

VOL VII

# Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spers  
(Organizador)



EDITORA  
ARTEMIS

2026

VOL VII

# 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.**

<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*  
Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – *New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, Estados Unidos*



Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha  
Prof.ª Dr.ª Deuzimar Costa Serra, *Universidade Estadual do Maranhão*, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Dina Maria Martins Ferreira, *Universidade Estadual do Ceará*, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México  
Prof.ª Dr.ª Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, *Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro*, Portugal  
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, *Universidade de São Paulo (USP)*, Brasil  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, *Universidade Federal de Roraima*, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México  
Prof.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste*, Argentina  
Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca*, Espanha  
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República*, Uruguay  
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara*, México  
Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal*, Canadá  
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona*, Espanha  
Prof.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, *Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP)*, Portugal  
Prof.ª Dr.ª Galina Gumovskaya – *Higher School of Economics*, Moscow, Russia  
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, *Universidade Federal do Triângulo Mineiro*, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis*, Argentina  
Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina  
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, *Instituto Politécnico da Guarda*, Portugal  
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina  
Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara*, México  
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg*, Suécia  
Prof.ª Dr.ª Lara 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-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. Leiníg 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<sup>ª</sup>Graça 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 Vasiléviski 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)**

E89 Estudos em ciências agrárias e ambientais VII [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 bilingue

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-82858-08-6

DOI 10.37572/EdArt\_260626086

1. Ciências agrárias. 2. Ciências ambientais. 3.  
Sustentabilidade. 4. Agricultura. I. Spers, Eduardo Eugênio.

CDD 630

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**



## PRÓLOGO

As Ciências Agrárias e Ambientais ocupam um papel estratégico na compreensão e no enfrentamento dos desafios contemporâneos relacionados à produção de alimentos, à conservação dos recursos naturais, à sustentabilidade dos sistemas produtivos e à promoção da saúde e do bem-estar das populações. Em um contexto marcado pelas mudanças climáticas, pela crescente demanda por alimentos, pela necessidade de uso racional dos recursos naturais e pela incorporação de novas tecnologias aos processos produtivos, torna-se cada vez mais importante fortalecer a produção e a difusão do conhecimento científico voltado para o desenvolvimento sustentável.

É nesse cenário que se insere o volume **VII de Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais**, reunindo contribuições de pesquisadores de diferentes instituições e países que abordam, sob múltiplas perspectivas, temas relevantes para a agricultura, o meio ambiente, a biotecnologia e a produção animal. A diversidade dos estudos aqui apresentados evidencia a natureza interdisciplinar das Ciências Agrárias e Ambientais e sua capacidade de integrar conhecimentos biológicos, tecnológicos, sociais e produtivos em busca de soluções para desafios complexos.

A obra inicia-se com reflexões relacionadas aos recursos naturais, à sustentabilidade e à saúde ambiental. Os trabalhos deste primeiro eixo destacam a importância da agroecologia como alternativa para reduzir os impactos dos pesticidas sobre a saúde humana e o meio ambiente, ao mesmo tempo em que analisam percepções e atitudes ambientais de estudantes, ressaltando o papel da educação na construção de uma consciência ecológica capaz de contribuir para sociedades mais sustentáveis.

Em seguida, o volume direciona seu olhar para a produção vegetal, a inovação e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Os capítulos desta seção abordam estratégias voltadas ao manejo sustentável de cultivos, incluindo o uso de biofertilizantes, a aplicação de insumos orgânicos e inorgânicos, aspectos fisiológicos e bioquímicos de espécies agrícolas e florestais, bem como os desafios e oportunidades associados à Agricultura 4.0. Em conjunto, esses estudos evidenciam a busca por sistemas produtivos mais eficientes, resilientes e alinhados às demandas contemporâneas de sustentabilidade.

O terceiro eixo reúne pesquisas relacionadas à genética, à biotecnologia e ao melhoramento de cultivos, com destaque para estudos envolvendo híbridos de milho azul. Os trabalhos apresentados demonstram a relevância da caracterização físico-química, molecular e genômica para o desenvolvimento de materiais genéticos de interesse agrônomo, contribuindo para avanços no melhoramento vegetal e para a ampliação do conhecimento sobre recursos genéticos de elevado potencial produtivo e nutricional.

Por fim, a obra contempla estudos voltados à produção animal, à nutrição e aos sistemas aquícolas. Os capítulos discutem alternativas sustentáveis para a alimentação e o manejo de animais de produção, bem como estratégias inovadoras aplicadas à aquicultura, envolvendo o uso de probióticos, diferentes fontes de carbono e sistemas biofloc. Essas pesquisas reforçam a importância de práticas produtivas capazes de promover eficiência, saúde animal e sustentabilidade econômica e ambiental.

Ao reunir investigações que transitam entre a sustentabilidade ambiental, a produção agrícola, a inovação tecnológica, a biotecnologia e a produção animal, este volume reafirma o compromisso da comunidade científica com a geração de conhecimento aplicado e socialmente relevante. Mais do que apresentar resultados de pesquisa, os trabalhos aqui reunidos contribuem para o fortalecimento do diálogo entre ciência, tecnologia e sociedade, oferecendo subsídios para a construção de sistemas produtivos mais sustentáveis, eficientes e comprometidos com o futuro.

Esperamos que esta obra possa servir de fonte de consulta, reflexão e inspiração para pesquisadores, estudantes, profissionais e demais interessados nas Ciências Agrárias e Ambientais, estimulando novas investigações e contribuindo para o avanço do conhecimento científico na área.

**Eduardo Eugênio Spers**

Esalq/USP

## SUMÁRIO

### RECURSOS NATURAIS, SUSTENTABILIDADE E SAÚDE AMBIENTAL

#### **CAPÍTULO 1..... 1**

LA AGROECOLOGÍA COMO SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS DE SALUD RELACIONADOS CON EL USO DE PESTICIDAS

María José de Dios Duarte

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2606260861](https://doi.org/10.37572/EdArt_2606260861)

#### **CAPÍTULO 2.....25**

ACTITUDES AMBIENTALES EN ESTUDIANTES DEL NIVEL MEDIO SUPERIOR AL NOROESTE DE TAMAULIPAS

Catalina Vargas Ramos

Graciela Hernández Moreno

Ma. De la Cruz Galindo Ceja

Alan León González Almaguer

Jorge Alejandro Gallegos de la Cruz

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2606260862](https://doi.org/10.37572/EdArt_2606260862)

### PRODUÇÃO VEGETAL, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS AGRÍCOLAS

#### **CAPÍTULO 3..... 34**

BIOFERTILIZANTES COMO SUSTITUTO PARCIAL EN LA FERTILIZACION CONVENCIONAL DEL CULTIVO DE ARROZ EN EL CARIBE COLOMBIANO

Eliecer Miguel Cabrales Herrera

Laura Sofia Osorio Barcenas

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2606260863](https://doi.org/10.37572/EdArt_2606260863)

#### **CAPÍTULO 4..... 50**

APLICACIONES DE ENMIENDAS ORGÁNICAS E INORGÁNICAS EN GRANADO (*Punica granatum* L.) 'WONDERFUL': CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES EN HOJA

Rosa María Yáñez Muñoz

Juan Manuel Soto Parra

Esteban Sánchez Chávez

Ana Lilia Santana Díaz

Laura Raquel Orozco Meléndez

Ramona Pérez Leal  
Nubia Guadalupe Torres Beltrán  
Julio César Oviedo Mireles

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2606260864](https://doi.org/10.37572/EdArt_2606260864)

**CAPÍTULO 5..... 69**

MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL BEHAVIOR OF THE OLIVE TREE IN SEMI-ARID AREAS OF ALGERIA

Dhia Gharabi  
Magheni Benchohra  
Ahmed Bellhabib  
Abdelkarim Hassani

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2606260865](https://doi.org/10.37572/EdArt_2606260865)

**CAPÍTULO 6.....87**

EFFECT OF GIBBERELIC ACID AND SILVER NITRATE ON THE GERMINATION OF *PINUS PSEUDOSTROBUS* LINDL.

Diana Gisselle Calderón Mejías  
Lourdes Georgina Iglesias Andreu  
Laura Yasmin Flores López

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2606260866](https://doi.org/10.37572/EdArt_2606260866)

**CAPÍTULO 7.....97**

DESARROLLO DE HABILIDADES DIGITALES EN LA AGRICULTURA 4.0: OPORTUNIDADES PARA AMÉRICA LATINA

Lourdes Mateos-Espejel

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2606260867](https://doi.org/10.37572/EdArt_2606260867)

**GENÉTICA, BIOTECNOLOGIA E MELHORAMENTO DE CULTIVOS**

**CAPÍTULO 8..... 113**

CARACTERES FISICOQUÍMICOS Y ANTOCIANINAS EN SEMILLAS DE LOS GENOTIPOS PARENTALES DEL HÍBRIDO DE MAÍZ AZUL DRÁCULA H 13

José Luis Arellano-Vázquez  
Germán Fernando Gutiérrez-Hernández  
Martín Filiberto García-Mendoza  
Estela Flores-Gómez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2606260868](https://doi.org/10.37572/EdArt_2606260868)

**CAPÍTULO 9.....122**

IDENTIFICACIÓN FÍSICA Y MOLECULAR DE LAS LÍNEAS Y CRUZAS QUE CONFORMAN AL HÍBRIDO DE MAÍZ AZUL VAMPIRO H10

Germán Fernando Gutiérrez-Hernández

José Luis Arellano-Vázquez

Estela Flores-Gómez

Aída Margarita Zamora-Contreras

Patricia Vázquez-Lozano

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2606260869](https://doi.org/10.37572/EdArt_2606260869)

**CAPÍTULO 10.....129**

GENÓMICA Y POTENCIAL FISIOLÓGICO DE LAS SEMILLAS DE LOS PARENTALES DEL HÍBRIDO DE MAÍZ AZUL VAMPIRO H10

Germán Fernando Gutiérrez-Hernández

José Luis Arellano-Vázquez

Estela Flores-Gómez

Aída Margarita Zamora-Contreras

Patricia Vázquez-Lozano

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_26062608610](https://doi.org/10.37572/EdArt_26062608610)

**PRODUÇÃO ANIMAL, NUTRIÇÃO E SISTEMAS AQUÍCOLAS**

**CAPÍTULO 11.....136**

ACEITES ESENCIALES Y ÁCIDOS ORGÁNICOS: ALTERNATIVA A LOS ANTIBIÓTICOS COMO PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN LOS CERDOS

Elmer Bonilla-Valverde

Juan Manuel Romo-Valdez

Jesús José Portillo-Loera

Ana Mireya Romo-Valdez

Laura Francisca Espinoza-Aguirre

Javier Alonso Romo-Rubio

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_26062608611](https://doi.org/10.37572/EdArt_26062608611)

**CAPÍTULO 12.....162**

COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD Y POTENCIAL REPRODUCTIVO DE *Daphnia pulicaria* EN DIFERENTES FUENTES DE CARBONO CON LA INCORPORACIÓN DE LA BACTERIA *Burkholderia cepacia* COMO PROBIÓTICO

Jorge Castro Mejía

Germán Castro Mejía

María del Carmen Monroy Dosta  
José Antonio Mata Sotres  
Andrés Elías Castro Castellón  
Arnulfo Misael Martínez Meingüer  
José Alberto Ramírez Torrez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_26062608612](https://doi.org/10.37572/EdArt_26062608612)

**CAPÍTULO 13..... 175**

DENSIDAD POBLACIONAL Y POTENCIAL PRODUCTIVO DE *Daphnia magna* UTILIZANDO CINCO ALIMENTOS INERTES (SALVADO DE TRIGO, LEVADURA, FRIJOL, ARROZ Y RÁBANO) Y DOS MICROALGAS (*Chlorella vulgaris* y *Navicula spp*), EN TINAS DE 120L (20°±2°C) Y 180 L (23°±2°C)

Jorge Castro Mejía  
Germán Castro Mejía  
José Antonio Mata Sotres  
María del Carmen Monroy Dosta  
Andrés Elías Castro Castellón  
Arnulfo Misael Martínez Meingüer  
José Alberto Ramírez Torrez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_26062608613](https://doi.org/10.37572/EdArt_26062608613)

**CAPÍTULO 14..... 190**

COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DE *Oreochromis niloticus* EN UN BIOFLOC INCORPORANDO LA BACTERIA *Burkholderia cepacia* Y CUATRO FUENTES DE CARBONO

Germán Castro Mejía  
Jorge Castro Mejía  
Andrés Elías Castro Castellón  
Arnulfo Misael Martínez Meingüer  
María del Carmen Monroy Dosta  
José Antonio Mata Sotres  
José Alberto Ramírez Torrez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_26062608614](https://doi.org/10.37572/EdArt_26062608614)

**SOBRE O ORGANIZADOR.....205**

**ÍNDICE REMISSIVO .....206**

## CAPÍTULO 8

### CARACTERES FISICOQUÍMICOS Y ANTOCIANINAS EN SEMILLAS DE LOS GENOTIPOS PARENTALES DEL HÍBRIDO DE MAÍZ AZUL DRÁCULA H 13

Data de submissão: 28/05/2026

Data de aceite: 12/06/2026

#### José Luis Arellano-Vázquez

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

#### Germán Fernando Gutiérrez-Hernández

Instituto Politécnico Nacional  
Unidad Profesional Interdisciplinaria de  
Biotecnología  
Ciudad de México, México  
<https://orcid.org/0000-0003-3312-3747>

#### Martín Filiberto García-Mendoza

Instituto Politécnico Nacional  
Unidad Profesional Interdisciplinaria de  
Biotecnología  
Ciudad de México, México

#### Estela Flores-Gómez

Instituto Politécnico Nacional  
Unidad Profesional Interdisciplinaria de  
Biotecnología  
Ciudad de México, México  
<https://orcid.org/0000-0002-4634-455X>

**RESUMEN:** En México, los maíces pigmentados muestran la tendencia a incrementar su consumo en la dieta de la población y a requerir de mayor producción de grano para abastecer esa demanda creciente. Una de las estrategias para elevar la producción de maíz azul consiste en formar híbridos con rendimientos altos de grano, en los cuales es conveniente conocer cómo se determinan sus características fisicoquímicas y contenido de antocianinas a través de sus genotipos parentales. El objetivo del presente estudio fue analizar las relaciones entre los componentes fisicoquímicos (proteína, almidón e índice de flotación) y el contenido de antocianinas en semillas del híbrido trilineal de maíz azul Drácula H-13, abarcando su secuencia de genotipos parentales (líneas progenitoras y cruza simple y trilineal). Se evaluaron los contenidos de proteína, almidón y antocianinas y se estimó el índice de flotación. Los resultados se sometieron a análisis de varianza, comparación de medias (Tukey  $p \leq 0.05$ ) y correlación lineal. Se concluyó que la cruza trilineal, que corresponde al híbrido Drácula H-13, expresó semillas más duras, característica favorable para el manejo y aprovechamiento del grano, además de mayor contenido de antocianinas y almidón.

**PALABRAS CLAVE:** *Zea mays* L.; almidón; antocianinas; dureza de grano; proteína.

## PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS AND ANTHOCYANINS IN SEEDS OF THE PARENTAL GENOTYPES OF THE DRACULA H 13 BLUE MAIZE HYBRID

**ABSTRACT:** In Mexico, pigmented corns show a tendency to increase consumption in the population's diet and to require greater grain production to meet that growing demand. One of the strategies to increase blue corn production is to develop hybrids with high grain yields, in which it is useful to understand how their physicochemical characteristics and anthocyanin content are determined through their parental genotypes. The objective of the present study was to analyze the relationships between the physicochemical components (protein, starch, and flotation index) and anthocyanin content in seeds of the Drácula H 13 **three-way crosses blue corn hybrid**, covering its sequence of parental genotypes (parental lines and simple and **three-way crosses**). Protein, starch, and anthocyanin contents were evaluated, and the flotation index was estimated. The results were subjected to analysis of variance, mean comparison (Tukey,  $p \leq 0.05$ ), and lineal correlation. It was concluded that the **three-way crosses**, corresponding to the Dracula H-13 hybrid, produced harder seeds, a favorable characteristic for the handling and use of the grain, in addition to higher content of anthocyanins and starch.

**KEYWORDS:** *Zea mays* L.; starch; anthocyanins; grain hardness; protein.

### 1. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es el cultivo principal en México y en el mundo, su volumen de producción supera el de arroz y trigo (FAOSTAT, 2026). Su siembra sigue incrementándose en Europa y África con fines diversos, que van desde grano para alimento humano o animal, forraje verde o seco, biocombustible o extracción de alta fructosa o colorantes naturales (antocianinas). Esta gama de beneficios es factible por la plasticidad y la variabilidad genética de esta gramínea; en consecuencia, su siembra sigue expandiéndose y aún es insuficiente su producción.

En particular para México, los maíces pigmentados (azul, rojo, amarillo) muestran la tendencia a incrementar su consumo en la dieta de la población y a requerir de mayor producción de grano para abastecer esa demanda creciente, sobre todo de grano de color azul, el cual es ingrediente esencial para un sinnúmero de platillos tradicionales (Arellano *et al.*, 2023a) y que también tiene auge en la industria alimenticia, vitivinícola, farmacéutica y dermatológica, dado su contenido de antocianinas. Con el término maíz azul se hace referencia a los que presentan semillas de color morado, azul o negro (Salinas *et al.*, 2013), cada uno de estos colores con distintas coordenadas (Arellano *et al.*, 2021).

Las antocianinas son los pigmentos naturales que le confieren ese color azul y se ha documentado su relación con prevención de enfermedades cardíacas y reducción del colesterol, entre otras propiedades (Shah *et al.*, 2016; Damián-Medina *et al.*, 2020).

Para contribuir a elevar la productividad de este grano, en el Programa de Mejoramiento de Maíz Azul del Campo Experimental Valle de México, dependiente

del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, se han conformado híbridos a partir del germoplasma criollo (nativo), los cuales poseen características sobresalientes de rendimiento de grano, con color azul uniforme e intenso y con adaptación a las condiciones agroecológicas de la región central de México, que abarca los estados de México, Tlaxcala, Puebla y Ciudad de México, cuyas altitudes van de 2600 a 2800 msnm (Arellano *et al.*, 2023b; Arellano *et al.*, 2023c).

Existen aún muchos aspectos por conocer del maíz azul; entre ellos, cómo interaccionan entre sí los contenidos de proteína, almidón, antocianinas y la dureza del grano; esto es, cómo están en cada progenitor del híbrido, luego como se determinan en cada una de las cruza involucradas y, finalmente, cómo se expresan en el híbrido resultante, esto porque el desarrollo de los híbridos involucra el fenómeno de la heterosis en cada cruza y en cada característica estimada (Singh, 1987).

La dureza del grano de maíz se refiere a la resistencia que éste opone a modificar su forma o su integridad física cuando se somete a fuerzas mecánicas durante la cosecha o su manejo posterior a ella. Se ha establecido que la dureza del grano está bajo control genético y ambiental (Aragón-Cuevas *et al.*, 2012), según la proporción que tenga el grano del endospermo vítreo sobre el harinoso (Arriaga-Pérez *et al.*, 2019); si predomina el endospermo vítreo, el grano tendrá mayor dureza (Kucheryavskiy y Williams, 2016).

Para maíces con endospermo de color blanco, se ha reportado que la dureza del grano se relaciona de manera directa con el contenido proteico (Salinas *et al.*, 1992) e inversa con el contenido de almidón (Salinas y Pérez, 1997).

Entre los métodos para medir la dureza del grano está el índice de flotación y es de los más empleados en maíz. Se fundamenta en que los granos duros son más densos porque sus gránulos de almidón son compactos y tienen mayor proporción de endospermo vítreo que del harinoso; por tanto, flotan menos que los suaves (Gaytán-Martínez *et al.*, 2013).

El objetivo del presente estudio fue analizar las relaciones entre los componentes fisicoquímicos (proteína, almidón e índice de flotación) y el contenido de antocianinas en semillas del híbrido trilineal de maíz azul Drácula H-13, abarcando su secuencia de genotipos parentales (líneas progenitoras y cruza simple y trilineal).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. GENOTIPOS

Se utilizaron semillas de tres líneas endogámicas (A, B y C), de la cruza simple (B x C) y de la cruza trilineal [(B x C) x A], genotipos que conforman la secuencia de parentales

del híbrido trilineal de maíz azul Drácula H13 (Cuadro 1). Este híbrido se desarrolló en el Programa de Mejoramiento Genético de Maíz Azul del Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos (genotipos) utilizados en el estudio.

Tratamientos	Genotipo
Líneas	
A	L3
B	L11
C	L12
Cruzas	
D	(L11 x L12)
E	[(L11 x L12) x L3]

## 2.2. VARIABLES EVALUADAS

### 2.2.1. Proteína (PRO, %)

Se estimó el contenido de nitrógeno total con el espectrofotómetro de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS); en este procedimiento se evaluó el color verde esmeralda producido por la reacción entre el salicilato de sodio, el hipoclorito de sodio y el amoníaco, dicho valor se cotejó con una curva de calibración realizada para el contenido total de nitrógeno en harina de maíz; por último, para calcular la proteína total se multiplicó el nitrógeno total por 6.25, que es el factor de conversión para maíz (Galicia *et al.*, 2012).

### 2.2.2. Almidón (ALM, %)

Se cuantificó hidrolizándolo parcialmente primero para formar dextrinas y, en una segunda hidrólisis, esas dextrinas se redujeron a glucosa mediante la amiloglucosidasa; la glucosa se cuantificó colorimétricamente a 630 nm en un espectrofotómetro, utilizando el reactivo antrona (Galicia *et al.*, 2012), con este valor se estimó el almidón total como se indica a continuación.

$$\text{Almidón total (mg/100 mg de harina)} = [\text{GLU}] (\text{FD}) (\text{V}) (\text{FHAML}) (100) / \text{PS}$$

Donde:

[GLU] = concentración de glucosa (mg/mL), FD = factor de dilución, V = volumen original del extracto de almidón (20 mL), PS = peso seco de la harina (20 mg) y FHAML = Factor de hidrólisis del almidón (0.9).

### 2.2.3. Índice de flotación (IF, %)

Se tomaron al azar 100 semillas de cada uno de los genotipos de maíz bajo estudio y se vertieron en 500 mL de solución de nitrato de sodio (41 %, p/v, a una densidad de 1.25 g/mL) contenida en un vaso de precipitado de 1 L. Con un agitador de vidrio se revolviaron las semillas (de derecha a izquierda y viceversa) durante 10 s y, después de 30 s de reposo, se contaron las semillas que flotaron (Arriaga-Pérez *et al.*, 2019; CIMMYT SADER ASERCA, 2019).

### 2.2.4. Antocianinas (ANT, µg Pel/g)

Este pigmento se cuantificó según lo reportado por Galicia *et al.* (2012). Se utilizaron 30 semillas molidas finamente, la harina se secó a 65 °C durante 16 h. Se leyeron las muestras a 520 nm en el espectrofotómetro y se preparó la solución patrón de cloruro de pelargonidina (100 mg/mL) en ácido trifluoroacético (1 %, v/v).

## 2.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con tres repeticiones de 100 semillas.

Los resultados obtenidos se sometieron a análisis de varianza, se hizo la prueba de comparación de medias de tratamientos por el método de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) y se aplicó la prueba de correlación lineal de Pearson ( $p \leq 0.05$  y  $p \leq 0.01$ ).

El procesamiento estadístico de los datos se hizo con el programa SAS (SAS, Inst. ver. 9).

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza de los resultados obtenidos detectó significancia estadística alta ( $p \leq 0.01$ ) en todas las variables (Cuadro 2), los coeficientes de determinación fueron cercanos al 100 % y los de variación muy reducidos, lo cual indicó que los experimentos realizados fueron confiables.

Cuadro 2. Análisis de varianza para las variables evaluadas en el presente estudio.

Variable	Coefficiente de determinación (%)	Coefficiente de variación (%)	Cuadrado medio de tratamientos	Cuadrado medio del error	Significancia
PRO	97	1.8	3.59	0.03	**
ALM	90	0.88	8.46	0.38	**
IF	99	3.52	2588.93	5.8	**
ANT	99	0.99	37794.28	11.85	**

\*\* = Altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ).

Con base en lo antes expuesto, se procedió a efectuar la comparación estadística de las medias de tratamientos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de medias de tratamientos (Tukey,  $p \leq 0.05$ ), para las variables evaluadas en el estudio.

Genotipo	PRO (%)	ALM (%)	IF (%)	ANT ( $\mu\text{g Pel/g}$ )
A	11.41 a	67.46 b	86.00 b	178.63 e
B	8.36 c	67.69 b	84.33 b	366.46 c
C	9.51 b	70.34 a	94.67 a	431.09 b
D	9.65 b	71.27 a	53.33 c	299.65 d
E	9.55 b	69.87 a	24.00 d	458.14 a
CME	0.03	0.38	5.8	11.85
DMSH	0.47	1.65	6.47	9.25

En columnas, letras distintas indicaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). CME = Cuadrado medio del error. DMSH = Diferencia mínima significativa honesta.

Se apreció que los genotipos se comportaron muy disímolos entre sí desde las mismas líneas endogámicas (A, B y C). En PRO, la línea A ocupó el primer nivel de significancia, seguida por C y B; en las variables ALM, IF y ANT, los valores mayores fueron para la C y después para B y A.

En la cruce simple del híbrido (Genotipo D), los contenidos de PRO y de ALM permanecieron estadísticamente iguales a los del progenitor masculino de esta cruce, que es la línea C (L12); en tanto que el IF se redujo significativamente en comparación con las líneas involucradas en dicha cruce (B y C). El contenido de ANT de esta cruce simple resultó estadísticamente menor al de las líneas participantes en ella; sin embargo, esta variable se elevó sustancialmente en la cruce trilineal, es decir, la incorporación de L3, como progenitor masculino, a la cruce simple (D) (Cuadro 1), confirió significativamente mayor cuantía del pigmento en la cruce trilineal (E).

El contenido de PRO en las cruces D y E fue menor que el promedio de las tres líneas, mientras que el IF disminuyó drásticamente ( $p \leq 0.05$ ) de las líneas a las referidas cruces; esto es, con los cruzamientos aumentó la dureza del grano y se redujo el contenido proteico. Está demostrado que los maíces con endospermo suave o harinoso presentan menor contenido de proteína (Salinas *et al.*, 1992); sin embargo, este hecho no se detectó en el análisis de correlación efectuado, lo cual se discute en líneas posteriores.

Los valores de PRO e IF se redujeron significativamente en las cruces (D y E) con respecto a las líneas y, de manera opuesta, los valores de ALM y ANT se elevaron. Este comportamiento denotó que las semillas de las cruces alcanzaron menos proteína que sus respectivas líneas, pero resultaron más duras y con mayor acumulación de ALM y ANT.

En la correlación lineal (Cuadro 4) solo se detectó significancia estadística entre PRO y ANT con un coeficiente negativo (-0.69\*\*), esto indicó la incompatibilidad de tener cantidades elevadas de ambos componentes químicos, al menos en los genotipos que conforman el híbrido de endospermo azul manejado en este estudio (Drácula H 13). Desde el punto de vista del mejoramiento genético es conveniente conocer este comportamiento; sin embargo, su manejo es complicado y los reportes sobre maíces azules son escasos en este sentido.

Cuadro 4. Coeficientes de correlación lineal para las variables evaluadas en el presente estudio.

	PRO	ALM	IF	ANT
PRO	1.0	-0.17 ns	0.09 ns	-0.69 **
ALM		1.0	-0.40 ns	0.42 ns
IF			1.0	-0.35 ns
ANT				1.0

\*\* = Altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ).

A excepción de la ya mencionada asociación negativa y significativa que resultó entre PRO y ANT, los resultados de correlación obtenidos (Cuadro 4) denotaron que no existió interdependencia entre los caracteres fisicoquímicos restantes (PRO, ALM e IF), esto se ha establecido también por otros autores (Salinas *et al.*, 1992); aunque para granos de maíz blanco.

#### 4. CONCLUSIONES

Las semillas de las cruza simple y trilineal del Híbrido Drácula H13 presentaron menor contenido proteico que sus respectivas líneas; sin embargo, fueron más duras y tuvieron mayor proporción de almidón y de antocianinas.

De acuerdo con la correlación negativa y significativa (-0.69 \*\*) obtenida entre proteínas y antocianinas, estos componentes variaron de manera inversa en la secuencia de genotipos evaluada; por tanto, en la cruza trilineal se tuvo el nivel menor de proteínas, pero la mayor cantidad de antocianinas, este resultado fue relevante para la meta de desarrollar híbridos azules.

La cruza trilineal, que es propiamente el híbrido Drácula H 13, expresó semillas con mayor dureza, lo que se traduce en mayor rendimiento, y mayor contenido de antocianinas y almidón.

## BIBLIOGRAFÍA

Aragón-Cuevas, F.; Cárdenas F., J. de D.; Zárate M., F.; Arellano-Vázquez, J.L.; Gaytán, M. 2012. Calidad Industrial de Maíces Nativos de la Sierra Sur de Oaxaca. Oaxaca, México.

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 cruces. IDESIA (Chile) 39(3): 75-82.

Arellano-Vázquez, J.L.; Gutiérrez-Hernández, G.F.; Rojas-Martínez, I.; Fernández-Sosa, R. 2023<sup>a</sup>. Híbridos de maíz azul para localidades de alto, mediano y bajo potencial productivo del altiplano central de México. XIII Reunión Nacional de Investigación Agrícola. Memoria. Chihuahua, Chih. México. pp. 526-528.

Arellano-Vázquez, J.L.; Gutiérrez-Hernández, G.F.; Rojas-Martínez, I.; Fernández-Sosa, R. 2023<sup>b</sup>. Vampiro H 12 híbrido de maíz azul de madurez intermedia y grano semicristalino para áreas de temporal y riego del altiplano central de México. XIII Reunión Nacional de Investigación Agrícola. Memoria. Chihuahua, Chih. México. pp. 529-531.

Arellano-Vázquez, J.L.; Rojas-Martínez, I.; Fernández-Sosa, R. 2023<sup>c</sup>. Vampiro H 10 híbrido de maíz azul madurez intermedia grano harinoso para áreas de temporal y riego del altiplano central de México. XIII Reunión Nacional de Investigación Agrícola. Memoria. Chihuahua, Chih. México. pp. 745-748.

Arriaga-Pérez, W; Gaytán-Martínez, M.; Reyes-Vega, M.L. 2019. Métodos para medir la dureza del grano de maíz: Review. DIGIT\L CIENCI\@U\QRO. ISSN: 2395-8847 (12) 2. Julio-diciembre. pp. 67-78.

CIMMYT SADER ASERCA. Determinación de calidad de semilla de maíz. 2019. Claridades agropecuarias 291. 72 pp. ISSN 0188-9974.

Damián-Medina, K.; Salinas-Moreno, Y.; Milenkovic, D.; Figueroa-Yáñez, L.; Marino-Marmolejo, E.; Higuera-Ciapara, I.; Vallejo-Cardona, A.; Lugo-Cervantes, E. 2020. *In silico* analysis of antidiabetic potential of phenolic compounds from blue corn (*Zea mays* L.) and black bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Heliyon 6, e03632. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03632>.

FAOSTAT. 2026. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QV,2026>. Consultado 31 mayo 2026.

Galicia, L.; Miranda, A.; Gutiérrez, M.G.; Custodio, O.; Rosales N., A.; Ruiz R., S.; Palacios R., N. 2012. Laboratorio de Calidad Nutricional de Maíz y Análisis de Tejido Vegetal. Protocolos de Laboratorio. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México, D.F. 50 p.

Gaytán-Martínez, M.; Figueroa-Cárdenas, J.D.; Reyes-Vega, M.L.; Morales-Sánchez, E.; Rincón-Sánchez, F. 2013. Maize landraces selection for industrial end-use based on their added value. Revista Fitotecnia Mexicana, 36[Suppl.3]: 339-346.

Kucheryavskiy, S.V.; Williams, P.J. 2016. Classification of objects on hyperspectral images – further method development. Abstract from International conference in spectral imaging, Chamonix-Mont-Blanc, France.

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> (consultado 9 diciembre 2023).

Salinas M., Y.; Arellano V., J.L. Martínez B., F. 1992. Propiedades físicas, químicas y correlaciones de maíces híbridos precoces para valles altos. In: Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Sociedad Latinoamericana de Nutrición. (42) 2: 161-167. Ven. ISSN: 0004-0622.

Salinas M., Y.; Pérez H., P. 1997. Calidad nixtamalera-tortillera en maíces comerciales de México. Rev Fitotec Mex 20: 121-136.

Salinas Moreno, Y.; Aragón Cuevas, F.; Ybarra Moncada, C.; Aguilar Villarreal, J.; Altunar López, B.; Sosa Montes, E. 2013. Caracterización física y composición química de razas de maíz de grano azul/morado de las regiones tropicales y subtropicales de Oaxaca. Rev Fitotec Mex Vol. 36 (1): 23 – 31.

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

Shah, T.R.; Prasad, K.; Kumar, P. 2016. Maize a potential source of human nutrition and health: A review. Cogent Food Agric 2, 1166995. <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1166995>.

Singh, J. Field Manual of Maize Breeding Procedures; Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Rome, Italy, 1987; 209p.

## 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

Aceites esenciales 136, 137, 140, 142, 143, 144, 150, 151, 153, 158, 160

Ácidos orgánicos 136, 137, 139, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 153

Actitudes ambientales 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33

Actividad antimicrobiana 137, 145, 147, 148

Acuicultura 163, 164, 169, 171, 178, 192, 204

Agricultura 1, 2, 4, 6, 22, 23, 35, 45, 64, 65, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 109, 110, 131, 135

Agricultura sostenible 2, 35

Agroecología 1, 2, 4, 5, 22

Alimento vivo 162, 163, 164, 175, 190, 192

Almidón 113, 115, 116, 119, 135, 192

Antocianinas 113, 114, 115, 117, 119, 120, 122, 123, 131, 135

### B

Bioestimulante 51, 64

Biofloc 162, 173, 175, 190, 191, 192, 200, 201, 202, 203, 204

Biomasa 36, 66, 134, 164, 176, 177, 178, 184, 185, 186, 187, 191, 194

Burkholderia cepacia 162, 163, 165, 166, 175, 176, 178, 190, 191, 193, 194

### C

Características físicas 123, 124, 135

### D

Daphnia magna 169, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 179, 184, 187, 188, 189

Daphnia pulicaria 162, 163, 169, 171

Desarrollo sustentable 25, 27, 28, 33

Difusión 97, 99, 100, 103, 104, 106, 108, 111

Dureza de grano 113

### E

Educación ambiental 25, 27, 28, 31, 32

### F

Fuentes de carbono 162, 163, 164, 165, 167, 171, 175, 176, 178, 181, 182, 184, 186, 190, 192,

193, 201, 202, 204

## G

Germinación 95, 128, 130, 135

## H

Huella genómica 123, 124, 125, 129, 130, 132

Humus sólido y líquido 51

## I

Identidad genética 122, 130, 132

Innovaciones 97, 99, 100, 101, 103, 104, 106

Integridad intestinal 137, 152

Inteligencia Artificial 97, 100, 102

In vitro culture 87, 88

## L

Larvicultura 176, 187

## M

Macroalga 162, 163, 165, 167, 168, 192

Maíz azul 113, 114, 115, 116, 120, 122, 123, 124, 129, 131, 132, 135

Microalgas 164, 165, 169, 175, 176, 177, 178, 179, 184, 185, 186

Microbioma intestinal 1, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 20, 21, 143, 150, 170

Morphology 69, 156, 157, 160, 161

## N

Nutrición sostenible 35

Nutrientes 14, 20, 34, 36, 37, 41, 44, 47, 50, 51, 52, 59, 63, 64, 139, 143, 149, 151, 153, 169, 178, 185, 201, 202

## O

Olive tree 69, 70, 71, 85

Oreochromis niloticus 172, 188, 190, 191, 192, 202, 203, 204

Oxidation 87, 159

## P

PCA 69, 71, 84

Physio-biochemical 69, 83, 84

Pinus 87, 88, 94, 95, 96

Plaguicidas 1, 4, 5, 6, 8, 15, 18, 19

Precisión 51, 97, 98, 100, 101, 102, 110, 111, 112

Problemática ambiental 25, 27, 28, 31

Producción de arroz 34, 35

Proteína 15, 53, 58, 65, 113, 115, 116, 118, 139, 140, 144, 145, 146, 177, 185, 191, 192

## R

Rendimiento de arroz 35

Rendimiento productivo 136, 137, 138, 150, 152, 153

## S

Salud 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 13, 14, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 27, 35, 36, 37, 122, 123, 137, 138, 139, 142, 146, 150, 151, 152, 153, 202

Salud del suelo 35, 36, 37

Seeds 87, 88, 89, 91, 92, 114, 123, 130

Steppe 69, 80, 84

Suelos de Monteria 35

Sulfato de calcio 51, 53

Sulfato de Potasio 51, 53, 58

## U

Uso de biofertilizantes 35

## Z

Zea mays 113, 114, 120, 122, 123, 128, 130, 135

Zea mays L. 113, 114, 120, 122, 123, 128, 135



**EDITORA  
ARTEMIS**  
2026