

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 Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores.

Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

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

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, Estados Unidos



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

SOBRE O ORGANIZADOR.....205

ÍNDICE REMISSIVO206

CAPÍTULO 13

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)

Data de submissão: 01/06/2026

Data de aceite: 16/06/2026

Jorge Castro Mejía

División de Ciencias Biológicas y de la Salud¹
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Xochimilco
Ciudad de México, CDMX, México
<https://orcid.org/0000-0002-5632-2581>

Germán Castro Mejía

División de Ciencias Biológicas y de la Salud¹
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Xochimilco
Ciudad de México, CDMX, México
<https://orcid.org/0000-0003-3007-1005>

José Antonio Mata Sotres

División de Ciencias Biológicas y de la Salud¹
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Xochimilco
Ciudad de México, CDMX, México
<https://orcid.org/0000-0001-5817-3025>

María del Carmen Monroy Dosta

División de Ciencias Biológicas y de la Salud¹
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Xochimilco
Ciudad de México, CDMX, México
<https://orcid.org/0000-0002-1856-0511>

Andrés Elías Castro Castellón

División de Ciencias Biológicas y de la Salud¹
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Xochimilco
Ciudad de México, CDMX, México
<https://orcid.org/0000-0001-7696-2597>

Arnulfo Misael Martínez Meingüer

División de Ciencias Biológicas y de la Salud¹
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Xochimilco
Ciudad de México, CDMX, México
<https://orcid.org/0000-0002-6255-4901>

José Alberto Ramírez Torrez

División de Ciencias Biológicas y de la Salud¹
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Xochimilco
Ciudad de México, CDMX, México
<https://orcid.org/0000-0002-3321-6604>

RESUMEN: Se utilizaron cinco alimentos inertes (salvado de trigo, levadura, frijol, arroz y rábano) combinados con dos microalgas (*Chlorella vulgaris* y *Navicula spp*), sobre la densidad poblacional y potencial reproductivo de *Daphnia magna* en tinas de 120 L (20°±2°C) y 180 L (23°±2°C), durante 42 días. Además, se incorporó la bacteria *Burkholderia cepacia* para fermentar las fuentes de carbono. Los resultados mostraron que el tratamiento con rábano produjo la mayor densidad poblacional en ambos sistemas: 1.774.981

¹Depto. El Hombre y su Ambiente, Laboratorio de Producción de Alimento Vivo y Biofloc. Cal. del Hueso No.1100. Alcaldía Coyoacan. CP. 04960. Ciudad de México, México.

organismos (9.861 org/L) en tinas de 120 L y 2.750.017 organismos (15.278 org/L) en tinas de 180 L. El frijol presentó los valores más bajos (378.732 y 784.374 organismos respectivamente). El análisis estadístico (ANDEVA) reveló diferencias significativas entre todos los tratamientos ($P < 0.001$). En cuanto al potencial reproductivo, el rábano también destacó con la mayor tasa de reproducción (R_0 : 3.549 en 120 L; 5.499 en 180 L) y la tasa instantánea de crecimiento más alta (r : 0,42 y 0,44 respectivamente). El tiempo generacional fue similar en todos los tratamientos (~19,5 días). Las temperaturas más altas (23°C) favorecieron mayores densidades poblacionales. Se concluye que el uso de fuentes de carbono terrestres fermentadas, combinadas con microalgas y bacterias probióticas, permite producir biomasa de *D. magna* de manera económica y eficiente, reduciendo la dependencia de alimentos vivos costosos como *Artemia*, manteniendo la calidad nutricional necesaria para la larvicultura de peces y crustáceos.

PALABRAS CLAVE: *Daphnia magna*; *Burkholderia cepacia*; fuentes de carbono; microalgas; biomasa; larvicultura.

POPULATION DENSITY AND PRODUCTIVE POTENTIAL OF *Daphnia Magna* USING FIVE INERT FOODS (WHEAT BRAN, YEAST, BEAN, RICE, AND RADISH) AND TWO MICROALGAE (*Chlorella vulgaris* and *Navicula spp.*) IN 120-L TANKS (20 ± 2 °C) AND 180-L TANKS (23 ± 2 °C)

ABSTRACT: Five inert feeds (wheat bran, yeast, bean, rice, and radish) combined with two microalgae (*Chlorella vulgaris* and *Navicula spp.*) were evaluated for their effect on the population density and reproductive potential of *Daphnia magna* in 120 L tanks (20 ± 2 °C) and 180 L tanks (23 ± 2 °C) over a 42-day period. In addition, the bacterium *Burkholderia cepacia* was incorporated to ferment the carbon sources. The results showed that the treatment with radish produced the highest population density in both systems: 1,774,981 organisms (9,861 org/L) in 120 L tanks and 2,750,017 organisms (15,278 org/L) in 180 L tanks. The bean treatment showed the lowest values, with 378,732 and 784,374 organisms, respectively. Statistical analysis (ANOVA) revealed significant differences among all treatments ($P < 0.001$). Regarding reproductive potential, radish also stood out with the highest reproductive rate (R_0 : 3.549 in 120 L; 5.499 in 180 L) and the highest instantaneous growth rate (r : 0.42 and 0.44, respectively). Generation time was similar across all treatments (~19.5 days). Higher temperatures (23 °C) favored greater population densities. It is concluded that the use of fermented terrestrial carbon sources, combined with microalgae and probiotic bacteria, allows the economical and efficient production of *D. magna* biomass, reducing dependence on costly live feeds such as *Artemia*, while maintaining the nutritional quality required for fish and crustacean larviculture.

KEYWORDS: *Daphnia magna*; *Burkholderia cepacia*; carbon sources; microalgae; biomass; larviculture.

1. INTRODUCCIÓN

Los alevines de peces, así como larvas de crustáceos dependen exclusivamente de presas vivas durante sus primeras fases de vida, debido que poseen un sistema digestivo inmaduro, que carece de las enzimas suficientes (Cahu y Infante, 2001; Kolkovski, 2001).

Sin embargo, el problema se encuentra en la formulación de dietas económicas, de fácil obtención, y capaces de sostener altas tasas de crecimiento y reproducción. Es aquí en donde entra el cultivo de este cladóceros *Daphnia magna*, debido a la capacidad de poseer un 45-70% de proteína y 11-27% de lípidos (Macedo y Pinto-Coelho, 2001), además de ser una fuente natural de enzimas digestivas, vitaminas y minerales esenciales que los alimentos inertes no pueden igualar (Conceição et al., 2010; Radhakrishnan et al., 2020).

Tradicionalmente, se han utilizado dietas únicas (monodietas) para el cultivo de cladóceros, como microalgas (*Scenedesmus*, *Chlorella*, *Euglena*), levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) o subproductos orgánicos (estiércol bovino, harinas vegetales). Las microalgas vivas pueden aportar proteínas con diferentes concentraciones, pero lo más importante son los ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs), incluyendo EPA (C20:5n-3) y DHA (C22:6n-3), que son esenciales para el desarrollo de los peces (Brett y Müller-Navarra, 1997; Eryalçın y Zeybek, 2025). No obstante, el cultivo de microalgas requiere infraestructura, personal calificado y condiciones controladas, lo que incrementa los costos operativos (Becker, 2004). Por otro lado, la levadura es de bajo costo y fácil de almacenar, pero deficiente en ácidos grasos altamente insaturados (HUFAs), lo que limita su capacidad para sostener poblaciones densas y nutricionalmente completas (Turcihan et al., 2022). Los subproductos como el estiércol bovino, aunque abundantes y baratos, pueden presentar variabilidad en su composición y riesgos microbiológicos si no se procesan adecuadamente (Bezerra et al., 2021).

Frente a estas limitaciones, las dietas mixtas han demostrado ser superiores. Khan et al. (2020) encontraron que la combinación de levadura (50 g/L) con agua verde (25 mL/L) produjo la mayor densidad poblacional de *D. magna* (207,1 ind/L) en comparación con dietas simples. De manera similar, Bezerra et al. (2021) reportaron que la mezcla de la microalga *Scenedesmus acuminatus* con estiércol bovino generó una biomasa total de 1032,37 g, muy por encima de la obtenida con cada componente por separado. Esta sinergia se explica porque las microalgas aportan HUFAs y proteínas de alta calidad, mientras que la levadura o el estiércol proveen vitaminas del complejo B, carbohidratos y nitrógeno orgánico que estimulan la actividad de filtración y la reproducción partenogenética (Herawati et al., 2015; Lari et al., 2018). Además, la suplementación con fuentes ricas en aminoácidos esenciales (arginina, histidina, treonina) favorece la reproducción continua y previene la formación de huevos de resistencia (efipios), según lo demostrado por Fink et al. (2011) y Koch et al. (2011, 2012) en *Daphnia*.

Aunque se sabe que el uso de microalgas vivas o levadura activa presentan ventajas como la posibilidad de mantenerse en la columna de agua y disponible

permanentemente para los cladóceros; no se degradan rápidamente ni generan contaminación orgánica severa; y se conservan sus enzimas y nutrientes bioactivos en todo momento, no obstante, los alimentos inertes ofrecen ventajas logísticas importantes: mayor vida útil, estandarización nutricional y facilidad de manejo. Eryalçin y Zeybek (2025) evaluaron cuatro productos microalgales comerciales (Algome®, Naturiga®, AlgomeGrow®, ProteinPlus®) y encontraron que la dieta ProteinPlus® (rica en DHA, 34,88% del total de ácidos grasos) logró la mayor supervivencia (68%) en *D. magna*, mientras que la dieta Naturiga® (con *Spirulina platensis* seca) elevó el contenido proteico de los cladóceros a 55,66%. Estos resultados indican que los alimentos inertes, si están bien formulados, pueden igualar o incluso superar a ciertos alimentos vivos en parámetros específicos. Además, la combinación de ambos tipos (co-alimentación o co-feeding) ha mostrado resultados prometedores: mezclar microalgas vivas con dietas secas permite aprovechar lo mejor de ambas (Lazo et al., 2000; Cahu y Infante, 2001).

Actualmente, el uso de fuentes de carbono se ha comenzado a estudiar para el cultivo de este pequeño crustáceo, las cuales deben de ser secadas y pulverizadas para su posterior fermentación y por consiguiente, la aplicación de la biomasa bacteriana resultante. Esta biomasa resultante heterótrofa con capacidad probiótica no solamente permite el uso de los compuestos nitrogenados del sistema producidos, sino el de incorporación de otras sustancias nutricionales para el mejoramiento en el crecimiento de las poblaciones como lo son vitaminas (complejo B) y ácidos grasos esenciales.

Por lo anterior, es importante considerar el manejo de estos crustáceos útiles para la acuicultura de peces y crustáceos en sus primeros estadios, utilizando fuentes de carbono de origen terrestre fácil de conseguir como lo es el salvado de trigo, levadura, frijol, arroz y rábano, los cuales son ricos en vitamina B₁₂, junto con el suministro de una combinación de microalga verde y parda, ricas en ácidos grasos esenciales.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. PREPARACIÓN DE BURKHOLDERIA CEPACIA

Previo a la introducción de los cladóceros, en las tinas de cultivo se colocaron 200 mL del cultivo de la cepa bacteriana *Burkholderia cepacia* en 1 L de Caldo de Soya Tripticaseina marca BDBioxon® para incrementar su densidad. De este cultivo, se tomaron 300 mL por tratamiento experimental y se agregaron 30 mL de la fuente de carbono para las tinas de 120 L y 50 mL para las tinas de 180 L. En estas condiciones, se mantuvieron los tratamientos durante 1 semana.

2.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizaron 500 organismos adultos de *Daphnia magna* por tratamiento experimental (salvado de trigo, levadura, frijol, arroz y rábano). Los organismos fueron introducidos en tinas de 120 L y 180 L. Los recipientes de 120 L se pusieron a una temperatura de $20^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ y las tinas de 180 L a $23^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$. En ambas tinas de cultivo el pH se mantuvo en un rango entre 7.9 a 8.1. Se introdujo una fuente de aire y luz 12:12 durante 42 días.

2.3. PREPARACIÓN DEL ALIMENTO INERTE

El salvado de trigo, el arroz, el frijol y el rábano fue deshidratado durante 24 horas a 60°C , para posterior ser pulverizados en un molino eléctrico, y almacenados en frascos de vidrio. De cada tratamiento experimental (rábano: *Raphanus sativus*, la levadura: *Saccharomyces cerevisiae*, el salvado de trigo: *Triticum aestivum* L), el frijol: *Phaseolus vulgaris*, y el arroz: *Oryza sativa* se tomaron 50 g los cuales se colocaron en un recipiente con 200 mL de agua en una licuadora durante tres minutos. La mezcla se pasó por un tamiz de $20\ \mu\text{m}$ y del líquido obtenido, se tomarán 30 mL para las tinas de 120 L y 50 mL para las tinas de 180 L. Este alimento fue suministrado cada tercer día.

2.4. CULTIVO DE MICROALGAS

Además del alimento inerte, se suministraron las microalgas en partes iguales de *Chlorella vulgaris* y *Pinnularia* sp. Cada tercer día se suministraron 1 L de microalga verde y 1 L de microalga parda. Los cultivos se realizaron en recipientes de 20 L de plástico con luz y aireación continua y una temperatura entre $19\text{-}21^{\circ}\text{C}$. Como fertilizante para la microalga *Chlorella vulgaris* se utilizaron 1.5 mL de Triple 17 (N, P, K) (solución de 200 g Triple 17 en 500 mL de agua) y 1.5 mL de Bayfolan® (solución 1 kg en 4 L de agua). Para la microalga *Pinnularia* sp. se utilizaron 1.5 mL de Triple 17 y 1.5 mL de silicato de sodio heptahidratado. Para ambas microalgas se agregaron $\frac{1}{4}$ de cucharadita de bicarbonato de sodio (NaHCO_3).

2.5. DENSIDAD POBLACIONAL

Cada tercer día, se tomaron 10 L de agua, se tamizaron por un tamiz de $20\ \mu\text{m}$ y la población obtenida se colocó en 1 L de agua. De este litro de agua se tomaron 10 muestras de 10 mL para realizar un conteo y promedio de la población.

2.6. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para obtener la estadística descriptiva de la densidad de organismos por muestreo, los valores se introdujeron en una base de datos de Excel 2016 y obtener sus curvas de crecimiento. El potencial reproductivo de la población se obtuvo utilizando las siguientes fórmulas.

Para obtener la tasa de reproducción (R_0) se utilizó:

$$R_0 = \sum l_x * m_x$$

Donde:

l_x : Proporción de sobrevivencia en cada fase

m_x : Organismos producidos por cada individuo superviviente en cada fase

Para obtener el tiempo generacional de la cohorte (T_c) se utilizó:

$$T_c = \frac{\sum x * l_m * m_x}{R_0}$$

Donde:

x = Día de muestreo

l_x = Proporción de sobrevivencia en cada fase

m_x = organismos producidos por cada hembra

R_0 = Tasa de reproducción

Para obtener la tasa instantánea de crecimiento (r) se utilizó:

$$r = \frac{\text{Log}_e R_0}{T_c}$$

Donde:

$\text{Log}_e R_0$ = Logaritmo base e de la tasa de reproducción

T_c = tiempo generacional de la cohorte

2.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) de un factor para determinar las diferencias existentes entre los tratamientos con respecto a la densidad poblacional, tanto en las tinas de 120 L, como en las de 180 L. Al encontrar diferencias significativas ($P < 0.05$), se realizó una prueba de medias múltiples con la ayuda de la prueba de Tukey, para determinar entre qué tratamientos existe la diferencia significativa.

3. RESULTADOS

Tinas de 120 L (20°±2°C)

En la Tabla 1 se presenta la información de la densidad de los organismos por tratamientos con las cinco fuentes de carbono suministradas y microalga.

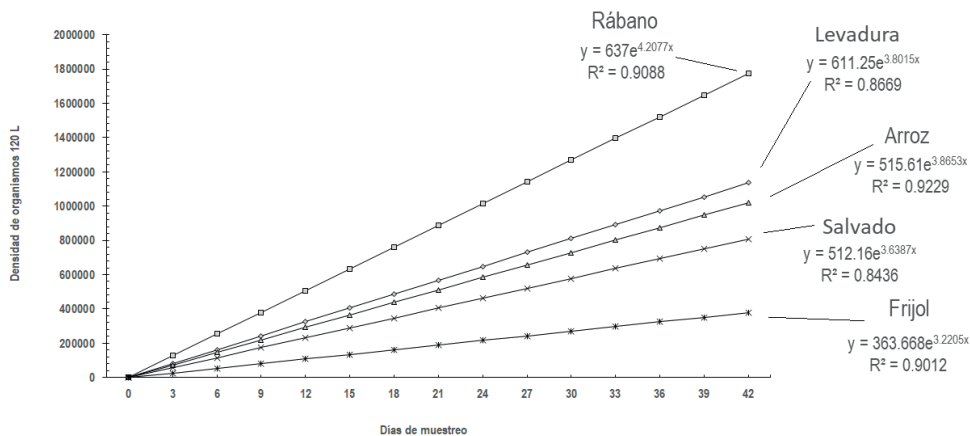
Tabla 1.- Densidad poblacional promedio (±D.S.) de *D. pulicaria* en los cinco tratamientos experimentales.

Muestreo	Tratamiento experimental									
	Rábano		Levadura		Arroz		Salvado		Frijol	
0	500	±30	500	±35	500	±14	500	±27	500	±20
3	126784	±153	81147	±120	72946	±222	57806	±346	27052	±315
6	253569	±144	162294	±298	145891	±298	115612	±112	54105	±194
9	380353	±310	243441	±225	218837	±211	173418	±351	81157	±118
12	507137	±138	324588	±223	291782	±269	231224	±328	108209	±294
15	633922	±340	405735	±296	364728	±186	289030	±355	135261	±274
18	760706	±166	486882	±279	437673	±213	346835	±309	162314	±144
21	887490	±348	568030	±299	510619	±270	404641	±158	189366	±224
24	1014275	±145	649177	±171	583564	±326	462447	±288	216418	±321
27	1141059	±242	730324	±283	656510	±356	520253	±321	243471	±280
30	1267843	±255	811471	±129	729455	±346	578059	±221	270523	±335
33	1394628	±179	892618	±147	802401	±134	635865	±121	297575	±255
36	1521412	±254	973765	±281	875347	±301	693671	±111	324627	±294
39	1648196	±356	1054912	±257	948292	±337	751477	±169	351680	±334
42	1774981	±219	1136059	±314	1021238	±179	809283	±116	378732	±216

Como se puede observar en la Tabla 1, el tratamiento con Rábano fue el que obtuvo la mayor densidad de organismos con 1,774,981±219 org en 180 L, dando una densidad de 9,861 org L⁻¹. Siendo el tratamiento de Frijol con menor densidad con 378,732 org 180 L⁻¹, con una densidad por litro de 2,104 org. El análisis de ANDEVA señala que entre todos los tratamientos hay diferencias significativas (P<0.001).

Las curvas de crecimiento y sus fórmulas se muestran en la Fig.1.

Fig.1. Curvas de crecimiento de la densidad de organismos de *D.pulicaria* en los cinco tratamientos experimentales en tinas de 120 L (20°±2°C).



En la Tabla 2 se presentan los valores del potencial reproductivo de los cinco tratamientos experimentales con *D. pulicaria*.

Tabla 2.- Valores promedio del potencial reproductivo de las poblaciones de *D. pulicaria* bajo los cinco tratamientos experimentales de fuente de carbono y microalga.

Variable reproductiva	Tratamiento experimental				
	Rábano	Levadura	Arroz	Salvado	Frijol
Tasa de reproducción (Ro)	3549	2271	2041	1618	756
Tiempo generacional de la cohorte (Tc)	19.51	19.51	19.51	19.51	19.53
Tasa instantánea de crecimiento (r)	0.42	0.40	0.39	0.38	0.34

Como se puede observar en la Tabla 2, el tratamiento con Rábano fue el que dio los mejores resultados en cuanto a potencial reproductivo de la población ya que cada hembra en promedio puede llegar a producir hasta 3,549 individuos y una mejor tasa de crecimiento (0.42). El tratamiento con valores menores fue el de Frijol con 756 organismos producidos por hembra y una tasa de crecimiento de 0.34. Se puede observar que la tasa de crecimiento de los tratamientos levadura, arroz, y salvado fueron semejantes. En lo que respecta al tiempo generacional de la cohorte, todos los tratamientos experimentales presentaron semejante valor (19.5 días).

Tinas de 180 L (23°±2°C)

En la Tabla 3 se presenta la información de la densidad de los organismos por tratamientos con las cinco fuentes de carbono suministradas y microalga.

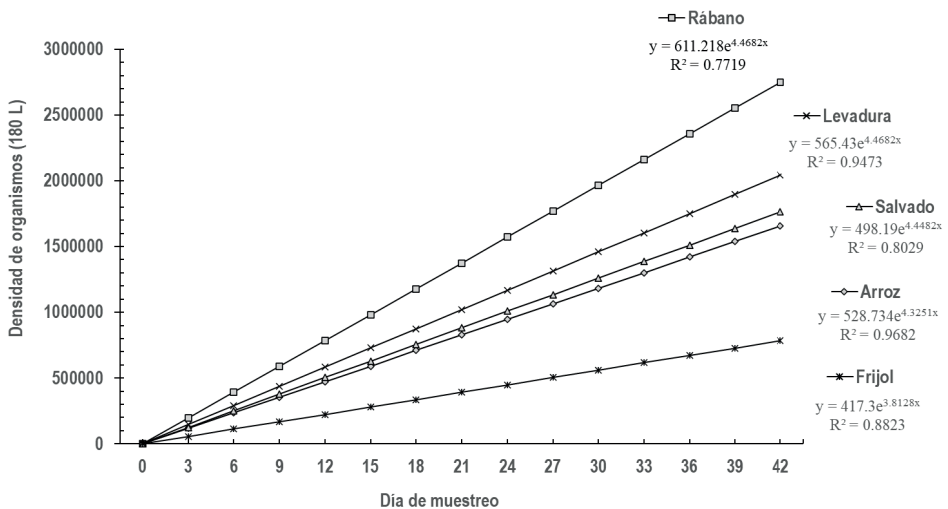
Tabla 3.- Densidad poblacional promedio (\pm D.S.) de *D. pulicaria* en los cinco tratamientos experimentales.

Muestreo	Tratamiento experimental									
	Rábano		Levadura		Arroz		Salvado		Frijol	
0	500	± 38	500	± 28	500	± 43	500	± 43	500	± 50
3	196430	± 169	145913	± 265	118303	± 500	126023	± 209	56027	± 452
6	392860	± 479	291826	± 361	236605	± 591	252046	± 359	112053	± 517
9	589289	± 535	437738	± 469	354908	± 510	378069	± 571	168080	± 552
12	785719	± 401	583651	± 352	473210	± 381	504093	570	224107	± 303
15	982149	± 212	729564	± 196	591513	± 282	630116	± 328	280133	± 198
18	1178579	± 235	875477	± 180	709815	± 290	756139	± 295	336160	± 447
21	1375008	± 301	1021390	± 225	828118	± 310	882162	± 196	392187	± 442
24	1571438	± 534	1167303	± 380	946420	± 426	1008185	± 288	448214	± 389
27	1767868	± 221	1313215	± 432	1064723	± 356	1134208	± 514	504240	± 353
30	1964298	± 219	1459128	± 331	1183025	± 307	1260231	± 215	560267	± 178
33	2160728	± 233	1605041	± 504	1301328	± 494	1386254	± 589	616294	± 394
36	2357157	± 265	1750954	± 484	1419630	± 590	1512278	± 320	672320	± 272
39	2553587	± 367	1896867	± 548	1537933	± 524	1638301	± 298	728347	± 283
42	2750017	± 278	2042780	± 393	1656235	± 545	1764324	± 192	784374	± 250

Como se puede observar en la Tabla 3, el tratamiento con Rábano fue el que obtuvo la mayor densidad de organismos con 2,750,017 \pm 278 org en 180 L, dando una densidad de 15,278 org L⁻¹. Siendo el tratamiento de Frijol con menor densidad con 784,374 org 180 L⁻¹, con una densidad por litro de 4,358 org. El análisis de ANDEVA señala que entre todos los tratamientos hay diferencias significativas (P<0.001).

Las curvas de crecimiento y sus fórmulas se muestran en la Fig.2.

Fig.2. Curvas de crecimiento de la densidad poblacional de *D. pulicaria* en los cinco tratamientos experimentales.



En la Tabla 4 se presentan los valores del potencial reproductivo de los cinco tratamientos experimentales con *D. pulicaria*.

Tabla 4.- Valores promedio del potencial reproductivo de las poblaciones de *D. pulicaria* bajo los cinco tratamientos experimentales de fuente de carbono y microalga.

Variable reproductiva	Tratamiento experimental				
	Rábano	Levadura	Arroz	Salvado	Frijol
Tasa de reproducción (Ro)	5499	4085	3311	3528	1568
Tiempo generacional de la cohorte (Tc)	19.50	19.50	19.51	19.51	19.51
Tasa instantánea de crecimiento (r)	0.44	0.43	0.42	0.42	0.38

Como se puede observar en la Tabla 4, el tratamiento con Rábano fue el que dio los mejores resultados en cuanto a potencial reproductivo de la población ya que cada hembra en promedio puede llegar a producir hasta 5,499 individuos y una mejor tasa de crecimiento (0.44). El tratamiento con valores menores fue el de Frijol con 1568 organismos producidos por hembra y una tasa de crecimiento de 0.38. Se puede observar que la tasa de crecimiento de los tratamientos levadura, arroz, y salvado fueron semejantes. En lo que respecta al tiempo generacional de la cohorte, todos los tratamientos experimentales presentaron semejante valor (19.5 días).

4. DISCUSIÓN

El cultivo de *Daphnia magna* en el laboratorio depende de la disponibilidad de dietas, sean el uso de microalgas vivas o dietas inertes como diferentes fuentes de carbono, deben de satisfacer los requerimientos nutricionales, especialmente en términos de proteínas, lípidos y ácidos grasos esenciales (Lampert y Brendelberger, 1996; Kilham et al., 1997). Sin embargo, el alto costo y la limitada disponibilidad de alimentos vivos como las microalgas y las levaduras han impulsado la búsqueda de fuentes alternativas económicas y localmente accesibles (Khan et al., 2020; Radhakrishnan et al., 2020). Los resultados de los estudios aquí analizados demuestran que las dietas mixtas o suplementadas con diferentes fuentes de carbono que permitan la producción de una biomasa bacteriana con ciertas características probióticas pueden mejorar significativamente el crecimiento, la supervivencia y el perfil nutricional de *D. magna* en comparación con dietas simples o la ausencia de alimentación.

Khan et al. (2020) observaron que la combinación de levadura (50 g/L) más agua verde (25 mL/L) produjo la mayor densidad poblacional de *D. magna* (207,1 ind/L), superando ampliamente al control sin alimento (23,8 ind/L) y a la dieta Tygb (levadura +

arveja + harina). Este patrón coincide con lo reportado por Bezerra et al. (2021), donde la dieta mixta (microalga *Scenedesmus acuminatus* + estiércol bovino) generó una biomasa total de 1032,37 g, muy superior a la obtenida solo con microalga (473,13 g) o solo con estiércol (245,79 g). La mejora observada con dietas combinadas se atribuye a un efecto sinérgico: mientras que las microalgas aportan proteínas de alta calidad y ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs), los suplementos orgánicos como la levadura o el estiércol proveen vitaminas del complejo B, carbohidratos y nitrógeno orgánico que estimulan la reproducción partenogénica y la tasa de filtración (Lari et al., 2018; Turcihan et al., 2022). Lo anterior se comprueba con esta investigación en donde se puede observar una mayor producción de organismos por litro de cultivo (9,200-16,600 org por litro). Sin embargo, cuando solamente se utilizan fermentos a base de estiércol bovino (Bezerra et al., 2021) mostraron la menor producción de biomasa (81,93 g), aunque paradójicamente generaron el mayor contenido proteico en *D. magna* (2,56% vs 1,32-2,17%). Esto sugiere que la calidad nutricional (proteína bruta) no siempre se correlaciona con la productividad en biomasa, debido a que estos fermentos pueden ser promotores de biomasa bacteriana capaces de incorporar proteína a la dieta, sino también otros compuestos importantes como probióticos que ayuden a digerir mejor los nutrientes.

Se ha demostrado que la incorporación de sustancias fermentadas que permitan la proliferación de una biomasa bacteriana heterótrofa no solo permite la disminución de los compuestos nitrogenados en el medio de cultivo, sino que los productos producidos por estas son ricos en probióticos, vitaminas, y en ácidos grasos esenciales para los cladóceros. Esto se demuestra en los trabajos de Zeybek et al. (2023) y Eryalçin y Zeybek (2025) los cuales señalan que la composición de ácidos grasos de *D. magna* es consecuencia de la dieta añadida, especialmente para ácidos grasos altamente insaturados (HUFAs) como DHA (C22:6n-3) y EPA (C20:5n-3). La dieta comercial ProteinPlus® (PP) –rica en DHA (34,88% del total de ácidos grasos) – elevó significativamente la supervivencia (68%) y el contenido de n-3 HUFA en *D. magna*. Esto es consistente con lo señalado por Wacker y Martin-Creuzburg (2007) y Martin-Creuzburg et al. (2010), quienes reportaron que *Daphnia* no puede sintetizar de novo HUFAs a partir de ácidos grasos de 18 carbonos, requiriendo su suministro directo en la dieta. Además, Turcihan et al. (2022) encontraron una correlación lineal positiva entre los niveles de ácido oleico (C18:1n-9), Σ n-3 y Σ n-3 HUFA en la dieta y en el cuerpo de *D. magna*, lo que subraya la necesidad de formular dietas con perfiles lipídicos específicos, ya sean el uso de microalgas ricas o productoras de estos compuestos o con biomasa bacteriana capaz de producirlos o ser los intermediarios de sustancias precursoras

para producirlos por el organismo en cultivo. Esto mismo estaría sucediendo con los aminoácidos arginina e histidina, los cuales estimulan la producción partenogenética de los cladóceros, previniendo la producción de epítopos (huevos de resistencia) y así poder tener una producción continua de biomasa (Fink et al., 2011; Koch et al., 2011, 2012; Eryalçın y Zeybek, 2025).

Se han realizado trabajos utilizando el estiércol bovino seco y tamizado como sustrato orgánico (Bezerra et al., 2021) como una alternativa de bajo costo, resultó en menor producción. Sin embargo, obtuvo un mejor resultado proteico en la biomasa producida en *D. magna*, cuando esta se comparó añadiendo una dieta mixta de microalgas. Resultados similares fueron reportados por Herawati et al. (2015) y Magouz et al. (2021), quienes observaron que el uso y aplicación de fertilizantes orgánicos mejoran la productividad de *Daphnia*. Lo cual sucedió con los resultados de esta investigación utilizando las diferentes fuentes de carbono empleadas, junto con microalgas y la incorporación de la bacteria para acelerar la producción de una mayor biomasa bacteriana. Sin embargo, Khan et al. (2020), demostraron que el uso de una mezcla de levadura, arveja verde en polvo y harina integral (Tygb) y obtuvieron una densidad máxima de 110,5 ind/L – inferior a la dieta con levadura+agua verde. Esto indica que no todos los suplementos vegetales son igualmente asimilables. La presencia de carbohidratos complejos y fibra en la harina puede reducir la digestibilidad, tal como advierten Cheban et al. (2017) para *D. magna* alimentada con microalgas de pared celular gruesa. Es probable que esto haya sucedido con la dieta experimental utilizando frijol como fermento. Además, los resultados de esta investigación podrían respaldar la viabilidad económica del cultivo de cladóceros con insumos locales (levadura, estiércol, harinas vegetales) como estrategia para disminuir la dependencia de otros organismos como los nauplios de *Artemia* o la utilización de otras dietas importadas de alto costo.

Pese a los resultados encontrados en esta investigación persiste la problemática de saber con una mayor eficacia la calidad nutricional de los subproductos orgánicos, el riesgo de contaminación microbiana en el momento de la fermentación, la necesidad de conocer los niveles de HUFAs y aminoácidos esenciales (Radhakrishnan et al., 2020) que aportan, así como de la cantidad de vitamina B12, importante para el cultivo de los cladóceros, así como la producción de probióticos realizados por la biomasa bacteriana (Rombaut et al., 1999; Hamre et al., 2008).

Con lo anterior, es importante el conocer la forma de combinar las diferentes fuentes de carbono a utilizar como fermentos para la producción de una biomasa bacteriana adecuada que permita mantener los requerimientos nutricionales que las

poblaciones de cladóceros necesitan, en este caso el de la *D. magna*. El manejo adecuado de estos productos agrícolas permitirá la producción continua de biomasa de este cladóceros importante para la larvicultura y alevinaje de crustáceos y peces, reduciendo el costo de producción sin perder la calidad nutricional necesaria para el bienestar de aquellas especies que las consuman.

REFERENCIAS

Abo-Taleb HA., Ashour M., Elokaby MA., Mabrouk MM., El-Feky MM., Abdelzaher OF., Gaber A., Alsanie WF. Mansour AT. (2021). Effect of a new feed *Daphnia magna* (Straus, 1820), as a fish meal substitute on growth, feed utilization, histological status, and economic revenue of grey mullet, *Mugil cephalus* (Linnaeus 1758). Sustainability, 13(13), 7093.

Abo-Taleb HA., Ashour M., Elokaby MA., Mabrouk MM., El-Feky MM., Abdelzaher OF., Gaber A., Alsanie WF. Mansour AT. (2021). Effect of a new feed *Daphnia magna* (Straus, 1820), as a fish meal substitute on growth, feed utilization, histological status, and economic revenue of grey mullet, *Mugil cephalus* (Linnaeus 1758). Sustainability, 13(13), 7093.

Ashour M., Abo-Taleb HA., Hassan AKM., et al. (2021). Valorization use of amphipod meal substitute on growth performance, feed utilization, histological and histometric indices of the gut, and economic revenue of grey mullet. Journal of Marine Science and Engineering, 9(12), 1336.

Ashour M., Abo-Taleb HA., Hassan AKM., et al. (2021). Valorization use of amphipod meal substitute on growth performance, feed utilization, histological and histometric indices of the gut, and economic revenue of grey mullet. Journal of Marine Science and Engineering, 9(12), 1336.

Becker W. (2004). Microalgae for aquaculture. The nutritional value of microalgae for aquaculture. En: A. Richmond (Ed.), Handbook of Microalgal Culture. Biotechnology and Applied Phycology (pp. 380-391). Blackwell Science, Ames, IA, USA.

Bezerra GS., Fava AF., Baumgartner G. Sebastien NY. (2021). Dietary supplementation of cattle manure in *Scenedesmus acuminatus* algae suspension in *Daphnia magna* farming. Research, Society and Development, 10(8), e37510817443.

Bezerra GS., Fava AF., Baumgartner G., Sebastien NY. (2021). Dietary supplementation of cattle manure in *Scenedesmus acuminatus* algae suspension in *Daphnia magna* farming. Research, Society and Development, 10(8), e37510817443.

Brett M. Müller-Navarra D. (1997). The role of highly unsaturated fatty acids in aquatic foodweb processes. Freshwater Biology, 38(3), 483-499.

Cahu C., Infante JZ. (2001). Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. Aquaculture, 200(1-2), 161-180.

Cheban L., Grynko O. Marchenko M. (2017). Nutritional value of *Daphnia magna* (Straus, 1820) under conditions of co-cultivation with fodder microalgae. Bioloichni Systemy, 9(2), 166-170.

Conceição LEC., Yúfera M., Makridis P., Morais S., Dinis MT. (2010). Live feeds for early stages of fish rearing. Aquaculture Research, 41(5), 613-640.

Eryalçin KM., Zeybek YG. (2025). Effect of microalgal based diets on growth, proximate, fatty acid and amino acid composition of water flea (*Daphnia magna*). Aquaculture Research, 2025, 9955712.

- Eryalçin KM., Zeybek YG. (2025). Effect of microalgal based diets on growth, proximate, fatty acid and amino acid composition of water flea (*Daphnia magna*). *Aquaculture Research*, 2025, 9955712.
- Fink P., Pflitsch C. Marin K. (2011). Dietary essential amino acids affect the reproduction of the keystone herbivore *Daphnia pulex*. *PLoS ONE*, 6(12), e28498.
- Fink P., Pflitsch C., Marin K. (2011). Dietary essential amino acids affect the reproduction of the keystone herbivore *Daphnia pulex*. *PLoS ONE*, 6(12), e28498.
- Hamre K., Mollan TA., Sæle, O. Erstad B. (2008). Rotifers enriched with iodine and selenium increase survival in Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae. *Aquaculture*, 284(1-4), 190-195.
- Herawati VE., Hutabarat JP. Radjasa OK. (2015). Growth and survival rate of tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae fed by *Daphnia magna* cultured with organic fertilizer resulted from probiotic bacteria fermentation. *Hayati Journal of Biosciences*, 22(4), 159-173.
- Herawati VE., Hutabarat JP., Radjasa OK. (2015). Growth and survival rate of tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae fed by *Daphnia magna* cultured with organic fertilizer resulted from probiotic bacteria fermentation. *Hayati Journal of Biosciences*, 22(4), 159-173.
- Khan MA., Hasan MM., Sumon KA. Rashid H. (2020). Culture of freshwater zooplankton *Daphnia magna* fed with different feed combination. *Bangladesh Journal of Fisheries*, 32(1), 55-59.
- Khan MA., Hasan MM., Sumon KA. Rashid H. (2020). Culture of freshwater zooplankton *Daphnia magna* fed with different feed combination. *Bangladesh Journal of Fisheries*, 32(1), 55-59.
- Kilham SS., Kreeger DA., Goulden CE., Lynn SG. (1997). Effects of algal food quality on fecundity and population growth rates of *Daphnia*. *Freshwater Biology*, 38, 639-647.
- Koch U., Martin-Creuzburg D., Grossart HP. Straile D. (2011). Single dietary amino acids control resting egg production and affect population growth of a key freshwater herbivore. *Oecologia*, 167, 981-989.
- Koch U., Martin-Creuzburg D., Grossart HP. Straile D. (2012). Differences in the amino acid content of four green algae and their impact on the reproductive mode of *Daphnia pulex*. *Fundamental and Applied Limnology*, 181(4), 327-336.
- Kolkovski S. (2001). Digestive enzymes in fish larvae and juveniles – implications and applications to formulated diets. *Aquaculture*, 200(1-2), 181-201.
- Lampert W., Brendelberger H. (1996). Strategies of phenotypic low food adaptation in *Daphnia*: filter screens mesh sizes, and appendage beat rates. *Limnology and Oceanography*, 41, 216-223.
- Lari E., Steinkey D., Steinkey RJ., Pyle GG. (2018). *Daphnia magna* increase feeding activity in the presence of four amino acids. *Journal of Plankton Research*, 40(5), 537-543.
- Lazo JP., Dinis MT., Holt GJ., Faulk C., Arnold CR. (2000). Co-feeding microparticulate diets with algae: towards eliminating the need of zooplankton at first feeding in red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*, 188(3-4), 339-351.
- Macedo CF., Pinto-Coelho RM. (2001). Nutritional status response of *Daphnia laevis* and *Moina micrura* from a tropical reservoir to different algal diets: *Scenedesmus quadricauda* and *Ankistrodesmus gracilis*. *Brazilian Journal of Biology*, 61, 555-562.
- Magouz FZ., Essa MA., Matter M., Mansour AT., Gaber A. Ashour M. (2021). Effect of different salinity levels on population dynamics and growth of the cyclopoid copepod *Oithona nana*. *Diversity*, 13(5), 190.

Martin-Creuzburg D., Wacker A. Basena T. (2010). Interactions between limiting nutrients: consequences for somatic and population growth of *Daphnia*. *Limnology and Oceanography*, 55(6), 2597-2607.

Radhakrishnan DK., AkbarAli I., Schmidt BV., John EM., Sivanpillai S., Thazhakot VS. (2020). Improvement of nutritional quality of live feed for aquaculture: An overview. *Aquaculture Research*, 51(1), 1-17.

Rombaut G., Dhert P., Vandenberghe J., Verschuer L., Sorgeloos P., Verstraete W. (1999). Selection of bacteria enhancing the growth rate of axenically hatched rotifers (*Brachionus plicatilis*). *Aquaculture*, 176(3-4), 195-207.

Turcihan G., İşinibilir M., Zeybek YG., Eryalçin KM. (2022). Effect of different feeds on reproduction performance, nutritional components and fatty acid composition of cladoceran water flea (*Daphnia magna*). *Aquaculture Research*, 53(6), 2420-2430.

Wacker A. Martin-Creuzburg D. (2007). Allocation of essential lipids in *Daphnia magna* during exposure to poor food. *Functional Ecology*, 21(4), 738-747.

Zeybek YG., Sayar M. Eryalcin KM. (2023). Effect of microalgal based diets on growth, proximate, fatty acid and amino acid composition of water flea (*Daphnia magna*). Preprint, Research Square (doi: 10.21203/rs.3.rs-3198694/v1).

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



**EDITORIA
ARTEMIS**
2026