

Revista en línea de divulgación biotecnológica



Economía Circular en México: Desafíos y Estrategias para su consolidación en Baja California Sur

FELIPE ASCENCIO

Vol. 3, Número 4

Julio-Agosto 2025
www.biotmagazine.com



BIOTECNOLÓGICA MAGAZINE® año 2025, Vol. 3, No. 4, julio-agosto, es una publicación de divulgación, bimestral, editada por: Dra. Norma Y. Hernández Saavedra. <http://biotmagazine.com>, biotecnologicamagazine@gmail.com. Blvd. Constituyentes 1975, L19 MzB 165, Fracc. Campestre, La Paz, Baja California Sur, C.P. 23090, México. Tel. (612) 12 40674. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2024-022911435400-102, ISSN: 2992-863X; ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. El contenido de los artículos y comunicaciones es responsabilidad exclusiva de los autores y no refleja de manera alguna el punto de vista del Editor ni del Consejo Editorial Fundador. Queda prohibida la reproducción total o parcial del contenido por cualquier medio sin la autorización expresa del Consejo Editorial Fundador.

Crédito Fotografía Portada:

Edición gráfica editorial y página web: Dra. Crisalejandra Rivera Pérez.

Biotechnológica Magazine es la revista en línea de divulgación biotecnológica dirigida a empresas, investigadores, estudiantes y a todos los que sientan curiosidad por esta innovadora área científica y tecnológica.

Biotechnológica Magazine publica artículos en el campo de la biotecnología y ciencias afines. Publica editoriales (mensaje de el o los editores), artículos, notas cortas, fotografías, infografías, y noticias de actualidad en áreas gubernamentales, académicas, empresariales e investigaciones destacadas en el campo de la biotecnología, ciencias biológicas, ciencias de la vida, y ciencias ambientales, acuícolas, agropecuarias, veterinarias y ciencias médicas y biofarmacéuticas.

ORGANISMO RESPONSABLE



Biotechnológica Magazine

EDITORIA

Dra. Norma Yolanda Hernández Saavedra

CONSEJO EDITORIAL FUNDADOR

Dra. Norma Yolanda Hernández Saavedra

Dr. Felipe Ascencio Valle

Dra. Crisalejandra Rivera Pérez

EDITOR EJECUTIVO

Dra. Crisalejandra Rivera Pérez

EDITORES ASOCIADOS

Dra. Ana G. Reyes Alvarado - Biotecnología agrícola e industrial.

Dr. Fausto Valenzuela Quiñonez - Bioinformática

Dr. Gerzaín Avilés Polanco - Biotecnología+Sociedad+Economía+Gobernanza.

Dra. María Goretty Caamal Chan - Biotecnología ambiental.

Dra. Martha Patricia Hernández Cortés - Biotecnología de alimentos-educación

biotechnologicamagazine@gmail.com

www.biotmagazine.com

Facebook @biotechnologicamagazine

Instagram biotechnologicamagazine

Threads biotechnologicamagazine

ÍNDICE

VI EDITORIAL

- 1** ***Economía Circular en México:
Desafíos y Estrategias para su
consolidación en Baja California
Sur***

Felipe Ascencio

- 11** ***Efecto secundario de la vacuna
contra el virus de la varicela-
zóster: podría disminuir el riesgo
de demencia***

Mercedes Gorette Solís Lucero

- 17** ***Perversa generosidad***

Arturo Sánchez Paz

- 23** ***Papas fritas y Salud ¿Riesgos bajo la
lupa?***

Alessandra O. Marín Homá, Arémy A.
Dzul Álvarez, Geny M. Madariaga Cub,
Paola A. Tenorio-Rodríguez

- 24** ***Anticuerpos: de defensas naturales
a herramientas biotecnológicas***

M. Gorette Solís Lucero

EDITORIAL

Estimad@s Lector@s,

En este número de Biotecnológica Magazine exploramos, desde diferentes ángulos, la complejidad de los desafíos que enfrenta nuestra sociedad y las posibles rutas hacia un futuro más sostenible y consciente.

Abrimos con un tema de gran relevancia regional: la economía circular en Baja California Sur. Esta transición aún se encuentra en sus primeras etapas, enfrentando obstáculos como la falta de infraestructura y la resistencia al cambio en los sectores productivos. No obstante, las oportunidades también son claras: el impulso de estrategias innovadoras que promuevan la colaboración entre gobiernos, empresas y comunidades abre un camino hacia prácticas sostenibles que no solo benefician al medio ambiente, sino que también fortalecen la resiliencia económica y social de la región. La educación y la sensibilización emergen como herramientas clave para sembrar una cultura de sostenibilidad que trascienda generaciones.

En el ámbito de la salud pública, abordamos un hallazgo que invita a reflexionar sobre la manera en que percibimos la ciencia y sus avances. La vacuna contra el virus de la varicela-zóster, tradicionalmente aplicada para prevenir la culebrilla, podría ofrecer un beneficio adicional: disminuir el riesgo de demencia en adultos mayores. En tiempos donde los efectos adversos de las vacunas son frecuentemente magnificados en medios sensacionalistas, resulta necesario dar espacio a investigaciones serias que demuestran el potencial positivo de la inmunización más allá de su función inmediata.

Finalmente, en nuestra sección Filosofando, nos adentramos en la paradoja de la perversa generosidad. Un ensayo que nos recuerda que, aunque la cooperación parece ser la norma en la vida, en condiciones adversas emerge la astucia del egoísmo estratégico. Esta reflexión nos invita a cuestionar nuestras propias dinámicas sociales, y a reconocer cómo la naturaleza, en su complejidad, combina altruismo y explotación como mecanismos inevitables de supervivencia.

Con estas tres miradas —la económica, la científica y la filosófica— este número busca ofrecer un espacio para pensar críticamente en los retos y contradicciones de nuestro tiempo, sin perder de vista que la innovación, la ciencia y la reflexión profunda son pilares esenciales para construir un futuro más justo y sostenible.

Consejo Editorial Fundador

Biotecnológica Magazine

Economía Circular en México: Desafíos y Estrategias para su consolidación en Baja California Sur

Felipe Ascencio

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
ascencio@cibnor.mx

Tema: La economía circular en Baja California Sur enfrenta diversos desafíos, como la falta de infraestructura adecuada, la escasa concienciación pública y la resistencia al cambio en prácticas empresariales. Sin embargo, se presentan oportunidades a través de estrategias innovadoras que promueven la colaboración entre gobiernos, empresas y comunidades. La educación y sensibilización sobre los beneficios de la economía circular son fundamentales para fomentar una cultura de sostenibilidad. Implementar políticas públicas efectivas y crear incentivos para prácticas sostenibles serán claves para impulsar esta transición en la región.

1. Introducción

Hay pocos conceptos en sostenibilidad que sean tan conocidos e influyentes como la Economía Circular (EC). Este concepto trata sobre usar los recursos de manera cíclica y es solo una de las muchas respuestas a la insostenibilidad que vemos hoy en día, un gran reto para el desarrollo sostenible. La economía funciona como un sistema dentro de uno ecológico más grande, donde los recursos son limitados. Ambos sistemas dependen uno del otro: el sistema ecológico pone límites a lo que la economía puede hacer, y lo que hacemos en la economía afecta al medio ambiente.

En este sentido, Figge y colaboradores (2023) dicen que “la EC es un sistema que busca cerrar todos los ciclos de recursos. Cosas como el reciclaje y otras estrategias que optimizan cómo se mueven esos recursos son clave para hacer que funcione. En su versión ideal, todos los ciclos estarían completamente cerrados; pero en la práctica, siempre habrá un poco de uso de recursos nuevos”.

Para lograr un uso más sostenible de los recursos, necesitamos pensar en varias ideas, y la EC es una de las más importantes. Aunque podemos imaginar una EC perfecta como algo ideal que no tiene en cuenta las realidades del mundo actual, en realidad solo es una de las muchas iniciativas hacia la sostenibilidad que existen hoy. Por eso, es súper importante entender bien qué papel juega la EC. Una buena definición no solo ayuda a entenderla mejor, sino que también la diferencia de otros conceptos similares (Figge *et al.*, 2023).

La integración de los principios de la EC con la biotecnología ofrece un potencial transformador para optimizar el uso de los recursos naturales, reducir los residuos y fomentar el desarrollo sostenible. Al aprovechar los procesos biológicos, la biotecnología puede cerrar el ciclo de los materiales, sustituir los insumos fósiles y convertir los residuos en recursos valiosos, en consonancia con los objetivos de la EC de desvincular el crecimiento económico de la degradación ambiental.

Tabla 1. La Economía Circular, un modelo significativo para la Tierra: Hacia un sistema económico y social que se adapte a nuestro planeta (Circle Economy, 2022).

LA ECONOMÍA CIRCULAR

La circularidad nos brinda las herramientas para transformar nuestra economía lineal en una donde se eliminan los residuos y la contaminación, se reutilizan los productos y materiales, y se regenera la naturaleza. Si integramos estrategias circulares en nuestras economías basadas en los cuatro flujos siguientes, necesitaremos menos materiales y emisiones para vivir.

ESTRECHO: USAR MENOS

Al minimizar el consumo total de materiales en una economía, se reducen las emisiones presentes en los recursos y productos finales, especialmente si se priorizan los flujos con mayores emisiones incorporadas. En la práctica: Modelos de alquiler y uso compartido, aligeramiento de materiales, productos o edificios multifuncionales, eficiencia energética, digitalización.

LENTO: USAR MÁS

Al prolongar la vida útil de los recursos, las emisiones asociadas a los flujos de materiales se distribuyen y reducen con el tiempo. En la práctica: Uso de materiales duraderos, diseño modular, diseño para desmontaje, reparación, re-fabricación, reacondicionamiento, renovación y remodelación.

REGENERAR: LIMPIAR

Al utilizar recursos regenerativos, se reducen las emisiones de combustibles fósiles y biomasa no sostenible en la economía. En la práctica: Uso de materiales regenerativos, energías renovables, agricultura regenerativa.

CICLAR: REUTILIZAR

Dependiendo de la energía utilizada y las emisiones liberadas durante el reciclaje, esta estrategia tiene el potencial de eliminar las emisiones incorporadas de los insumos. En la práctica: Diseño para la reciclabilidad (tanto técnica como biológica), diseño para el desmontaje, reciclaje y valorización energética de residuos.

En la sinergia entre la EC y la biotecnología para el uso sostenible de los recursos, resaltan de manera sobresaliente algunos aspectos clave:

La Valorización de Residuos: La biotecnología permite la conversión de residuos orgánicos e industriales en productos de alto valor (p. ej., biocombustibles, bioplásticos, enzimas). Por ejemplo, residuos agroindustriales como el bagazo de caña de azúcar pueden transformarse en bioetanol mediante fermentación microbiana, lo que reduce la dependencia de los vertederos y genera energía renovable.

La Innovación en Materiales Sostenibles: Los materiales de origen biológico, como los plásticos biodegradables producidos a partir de algas o celulosa bacteriana, sustituyen a los plásticos lineales de origen fósil. Empresas como la mexicana EcoTech Soluciones desarrollan envases a base de micelio, en consonancia con los objetivos de cero residuos de la EC.

La Biorremediación: Las tecnologías microbianas pueden desintoxicar entornos contaminados (p. ej., derrames de petróleo, metales pesados), restaurando ecosistemas y facilitando la recuperación de recursos. En Baja California Sur, se explora la biotecnología de algas para el tratamiento de aguas residuales y el reciclaje de nutrientes en la acuicultura.

La Agricultura Inteligente: Las innovaciones biotecnológicas, como los biofertilizantes y los biopesticidas, reducen la dependencia química y mejoran la salud del suelo. Los mejoradores microbianos del suelo, como los desarrollados por BioPurify, mejoran la eficiencia de los recursos en sistemas agrícolas alineados con la EC.

Sin embargo, la transformación de México hacia una EC se ve influenciada por su complejo panorama político y social, con avances positivos, como el Plan Nacional de Desarrollo, y desafíos, como la brecha entre la formulación y la implementación de políticas, la corrupción y la falta de coordinación interinstitucional (Dieleman y Martínez-Rodríguez 2018). Puntos relevantes para transitar hacia una EC en México:

1. México produce 103,000 toneladas de residuos al día, de los cuales el 33% se elimina de forma incontrolada. El país cuenta con un importante potencial económico de reciclaje, con un estimado de \$1.34 millones de dólares diarios, pero solo el 47% de este potencial se aprovecha actualmente.
2. La economía de México es relativamente estable, con un crecimiento promedio del 2.6% en los últimos 10 años, y se proyecta que se convierta en la octava economía más grande del mundo en 2050. El país muestra un creciente interés en la aplicación de tecnología ambiental, principalmente debido a una legislación ambiental más estricta, y está importando tecnología de otros países, principalmente de Europa y Estados Unidos.

3. El estudio concluye que México ha avanzado en el desarrollo de un Plan Nacional de Desarrollo, que incluye objetivos para impulsar el crecimiento verde y mejorar la gestión de residuos. Sin embargo, el país aún enfrenta desafíos importantes, como la brecha entre la formulación y la implementación de políticas, la corrupción y la falta de coordinación interinstitucional.

4. Las principales conclusiones del estudio son que México carece de una cultura que favorezca la innovación y la creatividad, y que la mentalidad del país de "lo que será, será" no genera incentivos para aprovechar las oportunidades.

5. La mayoría de estos indicadores ofrecen una perspectiva positiva sobre el potencial de México para la transición hacia una economía circular y muestran que existen numerosas oportunidades.

2. Estado del Desarrollo de la Economía Circular en Baja California Sur

a). Situación Actual en Baja California Sur (BCS). Baja California Sur, un estado reconocido por su turismo, pesca y agricultura, cuenta con iniciativas emergentes de EC. Desde una perspectiva en materia de legislación, dentro de un Marco Nacional, BCS se rige por leyes federales como la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y la Ley General de Economía Circular (aprobada en 2021 a nivel federal). Estas promueven la reducción de residuos y la responsabilidad extendida del productor. Desde una perspectiva estatal existen algunas Iniciativas Locales (Tabla 2),

entre las que se incluyen programas municipales de reciclaje (p. ej., los proyectos de separación de residuos de La Paz), certificaciones de turismo sostenible para hoteles y compostaje a pequeña escala en la agricultura orgánica.

En 2022, se propuso en BCS una iniciativa para regular plásticos de un solo uso, aunque aún no se ha concretado como ley, Programas municipales en La Paz y Los Cabos enfocados en reciclaje y manejo de residuos sólidos, pero sin un marco legislativo estatal integral. El progreso es desigual, el estado carece de una legislación integral de EC, y la mayoría de las actividades dependen de ONG locales o subvenciones federales. Por ejemplo, la SEMARNAT (Procuraduría Federal del Medio Ambiente) apoya proyectos de gestión de residuos, pero su implementación en BCS sigue siendo limitada debido a la falta de financiamiento. Las encuestas de percepción social indican un conocimiento moderado de los conceptos de sostenibilidad, pero poca comprensión de los principios de EC, como la extensión de la vida útil de los productos o la simbiosis industrial.

b). Inversión Pública y Privada. Aunque hay un interés creciente en la inversión en proyectos de EC, los detalles específicos sobre montos o iniciativas concretas no son del todo claros. Sin embargo, se ha mencionado que hay un impulso por parte del gobierno para fomentar emprendimientos que promuevan este modelo.

- **Inversión Pública:**

- Proyectos como La Paz Recicla (en colaboración con la iniciativa privada) para separación de residuos.

- Infraestructura limitada: solo existen algunos centros de acopio y plantas de tratamiento de residuos en ciudades principales.
- Dependencia de programas federales (ej.: Sembrando Vida no aplica directamente, pero hay fondos para sostenibilidad).

- **Inversión Privada:**

- Empresas turísticas (ej.: hoteles en Los Cabos) adoptan prácticas como compostaje, reducción de plásticos y sistemas de reciclaje.
- Startups locales enfocadas en reciclaje de PET y electrónicos, pero con escala reducida.
- Colaboraciones con ONGs como Costa Salvaje o WWF México para proyectos de conservación y manejo de residuos costeros.

c). Educación y Conciencia Pública. La educación sobre la EC es fundamental para su implementación. Existen iniciativas para sensibilizar a la población sobre prácticas sostenibles y el aprovechamiento de recursos, pero se requiere un mayor esfuerzo para integrar estos conceptos en la educación formal e informal.

- **Educación Formal:**

- La Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) ofrece cursos sobre sostenibilidad y manejo de recursos, pero sin un programa dedicado a EC.
- Escuelas primarias y secundarias incluyen talleres esporádicos sobre reciclaje, apoyados por ONGs.

- **Campañas Públicas:**

- Campañas municipales como Recicla La Paz y Limpiemos Nuestro México para promover la separación de residuos.

Tabla 2. Iniciativas sobre Gestión Integral de Residuos y Economía Circular promovidas por las Organizaciones de la Sociedad Civil de Baja California Sur (OCS-BCS).

OCS-BCS/ Enfoque	Iniciativas
Ponguinguiola A.C. Educación ambiental y EC https://ponguinguola.org/	- Programa de EC: Implementación de sistemas de separación de residuos sólidos en comunidades pesqueras como San Juaniquito. - Plataforma de Acción sobre Residuos: Diagnóstico integral de residuos sólidos del estado que revela la generación anual de 649,271 toneladas. - Capacitaciones en Carnaval La Paz: Talleres sobre manejo de residuos con 135 negocios participantes. - Proyectos colaborativos: Facilitar la implementación de proyectos viables que contribuyan a solucionar el impacto de la basura y valorizar residuos.
Alianza Cero Basura Primer destino turístico con cero residuos en México https://cerobasurabcs.org/es/	5 Pilares del Programa: Participación Comunitaria, Participación Escolar, Reducción de Residuos, Separación de Residuos y Gestión de Residuos Orgánicos. - Programa "Adoptar un Punto": 17 empresas locales mantienen limpia la región de Todos Santos y El Pescadero. - Directorio de Empresas Ejemplares: Seguimiento a esfuerzos de reducción de residuos de negocios locales. - Estaciones de Relleno de Botellas: Ubicaciones gratuitas para reducir plásticos de un solo uso.
#Desplastificate Eliminación de plásticos de un solo uso https://desplastificate.mx	- Movimiento de 35+ organizaciones: Coalición que logró la aprobación de la Ley Desplastificate en 2018. 4 Ejes estratégicos: Negocios, Comunicación, Educación y Políticas Públicas. - Campaña "Ponemos la Diferencia": Reto "Julio Sin Plástico" para eliminar plásticos de un solo uso. - Distintivo #Desplastificate: Certificación para negocios que reducen su impacto ambiental.
Clean Up BCS Jornadas de limpieza y sensibilización sobre residuos https://cleanupbcs.mx	- Mega Limpieza Estatal: Eventos masivos de limpieza en 10 ciudades simultáneamente. - Educación ambiental: Sensibilización sobre el problema de que BCS genera 1.4 kg de residuos per cápita diariamente. - Economía circular: Promoción de prácticas sostenibles para reducir riesgos ambientales.
Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA) Defensa legal del derecho a un medio ambiente sano https://cemda.org.mx	- Oficina regional BCS: Litigio estratégico en temas ambientales desde 2005. - Agenda Ambiental 2021: Propuestas para mejorar regulación en gestión de residuos sólidos. - Convenios de colaboración: Trabajo conjunto con autoridades estatales para mejorar normatividad ambiental.
Centro de Energía Renovable y Calidad Ambiental (CERCA) Transición energética y calidad del aire https://cerca.org.mx	- Red de monitoreo ciudadana: Primera red de monitoreo de calidad del aire en tiempo real en La Paz. - Promoción de energías renovables: Oposición al uso de combustóleo y promoción de energías limpias. - Educación ambiental: Programas para mejorar la calidad de vida de sudcalifornianos.
Banco de Tapitas BCS Reciclaje de tapitas plásticas para apoyo social https://bancodetapitas.org	- Recolección de tapitas: Red de contenedores en Los Cabos y La Paz para apoyo a niños con cáncer. - Colaboración en acopios: Participación en campañas municipales de recolección de residuos. - Presencia estatal: Puntos de acopio coordinados con organizaciones locales.
La Paz Partners Conservancy Desarrollo sostenible y conservación de ecosistemas https://lapazpartnersconservancy.com	- Proyectos de conservación: Restauración de manglares en Puerto Gato y protección de Balandra. - Alianzas estratégicas: Colaboración con CONANP y academia para conservación marina, costera y terrestre. - Educación ambiental: Proyectos que fomentan responsabilidad ambiental comunitaria.

- Baja participación ciudadana debido a falta de continuidad y recursos limitados.
- Cultura de "usar y tirar" aún predominante, especialmente en zonas turísticas.

d). Desafíos Principales. Algunos de los desafíos incluyen la necesidad de cambiar hábitos de consumo, la falta de infraestructura adecuada para el reciclaje y la gestión de

residuos, así como la resistencia al cambio por parte de algunos sectores económicos.

- Falta de Legislación Local:** No hay una ley estatal de EC, lo que limita la implementación de incentivos y sanciones.
- Infraestructura Insuficiente:** Escasez de plantas de tratamiento, centros de reciclaje y rutas de recolección eficientes.

- **Dependencia del Turismo:** Aunque el sector turístico impulsa algunas prácticas sostenibles, también genera altos volúmenes de residuos (ej.: plásticos en zonas costeras).
- **Educación Fragmentada:** Programas de concienciación sin coordinación estatal y baja penetración en comunidades rurales.

e). Oportunidades. Hay grandes oportunidades en sectores como el turismo sostenible y el desarrollo de tecnologías limpias. Además, al ser un estado con una rica biodiversidad y recursos naturales, hay un amplio potencial para implementar prácticas que no solo beneficien a la economía local, sino también al medio ambiente.

- Potencial para convertir a BCS en líder en EC vinculada al turismo sostenible (ej.: certificaciones verdes para hoteles).
- Colaboración con estados vecinos (ej.: Baja California, Sonora y Sinaloa) para compartir mejores prácticas.
- Atracción de inversión privada en sectores **como energía solar y manejo de agua, clave para la circularidad en zonas áridas.**

3. Desafíos Clave para la Implementación de la EC en México y en BCS

La economía circular en México es un campo emergente que busca la transición de los modelos económicos lineales tradicionales a prácticas más sostenibles. Esto implica la reducción de residuos, la reutilización de materiales y el reciclaje de recursos para crear un sistema de ciclo cerrado que beneficie al medio ambiente, la economía y la sociedad. La adopción de la EC en México enfrenta varios desafíos importantes, como barreras econó -

micas, deficiencias regulatorias y la falta de concientización y educación entre los actores involucrados. Estos problemas dificultan la implementación generalizada de prácticas de EC, a pesar de una visión generalmente optimista sobre sus beneficios potenciales (Padilla-Rivera et al., 2024). En la industria electrónica, por ejemplo, existe interés de los consumidores en extender la vida útil de los productos, pero la falta de incentivos y la limitada participación de los fabricantes frenan el progreso (Cordova-Pizarro et al., 2020). Además, las PYMES en México enfrentan limitaciones de recursos y factores externos que afectan su capacidad para implementar prácticas sostenibles (Rodríguez-Espíndola et al., 2022; Cantú et al., 2021).



Figura 1. Marco conceptual de las relaciones entre las visiones de la bioeconomía circular y los servicios ecosistémicos (Fuente: D'Ámato et al., 2020).

a). Limitaciones Económicas y de Recursos. Primeramente, existe una inversión limitada. Las PYMES y los municipios mexicanos a menudo carecen de capital para infraestructura de EC (p. ej., plantas de reciclaje). En BCS, las economías impulsadas por el turismo priorizan las ganancias a corto plazo sobre las inversiones en sostenibilidad a largo plazo. Por otra parte, existen barreras de costo, esto es, las tecnologías de reciclaje o las cadenas de

suministro circulares son más costosas que los modelos lineales, lo que desalienta su adopción (Cantú et al., 2021; Rodríguez-Espíndola et al., 2022).

b). Barreras Regulatorias y Políticas. Hay una gobernanza fragmentada, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPRI) de México establece objetivos nacionales, pero carece de objetivos de EC exigibles. Estados como BCS enfrentan una aplicación inconsistente. Mas grave aún, BCS no cuenta con una hoja de ruta específica de EC, y se basa en directrices federales. Las políticas existentes suelen ser inadecuadas para facilitar la transición a una EC, y se necesitan políticas más integrales y de apoyo (Padilla-Rivera et al., 2024; Dieleman y Martínez-Rodríguez, 2018; Flores et al., 2018).

c). Falta de Concienciación y Educación. Lamentablemente, hay una baja participación pública. Las encuestas muestran que solo el 30% de los mexicanos comprende los conceptos de EC. En BCS, las instituciones educativas rara vez integran la sostenibilidad en sus planes de estudio. Existen también brechas de conocimiento empresarial, toda vez que muchas PYME carecen de capacitación sobre modelos de negocio de EC, por ejemplo, producto como servicio (Padilla-Rivera et al., 2024; Rajčić et al., 2024).

d). Actitudes Culturales y Sociales. Hay hábitos de consumo muy arraigados en la población. Predomina la cultura del uso desechable, especialmente en centros turísticos como en la región de Los Cabo, donde predominan los plásticos de un solo uso. Sorprendentemente, hay prácticas tradicionales dignas de replicar,

mientras que algunas comunidades rurales practican la reutilización, las zonas urbanas imitan el consumismo global (Rajčić et al., 2024).

e). Limitaciones de Infraestructura y Tecnología. Lo primero en resaltar son los sistemas de reciclaje inadecuados, solo el 12% de los municipios mexicanos cuentan con programas formales de reciclaje. BCS depende de instalaciones de tratamiento de residuos obsoletas. Por otra lado, el acceso a la tecnología es insuficiente, hay una adopción limitada de plataformas digitales para el seguimiento de recursos o modelos de economía colaborativa (Dieleman y Martínez-Rodríguez, 2018; Flores et al., 2018).

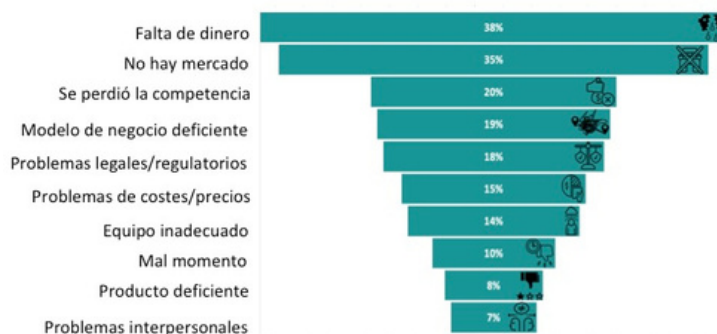


Figura 2. Razones por las que las startups tecnológicas han fracasado (Fuente: WEF, 2022).

f). Presiones del Mercado y Competitivas. Las condiciones del mercado en México, incluyendo los desafíos de competitividad y productividad, pueden dificultar que las empresas adopten modelos de EC sin incentivos económicos claros (Dieleman y Martínez-Rodríguez, 2018; Hernández y Arroyo, 2023). Los productos circulares (p. ej.,

los bioplásticos) tienen dificultades para competir con alternativas lineales más económicas, lo que sugiere que hay una “sensibilidad al precio”, y por otro lado, las industrias orientadas a la exportación en México se enfrentan a la presión de mantener bajos costos, lo que desalienta la adopción de la economía colaborativa.

4. Oportunidades y Potencial

A pesar de estos desafíos, existen sólidas oportunidades para la innovación y el fortalecimiento de políticas que impulsen el desarrollo sostenible en México. Las partes interesadas ven potencial en la integración de los principios de la EC en la planificación urbana y los marcos políticos para abordar desafíos locales como la gestión de residuos y la contaminación (Padilla-Rivera et al., 2024). La industria electrónica, en particular, podría beneficiarse de políticas públicas bien diseñadas y un mejor etiquetado ecológico para promover la concienciación del consumidor e impulsar la adopción de la EC (Córdova-Pizarro et al., 2020). Asimismo, el sector de tratamiento de aguas residuales en México presenta oportunidades para la circularidad mediante el tratamiento del agua, el aprovechamiento de lodos residuales y la cogeneración de energía a partir de biogás (Garza et al., 2024).

La transición de México hacia la energía circular ofrece amplias oportunidades, especialmente en sectores alineados con sus fortalezas económicas:

Turismo y Energías Renovables. El potencial solar de BCS podría impulsar sistemas de energía circular (por ejemplo, colaboraciones

para el reciclaje de paneles solares). El desarrollo de una marca ecoturística podría atraer a mercados premium.

Agricultura y Pesca. A pesar de la modesta actividad agrícola y pesquera de BCS, se podría impulsar una Simbiosis Agroindustrial, para llevar a cabo la conversión de residuos agrícolas (por ejemplo, cáscaras de mango, subproductos de pescado) en bioenergía o fertilizantes. De igual manera, fomentar prácticas de economía azul dada la ubicación costera de BCS impulsa prácticas de acuicultura circular e iniciativas de recuperación de plásticos marinos.

Minería Urbana y Valorización de Residuos. México genera 12 millones de toneladas de residuos municipales al año. Ampliar el reciclaje de residuos electrónicos (por ejemplo, a través de startups como Circular Platform) podría recuperar metales valiosos.

Colaboración Público-Privada. Alianzas como la Alianza Mexicana para la Economía Circular (AMEC) conectan a empresas con legisladores para compartir mejores prácticas.

Innovación Digital. Plataformas como Reflow mapean los flujos de residuos para identificar oportunidades de reutilización, particularmente en clústeres manufactureros como Monterrey o Guadalajara.

5. Rol de las PYMES y la Industria

Las PYMES desempeñan un papel crucial en la transición hacia una economía circular en México. El apoyo gubernamental y la presión de los clientes son factores clave para la adopción de la EC entre las PYMES, y el apoyo gubernamental también contribuye directamente a la implementación de

tecnología (Rodríguez-Espíndola et al., 2022). Las iniciativas exitosas de EC en las PYMES suelen alinear sus estrategias comerciales con las condiciones del mercado, la infraestructura y la normativa local (Cantú et al., 2021). En el sector manufacturero, las grandes empresas han iniciado acciones relevantes de EC, lo que proporciona un modelo a seguir para las PYMES (Quinteros et al., 2024).

Las PYMES constituyen el 99.8% de las empresas mexicanas y son fundamentales para la adopción de la EC:

- **Desafíos para las PYMES.** Acceso limitado a financiamiento y tecnología verdes, así como complejidad regulatoria (por ejemplo, costos de cumplimiento para la declaración de residuos).
- **Casos de Éxito.** Algunos viñedos en Baja California utilizan residuos de uva para generar composta y biogás, reduciendo la dependencia de los vertederos. Por otro lado, en el sector textil hay empresas como Houdi en Guadalajara que reciclan retales de tela para crear nuevas prendas, aprovechando las cadenas de suministro locales.
- **Soluciones impulsadas por la industria.** Dentro del sector automotriz, empresas como Volkswagen en Puebla aplican la manufactura de circuito cerrado, reutilizando agua y metales. En tanto que en la industria alimentaria, el programa "Pan Integral" de Grupo Bimbo recicla los residuos de pan para convertirlos en alimento para animales a nivel nacional.

6. Recomendaciones políticas y estratégicas

Para impulsar la EC en México, se recomienda intensificar los programas educativos para aumentar la comprensión y la participación pública, formular políticas de apoyo y promover la colaboración intersectorial (Padilla-Rivera et al., 2024). Para acelerar la adopción de la EC, México requiere acciones coordinadas:

1. **Estrategia nacional de EC.** Integrar los objetivos de EC en la LGPRI y establecer cuotas de reciclaje vinculantes para los estados.
2. **Incentivos y financiamiento.** Exenciones fiscales para inversiones en EC (por ejemplo, maquinaria para remanufactura). Ampliar las subvenciones del FONAES (Fondo Nacional para el Medio Ambiente) para proyectos en BCS.
3. **Campañas de concientización.** Lanzar programas públicos como #EconomíaCircularMéxico para educar a consumidores y empresas.
4. **Desarrollo de infraestructura.** Apoyo federal para centros regionales de reciclaje, particularmente en estados como BCS con residuos generados por el turismo.
5. **Programas de Apoyo a las PYMES.** Asistencia técnica a través del IMPI (Instituto de Propiedad Intelectual) para ayudar a las PYMES a adoptar patentes y certificaciones de CE.
6. **Colaboración Transfronteriza.** Colaborar con California (a través del T-MEC) en la innovación de CE, aprovechando la proximidad de BCS al mercado estadounidense.

7. Trabajo futuro

Futuras investigaciones deberían centrarse en la recopilación de datos más detallados para permitir un análisis más específico y contribuir significativamente al discurso sobre la EC en diversos contextos socioeconómicos. Se recomienda también que las futuras investigaciones exploren las complejidades de la transición hacia un modelo económico sostenible desde la perspectiva de la EC en el contexto de México. Es recomendable que futuras iniciativas prioricen programas educativos dirigidos a todos los niveles de la sociedad para aumentar la comprensión y el apoyo a la EC y los responsables políticos consideren la creación de marcos más integrales y de apoyo que faciliten la transición a la EC. Se debiera considerar en futuras investigaciones recopilar datos más detallados, lo que permitirá un análisis más específico y contribuirá al debate sobre la EC en diversos contextos socioeconómicos. También se recomiendan estudios longitudinales para evaluar los impactos de la EC a lo largo del tiempo (Padilla-Rivera et al. 2024).

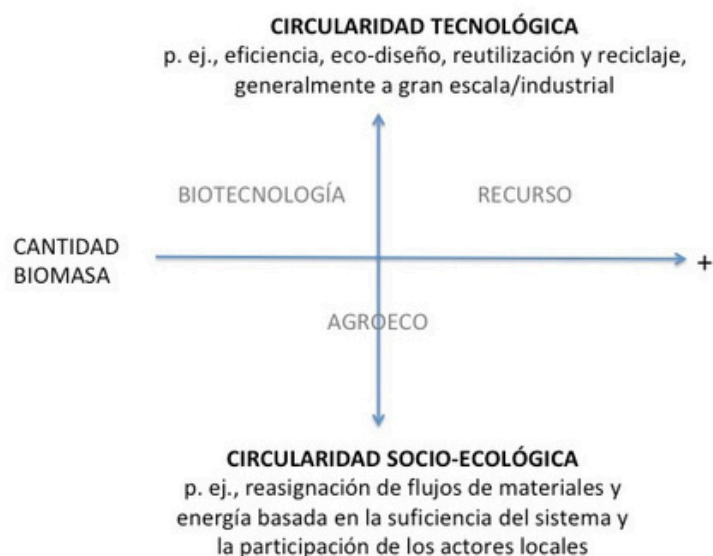


Figura 3. Las tres visiones de la bioeconomía en relación con los requisitos de biomasa y el tipo de circularidad. Fuente: (Fuente: D'Amato et al., 2020).

8. Conclusión

La adopción de prácticas de economía circular en México requiere una transformación fundamental en los patrones de producción y consumo, lo que requiere innovaciones tecnológicas y cambios significativos en las normas sociales, los comportamientos y las políticas. La EC puede ser parte de la solución para abordar los desafíos de sostenibilidad en México, pero requiere un cambio sustancial en los paradigmas sociales y económicos. Se necesitan enfoques integrados que aborden tanto los factores tecnológicos como los socio-económicos en la implementación de prácticas de EC.

La implementación de una EC en México se enfrenta a barreras económicas, regulatorias, culturales y de infraestructura. Abordar estos desafíos requiere un apoyo político integral, mayor concienciación y educación, e inversión en infraestructura y tecnología. Al superar estos obstáculos, México puede aprovechar mejor los beneficios potenciales de una EC, incluyendo una mayor sostenibilidad y resiliencia económica.

Si bien México enfrenta importantes desafíos para adoptar una EC, existen importantes oportunidades de crecimiento y desarrollo. Al abordar las barreras regulatorias, educativas y de mercado, y aprovechar el potencial de las pymes y las grandes industrias, México puede avanzar significativamente hacia un modelo económico sostenible.

Baja California Sur está en una fase incipiente de desarrollo de EC, con avances notables en el sector turístico y proyectos piloto de reciclaje, pero requiere:

- Una ley estatal de EC con metas claras.
- Mayor inversión en infraestructura y alian-

zas público-privadas.

- Educación continua y campañas masivas para cambiar hábitos de consumo.
- Aprovechar su posición geográfica y vocación turística para modelos innovadores (ej.: economía azul en zonas costeras).

9. Referencias

Cantú A., Aguiñaga E., Scheel C. 2021. Learning from Failure and Success: The Challenges for Circular Economy Implementation in SMEs in an Emerging Economy. Sustainability. <https://doi.org/10.3390/SU13031529>

Circle Economy. 2022. The Circularity Gap Report 2022 (pp. 1-64, Rep.). Amsterdam: Circle Economy. <https://www.circularonline.co.uk/wp-content/uploads/2022/01/Circularity-Gap-Report-2022.pdf>

Cordova-Pizarro D., Aguilar-Barajas I., Rodriguez C., Romero D. 2020. Circular Economy in Mexico's Electronic and Cell Phone Industry: Recent Evidence of Consumer Behavior. Applied Sciences. <https://doi.org/10.3390/app10217744>

D'Amato D., Bartkowski B., Droste N. 2020. Reviewing the interface of bioeconomy and ecosystem service research. Ambio 2020, 49:1878–1896. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01374-0>

Dieleman H., Martínez-Rodríguez M-C. 2019. Chapter 2. Potentials and Challenges for a Circular Economy in Mexico. Franco-García M-L. et al. (eds.), In: Towards Zero Waste, Greening of Industry. Networks Studies 6. Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92931-6_2

Figge F., Thorpe A.S., Gutberlet M. 2023. Definitions of the circular economy: Circularity matters. Ecological Economics 208: 107823. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.107823>

Flores C., Bressers H., Gutierrez C., Boer C. 2018. Towards circular economy – a wastewater treatment perspective, the Presa Guadalupe case. Management Research Review, 41, 554-571. <https://doi.org/10.1108/MRR-02-2018-0056>

Garza J., Urquijo M., Figueroa M. 2024. The Integral Management of the Wastewater Treatment Sector in Mexico Using a Circular Economy Approach. Recycling. <https://doi.org/10.3390/recycling9050084>

Hernandez L., Arroyo P. 2023. Actions to promote circular economy: case study of multinational manufacturers in the automotive and fast-moving consumer goods in Mexico. Acta Universitaria. <https://doi.org/10.15174/au.2023.3798>

Padilla-Rivera A., Brizard M., Merveille N., Güereca-Hernandez L. 2024. Barriers, Challenges, and Opportunities in the Adoption of the Circular Economy in Mexico: An Analysis through Social Perception. Recycling. <https://doi.org/10.3390/recycling9050071>

Quinteros M., López L., Márquez C., Mendoza O. 2024. Best Practices of circular economy as benchmarks for SMEs manufacturing sector in Tijuana, Baja California, Mexico. EDUCATECONCIENCIA. <https://doi.org/10.58299/gwawze48>

Rajčić V., Lin Y., Laban M., et al. 2024. Cultural and Societal Challenges for Circular Strategies Implementation. Sustainability. <https://doi.org/10.3390/su17010220>

Rodríguez-Espíndola O., Cuevas-Romo A., Chowdhury et al. 2022. The role of circular economy principles and sustainable-oriented innovation to enhance social, economic and environmental performance: Evidence from Mexican SMEs. *International Journal of Production Economics*.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108495>
 World Economic Forum (WEF). 2022. A Freshwater Future: Without Blue, There Is No Green *Economy*.
<https://www.weforum.org/publications/a-freshwater-future-without-blue-there-is-no-green-economy/>



Sobre el autor

Dr. Felipe Ascencio
 Investigador Titular D y profesor en el CIBNOR,
 SNII III. Responsable del Laboratorio de
 Patogénesis Microbiana. Loop: 264286; Scopus:
 57247070500; ORCID: 0000-0003-3515-8708.

Cita:

Ascencio, F. (2025). Economía Circular en México: Desafíos y Estrategias para su consolidación en Baja California Sur. *Biотecnológica Magazine*, 3(4), 1-12.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17186066>

Efecto secundario de la vacuna contra el virus de la varicela-zóster: podría disminuir el riesgo de demencia

Mercedes Gorette Solís Lucero
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
msolis@pg.cibnor.mx

Tema: La demencia representa un reto de salud pública que aumenta a medida que la población global envejece. Estudios recientes sugieren que la vacuna contra el virus de la varicela-zóster, más allá de prevenir la infección, pudiera prevenir o retrasar la demencia en adultos mayores. Estos hallazgos resultan notables frente a las noticias sensacionalistas que magnifican los efectos secundarios de las vacunas.

Cuando una persona se infecta con el virus de la varicela-zóster desarrolla varicela. Una vez superada la enfermedad, el virus se mantiene latente de por vida en el tejido nervioso y, años más tarde, puede reactivarse y provocar la enfermedad herpes zóster, conocida comúnmente como culebrilla. La reactivación ocurre usualmente en mayores de 50 años o cuando el sistema inmune se debilita o en situaciones de estrés. La varicela se considera una enfermedad benigna que se atiende mediante el alivio de la comezón provocada por la aparición generalizada de ampollas llenas de líquido y el control de la temperatura. Sin embargo, la culebrilla es una enfermedad muy dolorosa que afectará a 1 de cada 3 personas en algún momento de su vida y que se manifiesta con erupciones sobre la zona que recorre el nervio afectado, usualmente en un solo lado del cuerpo, que puede ir acompañada de fiebre, dolor de cabeza, escalofríos y cansancio. La culebrilla presenta una baja mortalidad, sin embargo, sus complicaciones pueden tener un gran impacto en la calidad de vida. En algunos casos, el dolor puede perdurar por semanas, meses o incluso años (neuralgia posherpética)

puediendo ser intenso, ardiente, punzante y debilitante. Además, si la culebrilla se presenta en la cara es posible que pueda dañar la visión, el oído o provocar parálisis facial. Por ello, para reducir la gravedad y severidad de la culebrilla, los médicos prescriben antivirales y analgésicos ante los primeros signos de la infección, sin embargo, la prevención es la clave para evitar las complicaciones.

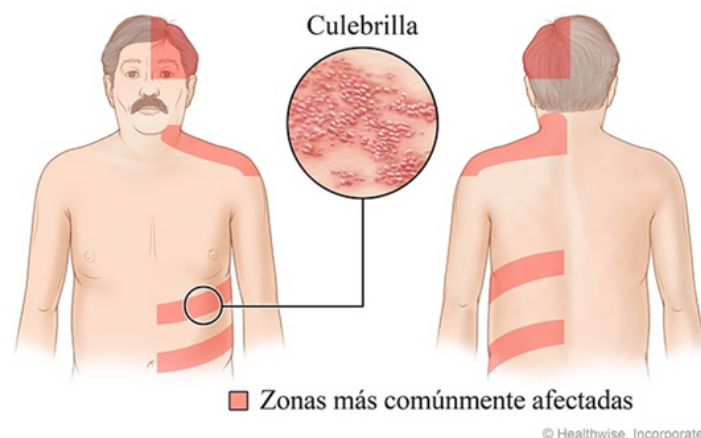


Figura 1. A la izquierda bebé con ampollas de varicela por todo su cuerpo (Foto: rehtse_c/ shutterstock) y a la derecha zonas comúnmente afectadas por el herpes zóster (Imagen: Healthwise, incorporated).

Vacunas contra el herpes zóster

Existen vacunas seguras y eficaces para prevenir la culebrilla que son recomendadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Se trata de la vacuna clásica Zostavax de virus debilitado y de la moderna vacuna Shingrix compuesta de solamente una proteína del virus varicela-zóster (la glicoproteína E) producida en el laboratorio. En México, estas vacunas no están incluidas en el cuadro nacional de vacunación, sin embargo, la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) les ha brindado su aprobación, por lo que es posible encontrarlas en instituciones privadas de salud y en algunas cadenas de farmacias.

Un efecto secundario positivo

Desde hace décadas, los investigadores han buscado comprender la relación entre ciertos virus que tienen influencia directa sobre el sistema nervioso y la aparición de demencia. La política de vacunación de Gales, en el Reino Unido, ofreció una oportunidad extraordinaria para probar esta hipótesis a gran escala y en condiciones reales en lo que llamaron un “experimento natural” (Eyting et al., 2025). En 2013, con el fin de prevenir las dolorosas y costosas complicaciones de la neuralgia posherpética, el gobierno abrió una campaña de vacunación con la vacuna clásica Zostavax para adultos mayores, poniendo como requisito para recibir la vacuna haber nacido a partir del 2 de septiembre de 1933. Investigadores de la Universidad de Stanford, en Estados Unidos, solicitaron acceso a una restringida base de datos con los historiales clínicos y socioeconómicos anónimos de la región.

Seleccionaron cerca de 300 mil adultos con edades entre los 71 y 88 años, con historiales muy similares y que al comenzar el programa de vacunación no hubieran recibido un diagnóstico de demencia.

La fecha de nacimiento a partir de la que se podía recibir la vacuna (2 de septiembre de 1933) dividió a las personas seleccionadas en dos grupos donde la variable principal era si se vacunaron o no. Los análisis se enfocaron en el grupo de personas que nunca serían vacunados porque cumplían 80 años una semana antes de la fecha de nacimiento fijada para ser candidato a recibir la vacuna y en el grupo de aquellas que cumplían 80 años una semana después y que sí fueron vacunados. Estos subgrupos eran los más parecidos entre sí pues había muy poca diferencia de edad entre ellos. A continuación, se les dio seguimiento a los historiales por 7 años buscando la aparición de diagnósticos de demencia. La comparación de los dos grupos sugiere que la vacunación redujo en una quinta parte (20%) el riesgo de desarrollar demencia. Los análisis también confirmaron una reducción en el diagnóstico de culebrilla y de la neuralgia posherpética, semejante a la obtenida en otros estudios clínicos, confirmado el acierto en la selección del modelo de estudio. Los hallazgos fueron corroborados exitosamente en una población más grande, la de Inglaterra y Gales, pero esta vez utilizando las actas de defunción cuya principal causa de muerte fue la demencia, en lugar de los registros médicos. La investigación fue publicada en la prestigiosa revista Nature (Eyting et al., 2025) aportando evidencia sólida de que la vacunación con Zostavax, posiblemente ofrece una protección contra la demencia, como efecto secundario a la prevención de la culebrilla. La importancia de

este estudio fue que logró asegurar que los criterios de selección minimizaran otras variables, confirmando que la relación observada entre el virus y la enfermedad va más allá de la simple asociación observada previamente en diversos estudios que tenían la limitante de investigar entre muchas variables.

Una nueva vacuna

Aunque durante muchos años Zostavax fue la única opción disponible, su uso ha ido disminuyendo a partir de que Estados Unidos aprobó el uso de la vacuna Shingrix en 2017. Desde entonces, Shingrix ha ido sustituyendo a Zostavax en el mundo, debido a que ha demostrado proporcionar una eficacia mayor y una protección más duradera. Además, al no contener virus vivos, esta nueva vacuna tiene la ventaja de ser más segura para individuos cuyo sistema inmune se encuentre debilitado.

Investigadores de la Universidad de Oxford, en Reino Unido, aprovecharon la transición en los Estados Unidos para comparar la protección contra la demencia entre ambas vacunas (Taquet et al., 2024). Para ello, compararon la frecuencia de diagnóstico de demencia en los registros médicos electrónicos de aproximadamente 100 mil personas que recibieron la vacuna Zostavax dentro de los 3 años anteriores a octubre de 2017 (fecha en la que la vacuna fue descontinuada) y la misma cantidad de personas que recibieron la vacuna Shingrix en los 3 años siguientes. Los resultados mostraron que, durante los seis años posteriores a la vacunación, las personas vacunadas con Shingrix tuvieron un menor riesgo de desarrollar demencia, permaneciendo libres de demencia casi una quinta parte (17%)

más de tiempo en comparación con quienes recibieron la vacuna Zostavax. Además, este efecto se mantuvo en varios análisis complementarios confirmando los resultados. Los hallazgos sugieren que la nueva vacuna Shingrix ofrece una protección adicional respecto a la vacuna viva Zostavax. La investigación fue publicada en la revista Nature Medicine (Taquet et al., 2024) debido a que la asociación encontrada es robusta y refuerza la hipótesis de que la vacunación contra la culebrilla parece tener un efecto protector contra la demencia.

Con la protección en mente

Si bien los hallazgos son prometedores, aún no se puede afirmar que este virus causa directamente la demencia porque sería simplificar un proceso en el que pueden estar involucrados muchos factores. Las evidencias obtenidas sugieren que es muy probable que el virus de la varicela-zóster actúa como uno de varios desencadenantes. El mecanismo de protección del cerebro otorgado por la vacunación contra la culebrilla no está claro. Una explicación propuesta es que la reactivación del virus varicela-zóster puede afectar el flujo sanguíneo en el cerebro y producir inflamación que daña a las neuronas. Por lo tanto, prevenir o mitigar la culebrilla reduciría la exposición a estos factores atribuidos al virus y, en consecuencia, disminuiría el riesgo de demencia. Esto pareciera confirmarse con los resultados observados con la vacuna Shingrix que tuvo un mayor impacto en la reducción de la demencia, aparentemente por ser más efectiva previniendo la culebrilla.

Sin embargo, Shingrix no solo contiene la proteína del virus en su formulación sino que también incluye un adyuvante (que es una sustancia que fortalece la respuesta del sistema inmune y hace que la vacuna sea más efectiva). Esto tiene gran relevancia porque hay indicios sólidos de que un mal funcionamiento de la respuesta del sistema inmune, como el que ocurre durante el envejecimiento (inmunosenescencia), se relaciona directamente con una inflamación crónica que daña a las neuronas y contribuye a la demencia. Así, el mismo grupo de investigadores de la Universidad de Oxford publicó un artículo en *npj Vaccine* (perteneciente al Nature Portfolio) en junio de 2025 (Taquet et al., 2025) donde evaluaron el papel del adyuvante AS01 comparando el efecto de Shingrix con la vacuna contra el Virus Respiratorio Sincitial (Arexvy) que contiene el mismo adyuvante. Se analizaron las historias clínicas electrónicas de más de 400 mil personas mayores de 60 años, con historiales similares en 60 variables, en Estados Unidos encontrando que luego de año y medio de seguimiento, quienes recibieron cualquiera de las vacunas con AS01 tenían menos riesgo de desarrollar demencia comparada con quienes recibieron la vacuna contra la influenza sin adyuvante (control); y que quienes recibieron una sola vacuna tuvieron prácticamente la misma protección que quienes recibieron Shingrix y también Arexvy. Los resultados sugieren que el adyuvante AS01, por sí mismo, podría estar contribuyendo a la protección del cerebro independientemente del virus contra el que esté dirigida la vacuna y que con una sola dosis se alcanza el beneficio máximo. Esta investigación, abre la puerta a la posibilidad de usar al AS01, que está compuesto por una sustancia de la pared de algunas bacterias

modificada para ser segura y de un extracto natural de la corteza del árbol quillay (*Quillaja saponaria*), como base para terapias que prevengan el deterioro del cerebro.

En conclusión, estas vacunas seguras, eficaces y ampliamente disponibles, así como el conocido adyuvante AS01, que mejora la respuesta inmune a las vacunas, representan una estrategia preventiva accesible que debe seguirse estudiando pues puede impactar significativamente a la salud pública. Vacunarse por elección personal, o bien sumando estas vacunas a los programas nacionales de vacunación, podría reducir el impacto social y económico de la demencia, abriendo nuevas perspectivas en esta fascinante área de investigación.

Literatura recomendada

Eyting, M., Xie, M., Michalik, F., Heß, S., Chung, S., Geldsetzer, P. (2025). A natural experiment on the effect of herpes zoster vaccination on dementia. *Nature*, 641(8062), 438-446. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-08800-x>

Taquet, M., Dercon, Q., Todd, J.A., Harrison, P.J. (2024). The recombinant shingles vaccine is associated with lower risk of dementia. *Nature Medicine*, 30, 2777-2781. <https://doi.org/10.1038/s41591-024-03201-5>

Taquet, M., Todd, J.A. Harrison, P.J. (2025) Lower risk of dementia with AS01-adjuvanted vaccination against shingles and respiratory syncytial virus infections. *NPJ Vaccines*, 10, 130. <https://doi.org/10.1038/s41541-025-01172-3>

La autora es doctora en ciencias con orientación en biotecnología, su área de investigación se centra en el desarrollo de inmunotecnologías con aplicación en la acuicultura.



Perversa generosidad

Arturo Sánchez-Paz

Laboratorio Virología. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR). Calle Hermosa, 101, Col. Los Ángeles. Hermosillo, Sonora. México. CP. 83106.

La vida no es otra cosa más que totalmente irónica. Aparentemente, nadie quiere ser egoísta, pero de algún modo todos lo somos. Si bien, la mayoría de las formas vivientes se caracterizan por un instinto cooperativo, cuando hay condiciones adversas o escasez de recursos, se aviva la adormecida capacidad para ser estratégicamente egoístas y se revelan las infamias más viles. La complejidad de las relaciones entre los seres vivos ha documentado que la explotación biológica de otros organismos es una estrategia inevitable, y muy rentable, favorecida por la Selección Natural, que facilita la propia sobrevivencia.

Por naturaleza, a los humanos nos fascinan los relatos. Nos encanta escucharlos y narrarlos. Empezamos a interesarnos en ellos desde nuestra infancia e impulsaron nuestra imaginación a mundos distintos e inalcanzables y nos permitieron concebir seres increíbles que eran capaces de volar en alfombras mágicas, vencer dragones y ciclopes, derrumbar gigantes con una simple honda, luchar contra confusos molinos de viento, o bien, viajar al fondo del mar o alcanzar la luna. Estos personajes, buenos o

malos, nos transmitían valores. Y luego, al crecer, comenzamos a disfrutar el placer de contar historias de otros y para otros. Narraciones que pueden ir desde lo ocurrido en un cotidiano día laboral, hasta relatos de historias épicas, dramas familiares, tragedias amorosas, batallas deportivas, o vulgares chismes. Una historia bien narrada, con un poco de emoción y sentimiento, puede ser cautivadora. Sin embargo, cualquier narración es solo un segmento de un hecho o de una historia imaginaria, pero la elección del momen-

to en que comienza y termina la crónica es decisión del relator. El famoso epigrama *“Un final feliz depende, por supuesto, de dónde terminar la historia”* se le ha atribuido al prolífico y talentoso director, productor, guionista y actor Orson Welles. La opinión sugiere que la interpretación que se le dé a una historia, feliz o no, es absolutamente subjetiva y dependerá del punto en el que la narración concluya. Lo que es claro es que cualquier relato histórico rara vez se construye sobre una base unitaria. La mayoría resultan de una intrincada red de influencias y relaciones con un contexto histórico mucho más amplio.

Una de las innumerables lecciones de la historia (probablemente no la más importante) es que las amenazas más peligrosas para cualquier grupo no suelen proceder del exterior, sino del interior. Los *“infiltrados”* o los *“traidores”* representan una grave amenaza porque son difíciles de detectar y prevenir. A diferencia de los atacantes externos, uno interno suele gozar de confianza y aprovecha el acceso autorizado a sistemas e información estratégicos, lo que le facilita eludir las medidas de defensa y seguridad. Sin embargo, la misión de un agente infiltrado a menudo lo consume, llevándolo a un punto de no retorno. La tensión, la paranoia, el aislamiento obligatorio, la ruptura de vínculos y la necesidad de mantener la identidad secreta pueden afectar psicológicamente a alguien que vive constantemente bajo una fachada. Mata-Hari, Sidney Reilly o Richard Sorge, son algunos agentes infiltrados descubiertos que pagaron caro la decisión de hacer una carrera de espionaje. Otros, pocos, han gozado de mejor suerte.

Tras un fallido alzamiento militar en julio 1936, que detonó la Guerra Civil Española y, gracias al respaldo de la Alemania Nazi y la Italia fascista, en octubre de ese mismo año, el general Francisco Franco, después de derrocar al presidente de la República, Manuel Azaña, asumió todos los poderes del Estado.

Quizás era de esperarse, pero una vez en el poder, Franco instauró un atroz y cruel régimen dictatorial (¿acaso no todos los tiranos han sido así?) que aniquiló cualquier forma de oposición política (¿acaso no todos los gobiernos opresores lo han hecho?). Franco congeniaba claramente con las ideas políticas de Alemania e Italia, potencias del Eje (constituido, además, por el imperio Japonés y otra decena de países), ya que le significaban la oportunidad para fortalecer el sistema represor y antidemocrático impuesto.

Si bien, España se declaró oficialmente como un país neutral durante la Segunda Guerra Mundial, discretamente (y en varias ocasiones sin reserva alguna) este país le brindó su apoyo a las naciones que conformaban el Eje. Así, por ejemplo, España abastecía a Alemania con wolframio, un metal cuyas propiedades, como alta densidad, lo convirtieron en un recurso estratégico para la fabricación de armas de guerra. España también permitía que los buques de abastecimiento alemanes repostaran en puertos españoles. Por supuesto, esto provocó que los Aliados (Estados Unidos, Gran Bretaña, Francia, entre otros) se manifestaran fuertemente ante el Ministerio de Asuntos Exteriores de España por las facilidades que

este país brindaba a los miembros del Eje. Sin embargo, el gobierno español desdeñaba dichas denuncias. Esta ayuda molestaba considerablemente a Gran Bretaña ya que dichos buques avituallaban a los temibles submarinos alemanes que infringían terribles pérdidas a la flota armada Aliada (se calcula que, durante la Segunda Guerra Mundial, los submarinos alemanes hundieron aproximadamente 3,000 barcos aliados costando la vida de cerca de 30,000 personas).

Agustín Zorrilla Contreras fue un republicano español que, tras exiliarse en 1940, comenzó a trabajar unos meses después en una ferretería en *Santa Isabel*, hoy *Malobo*, capital de Guinea Ecuatorial (antigua colonia española). *Santa Isabel* se localiza en la costa norte de la isla que en ese entonces se llamaba *Fernando Poo*, hoy *Bioko*. Zorrilla era un fuerte opositor al régimen dictatorial del militar Francisco Franco y en algún momento próximo a su llegada a *Santa Isabel*, y sin tener conocimiento de que los británicos planeaban una acción para neutralizar tres embarcaciones alemanas (el vapor mercante *Duchessa d'Aosta* de 8,000 toneladas, el remolcador *Likomba* y la barcaza *Bibundi*) que se encontraban fondeados en la isla y que brindaban apoyo a los submarinos alemanes, ofreció sus servicios al consulado británico.

Una vez que se realizó una ardua investigación y con los datos que enviaba a Gran Bretaña el pesquero *Maid Honour*, los británicos decidieron capturar las tres naves alemanas en lo que se conoció como *Operación Postmaster*. Así, el amable y carismático Agustín Zorrilla organizó una fiesta fastuosa en honor de los oficiales alemanes e italianos que vivían en la

isla y que se celebró la noche del 14 de enero de 1942. Los altos mandos británicos decidieron que la captura de las embarcaciones se realizara justo esa noche porque habría luna nueva y por lo tanto el comando encargado de capturar las embarcaciones alemanas, vistiendo ropa oscura, pasaría fácilmente desapercibido. Las bebidas embriagantes, la música, una tormenta inesperada y la oscuridad de la noche fueron cómplices sigilosos de Zorrilla y los británicos para el éxito de la misión.

Como era obligatorio, debido a las restricciones de consumo de combustible, alrededor de las 23:00, la fiesta se quedó sin luz. Zorrilla se disculpó y fue a buscar lámparas que funcionaban quemando parafina para continuar la alegre velada. Nunca volvió. Consciente de lo que se avecinaba, temió por su vida. Si bien no hay registros que lo confirmen, se ha sugerido que días después se presentó a los Servicios Británicos Especiales en Lagos (hoy Nigeria) quienes le proporcionaron una nueva identidad. Mientras tanto, el comando capturó las tres embarcaciones. Para romper las amarras del *Duchessa d'Aosta* el comando utilizó explosivos, pero los oficiales alemanes e italianos los confundieron con relámpagos de la tormenta. Al notar que Zorrilla no llegaba con las lámparas, comenzaron infructuosamente a buscarlo. En ese momento entendieron que las explosiones no eran relámpagos y que estaban bajo ataque. Pero fue demasiado tarde. Para cuando dieron la alarma y volvieron a encender la central eléctrica para activar el alumbrado público, las tres naves habían desaparecido. Fuertemente custodiadas por tres barcos británicos, las naves alemanas fueron escoltadas hasta *Lagos* que en ese momento era colonia británica. Intentando despistar, el comando

inglés dejó algunas gorras de marineros francés flotando en las aguas de la bahía. Irónicamente, la parte medular de la operación, la organización de la velada para distraer y sabotear a los oficiales alemanes e italianos, la realizó alguien en quienes ellos confiaron: Agustín Zorrilla. Un enemigo íntimo, cercano, e imperceptiblemente hostil.

En lo profundo de la naturaleza de algunas enfermedades, esgrimiendo diestras artimañas, yace, frecuentemente, el engaño. *Macbeth* es quizá la obra más vigorosa del reconocido dramaturgo inglés William Shakespeare. Al inicio de esta tragedia, el noble escocés *Lord Macbeth* y su amigo *Banquo*, general del ejército del rey Duncan, monarca de Escocia, se encuentran con tres brujas quienes le recitan una profecía que sugiere que *Macbeth*, actualmente barón de Glamis, acabará convirtiéndose en rey de Escocia. Esto hace que un ambicioso *Macbeth* comience a pensar en las acciones que deberá realizar para que los presagios de las brujas se cumplan y le permitan acceder en un futuro cercano al ahora ansiado reinado. Banquo, más prudente y entendiendo que la profecía no solo es ambigua sino peligrosamente engañosa, comenta: “*Pero mira que a veces el demonio nos engaña con la verdad, y nos trae la perdición envuelta en dones que parecen inocentes*”. Sí, a veces las peores calamidades se disfrazan de inocentes.

Muchas enfermedades virales y algunas células cancerosas dependen de mecanismos adquiridos a través de procesos evolutivos que les permiten evadir la respuesta inmune que podría eliminarlos. Los virus, por ejemplo, son capaces de “reprogramar” el metabolismo de

sus células hospederas obligándolas a enfocarse en la producción de componentes virales, distrayéndolas de la síntesis de sus propios constituyentes, para replicarse y producir nuevas copias de sí mismos.

Otras estrategias de los virus implican engañar a las células del sistema inmune, haciéndoles creer que son parte del organismo hospedero.

En el caso de células cancerosas, se sabe que también utilizan diversos mecanismos para evadir el sistema inmune. De esta manera, por ejemplo, al mismo tiempo que el cáncer elude la detección inmunitaria inicial, genera un microambiente que restringe la *infiltración*, activación y función de las células T. Las células T, un tipo de glóbulo blanco, forma parte del sistema inmune que protege a otras células de infecciones y cáncer. Cuando las células T se *infiltran* (migran y acumulan) en algún tejido o tumor, inician un agresivo ataque contra el agente infeccioso o contribuyen a la destrucción de las células tumorales cancerosas. Sin embargo, las células T pueden ser inhibidas o “*engañadas*” por el tumor, lo que puede evitar el reclutamiento de poblaciones de otras células inmunosupresoras encargadas de mantener la tolerancia inmune. La doctora Nicole Scharping y colaboradores de la Universidad de Pittsburgh demostraron en 2016 que cuando las células T se infiltran en tumores de ratones o humanos presentaron una pérdida persistentemente de la función y masa mitocondrial. Una célula con mitocondrias incompetentes o con un número menor al normal, está condenada al fracaso. Las mitocondrias son un organelo que, entre otras muy importantes funciones, se encargan de generar la energía necesaria para el buen funcionamiento celular. Así, una respuesta de las células cancerosas para evadir el sistema

inmune es generar condiciones en el microambiente tumoral para menguar el desempeño de las mitocondrias de las células T. Un enemigo que ha visto mermada su fuerza, exhausto, es un enemigo menos peligroso.

Un estudio reciente descubrió una estrategia exquisitamente siniestra de las células cancerosas para evadir la respuesta inmune de las células T que se infiltran a tumores cancerosos. Numerosos estudios han demostrado que la transferencia de mitocondrias entre diferentes células es un proceso que ocurre... en la salud y en la enfermedad. Por ejemplo, la transferencia de mitocondrias funcionales a células dañadas de un tejido por parte de las células sanas vecinas puede favorecer la su recuperación, promoviendo la culminación de procesos de inflamación y la restauración de la homeostasis. Es decir, si bien no es un proceso que ocurra con demasiada frecuencia, existen varias condiciones, favorables y perniciosas, en las que algunas células son capaces de transferir mitocondrias a otras células. De esta forma, el reciente estudio de Ikeda y colaboradores encontró que las mitocondrias que las células cancerosas le transfieren a las células T infiltrantes poseen mutaciones en su ADN que inducen anomalías metabólicas y senescencia. Es decir, las células cancerosas le “obsequian” a las células T que se infiltran en los tumores, mitocondrias defectuosas que inhabilitan la formación de la memoria inmune de las células T y que sufren envejecimiento y deterioro prematuro. Las células T infiltrantes han sido atacadas por el enemigo intimo: mitocondrias deterioradas. Y lejos de mejorar, la situación empeora.

Se entiende por “*homoplasmia*” al estado en el que el genoma de *TODAS* las mitocondrias (ADN mitocondrial) de las células eucariotas es *IDENTICO*. En tejidos normales y saludables, todas las mitocondrias son homoplásmicas. Lo que Ikeda y colaboradores encontraron es francamente fascinante. Las mitocondrias que las células cancerosas le transfieren a las células T son diferentes. Bajo condiciones normales, las mitocondrias de las células T infiltrantes de tumores sufren de un proceso conocido como *mitofagia* en el que las mitocondrias dañadas o disfuncionales, como las senescentes, son removidas. Sin embargo, las mitocondrias transferidas por las células cancerosas no sufren *mitofagia* debido a que se les ha adherido una molécula, conocida como USP30, que inhibe este proceso. El punto culminante de esta tragedia molecular se alcanza en el momento en que la población de mitocondrias “*defectuosas*” que han sido transferidas de células cancerosas a las células T infiltrantes comienzan a ser homoplásmicas. Así, mientras que las mitocondrias de células cancerosas no sufren mitofagia, las mitocondrias propias de las células T siguen sometidas a este proceso y lenta, pero inexorablemente, son reemplazadas por las defectuosas. No hay forma de que las células T se recuperen de este ataque: su fuente de energía ha sido “*restituida*” por otra ineficiente e insuficiente. La suerte de estas células de defensa ha sido echada. Al no haber respuesta, el cáncer, con la complicidad de las mitocondrias defectuosas que donó, es el vencedor.

Estos hallazgos revelan un mecanismo hasta ahora desconocido de evasión inmunitaria del cáncer a través de la transferencia mitocondrial. Y, por supuesto, entenderlos seguramente contribuirá al desarrollo de inmunoterapias contra el cáncer en un futuro.

Vivimos tiempos en los que, pese a ciertas políticas globales con tonos populistas, restrictivas y xenófobas, y a incomprensibles y escandalosos recortes presupuestales, el conocimiento científico continúa avanzando rápidamente y sin interrumpirse (afortunadamente). Hacer ciencia, es un proceso incesante y dinámico impulsado por la curiosidad humana y la interminable búsqueda de respuestas para entender el mundo que nos rodea. Los resultados de esta extraordinaria, divertida e interesante actividad nos brindan un conocimiento profundo del universo, del mundo, de nosotros y de los seres con los que compartimos nuestra vida. Debe quedar claro que la ciencia es una actividad cautivadora cuyos resultados suelen ser sublimes... pero, hoy en día, debemos reconocer que la ciencia es especialmente... *necesaria*.

Referencias

Ikeda, H., Kawase, K., Nishi, T., Watanabe, T., Takenaga, K., Inozume, T., Ishino, T., Aki, S., Lin, J., Kawashima, S., Nagasaki, J., Ueda, Y., Suzuki, S., Makinoshima, H., Itami, M., Nakamura, Y., Tatsumi, Y., Suenaga, Y., Morinaga, T., Honobe-Tabuchi, A., Ohnuma, T., Kawamura, T., Umeda, Y., Nakamura, Y., Kiniwa, Y., Ichihara, E., Hayashi, H., Ikeda, J.I., Hanazawa, T., Toyooka, S., Mano, H., Suzuki, T., Osawa, T., Kawazu, M., y Togashi, Y. (2025).

Immune evasion through mitochondrial transfer in the tumour microenvironment. *Nature*, 638(8049), 225-236. doi: 10.1038/s41586-024-08439-0.

Li, C., Cheung, M.K.H., Han, S., Zhang, Z., Chen, L., Chen, J., Zeng, H., y Qiu, J. (2019). Mesenchymal stem cells and their mitochondrial transfer: a double-edged sword. *Bioscience Reports*, 39(5), BSR20182417. doi: 10.1042/BSR20182417.

Scharping, N.E., Menk, A.V., Moreci, R.S., Whetstone, R.D., Dadey, R.E., Watkins, S.C., Ferris, R.L., y Delgoffe, G.M. (2016). The tumor microenvironment represses T cell mitochondrial biogenesis to drive intratumoral T cell metabolic insufficiency and dysfunction. *Immunity*, 45(2), 374-388. doi: 10.1016/j.immuni.2016.07.009.



El Dr. Arturo Sánchez-Paz es investigador titular encargado del Laboratorio de Virología del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste en Hermosillo, Sonora, México. Su investigación ha generado más de 50 artículos publicados en revistas científicas internacionales, y ha guiado y dirigido tesis de varios estudiantes de posgrado. Es miembro del SNI (nivel 2) y de la Academia Mexicana de Ciencias.

Cita:

Sánchez-Paz, A. (2025). Perversa generosidad. *Biotechnológica Magazine*, 3(4), 17-22. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17186147>



Exceso de sodio



OTROS PELIGROS



Grasas trans

¿QUÉ MUESTRAN ESTOS DATOS?

Representa cuánto consumen en promedio las personas de cada país en papas fritas al año:

- EE.UU.: mayor consumo (3.5 kg/persona).
- México: también elevado (3.2 kg).
- Alemania y Japón: consumo bajo (<1 kg).



Controlar la temperatura



Evitar coloración oscura



Elección de marcas



Consumir con moderación

MEDIDAS PREVENTIVAS

CONSUMO ANUAL DE PAPAS FRITAS

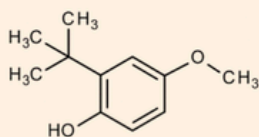


Papas fritas y Salud

¿RIESGOS BAJO LA LUPA?

INTRODUCCIÓN:

Las papas fritas en bolsa pueden contener compuestos que, en altas cantidades o con consumo frecuente, podrían representar un riesgo para la salud. Entre las mas destacadas se encuentra la **acrilamida** y el **BHA**.



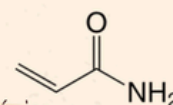
BHA (BUTILHIDROXIANISOL)

- Se usa para conservar las papas y evitar que las grasas se vuelvan rancias.
- Puede afectar las hormonas.
- En altas concentraciones, podría causar cáncer (estudios en animales).



ACRILAMIDA

- Se Forma de manera natural por una reacción química (Maillard) al freír ciertos alimentos ricos en almidón.
- Puede aumentar el riesgo de cáncer y dañar el cuerpo si se consume en exceso.



EFFECTOS SOBRE LA SALUD



Daño neuronal



Cáncer



Riesgo cardiovascular

REFERENCIAS:

- Consulta Conjunta FAO/OMS sobre las Consecuencias para la Salud de Acrilamida en los Alimentos. Ginebra: OMS; 2002.
- AECOSAN (España). ¿Qué alimentos contribuyen a la exposición a la acrilamida? [Internet]. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición; s.f.
- Consumer.es. Ese tostado tan rico puede perjudicar tu salud (acrilamida en alimentos quemados). 2020 Ene 23.



Anticuerpos:

de defensas naturales a
herramientas biotecnológicas



Los anticuerpos son proteínas especializadas producidas por el sistema inmune que reconocen y se unen específicamente a antígenos (partes de virus, bacterias, toxinas, proteínas, etc.) para neutralizarlos o marcarlos para su eliminación.

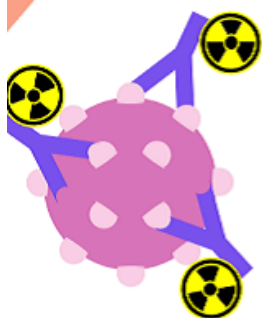
Son útiles en biotecnología porque cada anticuerpo reconoce específicamente, y con gran precisión, un único tipo de antígeno entre millones. Además, se pueden producir en grandes cantidades manteniendo su función y tienen una gran versatilidad de usos.

Los anticuerpos tienen aplicación biotecnológica en:



Diagnóstico: detectan antígenos específicos presentes en muestras biológicas con alta precisión.

Terapias: se unen a moléculas claves en enfermedades como el cáncer, infecciones o enfermedades autoinmunes llevando consigo medicamentos, toxinas o sustancias radiactivas directo a la célula enferma minimizando los efectos secundarios.



Investigación: anticuerpos marcados (con colorantes, enzimas, metales o fluorescencia) permiten estudiar la presencia de ciertos antígenos y cómo se comportan dentro de una célula o tejido.

Biosensores: se integran en dispositivos capaces de detectar sustancias en sangre, saliva, alimentos, etc., utilizados en medicina personalizada, control de calidad, detección de contaminantes ambientales y más.

