

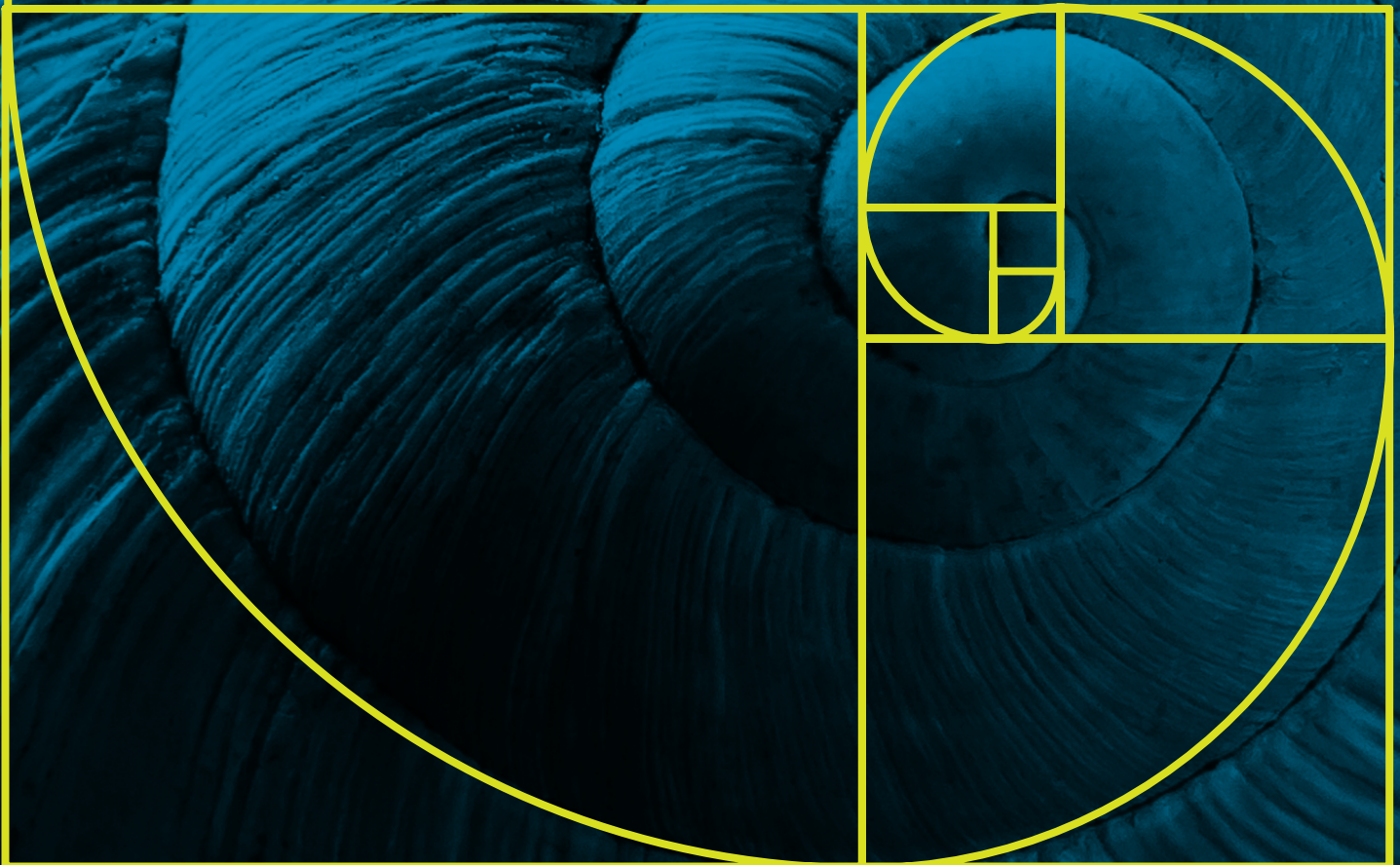


UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
METROPOLITANA
del Estado de Chile

ISSN (ISSN-L) 2735-6817
ISSN (ONLINE) 2735-6817
Volumen 4
Septiembre 2024

Revista de Modelamiento Matemático de Sistemas Biológicos

Grupo MatBio-UTEM
Departamento de Matemática
Facultad de Ciencias Naturales, Matemática y Medio Ambiente





UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
METROPOLITANA
del Estado de Chile

ISSN: 2735-6817

Volumen 4

Septiembre 2024

Revista de **Modelamiento Matemático de Sistemas Biológicos**

Grupo MatBio-UTEM
Departamento de Matemática
Facultad de Ciencias Naturales, Matemática y Medio Ambiente

revistammsb.utem.cl



EDICIONES UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA METROPOLITANA

© UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA
Facultad de Ciencias Naturales, Matemáticas
y Medio Ambiente
Departamento de Matemática
Grupo MatBio-UTEM

Revista Modelamiento Matemático de Sistemas Biológicos
Journal of Mathematical Modelling of Biological Systems

ISSN (ISSN-L) 2735-6817
ISSN (ONLINE) 2735-6817
Volumen 4, septiembre 2024
[A partir del presente Vól. la revista MMSB pasa a modalidad de
publicación continúa].

REPRESENTANTE LEGAL

Marisol Durán Santis, Rectora UTEM

COMITÉ EDITORIAL

Directora
Dra. Cecilia Donoso Concha
Departamento de Matemática. FCNMM Utem,
Santiago de Chile

Editor jefe
Dr. Ricardo Castro Santis

Editora técnica
Mg. Mariela Ferrada Cubillos

COMITÉ EJECUTIVO

Departamento de Matemática Grupo – MatBio-UTEM

Dr. Daniel Sepúlveda Oehninger
Dr. Francisco Vielma Leal
Ph.D. Tomás Veloz

Editores nacionales

Dr. Pablo Aguirre
Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile

Dr. Raimund Bürger
Centro de Investigación en Ingeniería Matemática (CI²MA)
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Concepción, Chile

Dr. Ramiro Bustamante
Universidad de Chile

Dra. Alejandra Christen
Universidad de Valparaíso, Chile

Dr. Fernando Córdova Lepe
Universidad Católica del Maule, Talca, Chile

Dr. Gonzalo Robledo
Universidad de Chile

Dra. Katia Vogt Geisse
Universidad Adolfo Ibáñez, Santiago, Chile

Editores extranjeros

Dr. Ignacio Barradas
Centro de Investigación en Matemáticas -CIMAT-, Guanajuato,
México

Dr. Diego Griffon
Instituto de Zoología y Ecología Tropical (IZET)
Universidad Central de Venezuela, Caracas

Dra. Nara Guisoni
Universidad Nacional de la Plata, Argentina

Dr. Eduardo Ibagüen-Mondragón
Universidad de Nariño, Pasto – Nariño, Colombia

Dra. Diomar Cristina Mistro
Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, Brasil

Dr. Fernando R. Momo
Universidad de General Sarmiento, Los Polvorines, Provincia
de Buenos Aires, Argentina

Dr. Jorge Velasco-Hernández
Universidad Autónoma de México – UNAM, Querétaro, México

Dra. Alejandra Ventura
Universidad de Buenos Aires, Argentina

COMITÉ TÉCNICO

Coordinación editorial
Nicole Fuentes
Claudio Lobos
Ediciones UTEM

Diagramación y diseño
Yerko Martínez Velásquez

Difusión
Paola Valenzuela Fuentes

INFORMACIONES

Revista Modelamiento Matemático de Sistemas Biológicos
Grupo MatBio-UTEM
Departamento de Matemáticas Facultad de Ciencias Naturales,
Matemática y Medio Ambiente

Correspondencia: Las Palmeras 3360, Ñuñoa, Santiago, Chile.
Código Postal 7800003. Teléfono: (56-2) 27877221

Correo electrónico: revista.mmsb@utem.cl



La revista Modelamiento Matemático de Sistemas Biológicos utiliza la Licencia Creative Commons de Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0). A menos que se indique lo contrario.

LAS IDEAS Y OPINIONES CONTENIDAS SON DE
RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL(OS) AUTOR(ES) Y
NO EXPRESAN NECESARIAMENTE EL PUNTO DE VISTA
DE LA REV. MODEL. MAT. SIST. BIOL. - UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA METROPOLITANA.

Políticas Editoriales

1. Carácter: la revista Modelamiento Matemático de Sistemas Biológicos (MMSB) es una publicación en línea, de acceso abierto, universal, gratuita y sin restricciones de circulación de sus contenidos. MMSB busca ser reconocida por su calidad de contenidos y rigurosidad en los procesos de edición y publicación.

2. Misión. Rev. model. mat. sist. biol. busca difundir trabajos originales e inéditos que incrementen el conocimiento y comprensión de sistemas biológicos a través del modelamiento matemático como herramienta principal de análisis. Las áreas temáticas incluidas en la revista son:

- Dinámica de Poblaciones
- Sustentabilidad
- Biodiversidad
- Epidemiología
- Enfermedades no infecciosas
- Biotecnología
- Biomateriales
- Neurociencia
- Genética
- Fisiología
- Biología celular
- Entre otros temas de origen biológico que puedan ser modelados y estudiados matemáticamente

3. Visión. Rev. model. mat. sist. biol. promueve el acceso al conocimiento de manera democrática y sin fines de lucro, libre circulación y acceso inmediato de sus artículos, siempre que se cite adecuadamente la fuente.

La revista busca valorizar la investigación científica producida en América Latina y el Caribe, aunque no de manera restrictiva geográficamente, ofreciendo una plataforma de divulgación científica para los trabajos de investigadores de la región, sin perjuicio de que se trata de una publicación disponible para los investigadores de todo el mundo.

4. Fecha y número de publicaciones anuales: Rev. model. mat. sist. biol. publicará tres números regulares por cada volumen, en los meses de: abril, agosto y diciembre de cada año.

La Rev. model. mat. sist. biol. se reserva el derecho de publicar volúmenes especiales que pueden ser dedicados a una temática específica o vinculados a un evento científico.

5. Alcance idiomático: Español-Inglés.

6. Política de derechos de autor, publicación y acceso a los contenidos: Rev. model. mat. sist. biol., Universidad Tecnológica Metropolitana como editora se reserva las atribuciones de comunicación y difusión según las prácticas del derecho de autor chilenas, y declara una política de acceso abierto (OA), bajo el principio de disponibilidad inmediata y gratuita, bajo la licencia Creative Commons [Reconocimiento 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) (CC BY 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), siempre que le sea reconocida la autoría de la creación original, a menos que se indique lo contrario.

La revista adhiere a los principios de Investigación Abierta (Open Science) y a los Principios FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable), para la gestión de datos científicos.

7.- Cargos por envío y/o publicación artículos

La revista no tiene cargos por procesamiento de artículos (APC).

La revista no tiene cargos por envío de artículos.

La revista no tiene cargo por asignación de DOI para artículos.

8. Para los autores: se autoriza establecer copia en repositorios institucionales o personales, de preprint o posprint, siempre y cuando se cite la fuente o sitio institucional donde han sido publicados originalmente. Véase Políticas de apertura de la revista en: [Sherpa Romeo](#) [AURA - Amelica](#)

9. Para los lectores: se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre y cuando se cite debidamente la autoría y fuente completa, así como la dirección electrónica de la publicación.

10. La responsabilidad de sus autores/as y de las opiniones expresadas no necesariamente reflejan la postura de la editorial, la revista o de la Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM).

Las opiniones y hechos consignados en cada artículo son de exclusiva responsabilidad de sus autores/as, así como de la idoneidad ética como investigadores.

Además, al enviar un trabajo a evaluar para publicación, hacen explícito que el manuscrito es de su autoría y que se respetan los derechos de propiedad intelectual de terceros. También es su responsabilidad asegurarse de tener las autorizaciones para usar, reproducir e imprimir el material que no sea de su propiedad/autoría (cuadros, gráficas, mapas, diagramas, fotografías, etcétera).

Cuando un autor(a) identifica en su artículo un error importante, deberá informar de inmediato a los editores y proporcionar toda la información necesaria para hacer las correcciones pertinentes y/o elaborar una retractación o corrección en caso de que terceros detecten errores.

11. La responsabilidad de los editores

Decisión de publicación: garantizarán la selección de las personas evaluadoras más calificadas y especialistas científicamente para emitir una apreciación crítica y experta del trabajo, con los menores sesgos posibles.

Integridad ética: evalúan los artículos enviados para su publicación sobre la base del mérito científico de los contenidos, sin discriminación ni opinión de género o política de las personas autoras, y en consideración a las políticas de género en la publicación en base a las recomendaciones de la [ANID - Chile 2021](#).

Confidencialidad: se comprometen a la confidencialidad de los manuscritos, su autoría y evaluación, de forma que el anonimato preserve la integridad intelectual de todo el proceso. Respeto de los tiempos: son responsables máximos del cumplimiento de los límites de tiempo para las revisiones y la publicación de los trabajos aceptados, para asegurar una rápida difusión de sus resultados.

12. **Código ético.** La Rev. model. mat. sist. biol. adhiere al Código del Committee on Publication Ethics (COPE) para discutir y o sancionar toda materia relativa a los aspectos de la ética de la publicación. Véase: COPE Principios de Transparencia y Mejores Prácticas en Publicaciones Académicas, disponible en: <https://doi.org/10.24318/cope.2019.1.13>

13. **Conflicto de interés:** La Revista requiere que los autores, revisores, declaren cualquier conflicto de intereses en conexión con el artículo remitido. Si los hay, es imperativo que

los identifiquen, e informen en detalle cuál fue su relación con el trabajo presentado.

14. **Detección o prevención del plagio.** MMSB emplea el sistema de detección de plagio de la Universidad (UTEM) (véase <https://www.urkund.com/es/>), con motivo de salvaguardar la pertinencia u originalidad de los contenidos que se publicarán.

Si posteriormente a la publicación de un artículo el Consejo editorial detecta o es informado de plagio, mala conducta en la investigación, la Revista puede retirar el artículo e informa retractación, adicionalmente puede emprender en contra de las personas autoras las acciones legales que correspondan.

15.- **Preservación de los contenidos.** En [Repositorio Institucional SIBUTEM](#)

15.- **Preservación de los contenidos.** En [Repositorio Institucional SIBUTEM](#)

16.- **Indexación en bases de datos, directorios, bibliotecas:** Latindex Catalogo 2.00, Sistema Regional de Información Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal; EBSCO; DIALNET; MIAR; ROAD: Directory of Open Access Scholarly Resources; AURA Amelica Unesco; Sherpa Romeo.

Repositorios y bibliotecas: Repositorio académico UTEM; Google Académico. Revistas académicas chilenas. SciencesPo Bibliotheque, Paris.

Editorial Policies

1. Character. The Journal of Mathematical Modeling of Biological Systems (MMSM) is an official publication of the Metropolitan Technological University, published through Ediciones UTEM.

2. Mission. MMSB seeks to disseminate original and unpublished works that increase the knowledge and understanding of biological systems through mathematical modeling as the main tool of analysis. The subject areas included in the journal are:

- Population Dynamics
- Sustainability
- Biodiversity
- Epidemiology
- Non-infectious diseases
- Biotechnology
- Biomaterials
- Neuroscience
- Genetics
- Physiology
- Cell biolog
- Among other topics of biological origin that can be modeled and studied mathematically.

3. Vision. MMSM promotes access to knowledge in a democratic and non-profit manner, therefore the journal does not charge authors for publication or access charges for readers, nor does it restrict the free circulation of its articles (however, the source must always be correctly referenced).

In addition, it seeks to value the scientific research produced in Latin America and the Caribbean, offering a showcase for the work of young researchers in the region, without prejudice to the fact that it is a publication available to researchers from all over the world and of all ages.

4. MMSB will publish an annual volume, with three issues per volume, with a publication date in April, August and December of each year.

MMSB will also publish special volumes that can be dedicated to a specific topic or linked to a scientific event.

5. Language scope: Spanish-English.

6. Publication policy and access to content. MMSB has an open access policy, under the principle of free availability, to research products for the general public.

Under the Creative Commons Attribution 4.0 International License.

7. For authors. it is authorized to establish a copy in institutional or personal repositories, preprint or postprint, as long as the source or institutional site where they were originally published is cited.

8. For readers. the total or partial reproduction of the texts published here is authorized as long as the authorship and full source are duly cited, as well as the electronic address of the publication.

9. The opinions expressed by the authors do not necessarily reflect the position of the publisher, the journal or the Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM).

10. Code of Ethics. the Journal adheres to the Code of the Committee on Publication Ethics (COPE) to discuss and or sanction all matters related to ethical aspects of the publication. See: COPE Principles of Transparency and Best Practices in Academic Publications, available at: <https://doi.org/10.24318/cope.2019.1.13>

11. Code of Ethics. Detection or prevention of plagiarism. MMSB uses the University's plagiarism detection system (UTEM) (see <https://www.urkund.com/es/>), in order to safeguard the relevance or originality of the content to be published.



UTEM

UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
METROPOLITANA

del Estado de Chile



EDICIONES UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA METROPOLITANA

VERSIÓN EN LÍNEA: ISSN 2735-6817

revistammsb.UTEM.cl