

VOL I

# Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spers  
(Organizador)



EDITORA  
ARTEMIS

2024

VOL I

# Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spers  
(Organizador)



EDITORA  
ARTEMIS

2024



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

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

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

#### Conselho Editorial

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal  
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil  
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México





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

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

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

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

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilingue

ISBN 978-65-81701-19-2

DOI 10.37572/EdArt\_300724192

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

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



## APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

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

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

Desejo a todos uma proveitosa leitura!

Eduardo Eugênio Spers

## SUMÁRIO

### ESTUDOS EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

#### **CAPÍTULO 1..... 1**

##### EXPRESIÓN DE LA HETEROSIS EN SEMILLAS HÍBRIDAS DE MAÍZ AZUL

Germán Fernando Gutiérrez-Hernández

José Luis Arellano-Vázquez

Luis Fernando Ceja-Torres

Martín Filiberto García-Mendoza

Elpidio García-Ramírez

Estela Flores-Gómez

Patricia Vázquez-Lozano

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3007241921](https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241921)

#### **CAPÍTULO 2..... 10**

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

José Luis Arellano-Vázquez

Germán Fernando Gutiérrez-Hernández

Luis Fernando Ceja-Torres

Martín Filiberto García Mendoza

Elpidio García Ramírez

Estela Flores-Gómez

Patricia Vázquez-Lozano

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3007241922](https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241922)

#### **CAPÍTULO 3..... 18**

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

Pablo Ulises Hernández Lara

Diana Rubi Ramos López

Felipe Mirafuentes Hernández

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3007241923](https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241923)

#### **CAPÍTULO 4..... 24**

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

Dalva Paulus



Mateus Dall'Agnol

Dislaine Becker

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3007241924](https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241924)

## ESTUDOS EM CIÊNCIAS DOS ANIMAIS

### **CAPÍTULO 5..... 35**

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

Elizabeth Salinas Estrella

Mayra Elizeth Cobaxin Cárdenas

Roberto Omar Casteñada Arriola

Itzel Amaro Estrada

Sergio Darío Rodríguez Camarillo

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3007241925](https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241925)

### **CAPÍTULO 6.....42**

NUTRIENT USE EFFICIENCY EVALUATION OF BEEF CATTLE FEEDLOT

Andrea Wingartz Otaduy

Rafael Olea Pérez

José Luis Dávalos Flores

María Edna Álvarez Sánchez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3007241926](https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241926)

### **CAPÍTULO 7..... 49**

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

José Vicente Velázquez-Morales

Marco Antonio Santillán-Flores

Dionicio Córdova-López

Juan Salazar-Ortiz

Ramón Soriano-Robles

Edgar Valencia-Franco

José Luis Ponce-Covarrubias

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3007241927](https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241927)

## ESTUDOS EM CIÊNCIAS DOS ALIMENTOS

### **CAPÍTULO 8.....55**

ALIMENTOS À BASE DE SEMENTES DE *Moringa oleifera*

Adèle Gautier

Carla Margarida Duarte

Isabel de Sousa

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3007241928](https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241928)

### **CAPÍTULO 9.....78**

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

Andrejs Skesters

Anna Lece

Dmitrijs Kustovs

Gundega Gerke

Daina Garokalna

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3007241929](https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241929)

## ESTUDOS EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

### **CAPÍTULO 10..... 88**

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

Justino Sobreiro

Cláudia Sofia Batalha Neto

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30072419210](https://doi.org/10.37572/EdArt_30072419210)

### **CAPÍTULO 11..... 101**

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

Juan Hernández Hernández

Esmeralda J. Cruz Gutiérrez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30072419211](https://doi.org/10.37572/EdArt_30072419211)

**CAPÍTULO 12 ..... 110**

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

Maria Júlia Martins Silva

Claudia Padovesi Fonseca

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30072419212](https://doi.org/10.37572/EdArt_30072419212)

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 120**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 121**

# CAPÍTULO 1

## EXPRESIÓN DE LA HETEROSIS EN SEMILLAS HÍBRIDAS DE MAÍZ AZUL<sup>1</sup>

Data de submissão: 03/07/2024

Data de aceite: 23/07/2024

### **Germán Fernando Gutiérrez-Hernández**

Instituto Politécnico Nacional  
Unidad Profesional  
Interdisciplinaria de Biotecnología  
Av. Acueducto s/n.  
La Laguna Ticomán. C. P. 07340  
Ciudad de México, México  
<https://orcid.org/0000-0003-3312-3747>

### **José Luis Arellano-Vázquez**

Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Campo Experimental  
Valle de México. C. P. 56250  
Coatlinchán, Estado de México, México  
<https://orcid.org/0000-0002-2231-2940>

### **Luis Fernando Ceja-Torres**

Instituto Politécnico Nacional  
Centro Interdisciplinario de  
Investigación para el Desarrollo  
Integral Regional  
Unidad Michoacán  
Justo Sierra 28. C. P. 59510  
Jiquilpan, Michoacán, México  
<https://orcid.org/0000-0002-8397-0701>

### **Martín Filiberto García-Mendoza**

Instituto Politécnico Nacional  
Unidad Profesional  
Interdisciplinaria de Biotecnología  
Av. Acueducto s/n.  
La Laguna Ticomán. C. P. 07340  
Ciudad de México, México

### **Elpidio García-Ramírez**

Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Química  
Av. Universidad y Copilco. C.P. 04510  
Ciudad de México, México

### **Estela Flores-Gómez**

Instituto Politécnico Nacional  
Unidad Profesional  
Interdisciplinaria de Biotecnología  
Av. Acueducto s/n.  
La Laguna Ticomán. C. P. 07340  
Ciudad de México, México  
<https://orcid.org/0000-0002-4634-455X>

### **Patricia Vázquez-Lozano**

Instituto Politécnico Nacional  
Unidad Profesional  
Interdisciplinaria de Biotecnología  
Av. Acueducto s/n.  
La Laguna Ticomán. C. P. 07340  
Ciudad de México, México  
<https://orcid.org/0000-0002-5945-6307>

<sup>1</sup> Derivado del artículo: <https://doi.org/10.32854/agrop.v16i11.2730>

**RESUMEN:** La heterosis es un proceso biológico aprovechado extensivamente en el mejoramiento de las plantas cultivadas, consiste en que la descendencia de dos progenitores no emparentados entre sí, los supera en la característica de interés. En maíz se ha estudiado profusamente este fenómeno en morfología de planta o rendimiento de grano, pero escasamente en semillas. El objetivo del presente trabajo fue cuantificar la heterosis en características físicas y fisiológicas de semillas de las cruzas parentales (simple y trilineal) de un híbrido de maíz azul. Se utilizaron semillas de los genotipos que conforman el híbrido trilineal de maíz HAZUL 10E: Tres líneas endogámicas y cruza simple y trilineal. El diseño experimental fue completamente al azar con tres repeticiones. Se evaluaron características físicas de las semillas (peso, ancho, grosor, largo, volumen, densidad y los cocientes ancho/largo y grosor/largo) y fisiológicas (plántulas normales y anormales, semillas inertes y longitudes y materia seca de plúmula, radícula y total). Se determinó la heterosis para cada variable y se probaron las diferencias entre ambas cruza con la t de Student. La heterosis fue más alta en la cruza simple que en la trilineal. En la cruza simple la heterosis mayor correspondió a materia seca de plúmula, de radícula y la total; seguidas de peso y volumen de semilla; mientras que, en la trilineal, los valores más altos correspondieron a plántulas normales y longitud y biomasa de radícula y la total. Las variables determinantes de la forma de semilla, la formación de plántulas normales y la elongación de la radícula, respondieron mejor a la hibridación en la cruza trilineal. Se concluyó que, en la cruza simple, la heterosis incrementó las dimensiones de semilla y la biomasa acumulada en las plántulas; mientras que, en la trilineal, incidió sobre la forma de semilla y las plántulas normales producidas.

**PALABRAS CLAVE:** Vigor híbrido. Maíz pigmentado. Germinación de semilla. Descriptores de semilla.

## EXPRESSION OF HETEROSIS IN BLUE CORN HYBRID SEEDS

**ABSTRACT:** Heterosis is a biological process that is widely used in crop improvement. It consists of the offspring of two unrelated parents outperforming them in the trait of interest. This phenomenon has been extensively studied in maize regarding plant morphology or grain yield, but scarcely in seeds. The objective of this work was to quantify heterosis in physical and physiological characteristics of seeds from parental crosses (simple and trilinear) of a blue corn hybrid. Seeds of the genotypes that make up the HAZUL 10E maize hybrid were used: Three inbred lines and single and trilinear crosses. The experimental design was completely randomized with three replications. Physical characteristics of the seeds (weight, width, thickness, length, volume, density, and the width/length and thickness/length ratios) and physiological characteristics (normal and abnormal seedlings, inert seeds, and plumule, radicle, and total lengths and dry matter) were evaluated. Heterosis was determined for each variable and differences between both crosses were tested with the Student t-test. Heterosis was higher in the simple cross than in the trilinear cross. In the simple cross, the highest heterosis corresponded to plumule, radicle, and total dry matter; followed by seed weight and volume; while in the trilinear cross, the highest values corresponded to normal seedlings, and radicle and total length and biomass. The variables determining seed shape, the formation of normal seedlings, and radicle elongation, responded better to hybridization in the trilinear cross. It was concluded that, in the simple cross, heterosis increased seed dimensions and accumulated biomass in seedlings. In contrast, in the trilinear cross, the heterosis affected seed shape and the normal seedlings produced.

**KEYWORDS:** Hybrid vigor. Pigmented corn. Seed germination. Seed descriptors.



## 1 INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es el cultivo más importante en el mundo por área sembrada y por volumen de producción (FAO-STAT, 2022). En el 2021 se sembraron en México 7.4 millones de hectáreas con esta especie y se cosecharon 27.5 millones de toneladas de grano (SIAP, 2022). En particular, el maíz azul es relevante por su utilización amplia en la cocina tradicional mexicana (tortillas, tlacoyos, sopes, etc.) (Arellano y Rojas, 2015), debido a su color exótico y sus atributos de sabor, textura y bondades nutraceuticas (Arellano *et al.*, 2013).

En la Mesa Central de México (estados de México, Puebla, Tlaxcala y Ciudad de México) se siembran, con variedades criollas, tecnología tradicional y condiciones de temporal, 150 mil hectáreas con maíz azul y se cosechan 300 mil toneladas de grano, las cuales no satisfacen la demanda por este alimento.

El rendimiento actual de grano de maíz azul es de 1.9 ton ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2022) y se considera factible elevarlo significativamente mediante el uso de híbridos (Lee y Tollenaar, 2007) desarrollados con base en la variabilidad genética disponible en la región de interés (Arellano *et al.*, 2014).

En el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se desarrollaron híbridos experimentales de maíz azul para Valles Altos (2400-2800 msnm), con rendimientos de 6.4 a 8.2 ton ha<sup>-1</sup>, de los cuales destacó el HAZUL10 por producir 8.2 ton ha<sup>-1</sup>, en promedio de ambientes de alta, mediana y baja productividad (Arellano *et al.*, 2015).

La hibridación se describió a principios del siglo XX (Shull, 1909), desde entonces ha sido exitosa para el mejoramiento de maíz y actualmente sigue aplicándose para obtener híbridos que coadyuven a satisfacer la demanda mundial de este grano (MacRobert *et al.*, 2014). Con la hibridación, la F<sub>1</sub> expresa dimensiones morfológicas mayores y mejor rendimiento de grano que los progenitores endogámicos no emparentados (Guerrero-Guerrero *et al.*, 2014), en una magnitud dependiente de su bagaje genético y del ambiente de producción. Las respuestas anteriores son causadas por la heterosis, un fenómeno complejo y poco esclarecido, pero utilizado ampliamente en el mejoramiento de maíz y de otros cultivos básicos.

El objetivo del presente trabajo fue cuantificar la heterosis en características físicas y fisiológicas de semillas de las cruzas parentales (simple y trilineal) de un híbrido de maíz azul.

## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 MATERIAL GENÉTICO

Se utilizaron semillas de los genotipos parentales del híbrido experimental de maíz azul HAZUL 10E: Las líneas endogámicas A (BXCC-54-11-1-1-1), B (BXCC-5-9-6) y C (NXOAX-19-5-1-1-2) y las cruza simple D (BXCC-54-11-1-1-1) x (BXCC-5-9-6) y trilineal E [(BXCC-54-11-1-1-1) x (BXCC-5-9-6)] x (NXOAX-19-5-1-1-2). El híbrido se desarrolló en el Programa de Maíz Azul del Campo Experimental Valle de México del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (CEVAMEX, INIFAP).

### 2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Peso de semillas (PS), se pesaron 100 semillas (mg) en balanza analítica (AE Adam P W 184, precisión 0.1 mg). La anchura (AS), el grosor (GS) y la longitud (LS) de las semillas se midieron (mm) con vernier digital (Mitutoyo CD-6 CSX); además, se calcularon el volumen (VS, mm<sup>3</sup>), la densidad relativa (DRS, g/cm<sup>3</sup>) y las relaciones AS/LS y GS/LS de las semillas.

### 2.3 CARACTERÍSTICAS GERMINATIVAS

#### 2.3.1 Germinación normal

Se utilizó la prueba de germinación estándar (ISTA, 2022). Las semillas se colocaron entre toallas de papel saturadas de humedad en cámara de germinación a 25 °C y 100 % h. r. A los siete días de incubación se contabilizaron (%) las plántulas generadas con su morfología completa y libre de patógenos (PN), las plántulas anormales (PA) y las semillas muertas (SI).

#### 2.3.2 Desarrollo de plántulas

En las plántulas normales se midieron (mm) las longitudes de plúmula (LP), radícula (LR) y la total (LT); estas estructuras se secaron en estufa (80 °C, 4 d) y se determinó (mg) su peso seco (PSP, PSR y PST, respectivamente).

### 2.4 ESTIMACIÓN DE LA HETEROSIS

La heterosis (H, %) se calculó respecto al promedio de progenitores de la cruza:  $H = [(F_1 - PP) / PP] * 100$ ; donde  $F_1$  = Valor de la característica en la cruza, PP = Promedio de la característica en los progenitores de la cruza (Arellano *et al.*, 2017).

## 2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se probó la significancia de los tratamientos con un análisis de varianza y las medias de los genotipos (tratamientos) se compararon mediante la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Se empleó la prueba de datos apareados de Student para probar la significancia ( $P \leq 0.05$  y  $P \leq 0.01$ ) de las diferencias de la heterosis entre y dentro de cruza. El valor de estas diferencias se multiplicó por (-1) para indicar el sentido de la variación en las variables. El procesamiento estadístico de los resultados se hizo con el programa SAS (ver. 9.2).

## 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables de respuesta empleadas en el presente estudio resultaron estadísticamente significativas en el análisis de varianza (datos no mostrados), esto evidenció la heterogeneidad de la expresión de las características medidas en los genotipos (tratamientos). En la comparación estadística de las medias de tratamientos (Cuadro 1), se obtuvo que los descriptores físicos de la semilla PS, VS, LS, AS y GS, fueron inferiores ( $P \leq 0.05$ ) en el tratamiento C, intermedios en A y B, y superiores en D y E. En los aspectos fisiológicos, los tratamientos C, D y E fueron superiores ( $P \leq 0.05$ ) en DRS, AS/LS y GS/LS. Los tratamientos A, B, D y E tuvieron la cantidad menor ( $P \leq 0.05$ ) de SI y el C la más alta.

En las variables implicadas en el desarrollo de las plántulas, la longitud de plúmula (LP) mínima fue para C y la superior para A ( $P \leq 0.05$ ), mientras que E alcanzó los resultados mayores ( $P \leq 0.05$ ) en LR, LT, PSR y PST, y D en PSP.

En PSR y PST, de nuevo se apreció la superioridad de los tratamientos D y E; mientras que, el valor mayor de PSP fue para el D y el menor para C.

Los tratamientos D (cruza simple) y E (cruza trilineal) tuvieron dimensiones físicas (PS, VS, LS, AS y GS) y cantidad de materia seca de plántulas (PSP, PSR y PST) mayores ( $P \leq 0.05$ ) que los tratamientos A, B y C (líneas endogámicas) (Cuadro 1). El desempeño inferior de las líneas con respecto a las cruza en las variables descritas se explica porque expresaron los efectos genéticos de la homocigosis o endogamia, que conllevan reducciones de rendimiento, porte de planta, tamaño y volumen y peso de semilla (Wuhaib *et al.*, 2017), que son caracteres dominantes; en contraparte, las cruza manifestaron la heterosis o vigor híbrido, proceso metabólico cuya repercusión fenotípica es que la descendencia híbrida supera el promedio de sus progenitores en algunas características (Nepir *et al.*, 2015), las cuales en el presente trabajo fueron las mediciones físicas PS, VS, LS, AS y GS y las fisiológicas PSP, PSR y PST.

Cuadro 1. Comparación de medias (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) para las variables evaluadas en semillas de los genotipos parentales del HAZUL 10E.

Variable	Genotipos					Tukey
	A	B	C	D	E	
PS (mg)	22.06 b	21.70 b	16.66 c	31.45 a	30.34 a	2.26
VS (mm <sup>3</sup> )	367.29 c	353.16 c	290.17 d	433.76 b	493.96 a	55.69
LS (mm)	11.55 bc	10.92 c	9.79 d	12.15 ab	12.42 a	0.85
AS (mm)	7.23 b	6.35 c	6.58 c	7.46 ab	7.91 a	0.55
GS (mm)	4.40 b	5.09 a	4.50 b	4.78 ab	5.03 a	0.43
DRS	1.07 b	1.06 b	1.37 a	1.37 a	1.22 ab	0.17
AS/LS	0.63 ab	0.59 b	0.67 a	0.61 ab	0.65 ab	0.08
GS/LS	0.38 b	0.47 a	0.46 a	0.39 b	0.41 ab	0.06
PN (%)	50 ab	68 ab	45 b	60 ab	83 a	34.98
PA (%)	5 a	5 a	5 a	5 a	0 a	13.81
SI (%)	45 ab	27 ab	50 a	35 ab	17 b	31.64
LP (mm)	9.59 a	7.45 ab	6.23 b	8.10 ab	8.38 ab	2.79
LR (mm)	12.80 b	13.45 b	12.50 b	13.98 b	19.48 a	2.57
LT (mm)	22.39 b	20.91 b	18.73 b	22.08 b	27.87 a	4.22
PSP (mg)	0.17 ab	0.16 ab	0.10 b	0.24 a	0.20 ab	0.10
PSR (mg)	0.17 b	0.20 b	0.15 b	0.30 ab	0.40 a	0.16
PST (mg)	0.34 bc	0.36 abc	0.26 c	0.54 ab	0.60 a	0.25

En hileras, letras diferentes indicaron diferencias significativas. Tukey=Diferencia Significativa Honesta. PS=Peso de semilla, VS=Volumen de semilla, LS=Longitud de semilla, AS=Ancho de Semilla, GS=Grosor de semilla, DRS=Diámetro relativo de semilla, AS/LS=Ancho de semilla/Longitud de semilla, GS/LS=Grosor de semilla/Longitud de semilla, PN=Plántulas normales, PA=Plántulas anormales, SI=Semillas inertes, LP=Longitud de plúmula, LR=Longitud de radícula, LT=Longitud total, PSP=Peso seco de plúmula, PSR=Peso seco de radícula, PST=Peso seco total.

En ambas cruzas (D y E), la heterosis fluctuó ampliamente, desde -55.71 (SI) a 92.16 % (PSP) (Cuadro 2). El 58 % de las variables mostró heterosis mayor en D que en E. En la cruce simple, las variables PSP, PST, PSR, PS y VS exhibieron la heterosis **más elevada; mientras que, en la trilineal**, los valores más altos correspondieron a PSR, PN, LR y PST. Las diferencias significativas de la heterosis entre D y E fueron negativas en PS, LS y SI, y positivas en GS/LS, PN, LR y LT.

Cuadro 2. Valores (%) de heterosis (H) y prueba de t de sus diferencias, para las variables físicas y fisiológicas evaluadas en las cruza simple (A) y trilineal (B) del híbrido experimental de maíz azul H10 E.

Variable	Genotipos		Diferencia (A-B)	t
	A	B		
	H	H		
PS	63.93	13.61	-50.32	**
VS	35.01	22.44	-12.57	ns
LS	17.31	4.79	-12.52	**
AS	15.37	7.83	-7.54	ns
GS	-0.36	9.71	10.07	ns
DRS	12.95	0.05	-12.9	ns
AS/LS	-2.06	3.80	5.86	ns
GS/LS	-15.07	5.63	20.7	*
PN	8.93	62.62	53.69	*
PA	25.00	-50.00	-75	ns
SI	0.00	-55.71	-55.71	*
LP	18.38	-4.21	-22.59	ns
LR	8.08	45.51	37.43	**
LT	11.37	25.56	14.19	*
PSP	92.16	-0.03	-92.19	ns
PSR	84.79	78.85	-5.94	ns
PST	87.96	41.68	-46.28	ns

\*=Significativo ( $P \leq 0.05$ ), \*\*=Altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ), ns=No significativo. PS=Peso de semilla, VS=Volumen de semilla, LS=Longitud de semilla, AS=Ancho de Semilla, GS=Grosor de semilla, DRS=Diámetro relativo de semilla, PN=Plántulas normales, PA=Plántulas anormales, SI=Semillas inertes, LP=Longitud de plúmula, LR=Longitud de radícula, LT=Longitud total, PSP=Peso seco de plúmula, PSR=Peso seco de radícula, PST=Peso seco total, AS/LS=Ancho de semilla/Longitud de semilla, GS/LS=Grosor de semilla/Longitud de semilla.

La heterosis mayor de la cruza simple se debió a que la recombinación genética ocurrió entre dos líneas (homocigóticas) y en la trilineal participaron una cruza (heterocigótica) y una línea (Sanghera *et al.*, 2011).

En D, las variables PSP, PST, PSR, PS y VS asumieron la heterosis más alta; mientras que, en E, fueron PSR, PN, LR y PST; *i. e.*, en D se privilegiaron caracteres físicos y fisiológicos y sólo estos últimos en E; además, sus valores superaron ampliamente el 20 %, valor mínimo reportado para obtener ganancias genéticas en la hibridación (Díaz-Chuquizuta *et al.*, 2023).

Cada cruza hizo aportaciones diferentes a las características de semilla del HAZUL 10E; en D se incrementaron las dimensiones físicas y la materia seca de plántula; mientras que en E se favorecieron la formación de plántulas normales, la elongación



de radícula y la biomasa. Este argumento se constató también por las diferencias de heterosis (Cuadro 2) entre las cruzas, puesto que disminuyó ( $P \leq 0.05$ ) en PS, LS y SI, y se incrementó ( $P \leq 0.05$ ) en GS/LS, PN, LR y LT. Esto indicó que la secuencia de hibridación incidió primero sobre las dimensiones y después sobre la calidad fisiológica de la semilla. Es factible que los genotipos B y C compartieran secuencias génicas para germinación y desarrollo de plántula y por ello hubo heterosis marginal en estos eventos. Sin embargo, la línea A incidió notoria y favorablemente sobre ellos, lo que se puede atribuir a que esta línea se derivó de una colecta realizada en una región agroclimática distinta (Oaxaca, México) a la del resto de los genotipos del estudio (altiplano central de México), de manera que su bagaje genético pudo ser diferente y recombinó favorablemente (De León-Castillo *et al.*, 2006) y con heterosis alta en los atributos esenciales para la calidad fisiológica de la semilla (PN, LR, PSR y PST). Esta estrategia de emplear dos fuentes de germoplasma para desarrollar híbridos trilineales de maíz se ha sugerido para explotar la heterosis para la producción de semilla en maíz (Reif *et al.*, 2005).

#### 4 CONCLUSIONES

La expresión de la heterosis fue mayor en la crusa simple que en la trilineal. En la crusa simple, la heterosis incrementó las dimensiones de semilla y la biomasa acumulada en las plántulas; mientras que en la crusa trilineal, incidió sobre la forma de semilla y las plántulas normales producidas.

#### REFERENCIAS

Arellano-Vázquez, J.L.; Herrera-Zamora, A.; Gutiérrez-Hernández, G.F.; Ceja-Torres, L.F.; Flores-Gómez, E. 2021. Color, contenido de antocianinas y dimensiones de semilla en líneas endogámicas de maíz azul y sus cruzas. IDESIA (Chile) 39. 75-82.

Arellano-Vázquez, J.L.; Rojas-Martínez, I. 2015. Mayor rendimiento con los nuevos híbridos de maíz azul H-Azul-10, H-Azul-12 y la Variedad Sintética VS-Azul-07 en siembras de temporal del Altiplano Central de México. Desplegable para productores No. 69. Campo Experimental Valle de México CIRCE-INIFAP. México.

Arellano-Vázquez, J.L.; Rojas-Martínez, I.; Gutiérrez-Hernández, G.F. 2013. Híbridos y variedades sintéticas de maíz azul para el Altiplano Central de México: Potencial agronómico y estabilidad del rendimiento. Rev Mex Cienc Agric 4. 999-1011.

Arellano-Vázquez, J.L.; Rojas-Martínez, I.; Gutiérrez-Hernández, G.F. 2014. Variedades de maíz azul Chalqueño seleccionadas por múltiples caracteres y estabilidad del rendimiento. Rev Mex Cienc Agric 5. 1469-1480. DOI: 10.29312/remexca.v5i8.828.

Arellano-Vázquez, J.L.; Vázquez-Ramos, J.M.; García-Ramírez, E.; Gómez-y-Gómez, Y.M.; Gutiérrez-Hernández, G.F. 2017. Monitoreo de la calidad proteica de maíz o2 (*Zea mays* L.) en líneas endogámicas y su progenie  $F_1$  y  $F_2$ . Agrociencia 51 (4). 425-436.

De León-Castillo, H.; De la Rosa-Loera, A.; Rincón-Sánchez, F.; Martínez-Sambrano, G. 2006. Efectos genéticos, heterosis y diversidad genética entre híbridos comerciales de maíz adaptados al Bajío mexicano. *Rev Fitotec Mex* 29. 247-254.

Díaz-Chuquizuta, P.; Hidalgo-Meléndez, E.; Mendoza-Paredes, M.; Cieza-Ruiz, I.; Jara-Calvo, T.W.; Valdés-Rodríguez, O.A. 2023. Nuevo híbrido trilineal de maíz amarillo duro para el trópico peruano. *Agromeso* 34. 51177. DOI:10.15517/am.v34i1.51177

FAOSTAT (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Available online: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL> (accessed on 3 August 2022).

Guerrero-Guerrero, C.; Gallegos-Robles, M.A.; Luna-Ortega, J.G.; Orona-Castillo, I.; Vázquez-Vázquez, C.; García-Carrillo, M.; Moreno-Resendez, A.; González-Torres A. 2014. Combining ability and heterosis in corn breeding lines to forage and grain. *AJPS* 5. 845-856. DOI: 10.4236/ajps.2014.56098.

ISTA (International Seed Testing Association). International Rules for Seed Testing. Rules. Available online: [http://www.seedtest.org/en/international-rules\\_content---1--1083.html](http://www.seedtest.org/en/international-rules_content---1--1083.html) (accessed on 19 October 2022).

Lee, E.A.; Tollenaar, M. 2007. Physiological basis of successful breeding strategies for maize grain yield. *Crop Sci* 47. S202-S215.

MacRobert, J.F.; Sentimela, P.S.; Gethi, J.; Worku, M. 2014. Manual de producción de semilla de maíz híbrido. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. CIMMYT, México, D. F., 37 p. Available online: <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/16849/57179.pdf> (accessed on 9 December 2022).

Nepir, G.; Wegary, D.; Zeleke, H. 2015. Heterosis and combining ability of highland quality protein maize inbred lines. *Maydica* 60. 1-12.

Reif, J.C.; Hallauer, A.R.; Melchinger, A.E. 2005. Heterosis and heterotic patterns in maize. *Maydica* 50. 215-223.

Sanghera, G.S.; Wani, S.H.; Hussain, W.; Shafi, W.; Haribhushan, A.; Singh, N.B. 2011. The magic of heterosis: New tools and complexities. *Nat Sci* 9. 42-53.

SAS (Statistical Analysis System). SAS/STAT Ver. 9. SAS Inst. Inc. 2002, Cary NC, USA.

Shull, G.H. 1909. A pure line method of corn breeding. *Am Breeders Assoc Rep* 5. 51-59.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de información agroalimentaria y pesquera, agricultura. Ciudad de México, México. Available online: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola> (accessed on 3 August 2022).

Wuhaib, K.M.; Hadi, B.H.; Hassan, W.A. 2017. Estimation of genetic variation components, average degree of dominance, and heritability for several traits of maize in four crosses. *IOSR-JAVS* 10. 53-57.

## SOBRE O ORGANIZADOR

**EDUARDO EUGENIO SPERS** realizou pós-doutorado na Wageningen University (WUR), Holanda, e especialização no IGIA, França. Possui doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo (USP). Foi Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração e do Mestrado Profissional em Comportamento do Consumidor da ESPM. Líder do tema Teoria, Epistemologia e Métodos de Pesquisa em Marketing na Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD). Participou de diversos projetos de consultoria e pesquisa coordenados pelo PENZA e Markestrat. É Professor Titular no Departamento de Economia, Administração e Sociologia, docente do Mestrado em Administração e Coordenador do Grupo de Extensão MarkEsalq no campus da USP/Esalq. Proferiu palestras em diversos eventos acadêmicos e profissionais, com diversos artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, livros e capítulos de livros sobre agronegócios, com foco no marketing e no comportamento do produtor rural e do consumidor de alimentos.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

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

### B

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

### D

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

### E

ELISA anti-Map 50, 51, 52

### F

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

### G

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

### H

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

## I

Injertos 18

Inmunoprotección 36

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

## L

Light microscopy 88

Limón Persa 18, 19, 20, 23

## M

Maíz pigmentado 2, 11

Maíz sintético 11

Mass balance feedlot 42

## N

Necrotrophic fungi 88

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

## P

Paratuberculosis ovina 50, 54

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

Preservación 101

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

Pristine waters 111

Producción de plantas 18, 19

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

## R

Raza 13, 50, 51, 53

Reologia 55

## S

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

## T

Técnicas de manejo 18



## V

Vanilla spp 101, 103

Vigor híbrido 2, 5

## Z

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