



Artículos atravesados por (o cuestionando) la idea del sujeto -y su género- como una construcción psicobiológica de la cultura.  
Articles driven by (or questioning) the idea of the subject -and their gender- as a cultural psychobiological construction.  
Vol. 11 (2026), enero-diciembre  
ISSN 2469-0783

## **BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL PARA EL TURISMO SUSTENTABLE: UN ANÁLISIS DE APLICACIONES, VIABILIDAD Y RETOS PARA LA CONSERVACIÓN**

ENVIRONMENTAL BIOTECHNOLOGY FOR SUSTAINABLE TOURISM: AN ANALYSIS  
OF APPLICATIONS, FEASIBILITY, AND CONSERVATION CHALLENGES

**Israel Osuna Flores** iosuna@uaim.edu.mx  
Universidad Autónoma Indígena de México, México.  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0199-2983>

**Arturo Rafael Armenta López** aral-150494@hotmail.com  
Universidad Autónoma Indígena de México, México.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7417-3121>

**Cómo citar este artículo / Citation:** Osuna Flores, I. & Armenta López, A., R, (2026). Biotecnología Ambiental para el Turismo Sustentable: Un análisis de Aplicaciones, Viabilidad y Retos para la Conservación. *Revista Científica Arbitrada de la Fundación MenteClara*, Vol. 11 (421). DOI: <https://doi.org/10.32351/rca.v11.421>

**Copyright:** © 2026 RCAFMC. Este artículo de acceso abierto es distribuido bajo los términos de la licencia [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).  
Recibido: 11/02/2026. Aceptado: 16/02/2026. Publicación online: 20/02/2026.

**Conflicto de intereses:** Ninguno que declarar.

### **Resumen**

El turismo sustentable y la biotecnología ambiental representan dos campos estratégicos cuyo potencial sinérgico aún no ha sido plenamente explorado. Este artículo presenta un análisis integral sobre cómo las herramientas biotecnológicas pueden operacionalizar los principios del turismo sustentable, enfocándose en la conservación regenerativa, la acción climática y la transición hacia una economía circular. Mediante una revisión sistemática de literatura científica, informes técnicos y marcos normativos, se identifican aplicaciones concretas, como la biorremediación de ecosistemas costeros, el tratamiento biológico de residuos, el monitoreo con ADN ambiental y el desarrollo de bioeconomías locales vinculadas al agroturismo. Los resultados demuestran que la biotecnología ofrece soluciones viables para restaurar,

monitorear y valorizar el capital natural en los destinos turísticos. No obstante, persisten retos estructurales en financiamiento, transferencia tecnológica, capacitación y gobernanza. El artículo concluye proponiendo líneas de acción prioritarias para fortalecer esta integración, subrayando que la adopción de la innovación biotecnológica es crucial para construir un sector turístico que sea competitivo, resiliente y genuinamente sustentable.

### **Abstract**

Sustainable tourism and environmental biotechnology represent two strategic fields whose synergistic potential has not yet been fully explored. This article presents a comprehensive analysis of how biotechnological tools can operationalize the principles of sustainable tourism, focusing on regenerative conservation, climate action, and the transition to a circular economy. Through a systematic review of scientific literature, technical reports, and regulatory frameworks, concrete applications are identified, such as the bioremediation of coastal ecosystems, the biological treatment of waste, environmental DNA monitoring, and the development of local bioeconomies linked to agritourism. The results demonstrate that biotechnology offers viable solutions for restoring, monitoring, and valuing natural capital in tourist destinations. However, structural challenges persist in financing, technology transfer, training, and governance. The article concludes by proposing priority lines of action to strengthen this integration, emphasizing that the adoption of biotechnological innovation is crucial for building a tourism sector that is competitive, resilient, and genuinely sustainable.

**Palabras Claves:** conservación ambiental; economía circular; bioeconomía; gestión de residuos; innovación ambiental

**Keywords:** Environmental conservation; circular economy; bioeconomy; waste management; environmental innovation

## 1. Introducción

El turismo constituye uno de los sectores económicos más relevantes a nivel global y con una contribución significativa al empleo, al producto interno bruto y a la inversión. Sin embargo, su crecimiento histórico ha estado frecuentemente asociado a procesos de degradación ambiental, sobreexplotación de recursos naturales y generación de residuos, particularmente en destinos de alta concentración turística (García-Rodríguez & Mendoza-Rodríguez, 2019).

La presión ejercida por el turismo masivo sobre ecosistemas costeros, dulceacuícolas y terrestres amenaza la misma base natural que sustenta la actividad, comprometiendo su viabilidad a largo plazo. Ante este desafío, la transición hacia un turismo sustentable —entendido como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones— se ha erigido como una prioridad estratégica, buscando equilibrar la viabilidad económica con la conservación ambiental y la equidad social (Vega-Zepeda & Rodríguez-Barrios, 2022).

En el camino hacia un turismo sustentable, la biotecnología ambiental emerge como un campo de innovación con un potencial singular (Ayala et al., 2022). Lejos de ser una disciplina ajena, ofrece un conjunto de herramientas científicas y tecnológicas basadas en procesos biológicos —como la biorremediación, el tratamiento biológico de aguas y la valorización de residuos— que pueden redefinir la gestión ambiental del sector turístico. Su integración permite imaginar un modelo que no solo mitiga impactos, sino que puede restaurar, monitorear y valorizar activamente el capital natural de los destinos.

Para ello, se identifican y examinan aplicaciones concretas, se evalúan sus potencialidades y limitaciones, y se discuten los retos de gobernanza, financiamiento y transferencia tecnológica que determinan su implementación efectiva. El análisis propuesto busca contribuir a un diálogo urgente sobre cómo la innovación científica puede cimentar un futuro turístico que sea, a la vez, competitivo, resiliente y regenerativo.

## 2. Materiales y métodos

Este estudio se fundamentó en una revisión sistemática de literatura (RSL) adaptada a las ciencias sociales y ambientales, siguiendo un protocolo estructurado para identificar, seleccionar, evaluar y sintetizar la evidencia relevante sobre la integración entre biotecnología y turismo sustentable.

### **3. Turismo Sustentable y Biotecnología: Fundamentos para una Gestión Integrada**

El turismo sustentable se fundamenta en el equilibrio entre las dimensiones ambiental, económica y social, buscando satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones (OMT, 2005). Operativamente, este enfoque exige la implementación de prácticas de gestión ambiental, eficiencia energética, manejo integral de residuos y planeación territorial (SEMARNAT, 2017). Para alcanzar estos objetivos de manera efectiva y con bajo impacto, el sector encuentra un aliado estratégico en la biotecnología ambiental.

La biotecnología, definida como la aplicación de sistemas y organismos vivos para crear o modificar procesos y productos, es un campo transversal con un gran potencial para la sustentabilidad (Muñoz, 1997) (Chicaiza-Ortiz et al., 2023). Específicamente, la biotecnología ambiental se orienta a la prevención, monitoreo y solución de problemas ecológicos mediante procesos biológicos. Su principal ventaja radica en ofrecer soluciones que son intrínsecamente más compatibles con los ecosistemas que los métodos convencionales, ya que se basan en mecanismos naturales como la degradación microbiana y la fitorremediación (Ayala et al., 2022).

En el contexto del turismo, esta disciplina aporta un conjunto de herramientas concretas para abordar los principales desafíos de sostenibilidad, las cuales pueden agruparse en cuatro líneas de acción principales:

**Remediación y restauración de ecosistemas:** Utilizando técnicas como la biorremediación (con microorganismos) y la fitorremediación (con plantas nativas) para recuperar playas, cuerpos de agua y suelos degradados (Pérez et al., 2024).

**Gestión y valorización de residuos:** Aplicando tecnologías como el tratamiento biológico de aguas residuales (biodigestores, humedales construidos) y el compostaje mejorado para transformar desechos en recursos como agua, energía o fertilizantes (Nuñez-García et al., 2023).

**Monitoreo y diagnóstico ambiental:** Empleando herramientas como el análisis de ADN ambiental (eDNA) para inventarios de biodiversidad no invasivos, y biosensores para la detección rápida de contaminantes (Cruz-Cano, 2022).

**Conservación y valorización del patrimonio biocultural:** Mediante la criopreservación de germoplasma, el cultivo de tejidos para propagar especies nativas, y la caracterización molecular de recursos microbianos únicos vinculados a la gastronomía local (Cordero- Ramírez et al., 2022) (Medina, 2025).

En síntesis, la integración de la biotecnología ambiental en la gestión turística consolida un eje de innovación científica para operacionalizar los principios de la sustentabilidad. Esta sinergia permite transitar hacia un modelo de manejo de destinos que sea técnicamente eficaz, ecológicamente resiliente y socialmente responsable, transformando los desafíos ambientales en oportunidades para la creación de valor, la conservación y la diferenciación competitiva (Blanco y González, 2025).

#### **4. Economía Circular y Bioeconomía: Cimientos Biotecnológicos para el Turismo Sustentable**

El paradigma del turismo sustentable exige trascender la gestión lineal de recursos (extraer-usar-desechar) hacia un modelo circular y regenerativo. En este contexto, la economía circular y la bioeconomía emergen como marcos complementarios que encuentran en la biotecnología su principal motor de implementación, permitiendo transformar los flujos de residuos del sector en recursos valiosos y diversificar la base económica de los destinos (IICA, 2023) (Blanco & González, 2025).

##### **4.1. Economía Circular Aplicada: Del Residuo Turístico al Recurso Biotecnológico**

La economía circular en el sector turístico busca cerrar los ciclos de materiales, especialmente los flujos orgánicos. La biotecnología proporciona las rutas técnicas para esta transformación:

- **Valorización de Residuos Orgánicos:** Los desechos de cocinas, jardines y actividades agropecuarias vinculadas al turismo pueden tratarse mediante digestión anaeróbica para producir biogás (energía renovable) y digestato (biofertilizante), o mediante compostaje mejorado con inoculantes microbianos para obtener compost de alta calidad (Losada-Grullón, 2023).
- **Producción de Bioproductos *In Situ*:** A escala local, se pueden producir bioplásticos biodegradables para empaques y utensilios a partir de fuentes como almidón de maíz o celulosa, y bioenzimas para limpieza, reduciendo la dependencia de productos químicos sintéticos y la contaminación por plásticos (González-Pérez y Lomelí-Ramírez, 2024).

## 4.2. Bioeconomía: La Diversificación Productiva Basada en la Biomasa Local

La bioeconomía amplía la visión, proponiendo un nuevo modelo productivo donde la biomasa local y los procesos biológicos son la base para generar bioproductos y bioservicios de alto valor. Para el turismo, esto significa:

- **Desarrollo de Cadenas de Valor Locales:** Integrar la producción sustentable de biomateriales, biocosméticos (a base de aceites o extractos vegetales nativos) o ingredientes funcionales para la gastronomía local dentro de la experiencia turística, creando agroecoturismo o turismo científico especializado (Monteiro et al., 2025).
- **Potenciación del Patrimonio Biocultural:** La caracterización y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad local (plantas, microorganismos) mediante herramientas biotecnológicas permite crear productos con identidad territorial, fortaleciendo las marcas destino y ofreciendo experiencias únicas a los visitantes (Blanco & González, 2025).

## 4.3. Integración Estratégica: Un Modelo Virtuoso para los Destinos

La sinergia entre economía circular, bioeconomía y biotecnología genera un modelo virtuoso para los destinos turísticos: reduce costos de gestión de residuos y energía, mitiga impactos ambientales, diversifica la economía local creando empleos verdes, y mejora la resiliencia del territorio al reducir su dependencia de insumos externos y fomentar la innovación endógena (IICA, 2023).

En conjunto, estos marcos trascienden la esfera de lo ideal para consolidarse como una hoja de ruta práctica para la innovación y la competitividad sostenible. Su implementación, impulsada por la biotecnología, permite reimaginar los destinos turísticos como ecosistemas productivos circulares, donde la actividad económica regenera, en lugar de degradar, el capital natural y social que la sustenta.

## 5. Casos de aplicación: La biotecnología en acción para el turismo sustentable

El análisis teórico desarrollado en las secciones previas establece un marco robusto para la integración sinérgica entre turismo sustentable y biotecnología. Sin embargo, es en la implementación concreta donde esta sinergia se valida y demuestra su valor. Esta sección constituye el núcleo aplicado del artículo, presentando un análisis crítico de las aplicaciones biotecnológicas en curso. Se organiza en cinco líneas de acción prioritarias que materializan los pilares de conservación, acción

climática y economía circular, culminando con una identificación de los retos críticos que definen la agenda futura.

### **5.1. Biorremediación y restauración ecológica de ecosistemas impactados**

La remediación de sitios degradados por actividades turísticas o por su crecimiento asociado es una de las aplicaciones más directas. La biorremediación, mediante el uso de microorganismos nativos o consorcios microbianos especializados, permite degradar contaminantes como hidrocarburos en playas o metales pesados en cuerpos de agua receptores de descargas (Cuautle-Hernández et al., 2021) (Chicaiza-Ortiz et al., 2023). Más allá de los contaminantes tradicionales, se investigan aplicaciones para contaminantes emergentes, como fármacos y productos de cuidado personal, en aguas costeras. En paralelo, la restauración ecológica activa se ve potenciada por herramientas biotecnológicas. El uso de biofertilizantes y hongos micorrízicos acelera el establecimiento y resiliencia de vegetación nativa en dunas costeras y manglares (Chicaiza Ortiz et al., 2023). Un ejemplo promisorio es la fitorremediación con especies nativas, como el uso de mangles (*Rhizophora mangle*) no solo para recuperar la estructura del ecosistema, sino también para fitoestabilizar metales en sedimentos de esteros impactados, purificando así el ecosistema costero de manera integrada (Pérez -Hernández et al., 2024).

### **5.2. Sistemas circulares de gestión de agua y residuos orgánicos**

La gestión lineal es insostenible en destinos con alta presión turística. La biotecnología permite cerrar ciclos *in situ*. Para las aguas residuales, tecnologías como los biodigestores, los reactores biológicos con membranas (MBR) y, de manera destacada, los humedales construidos —que aprovechan procesos de filtración y degradación microbiana en raíces de plantas— ofrecen soluciones descentralizadas y de bajo costo operativo para hoteles y comunidades, permitiendo la reutilización del agua tratada para riego (Nuñez-García et al., 2023) (CONANP, 2022). En cuanto a los residuos sólidos orgánicos, el compostaje ya no es una práctica artesanal. El compostaje mejorado mediante inoculantes microbianos seleccionados acelera el proceso, reduce olores y produce un biofertilizante de alta calidad, útil para el mantenimiento de áreas verdes turísticas o para apoyar la agricultura local (Losada Grullón, 2023). La digestión anaeróbica de estos residuos añade otra capa de

circularidad, generando biogás como fuente de energía renovable para el mismo establecimiento.

### **5.3. Monitoreo ambiental y conservación del patrimonio biocultural**

La biotecnología proporciona herramientas de diagnóstico y conservación de precisión, esenciales para un turismo basado en la naturaleza. El Análisis de ADN ambiental (eDNA) representa una revolución para el monitoreo no invasivo. A partir de muestras de agua o suelo, se puede identificar la presencia de especies indicadoras, invasoras o amenazadas sin necesidad de observación directa, lo cual es invaluable para evaluar la salud de arrecifes, ríos o selvas en Áreas Naturales Protegidas con actividad turística (Cruz-Cano et al., 2022). Por otro lado, la conservación del patrimonio biocultural —base del turismo de experiencia— se fortalece con técnicas como la criopreservación de germoplasma de plantas nativas o el cultivo de tejidos para la propagación masiva de especies endémicas con valor paisajístico, medicinal o gastronómico. La caracterización de recursos microbianos únicos asociados a fermentos tradicionales, no solo conserva este conocimiento, sino que puede fundamentar experiencias de turismo científico o gastronómico de profundidad (Cordero-Ramírez et al., 2022).

### **5.4. Bioeconomía aplicada: De la biomasa local a experiencias turísticas de valor agregado**

Este es el campo de mayor potencial sinérgico. La bioeconomía propone usar la biomasa local como insumo para nuevos bioproductos, lo cual puede diversificar la economía de los destinos. La biotecnología es el puente para materializarlo. Por ejemplo, el desarrollo de biocosméticos a partir de aceites o extractos de plantas nativas (ej. jojoba, cacao, aceites esenciales) puede derivar en talleres demostrativos o spa-turismo, creando una oferta única (Monteiro et al., 2025). De manera similar, la producción de bioplásticos biodegradables para empaques de alimentos o utensilios desechables en restaurantes y hoteles, a partir de residuos agrícolas locales, reduce la contaminación por plásticos y puede integrarse en recorridos educativos sobre economía circular (González-Pérez & Lomelí-Ramírez, 2024). Este enfoque se concreta en el agrobioturismo, donde el visitante conoce *in situ* procesos sustentables de producción de alimentos, bioinsumos o biomateriales, valorizando la innovación local y el paisaje productivo (Blanco & González, 2025).

### 5.5. Integración comunitaria y retos críticos para la escalabilidad

La efectividad de estas aplicaciones depende en gran medida de la gobernanza y la participación local. Existen experiencias exitosas donde comunidades indígenas y rurales han integrado prácticas biotecnológicas sencillas (compostaje, humedales, monitoreo comunitario de agua) a sus proyectos de ecoturismo, fortaleciendo su autonomía y la conservación biocultural (Vega-Zepeda & Rodríguez-Barrios, 2022). Sin embargo, para escalar estas soluciones a nivel nacional, se enfrentan retos considerables:

- **Financiamiento:** La inversión inicial en tecnología y capacitación suele ser una barrera para pequeñas y medianas empresas turísticas y comunidades.
- **Transferencia tecnológica y capacitación:** Existe una brecha entre el conocimiento generado en instituciones de investigación y su adopción por el sector turístico y las comunidades.
- **Marco normativo:** La regulación ambiental y sanitaria no siempre está adaptada para incentivar o facilitar la implementación de soluciones biotecnológicas innovadoras y descentralizadas (SEMARNAT, 2021).
- **Vinculación interinstitucional:** Se requiere fortalecer los vínculos entre academia, sector empresarial turístico, gobiernos locales y comunidades para co-diseñar soluciones contextualizadas.

## 6. Conclusiones

El análisis presentado confirma que la integración sinérgica entre biotecnología y turismo sustentable es una estrategia viable y necesaria. Esta unión permite trascender de la gestión ambiental reactiva a un modelo regenerativo y basado en la ciencia.

Se identifican tres contribuciones clave de la biotecnología: 1) como herramienta de restauración activa (biorremediación, fitorremediación) para ecosistemas degradados; 2) como facilitadora de la economía circular en los destinos, transformando residuos en recursos (energía, fertilizantes, bioproductos); y 3) como base para la bioeconomía local, creando valor a partir de la biodiversidad nativa y diversificando la oferta turística.

Sin embargo, su potencial se ve limitado por retos críticos: financiamiento insuficiente para innovación aplicada, una brecha significativa en la transferencia de

tecnología y capacitación, y un marco normativo poco adaptado a soluciones descentralizadas.

Por lo tanto, se requiere una agenda de acción coordinada que priorice: la creación de incentivos y fondos para proyectos piloto, el fortalecimiento de vínculos entre academia, sector turístico y comunidades, y la adecuación de políticas públicas que fomenten la adopción de estas tecnologías.

La biotecnología ambiental provee las herramientas concretas para operacionalizar el turismo sustentable. Su adopción estratégica no es un lujo, sino una inversión en la resiliencia y competitividad a largo plazo del sector turístico mexicano, asegurando que el desarrollo económico vaya de la mano con la conservación y mejora del patrimonio natural del que depende.

### **Autoría y Contribución (CRediT)**

Los autores de este artículo, **Israel Osuna Flores** y **Arturo Rafael Armenta López**, declaran que contribuyeron de manera equitativa (50 % cada uno) en las siguientes actividades de acuerdo con la Taxonomía de Roles de Colaboración Académica (CRediT):

- **Conceptualización:** Israel Osuna Flores (50 %), Arturo Rafael Armenta López (50 %)
- **Metodología:** Israel Osuna Flores (50 %), Arturo Rafael Armenta López (50 %)
- **Investigación / Recolección de datos:** Israel Osuna Flores (50 %), Arturo Rafael Armenta López (50 %)
- **Análisis y Validación de datos:** Israel Osuna Flores (50 %), Arturo Rafael Armenta López (50 %)
- **Redacción – Borrador original:** Israel Osuna Flores (50 %), Arturo Rafael Armenta López (50 %)
- **Redacción – Revisión y edición:** Israel Osuna Flores (50 %), Arturo Rafael Armenta López (50 %)
- **Visualización / Figuras:** Israel Osuna Flores (50 %), Arturo Rafael Armenta López (50 %)
- **Supervisión:** Israel Osuna Flores (50 %), Arturo Rafael Armenta López (50 %)
- **Financiamiento y recursos:** Israel Osuna Flores (50 %), Arturo Rafael Armenta López (50 %)

Ambos autores aprueban la versión final del manuscrito y se responsabilizan de la integridad de todo el trabajo presentado.

## Referencias

- Ayala, C.D., Ortega Méndez, N., Ramos Esquivel, F. M., & Vázquez-Núñez, E. (2022). El potencial de la biotecnología para la atención de problemas ambientales: conceptos básicos. *Jóvenes en la Ciencia*, 16, 1–5. Recuperado a partir de <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/3820>
- Blanco, M. & González, M. (2025). Manual de agrobioturismo: Diseño de productos turísticos que valorizan las prácticas de la bioeconomía. <https://hdl.handle.net/11324/23865>
- Chicaiza-Ortiz, C. D., Rivadeneira Arias, V. D. C., & Herrera-Feijoo, R. J. (2023). Biotecnología ambiental, aplicaciones y tendencias. Editorial Universitaria Abya-Yala. [https://repositorio.ikiam.edu.ec/jspui/bitstream/RD\\_IKIAM/679/1/L-IKIAM-000009.pdf](https://repositorio.ikiam.edu.ec/jspui/bitstream/RD_IKIAM/679/1/L-IKIAM-000009.pdf)
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP]. (2022). Diagnóstico ambiental de áreas naturales protegidas con actividad turística. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Cordero-Ramírez, J. D., Figueroa-López, A. M., Martínez-Álvarez, J. C., López-Meyer, M., Castro-Martínez, C., Morales-Aguilar, J. J., & Maldonado-Mendoza, I. E. (2022). Culturable bacteria of the maize rhizosphere: conserving Mexican potential biotechnological resources. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 93(3), e933983. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2022.93.3561>
- Cruz-Cano, R. I., Cervantes, A. A., Kolb, M., Bretón-Deval, L., & Cruz-Cano, N. B. (2022). El uso del ADN ambiental en el estudio de cuerpos de agua: Una propuesta para su implementación en México. *Publicación digital de la Red del Agua UNAM, (Edición Especial, Diciembre 2022)*, 19. [https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2023/01/EdicionEspecial\\_TerceraDiasporaHidrica-1.pdf#page=19](https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2023/01/EdicionEspecial_TerceraDiasporaHidrica-1.pdf#page=19)
- Cuautle Hernández, V. Á., Mendoza Patiño, L., Minto Rojas, M., Gil Mota, S., Anacleto Jiménez, N., Vásquez Contreras, M. F., Ortiz Pacheco, P., Cortes García, E. J., Flores Marín, P., Mendoza Hernández, J. C., & Pérez Osorio, G. (2021). Aplicaciones de la biorremediación. *Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias*, \*12\*(31), 62–75. <https://rlac.buap.mx/sites/default/files/RLAC%2012%2831%29-5.pdf>
- García-Rodríguez, F., & Mendoza-Rodríguez, P. (2019). Impacto del turismo en ecosistemas costeros del Caribe mexicano. *Investigaciones Geográficas*, 100, 45–62. <https://doi.org/10.14350/rig.600>
- González-Pérez, M. M., & Lomeli-Ramírez, M. G. (2024). Biopolímeros renovables: Aliados sostenibles de la economía circular. En M. G. Lomeli Ramírez, A. M. Guevara Castillo, & M. M. González Pérez (Eds.), *Innovación en biomateriales sustentables para un mundo mejor* (pp. 41-78). Universidad de Guadalajara. <https://riudg.udg.mx/bitstream/20.500.12104/106861/1/Innovacio%CC%81n%20en%20materiales%20para%20un%20mundo%20mejor%2C%20digital.pdf#page=41>
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica). 2023. Programa de Innovación y Bioeconomía (en línea). San José. 31 p. Consultado 10 jul. 2025. Disponible en <https://repositorio.iica.int/handle/11324/21830>
- Losada-Grullón, L. (2023). Diseño de una planta para el compostaje de los biorresiduos generados en un hotel en República Dominicana (Trabajo de Fin de Máster). Universidad Politécnica de Cartagena. <https://repositorio.upct.es/server/api/core/bitstreams/3067b44c-ddf7-44d4-bc56-7dc9a9880063/content>
- Medina, S. J. (2025). Captura de carbono en los parques nacionales del Estado de México. Una propuesta teórica-metodológica (Tesis doctoral). Universidad Autónoma del Estado de México. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/142773/RI%20SJMS.pdf?sequence=1>

- Monteiro, M. R. N., da Silva, V. F., dos Santos Miranda, B., de Almeida Tavares, M. S., & Tiago, K. P. (2025). Importância dos biocosméticos de origem amazônica para a bioeconomia regional. *Cuadernos de Educación y Desarrollo-QUALIS A4*, 17(12), e10328-e10328.  
<https://doi.org/10.55905/cuadv17n12-055>
- Muñoz, E. (1997) *Biotecnología, Industria y Sociedad. El caso español*. Fundación CEFI, Madrid.
- Nuñez-García, U., Navarro-Gómez, H. I., González-Sandoval, M. del R., & Flores-Badillo, J. (2023). Tratamiento biológico de aguas residuales con perspectiva de economía circular. *Pädi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 11(Especial3), 112–122.  
<https://doi.org/10.29057/icbi.v11iEspecial3.11486>
- OMT (2005). *Indicadores de desarrollo sostenible para los destinos turísticos. Guía práctica*. Recuperado de: <http://www.e-unwto.org/doi/book/10.18111/9789284408382>
- Pérez Hernández, V. S., Millán Aguilar, O. G., Manzano Sarabia, M. M., Hurtado Oliva, M. Á., & Osuna Martínez, C. C. (2024). Mangles al rescate: cómo estos árboles purifican ecosistemas costeros. *Revista Digital Universitaria*, 25(5).  
<https://doi.org/10.22201/ceide.16076079e.2024.25.5.8>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2017). *Turismo sustentable en México*. Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable.  
<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD002793.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2021). *Informe de la situación del medio ambiente en México 2020*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Vega-Zepeda, A., & Rodríguez-Barrios, R. (2022). Turismo sustentable y conservación biocultural en comunidades indígenas de México. *Turismo y Sociedad*, 30, 233–254.  
<https://doi.org/10.18601/01207555.n30.12>