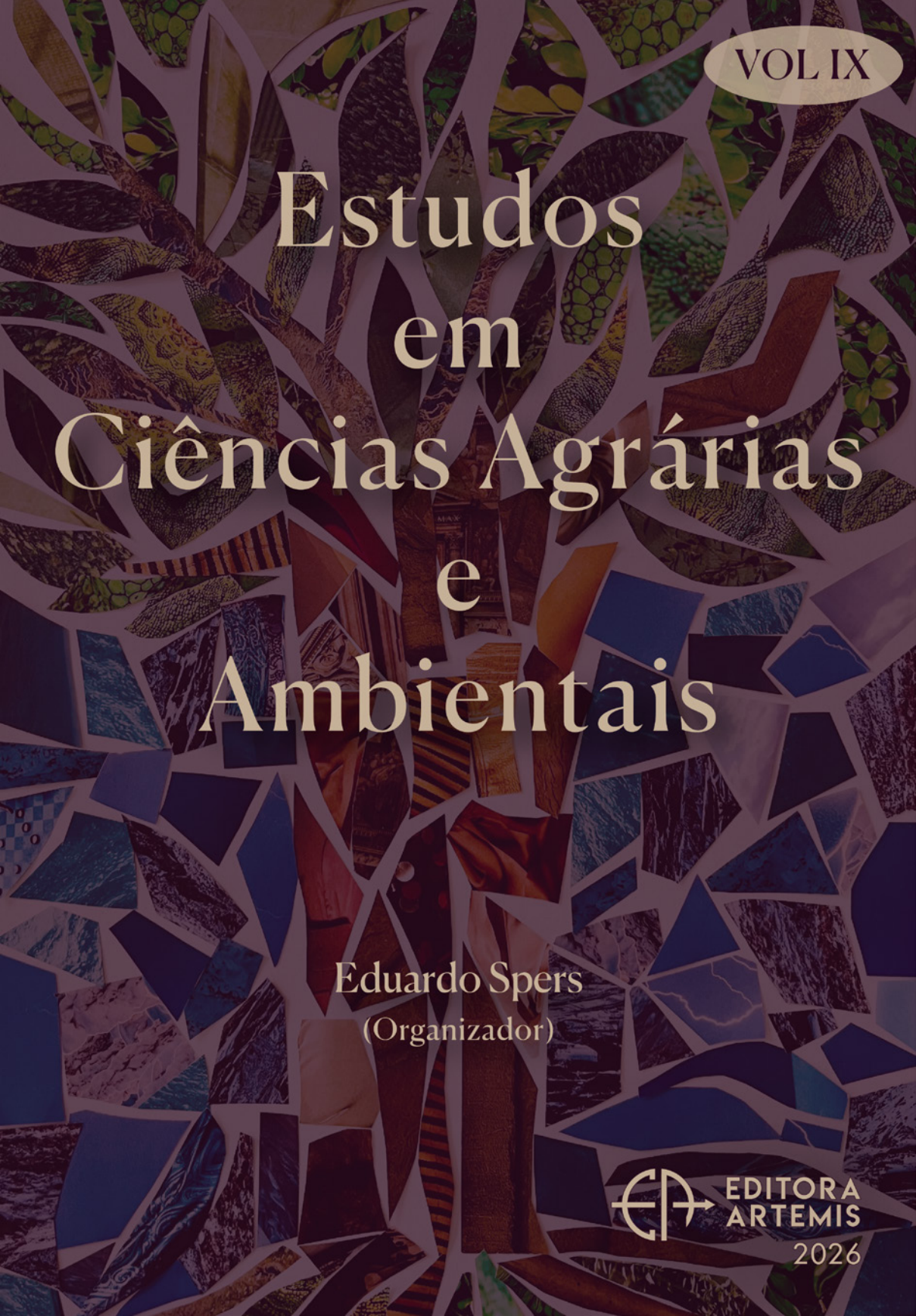




VOL IX

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 Godínez, 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 6

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

Data de submissão: 05/09/2026

Data de aceite: 16/09/2026

Antonio Gutiérrez-Martínez

Facultad de Ciencias Agronómicas
Campus V Villaflores
Universidad Autónoma de Chiapas¹
Villaflores, Chiapas, México
<https://orcid.org/0000-0002-6770-9116>

Diana Jaren Cruz González

Facultad de Ciencias Agronómicas
Campus V Villaflores
Universidad Autónoma de Chiapas
Villaflores, Chiapas, México

Jesús Antonio Gutiérrez Utrilla

Escuela Superior de Ingeniería
Mecánica y Eléctrica
Unidad Culhuacán
Instituto Politécnico Nacional, México
<https://orcid.org/0009-0008-3546-3896>

Ramiro Eleazar Ruiz Nájera

Facultad de Ciencias Agronómicas
Campus V Villaflores
Universidad Autónoma de Chiapas
Villaflores, Chiapas, México
<https://orcid.org/0000-0003-2815-8689>

RESUMEN: La investigación se llevó a cabo en el ejido Villahermosa, Villaflores, Chiapas, a 1,046 msnm, utilizando la variedad *Coffea arabica*. La aplicación del hongo *B. bassiana* se realizó a los 190 días después de la floración de las plantas de café. Se evaluaron cuatro dosis del hongo *Beauveria bassiana* 20, 25, 30 y 35 g, todas con una concentración de 1×10^9 conidios/mL, y un testigo con agua, aplicadas a las parcelas experimentales con una bomba de ultrabajo volumen. El diseño experimental utilizado bloques completamente al azar, con tres repeticiones por tratamiento, y se realizaron siete muestreos con intervalos de ocho días cada uno. El diseño experimental consistió en 15 parcelas de 8×8 m (64 m^2), con una superficie total de 960 m^2 . Se registraron las temperaturas y humedad relativa con un termómetro digital durante la investigación. Se evaluaron la edad del grano, longitud y diámetro de grano, color de grano, número de granos sanos de café por bandolas, porcentaje de daños de la broca de café e infestados por *B. bassiana*. El objetivo de esta investigación fue evaluar la patogenicidad y virulencia de *B. bassiana* sobre adultos de la broca de café (*Hypothenemus hampei* (Ferrari) en condiciones de campo. Se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos T1, T2, T3 y T4 con 79, 87, 64 y 84 granos infestados por *B. bassiana* y 200, 177, 198 y 195 granos sanos, respectivamente, con las dosis de 20, 25, 30 y 35 g de *B. bassiana*, respectivamente; sin embargo, el testigo

¹ Carretera Ocozacoautla-Villaflores, km 84.5. Apartado Postal 78, C.P. 30470, Villaflores, Chiapas, México.

registró 10 granos de café dañados por la broca de café e infestados por *B. bassiana*, lo que evidencia un potencial de diseminación natural de *B. bassiana* en el cafetal. Además, se registró un porcentaje de infestación promedio por *B. bassiana* de 23.95 %.

PALABRAS CLAVE: *Beauveria bassiana*; *Hypothenemus hampei*; café.

1. INTRODUCCIÓN

El café es uno de los productos industriales básicos del mundo que más se comercializa. Es un cultivo estratégico para México; su producción emplea a más de 500 mil productores de 15 entidades federativas y 480 municipios. Actualmente se consumen 1.4 kg per cápita al año (SADER, 2018). La producción de este valioso grano coloca a México en el 11º lugar en producción mundial. En Chiapas se cultivan 243,753.87 mil hectáreas de café al año, obteniendo una producción de 385,703.05 toneladas, esto hace que Chiapas ocupe el primer lugar, aportando el 38.01% de la producción a nivel nacional (SIAP, 2021).

Chiapas presenta óptimas condiciones geográficas y de cultivo que éste posee, contando con ricos suelos volcánicos, climas aptos que se caracterizan por tener una buena humedad durante todo el año, y una gran diversidad de excelentes temperaturas. Convirtiéndose la caficultura en una de las principales actividades productivas del estado por su importancia socioeconómica (número de productores, empleos generados, número de unidades de producción y superficie sembrada). La mayor parte de los productores son ejidatarios indígenas. Sin embargo, la producción de café está siendo afectada por la susceptibilidad de las variedades cultivadas a la broca de café, siendo esta la plaga principal que afecta directamente al grano en todo el mundo donde se cultiva a este grano aromático.

La broca de café es un insecto de difícil manejo con las tácticas tradicionales de manejo como los insecticidas, porque permanece protegida la mayor parte de su vida en el interior de los granos. Considerando la situación actual de la caficultura en Chiapas, es necesario realizar manejos acorde con la naturaleza, una de estas acciones que se están implementando es el control microbiológico utilizando el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin ((Ascomycota: Ascomycota: Hypocreales) esto con el objetivo de regular las poblaciones de la broca de café (*Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), ya que es de vital importancia para satisfacer las necesidades de la sociedad y asegurar el crecimiento continuo de la producción por unidad de área de una manera sostenible.

2. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CAFÉ A NIVEL MUNDIAL

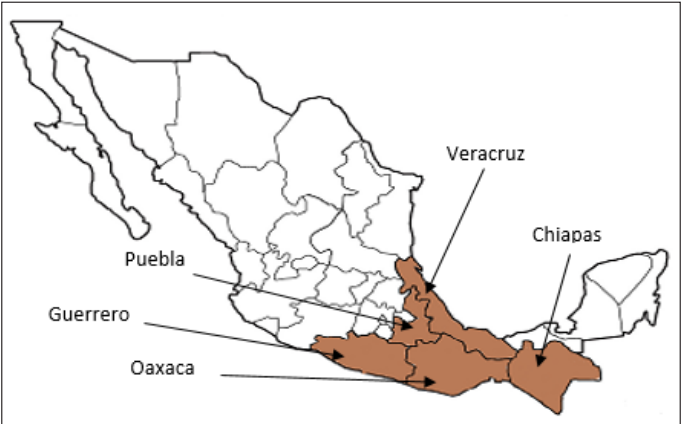
Con más de doscientos años el café es uno de los principales productos agrícolas, con un peso importante en el comercio mundial. Es un cultivo estratégico, industrial básico y tradicional para muchos países, siendo Brasil, Vietnam y Colombia los principales países exportadores de este grano. En la producción de café se crean grandes fuentes de trabajo de manera directa e indirectamente, es por ello, por lo que tiene una gran importancia a nivel mundial, este es un factor determinante para la creación de programas con el fin de generar apoyos hacia los cafetaleros (CEDRSSA, 2019).

2.1. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CAFÉ EN MÉXICO

De acuerdo con la SADER (2016) México ya no ocupa un lugar relevante en cuanto a la producción de café en el mundo, nuestro país se encuentra en el 11º lugar en cuanto a la producción mundial de café. De acuerdo con el SIAP (2023) el aumento en la producción de café cereza ha permitido incrementar el volumen de lo agroindustrial, de los tres estados con mayor producción de café cereza en México el avance al mes de diciembre del ciclo productivo 2023, se destacan: Chiapas con 111,528 t, Puebla 106,992 t y Veracruz 106,846 t, los cuales aportan 30.3%, 29.1% y 29.0%, respectivamente. Puebla registra el mayor incremento con 29 mil 678 toneladas más, en relación con lo obtenido al mismo mes de 2022. Por los datos ya presentados México continúa con la tendencia a incrementar en las exportaciones del aromático. En este, mismo año, se exportaron en promedio 8 mil toneladas mensuales, lo que permitió lograr un récord histórico de 94 mil 581 toneladas, cifra 7.3% mayor a lo exportado el año previo (88 mil toneladas). En contra parte, las compras en el periodo referido disminuyeron 3.0% (mil 120 toneladas).

Los estados con mayor producción de café en el país son: Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla y Guerrero (Figura 1) (Cuadro 1); sin embargo, la producción de café se ha visto afectada por los efectos del cambio climático, debido al aumento de la temperatura, aunado a la disminución de las precipitaciones pluviales, lo cual genera que no se cubran las necesidades naturales para la producción agrícola. El café necesita un rango óptimo de temperatura y condiciones hídricas particulares para su producción (CEDRSSA, 2019).

Figura 1. Principales estados productores de café en México.



Cuadro 1. Producción de café cereza en México, durante el ciclo 2023/2024.

Entidad	Siembra	Producción	Rendimiento (ha)
Chiapas	234,954.77	391,921.35	1.61
Veracruz	145,121.60	256,256.60	1.77
Oaxaca	131,461.40	91,683.74	0.70
Puebla	75,011.85	227,530.87	3.03
Guerrero	45,568.97	38,818.82	0.85

La comercialización del café tiene dos vertientes: 1) para consumo nacional y 2) para la exportación teniendo una mejor preferencia el café arábigo u orgánicos en condiciones naturales y en menor cantidad el robusta. Actualmente, el consumo nacional ha aumentado en los últimos años tanto a nivel nacional como internacional (Flores, 2014).

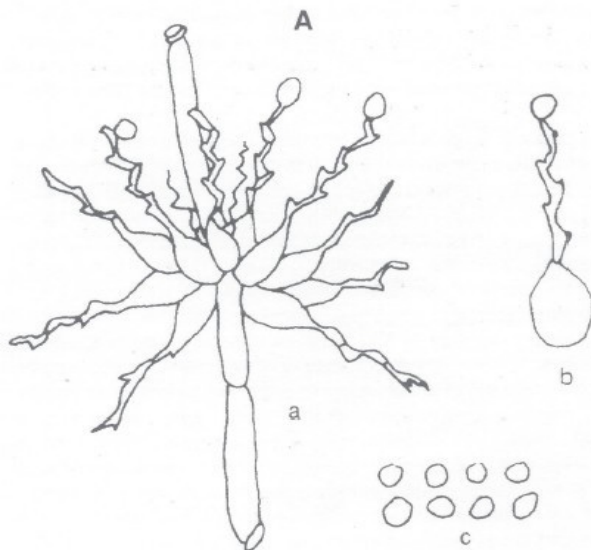
2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *BEAUVERIA BASSIANA*

La clasificación de *B. bassiana* se puede apreciar en el Cuadro 2 y en la Figura 2 se presenta a *B. bassiana* con sus estructuras reproductivas.

Cuadro 2. Clasificación taxonómica de *Beauveria bassiana*.

Categorías taxonómicas	
Reino	Fungi
Phyllum	Ascomycota
Clase	Sordariomycetidae
Subclase	Hypocremycetidae
Orden	Hypocreales
Familia	Clavicipitaceae
Género	<i>Beauveria</i>
Especie	<i>Bassiana</i>

Figura 2. A *Beauveria bassiana*: a) Conidios, b) fláide, c) conidióforos (Tomado de Tanaka y Kaya, 1993).



2.3. FUNCIÓN BIOLÓGICA DEL HONGO *B. BASSIANA* EN LA BROCA DE CAFÉ

De acuerdo con Alves *et al.* (2003) el uso de entomopatógenos para el control de la broca de café en particular *B. bassiana*, han tenido más desarrollo que el de los parasitoides usado para controlar un gran número de insectos plaga convirtiéndose en la especie de entomopatógeno comercialmente más utilizada al alrededor del mundo. Desde la llegada de la broca de café (*H. hampei*) el hongo ha sido asociado con el insecto y fue reportado atacando a la broca en 1990 (Vélez y Benavides, 1990). Actualmente se considera el mayor regulador inducido natural de esta plaga en el café, este hongo es parte de la estrategia del manejo agroecológico de plagas y recomendado por el CENICAFÉ (Bustillo, 2004). Su éxito ha radicado en su relativa facilidad de propagación, formulación y aplicación, así como lograr importantes porcentajes de mortalidad en el campo en tiempo relativamente cortos. Así mismo la efectividad de este hongo se debe a que penetran, invaden y se multiplican dentro del insecto, que se atribuye como una característica particular, ya que no necesitan ser ingeridos por el insecto para causar la enfermedad debido a que pueden penetrar perfectamente a través de su cutícula (Tanada y Kaya, 1993).

Por el contrario, su crecimiento y desarrollo está limitado principalmente por las condiciones medioambientales adversas, especialmente la radiación solar, la baja humedad y las altas y bajas temperaturas. Como el caso de la aplicación de un insecticida químico, el momento más adecuado de su aplicación en el campo es cuando la broca está

iniciando la penetración al fruto de café, preferentemente muy temprano en la mañana (Barrera *et al.*, 2000).

2.4. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA BROCA DE CAFÉ

La broca de café está clasificada taxonómicamente (Cuadro 3) de la siguiente manera y la Figura 3 representa una broca de café.

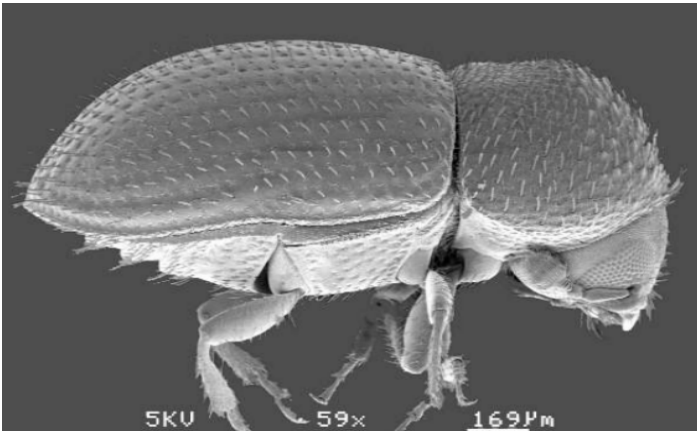
2.5. IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA BROCA DE CAFÉ EN LAS ZONAS CAFETALERAS

La broca de café es considerada como la plaga más importante de café. Es una “plaga directa” pues daña directamente al producto que se quiere cosechar y vender, es decir, el grano. Su ataque reduce el rendimiento y merma la calidad.

Cuadro 3. Clasificación taxonómica de *Hypothenemus hampei* (Ferrari).

Categorías taxonómicas	
Reino	Animalia
Phyllum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Coleoptera
Suborden	Curcujiformia
Superfamilia	Curculionoidae
Familia	Curculionidae
Subfamilia	Scolytinae
Género	<i>Hypothenemus</i>
Especie	<i>Hampei</i>

Figura 3. *Hypothenemus hampei* (Ferrari) adulto (Tomado de Campos y Rodas, 2021).



Los daños más característicos son: daños de granos en formación por efecto de microorganismos saprofitos que entran por la perforación; caída de granos jóvenes por efecto del ataque; disminución del peso de grano por efecto de la alimentación del insecto. Con el 100% de granos perforados al momento de la cosecha, la broca puede causar de 30 a 35% de la pérdida del rendimiento. Si la cosecha se efectúa muy tardíamente, las pérdidas pueden ser aún mayores (Vega & Mercadier, 1998).

Según Acacio y Gil (2013) las pérdidas fluctúan entre 1 a 34% en función del grado de infestación, si la infestación alcanza 100%, las pérdidas son de 12.6 kg/saco de 60 kg de café beneficiado. El muestreo o detección de la broca debe iniciarse a partir del periodo de tránsito que corresponde entre 120 a 150 días después de floración.

La producción cafetalera se encuentra principal en zonas altas, donde la mayoría de los productores cultivan pequeñas superficies y se ubican en municipios con alta población indígena, en pobreza y con alto grado de marginación posee un alto valor económico y social; además, la actividad desempeña un papel ambiental importante, ya que su producción es bajo sistemas que mantienen una cubierta vegetal casi permanente sobre el suelo, reduciendo así los problemas de erosión. La combinación de los beneficios económicos, sociales y ambientales que genera el cultivo de café hace necesario que los agentes involucrados en el sector promuevan los incentivos requeridos para apoyar la competitividad y crecimiento económico de grano (Tablada y Sánchez, 2017).

Figuerola *et al.* (2015) mencionaron que México es uno de los principales productores de café a nivel mundial; sin embargo, existen datos de la Organización Mundial de Café que indican una disminución en la producción de café. La producción se concentra en los estados de Chiapas, Veracruz y Oaxaca, que representan 91% de la producción, 85% de la superficie y 83% de los productores (CTEE, 2019).

La producción bajo sombra resulta clave en la respuesta al cambio climático, aunque al mismo tiempo es muy vulnerable a sus efectos en virtud de que tiene un nicho productivo muy reducido al requerir de ambientes estables, con un equilibrio de temperatura y lluvia que permita que los granos prosperen, manteniendo su perfil de sabor (Muñoz *et al.*, 2019).

El cultivo de café es fuente de diversos reservorios de la biodiversidad y genera empleo y sustento para miles de familias, además de que en México tiene las condiciones geográficas y climatológicas para cultivar café de calidad (López, 2017).

La producción del cultivo de café se ha visto afectada por el envejecimiento de los cafetales, susceptibilidad a la roya y por último el ataque generalizado de la broca de café. La broca de café es un insecto de difícil manejo con los métodos tradicionales de

tácticas como el control químico, porque permanece protegido la mayor parte de su vida en el interior de los granos. Algunos de los adultos son susceptibles a las aspersiones de estos productos, que tienen efecto únicamente por contacto con la plaga. Es la plaga más dañina que ha afectado el cultivo de café en toda su historia (Vázquez, 2014).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se realizó en el ejido de Villahermosa que está situado en el municipio de Villaflores, en el estado de Chiapas. Se encuentra a $16^{\circ}15' 39.78''$ N y $93^{\circ}30' 15.52''$ O a 1,046 msnm. Ubicado a 25.6 km con dirección al Oeste de Villaflores. Cuenta con 661 habitantes (INEGI, 2020) (Figura 4).

Figura 4. Localización geográfica del ejido de Villahermosa, Villaflores, Chiapas, México.



3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), evaluándose cuatro concentraciones de esporas (conidios) 20, 25, 30 y 35 g, donde cada gramo de conidióforo contenía una concentración de 1×10^9 conidios de *B. bassiana*. Para la aplicación de cada tratamiento se utilizó una bomba de motor de la marca Sthil versión SR 430 de ultrabajo volumen con capacidad de 14 litros previamente calibrada; y tres repeticiones por tratamiento. Se muestrearon cinco plantas por cada parcela, en total 15 parcelas experimentales con una dimensión de 8 x 8 m (64 m²) (Figura 5).

Figura 5. Diseño experimental y distribución de los tratamientos evaluados en las parcelas en el ejido Villahermosa, Villaflores, Chiapas.

R-1	T1	T3	T0	T2	T4
R-2	T4	T0	T3	T1	T2
R-3	T0	T1	T2	T4	T3

3.3. APLICACIÓN DEL HONGO ENTOMOPATÓGENO *B. BASSIANA*

Las aplicaciones de *B. bassiana* se realizaron a una concentración de 1×10^9 conidios por gramo (g) de 6:00 a 8:00 de la mañana. El proceso de aspersión se llevó a cabo desde la parte media hasta la parte más alta del follaje de la planta con el propósito de cubrir la totalidad de los granos de la planta de café, la parte media hasta la parte alta de la planta esto para lograr cubrir la totalidad de los granos de la planta de café. Durante las aplicaciones realizada se presentaron diferentes condiciones climáticas. En las primeras aplicaciones se presentaron temperaturas desde los 16° C a 21° C, fueron registradas con un termómetro digital (Stereon Termómetro Ambiental TER-150) que se colocó en una de las parcelas. También se registraron lluvias moderadas en los días programados para la aplicación del producto. Ante estas condiciones climáticas, se decidió suspender las labores de aplicación, debido a las complicaciones que implica realizar el procedimiento en campo durante la lluvia.

La aplicación de *B. bassiana* se realizó de forma convencional con una bomba de motor de ultrabajo volumen regulada para asperjar, con una capacidad de 14 L de agua.

El inóculo del hongo se produjo dentro de la región, mediante una colaboración Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) y la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), en el municipio de Villa Corzo, Chiapas. Para la producción de los inóculos del hongo se utilizó como sustrato arroz.

3.4. MUESTREO

Se realizaron siete aplicaciones y los muestreos fueron cada ocho días. Para los muestreos se eligieron cinco bandolas y se contabilizó el número de granos brocados y sanos. Posteriormente se seleccionaron al azar cuatro granos por bandola teniendo un

total de 20 granos por planta seleccionada, a los cuales se les midieron el diámetro y altura y su color, también se contabilizaron las brocas infestadas por *B. bassiana*.

El porcentaje de infestación se realizó al final de los siete muestreos. Para calcular el porcentaje de infestación (CENICAFE, 1993) se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Porcentaje de incidencia del hongo} = \frac{\text{Frutos con hongo}}{\text{Frutos brocados}} \times 100$$

3.5. VARIABLES EVALUADAS

1. **Edad de grano.** Para la edad de grano se tomó como referencia los tiempos de floración, los datos se anotaron en una hoja de registro al igual que las demás variables.
2. **Longitud de grano y diámetro de grano.** La medición de estas dos variables se tomó con un vernier electrónico (Remate, modelo: RM-KC-).
3. **Color de grano.** La toma de esta variable se realizó para conocer en que etapa fenológica de grano había mayor infestación de la broca.
4. **Número de granos sanos de café por bandolas.** Se contabilizó el número de granos de las cinco bandolas seleccionadas por planta, los datos obtenidos se anotaron en una hoja de registro.
5. **Porcentaje de daños causados por la broca de café.** Para esta variable se contabilizaron los granos dañados en las 5 bandolas seleccionadas por planta. El porcentaje de infestación se calculó al final de los 7 muestreos.
6. **Porcentaje de infestación por *B. bassiana* a los granos dañados por la broca de café.**

Para calcular el porcentaje de infestación (CENICAFE, 1993) se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Porcentaje de infestación} = \frac{\text{Frutos brocados}}{\text{total de frutos}} \times 100$$

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos en campo se sometieron al análisis con una Tabla de Contingencia así mismo para determinar las diferencias estadísticas, sobre el efecto de las distintas dosis de aplicación del hongo y los niveles de infestación de este, sobre la broca de café, se realizaron las siguientes pruebas estadísticas: Chi- Cuadrada, Medidas de Asociación, Medidas de Concordancia y el Coeficiente de Correlación. El análisis de datos se realizó con el programa estadístico Minitab.

El cálculo de la Chi- cuadrada se realizó a partir de la fórmula (Pearson, 1900):

$$\chi^2 = \sum \frac{(fo_i - fe_i)^2}{fe_i}$$

Cálculo de Medidas de asociación de Cramer (Cramer, 1946):

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{n \times \min(r - 1, c - 1)}}$$

Coeficiente de correlación Rho de Spearman (Spearman, 1904):

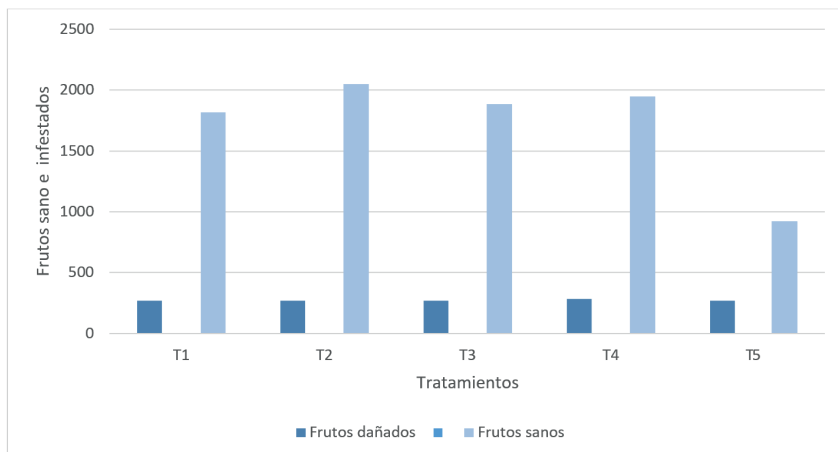
$$r_s = 1 - \frac{6 \cdot \sum d_i^2}{n \cdot (n^2 - 1)}$$

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. NÚMERO DE GRANOS DE CAFÉ AFECTADOS POR LA BROCA DE CAFÉ (*H. HAMPEI*) Y GRANOS SANOS

La Figura 6, muestra la cantidad de granos de café dañados por la broca de café y granos sanos que se obtuvieron en todas las parcelas experimentales, durante los siete muestreos que duró la investigación, estos datos indican que el nivel de población *H. hampei* sobrepasan el 5% según lo estipula la norma de la Federación Nacional de Cafeteros (Fajardo y Sanz, 1999), el umbral de acción para esta especie en la investigación fue de 15.73% de infestación en las parcelas experimentales.

Figura 6. Frutos infestados por la broca de café y frutos sanos.



Partiendo de estos niveles de infestación donde los daños ocasionados por la broca de café pueden ser severos y perjudiciales en los rendimientos de café pergamino y más aún repercutir en la rentabilidad del cultivo, ocasionando importantes pérdidas económicas al productor. Dado a esto es necesario realizar un manejo sobre esta plaga.

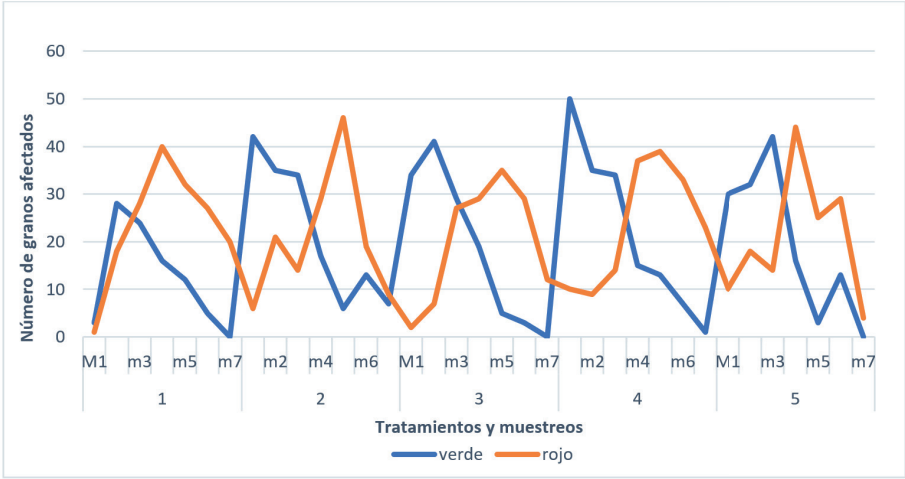
También en la Figura 6, se puede observar que el número de granos de café dañado para el tratamiento T1 fue de 0270, para el tratamiento T2 con 267, para el tratamiento T3 de 270, y para el tratamiento T4 de 283 granos de café, respectivamente, comparado con el tratamiento T0 testigo que fue de 269 granos afectados aparentemente no existen diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo, el tratamiento T4 registró el mayor número de granos infestados en campo, los resultados estadísticos sobre *H. hampei* muestran el análisis de la relación entre diferentes tratamientos y el número de granos de café dañados y sanos. Cuando los datos se analizaron con la Prueba Chi-Cuadrada de Pearson: 94.132, con p-valor= 0.000 indica una relación altamente significativa entre el tratamiento y la cantidad de granos dañados y sanos y la relación de verosimilitud: 83.355, con P=0.000 confirma la significancia de la asociación, pero aplicando la Prueba de V de Cramer (0.0094) y Kappa (0.0000) confirma la significancia es baja y por otro lado, con la correlación de Pearson (-0.0598) y Rho de Spearman (-0.563), sugiere una relación débil entre las variables.

De forma general puede considerarse que existe una diferencia significativa en la proporción de granos dañados entre los tratamientos, pero la magnitud de la asociación es baja, lo que sugiere que los tratamientos tienen un impacto estadísticamente significativo en el manejo de la broca de café, aunque su efecto práctico puede ser moderado de acuerdo con las condiciones ambientales del cafetal como lo son la temperatura y la humedad relativa.

Se sugiere complementar los tratamientos con estrategias integradas y el manejo agroecológico. Existe la necesidad de ajustar los tratamientos, como los residuos en el análisis, ya que indican que algunos tratamientos pueden ser más efectivos en ciertos contextos y se recomienda hacer ensayos adicionales como dosis o frecuencia de aplicación para optimizar los tratamientos.

En la Figura 7, se muestran los resultados de granos de café dañados en estado de maduración verde y rojo, mismos que fueron tratados con el hongo entomopatógeno *B. bassiana*. En el tratamiento 4 (35 g de conidios) de *B. bassiana* el número de granos dañados en estado verde fue superior a todos los tratamientos, el mayor número de daños en granos rojos se observó en el tratamiento 2 (25 g de conidios). A pesar de estas diferencias numéricas, al realizar los análisis estadísticos indicó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos probados (P= 0.05).

Figura 7. Número de granos en estado verde y rojo dañados por la broca de café observados en todos los tratamientos con *B. bassiana*.



Estas observaciones coinciden con las obtenidas por Ruiz (1996) y Miguel y Paulini (1975) que señalaron que una vez que la hembra colonizadora ha localizado su hospedero, una hembra demora en perforar un grano verde o pintón entre 5 horas con 54 minutos, en cambio en granos maduros 4 horas con 50 minutos, lo que indica que hay una tendencia de la broca a penetrar con mayor rapidez en los granos maduros, es decir, que prefiere atacar a los granos de color rojo intenso debido a que es más fácil perforarlos en ese estado y que aquí encuentra los suficientes nutrientes para el crecimiento y desarrollo de su progenie.

4.2. PRESENCIA DE ESTRUCTURAS DEL HONGO *B. BASSIANA* EN FRUTOS DAÑADOS POR LA BROCA DE CAFÉ

De acuerdo con los análisis estadísticos realizados para detectar diferencias significativas entre granos dañados por la broca de café e infestados por *B. bassiana*, se encontró diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 4), se puede observar que los tratamientos T1, T2, T3 y T4 obtuvieron 79, 87, 64 y 84 granos infestados, respectivamente comparado con los tratamientos T1, T2, T3 y T4 con 200, 177, 198, 195 granos sanos, respectivamente; sin embargo, el tratamiento T5 testigo absoluto registró 10 granos infestados con *B. bassiana*, esto demuestra que la broca de café es capaz de transportar en su cuerpo esporas de *B. bassiana* y transportarlas hacia lugares en donde no se encuentra la broca causando daños como ocurrió con el testigo en esta investigación en donde no se encuentra la broca causando daños como ocurrió con el testigo.

Cuadro 4. Efecto de *B. bassiana* infestando a la broca de café en el interior de granos de café brocados y granos no infestados.

Tratamientos	Dosis (gL ⁻¹)	Granos de café con presencia de conidios de <i>B. bassiana</i>	Granos de café sin presencia de conidios de <i>B. bassiana</i>	% de infestación
T1	20	79	200	28.31
T2	25	87	177	32.83
T3	30	64	198	24.44
T4	35	84	195	30.10
T5	Control	10	242	3.97
Total		324	1,012	23.95

Sin embargo, se encontraron granos infestados con este hongo entomopatógeno como lo han demostrado otros investigadores que hallaron que las brocas son buenas transportadoras de esporas de *B. bassiana* (Dowd & Vega, 2003; Pérez *et al.*, 2003), el porcentaje de infestación del hongo fue de 33.64 %. Esto se corroboró al aplicar la Prueba de Independencia entre el efecto de *B. bassiana* y el tratamiento, asimismo el valor de Chi-Cuadrada de Pearson fue de 101.711 con 4 grados de libertad y un p-valor de 0.000, lo que indica una asociación significativa entre variables, es decir, diferencias significativas entre los tratamientos 1, 2, 3 y 4, por otro lado, la relación de Verosimilitud refuerza la relación de asociación de este resultado con un p-valor de 0.000.

Al realizar la medida de asociación (V de Cramer), se halló el valor de 0.0719 que sugiere una asociación débil entre tratamientos y la infestación de brocas sobre los granos de café. Al efectuar la medida de Concordancia se encontró que Kappa=0, lo que indica que no hay acuerdo entre las observaciones más allá del azar; al efectuar la Prueba de Pearson: 0.1994, lo que indica una relación débil y la Prueba de Spearman: 0.1987, también indica una asociación de correlación baja.

Como se observa en el Cuadro 5, los tratamientos T1 y T3 presentan los porcentajes de granos con menor incidencia de conidios de 28.31 % y 24.44 %, respectivamente, mientras los que presentaron la mayor incidencia de conidios fueron los tratamientos T2 y T4 con 30.10 % y 32.83 % en contraste con el tratamiento testigo.

Cuadro 5. Tabla de contingencia de los tratamientos T1-T4 basada en la presencia de estructuras de *B. bassiana* dentro de grano de café.

Concentración de conidios de <i>B. bassiana</i> aplicadas a frutos y follaje de la planta del café.	Concurrencia de conidios de <i>Beauveria bassiana</i> en frutos de café															
	T1				T2				T3				T4			
	Con		Sin		Con		Sin		Con		Sin		Con		Sin	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Frutos con presencia de conidios de <i>B. bassiana</i>	79	28	10	3.96	87	32.83	10	3.96	64	24.4	10	3.96	84	30	10	3.96
Frutos si presencia de conidios de <i>B. bassiana</i>	200	72	242	96	177	66.79	242	96	198	75.6	242	96	195	70	242	96

f: en una Tabla de Contingencia se utilizó para representar la frecuencia con la que ocurren las diferentes combinaciones de categorías. **Con:** aplicación del hongo y **sin:** sin aplicación del hongo.

De acuerdo con el análisis estadístico de Medidas de Asociación de Goodman-Kruskal y Somers D, así como Lambda, Tau y Gamma, corresponde a una relación entre el tratamiento y la infestación de *B. bassiana* sobre la broca a una relación débil (Gamma= 0.325987), indicando una correlación moderada en tanto que la Prueba de Concordancia demuestra que los resultados son estadísticamente significativos ($P < 0.0001$).

De acuerdo con las investigaciones realizadas por Godoy *et al.* (2007), el hongo *B. bassiana* tiene efectos significativos sobre las poblaciones de la broca de café cuando se encuentra en condiciones óptimas de temperatura, que oscilan entre los 25 °C y 30 °C y niveles de humedad relativa entre el 80 % y 90 %. Por otro lado, en estudios realizados por Agrios (1999) y Bateman (1997) sugieren que este hongo puede desarrollarse y desempeñar su actividad en un rango más amplio de temperaturas, desde los 15 °C hasta los 30 °C. No obstante, se ha identificado que estas condiciones ambientales pueden variar dependiendo del aislamiento o cepa específica del hongo.

En el Cuadro 6, se representan las temperaturas ambientales que se presentaron durante el periodo de la investigación, se obtuvieron temperaturas bajas en la mañana y tarde, siendo de 19.6 y 20.6 °C en promedio, respectivamente y la humedad relativa registrada fue en promedio de 77 %, por lo cual, permitió un porcentaje bajo de infestación del hongo entomopatógeno, cabe señalar que, aunque las condiciones ambientales no fueron las mejores se presentaron esporulaciones, ya que estos mismos autores también mencionan que existen ciertas preferencias en las condiciones ambientales dependiendo de la cepa del hongo.

Cuadro 6. Registros de las temperaturas y humedad relativa obtenidas durante los siete muestreos durante la investigación.

	Muestreos						Promedio
	2	3	4	5	6	7	
Temperaturas de la mañana (°C)	19.6	22.3	19.20	19.20	19.10	18.2	19.6
Humedad relativa (%)	86	64	74	74	86	70	76
Temperaturas de la tarde (°C)	20.7	22.3	20	19.9	21.10	19.40	20.60
Humedad relativa (%)	88	64	80	81	77	76	78

Como se observar en el Cuadro 6 la temperatura se mantuvo constante durante toda la investigación, la cual estaba en el rango óptimo para la supervivencia del hongo; sin embargo, la humedad relativa (HR) estuvo por debajo del promedio adecuado para la esporulación del hongo. Su aplicabilidad biológica podría requerir más estudios para verificar la efectividad de *B. bassiana* en la práctica de este hongo benéfico a nivel campo, se ha señalado que la efectividad de *B. bassiana* es afectada en parte por la temperatura y humedad relativa en el macroclima y microclima del insecto plaga (Bustillo *et al.*, 1998; Hernández, 2003).

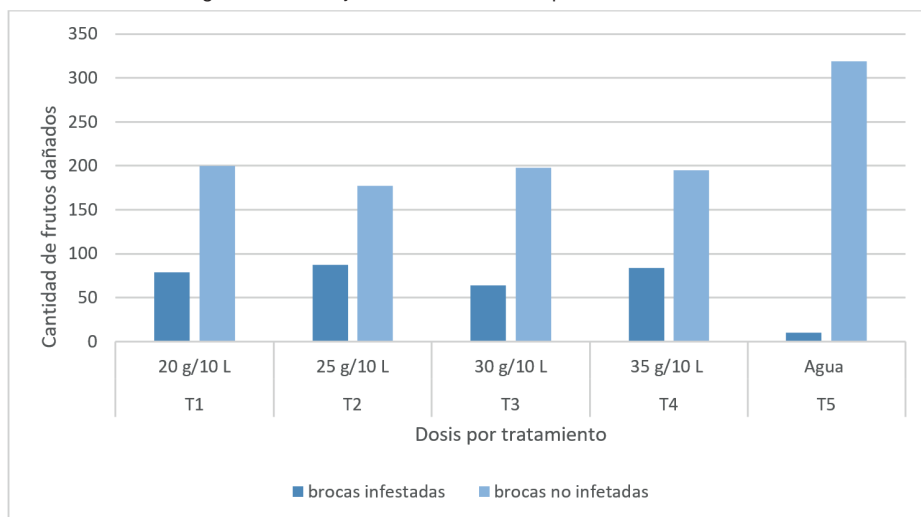
4.3. EFECTO DE LAS DIFERENTES DOSIS DE *B. BASSIANA* SOBRE LA BROCA DE CAFÉ DURANTE LOS SIETE MUESTREOS

De acuerdo con el análisis estadístico al realizar la Prueba de Chi- Cuadrada se obtuvo un valor de Chi-Cuadrada de Pearson= 271.206, con 6 grados de libertad y P = 0.0001, lo que indica que hay una relación significativa entre los tratamientos y esto se comprueba con la relación de verosimilitud (272.142, p = 0.000) que refuerza esta conclusión, encontrándose que los mejores tratamientos fueron el T2 con la dosis de 25 g de *B. bassiana* y la cantidad de granos infestados por broca de café e infestados por este hongo de 87 granos brocados y para el tratamiento T4 con la dosis de 35 g de *B. bassiana* con 84 granos infestados con brocas de café con *B. bassiana* (Figura 8).

5. CONCLUSIONES

Se encontró que *B. bassiana* tiene un efecto significativo en la reducción de la infestación de la broca de café con una infestación de 23.95 % en las parcelas experimentales. Sin embargo, la asociación entre los tratamientos evaluados y su efectividad fue baja, indicando un impacto moderado en las condiciones ambientales aplicadas.

Figura 8. Porcentaje de brocas infectadas por *Beauveria bassiana*.



Desde el punto de vista práctico, para el control microbiológico de la broca de café se recomienda usar la dosis de 25 g/14 L agua para ser aplicado en los cafetales con problemas de este insecto plaga que ataca a los frutos de café debido a que con esta dosis produce el mismo efecto que la dosis de 35 g de este hongo entomopatógeno, por tanto, reduciría los costos de producción y los costos de aplicación. Para comprobar la eficacia del hongo entomopatógeno sobre la broca de café, se realizó la prueba de ratio de ODDS (OR) la cual dio como resultados que el tratamiento T5 tuvo 2.06 veces más de probabilidad de ser atacados por la broca de café en comparación con los tratamientos con las dosis de *B. bassiana* que se aplicaron, esto sugiere que los granos de café que no son tratados son más susceptibles a ser atacados. Por ello, tomar la decisión de aplicar tácticas de control microbiológico es viable, ya que se pudo comprobar que es eficiente y los daños producidos por la broca de café son menores.

El tratamiento T2 con la dosis de 25 g de *B. bassiana* demostró ser tan eficaz como el tratamiento T4 con la dosis de 35 g de este hongo entomopatógeno, por lo que, se recomienda su uso por ser más rentable y por presentar resultados similares, optimizando así los costos de producción del productor sin perder su efectividad.

Dado que los tratamientos no mostraron una tendencia clara de eficacia constante, se concluye que *B. bassiana* debe integrarse dentro de un manejo agroecológico de la broca de café para mejorar la efectividad y proteger de manera sostenible el cultivo de café.

De acuerdo con el porcentaje de reducción de la infestación de la broca de café por el hongo entomopatógeno *B. bassiana* fue de 23.95 %, se concluye que se rechaza la

hipótesis nula, ya que no se alcanzó el 50 % de mortalidad de las poblaciones de broca de café en las parcelas experimentales.

LITERATURA CITADA

Acacio, G., & J. Gil. (2013). Efecto del color de trampa en la captura de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) en tres localidades de Tingo María. *Investigación y Amazonía*. 2(1-2):2.

Agrios, G. N. (1999). *Fitopatología*, Editorial Limusa. México.

Alves, S. B.; Pereira, R. M.; López, R.; M. A. B. Tamai. (2003). Use of entomopathogenic fungi in Latin America. *In: Advances in microbial control of insect pests*, Upadhyay, R. K. ed., Kluwer, New York, pp. 193-211.

Barrera, J. F., F. Infante, W. de la Rosa, A. Castillo & J. Gómez. (2000). Control biológico de la broca del café. *En: M.H. Badii, A.E. Flores & L.J. Galan Wong (eds.) Fundamentos y perspectivas de control biológico*. Universidad Autónoma de Nuevo León, México. pp: 211-229.

Bateman, R. (1997). The Development of a mycoinsecticide for locust and grasshoppers. *Outlook on Agriculture*. pp:13-18.

Bustillo P., A. E.; M. R. Cárdenas; G. D. A. Villalba; M. P. Benavides; H. J. Orozco; F. F. J. Posada. (1998). Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. Centro Nacional de Investigaciones del Café. CENICAFÉ. Chinchina (Colombia). 134 p.

Bustillo P., A.E. (2004). "El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia". Manizales. Colombia. 45.p.

Campos Almengor, O. G., & R. C., Rodas Rodríguez. (2021). *Broca del fruto del café* (Boletín Técnico CEDICAFÉ No. 2018-06). Centro de Investigaciones en Café (CEDICAFÉ), Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ).

CENICAFÉ. (1993). Cómo determinar la infestación de broca en un cafetal (Boletín Informativo No. 5). Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/980/1/brc005.pdf>

Centro de estudios del Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA). 2019. Comercio Internacional del Café en México. Palacio legislativo de San Lázaro, ciudad de México. pp. 3-4.

Comité Técnico Estatal de Evaluación (CTEE). (2019). Estudios de diagnóstico y análisis de las cadenas productivas de Café. SADER, Jalapa, Ver. México. p 109.

Cramér, H. (1946). *Mathematical Methods of Statistics*. Princeton University Press.

Dowd, P.F. y F. E. Vega. (2003). Autodissemination of *Beauveria bassiana* by sap beetles (Coleoptera: Nitidulidae) to overwintering sites. *Biocontrol Sci. Technol.* 13(1):65-75.

Fajardo, I. E.; J. R. Sanz. (1999). Dinámica en los procesos de beneficio tradicional y ecológico, de los granos afectados por la broca del café. *Revista CENICAFÉ* 50 (2): 136-144.

Figueroa, H. E., Pérez, S. F. y M. L. Godínez. (2015). La producción y el consumo del café. ECORFAN. Pp. 115 – 125.

- Flores, F. (2014). La producción de café en México: ventana de oportunidad Para el sector agrícola de Chiapas. Espacio Innovación más Desarrollo, 4 (7): 177-178.
- Godoy, J. C., R.E. Valera, C. Guédez, L.M. Cañizalez y C. Castillo. (2007). Determinación de temperatura y humedad óptima para la germinación y esporulación de cinco aislamientos de *Beauveria bassiana*. Rev. Fac. Agron. 24(3), 415-425.
- Hernández, V. 2003. Efecto del contenido de humedad de conidios formulados de *Metarhizium anisopliae acridum* (Hyphomycete) sobre la viabilidad y reproducción de exudados en almacenamiento y virulencia sobre *Schistocerca piceifrons* (Orthoptera: Acridae). Universidad de Colima, Bogotá, Colombia. 145 p.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). Consultado el 25 de abril <https://mexico.pueblosamerica.com/i/villahermosa-21/>
- López, M. R. (2017). Estrategia para fortalecer centros estatales de innovación e impulsar la productividad y calidad del café mexicano. Informe de proyecto bajo convenio INIFAP-AMECAFÉ. Xalapa, Ver. 146 p.
- Miguel, A. E., & A. E. Paulini. (1975). Velocidade de penetração da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) no fruto do café. En 3º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Resumos (pp. 50–52). Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café (IBC). Nava, T. M. E. y S. M. I. Hernández. (2017). Cafeticultura en Veracruz: Entre crisis y alternativas. Colegio de Veracruz. Xalapa Veracruz.
- Muñoz P. D., P.D. Gómez., C. V. H Santoyo. y L. R. Rosales. (2019). Los negocios del café ¿Cómo innovar en el contexto de la paradoja del café, en pro de una red de valor más inclusiva y accesible? Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM. México. 249 p.
- Pearson, K. (1900). On the criterion that a given system of deviations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can reasonably be supposed to have arisen from random sampling. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 50(302), 157-175. <https://doi.org/10.1080/14786440009463897>.
- Pérez, J.; F. Infante, F. E. Vega, F. Holguín, J. Macías, J. Valle, G. NIETO, S. W. Peterson, C. P. Kurtzman, y K. O'Donnell. (2003). Mycobiota associated with the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) in Mexico. *Mycol. Res.* 107:879–887.
- Ruiz, R. (1996). Efecto de la fenología del fruto del café sobre los parámetros de la tabla de vida de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari) [Tesis de licenciatura, Universidad de Caldas]. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Manizales, Colombia. 87 p.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (SADER). (2016), (Planeación Agrícola Nacional 2017-2030, Café Mexicano) consultado: [en línea] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256426/B_sico-Caf_.pdf.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (SADER). (2018). consultado en <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/mexico-onceavo-productor-mundial-de-cafe?idiom=es>.
- Servicio de información Agroalimentaria y pesquera. (SIAP). (2021). Consultado el 8 de octubre en <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.
- Servicio de información Agroalimentaria y pesquera. (SIAP). (2023). Consultado el 25 de marzo en <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.

Spearman, C. (1904). The proof and measurement of association between two things. *The American Journal of Psychology*, 15, 72-101.

Tablada, N., Elena, M., & Sánchez, M. I. H. (2017). Cafeticultura en Veracruz: entre crisis y alternativas. *Veracruz, un análisis para el desarrollo*, 93-105.

Tanada, Y. & H. K. Kaya. (1993). Fungal Infection. In: Insect pathology. Eds. y. Tanada y H.K. Kaya. Academic Press. pp.318-366.

Vázquez, V.V.C.A. (2014). Estado actual de *Hypothenemus hampei* (Coleóptera: Curculionidae), y su relación con la variabilidad climática, en la región cafetera del corregimiento de San Javier (Ciénaga, Magdalena).

Vega, F.E. & G. Mercadier. (1998). Insects. Coffee, and ochratoxinas. *Florida Entomologist* 81: 543-544.

Vélez, A, P.; G. M. Benavides. (1990). Registro e identificación de *Beauveria bassiana* en Ancuyá, Nariño, Colombia. *CENICAFÉ* 41(2): 50-57.

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