C. A., Cruz E. M., Mora S. M., Colín B. S. O., Moreno A. A. y Orozco T. F. (2002) *Tecnología Agropecuaria y Forestal para el Estado de México*. *Memoria XIX Congreso de SOMEFI, Saltillo Coahuila*, pp: 31.
- González, A. I. J., Turrent F. A. y Aveldaño S. R. (1990) Provincias agronómicas de las tierras de labor bajo temporal, en México. *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias*. México. D.F. pp: 133.
- Hernández-Pérez, M., Avila-Perches M. A., Nava-Padilla R. J., Soto-Rocha J. M., Martínez-Gómez D., Gámez-Vázquez A. J. (2025) Rendimiento de maíz, interdependencia e interacción genotipo-ambiente en el sureste de México. *Revista Mexica de Ciencias Agrícolas*. 16(8): 1-10 e3778 <https://doi.org/10.29312/remexca.v16i8.3778>
- Hernández-Trejo, A., López-Santillán J. A., Estrada-Drouaillet B., Reséndiz-Ramírez Z., Coronada-Blanco J. M. and Malvar R. A. (2023) Aptitud combinatoria y efectos recíprocos de la precocidad en poblaciones nativas de maíz en Tamaulipas. *Revista Mexica de Ciencias Agrícolas*. 14(2):171-183 <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i2.2990>
- Jasso-Miranda, M., Soria R. J. y Némiga X. A. (2022) Loss of cultivated areas of rainfed corn due to frosts in Toluca valley. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 13(2): 207-222.
- Johnson, D. E. (1998) *Applied multivariate methods for data analysts*. 1st Ed. Duxbury Resource Center. 425 p.
- Lattin J., Carroll J. D. and Green P. E. (2003) *Analyzing multivariate data*. Brooks/Cole Thompson Learning Inc. 556 p.
- Jolliffe, I. T. and Cadima J. (2016) Principal component analysis: a review and recent developments. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. 13;374(2065):20150202. <https://doi:10.1098/rsta.2015.0202>.

Lozano-Ramírez, A., Santacruz-Varela A., San-Vicente-García F., Crossa J., Burgueño J. y Molina Galán J. D. (2015) Modelación de la Interacción genotipo x ambiente en rendimiento de híbridos de maíz en ambientes múltiples. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 38 (4):337-347.

McIntosh M. S. (1983). Analysis of combined experiments. *Agronomy Journal* 75:153-155.

Pacheco-Gil, R.A., Vargas M., Alvarado G., Rodríguez F., Crossa J., and Burgueño J. (2015) GEA-R (Genotype x Environment Analysis with R for Windows) Version 4.1. CIMMYT Research Data & Software Repository Network. Available online at: <https://hdl.handle.net/11529/10203>.

Ponce-Encinas, M. C., López-Morales F., Chura-Chuquij, J., Hernández-Leal E., Aragón-García A. (2022) Interacción genotipo ambiente del rendimiento en híbridos de maíz amarillo mediante AMMI y SREG. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 13(7): 1247-1258. <https://10.29312/remexca.v13i7.3070>

Rodríguez Pérez, J.E., Sahagún Castellanos J. E., Villaseñor Mir H. E., Molina Galán J. D. y Martínez Garza A. (2002) Estabilidad de siete variedades comerciales de trigo (*Triticum aestivum* L.) de temporal. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 25:143-151.

Ruiz, C. J. A., Medina G. G., González A. I. J., Flores L. H. E., Ramírez O. G., Ortiz T. C., Byerly M. K. F. y Martínez P. R. A. (2013) Requerimientos agroecológicos de cultivos. Segunda Edición. Libro Técnico Núm. 3. INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. 564 p.

SAS, Institute. (2022). SAS/STAT® User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA.

SIACON, Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (2022) Información agrícola municipal 2016-2021. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

Takele, A. (2000). Seedling emergence and of growth of sorghum genotypes under variable soil moisture deficit. *Acta Agronomica Hungarica*, 48(1), 95-102. <https://doi.org/10.1556/AAgr.48.2000.1.10>

Torrero-Garza, Y., Guerrero-Rodríguez J. D., Herrera-Guzmán J. A., López P. A., López-Sánchez H., Enríquez-Quiroz F. J. (2025) Rendimiento de forraje y grano en tres etapas fenológicas de maíces de doble propósito. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 48(3): 223-231 <https://doi.org/10.35196/rfm.2025.3.223>

Valdez, C. S. A. y Flores V. A. (2024) Crecimiento urbano de la zona metropolitana del Valle de Toluca. Estudios para medir la habitabilidad urbana por medio de la vivienda. *Proyección, Estudios Geográficos y de Ordenamiento Territorial*. 18(36): 8-29. <https://doi.org/10.48162/rev.55.060>

Yan, W. and Kang M. S. (2002) GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists. 1st Ed. CRC Press, Boca Raton. 288.

Yan, W. and Tinker N. A. (2006) Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications. *Canadian Journal of Plant Science*, 86(3), 623-645. <https://doi.org/10.4141/P05-169>

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