

# BIOBANCOS Mx: un pilar estratégico para que la ciencia nacional impacte en la salud de los mexicanos

Hugo A. Barrera-Saldaña,<sup>1,2\*</sup> Alfredo Ulloa-Aguirre,<sup>3,4</sup> Juan P. Reyes,<sup>5</sup> Berenice Illiades,<sup>6</sup> Sofía Bernal,<sup>7</sup> Celia Alpuche,<sup>8</sup> Claudia M. Luna,<sup>9</sup> Karen Moreno,<sup>9</sup> Karla Estrada,<sup>9</sup> Martín Lajous,<sup>10,11</sup> Ruy López-Ridaura<sup>10</sup> y Miguel A. Campomanes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Innbiogem, SC, Laboratorio Nacional Biobanco, Monterrey, Nuevo León, México; <sup>2</sup>Facultades de Medicina y Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México; <sup>3</sup>Red de Apoyo a la Investigación, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México; <sup>4</sup>Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Ciudad de México, México; <sup>5</sup>Instituto Nacional de Medicina Genómica, Ciudad de México, México; <sup>6</sup>Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo, Guerrero, México; <sup>7</sup>Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, San Luis Potosí, México; <sup>8</sup>Instituto Nacional de Salud Pública, Cuernavaca, Morelos, México; <sup>9</sup>Vitagénesis, SA de CV, Monterrey, Nuevo León, México; <sup>10</sup>Centro de Investigación en Salud Poblacional, Instituto Nacional de Salud Pública, Ciudad de México, México; <sup>11</sup>Department of Global Health and Population, Harvard T.H. Chan School of Public Health, Boston, Massachusetts, Estados Unidos de América

## Resumen

El desarrollo de biobancos en México ha surgido como una iniciativa estratégica esencial para avanzar en la investigación científica y su traducción para mejorar la salud pública. Este artículo destaca el papel de los bioespecímenes, incluidas las biopsias quirúrgicas y líquidas, en la promoción de innovaciones diagnósticas y terapéuticas. Subraya la importancia de los biobancos de alta calidad para la investigación traslacional y los retos a los que se enfrentan debido a la insuficiencia de infraestructuras y servicios profesionalizados en México. A través de un recorrido histórico, se describen el origen y la evolución inicial de los esfuerzos de biobancos en México, desde el establecimiento de los primeros biobancos institucionales hasta la creación del Laboratorio Nacional de Biobancos (LANBIOBAN). La colaboración entre entidades nacionales e internacionales ha permitido a México participar en redes mundiales de biobancos, impulsando la medicina de precisión. A pesar de contar con recursos limitados, estos biobancos están impulsando avances significativos en la investigación traslacional, mejorando las prácticas diagnósticas y terapéuticas, y acortando la brecha entre la investigación y la aplicación clínica.

**PALABRAS CLAVE:** Biobancos. Investigación traslacional. Bioespecímenes. Medicina de precisión. Salud mexicana.

## Mx BIOBANKS: a strategic pillar for national science to impact the health of Mexicans

## Abstract

The development of biobanks in Mexico has emerged as an essential strategic initiative to advance scientific research and its translation, to improve public health. This paper highlights the role of biospecimens, including surgical and liquid biopsies, in promoting diagnostic and therapeutic innovations. It underscores the importance of high-quality biobanking for translational research and the challenges faced due to insufficient infrastructure and professionalized services in Mexico. Through a historical overview, the paper describes the origin and initial evolution of biobanking efforts in Mexico, from establishing the first institutional biobanks to creating the National Biobank Laboratory (LANBIOBAN) network. The collaboration between national and international entities has allowed Mexico to engage in global biobanking networks, furthering precision medicine. Despite limited resources, these biobanks are fostering significant progress in translational research, improving diagnostic and therapeutic practices, and bridging the gap between research and clinical application.

**KEYWORDS:** Biobanks. Translational research. Biospecimens. Precision medicine. Mexican health.

### \*Correspondencia:

Hugo A. Barrera-Saldaña  
E-mail: habarrera@gmail.com

Fecha de recepción: 10-02-2025

Fecha de aceptación: 09-07-2025

DOI: 10.24875/GMM.25000056

Gac Med Mex. 2025;161:487-495

Disponible en PubMed

www.gacetamedicademexico.com

0016-3813/© 2025 Academia Nacional de Medicina de México, A.C. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

El desarrollo de biobancos en México ha surgido como una iniciativa estratégica crucial para impulsar la investigación científica y mejorar la salud pública. Los biobancos proporcionan un valioso recurso de muestras biológicas, como biopsias quirúrgicas y líquidas, que son esenciales para la investigación traslacional y los avances en medicina de precisión. A lo largo de los años, el establecimiento de biobancos institucionales, así como la creación del Laboratorio Nacional de Biobancos (LANBIOBAN) y su red, han permitido a México integrarse a las redes mundiales de biobancos a pesar de los retos relacionados con la infraestructura y los recursos limitados.

Al arranque de nuestro proyecto «Biobanco», muchos investigadores en nuestro país, sobre todo de instituciones públicas, contaban con colecciones de muestras biológicas, pero el concepto de biobanco institucionalizado, centralizado y organizado, para prestar sus servicios primero a los investigadores contribuidores de las muestras a resguardar y a otros investigadores enseguida, simplemente era inexistente. Se carecía no solo del concepto, sino también de la normativa pertinente, la garantía de trazabilidad a largo plazo, el consentimiento firmado de los donantes fuentes y la información asociada a las muestras de relevancia para los proyectos de investigación, principalmente; amén de la procuración y el resguardo de las muestras bajo buenas prácticas de laboratorio. Cabe recalcar que estas peculiaridades propias de un biobanco debían regir su servicio a prestar a investigadores sin distinción de sus adscripciones en instituciones públicas o privadas. La institucionalización de colecciones integradas en un sistema que de forma óptima mantuviera las muestras en las mejores condiciones, que permitiera su acceso de forma eficiente y controlada, y con una disposición siempre orientada a la colaboración, fue la motivación de este proyecto.

Por lo tanto, esta iniciativa buscó ingresar a México en el grupo de naciones con biobancos institucionales públicos y privados que han venido apoyando proyectos de largo alcance, como los genómicos poblacionales, por un lado, y los de innovación diagnóstica y terapéutica por el otro, mismos que demandan bioespecímenes en gran volumen, óptima calidad y con datos clave relevantes. Basándose en lo anterior, LANBIOBAN representa primero el núcleo detonador y luego el nodo articulador de la necesaria red de

biobancos que el país requiere para potenciar su investigación biomédica y clínica. Este trabajo explora el origen, la evolución, los retos y las oportunidades de los primeros biobancos detonados por el proyecto LANBIOBAN. Puntualiza el impacto que se logró en el país al convencer a las autoridades institucionales para adoptar y respaldar el modelo impulsado por dicho proyecto, caracterizado por la adopción de las mejores prácticas internacionales de operación y el soporte del equipamiento y la infraestructura adecuados. Busca a la vez demostrar que, cuando se institucionalizan los biobancos, se genera un modelo más eficiente (sobre todo considerando los siempre precarios presupuestos para investigación científica de las instituciones públicas), de mayor alcance e impacto para el avance de la ciencia médica en general en nuestro país, además de que sus servicios son críticos para lograr las innovaciones diagnósticas y terapéuticas que motivan el surgimiento y determinan el éxito de las empresas biotecnológicas emergentes creadas, para ir tras ellas y trasladarlas al mercado.

## Bioespecímenes: un recurso valioso para la investigación que a menudo se desperdicia

Las muestras biológicas derivadas de animales de experimentación y partes de tejidos sospechosos de patologías (conocidas como biopsias quirúrgicas), así como las muestras de fluidos biológicos (denominadas biopsias líquidas) tomadas de individuos participantes en experimentación o en tratamientos, que son colectadas con fines diagnósticos, pronósticos o predictivos, son fundamentales para los avances en la investigación biomédica y clínica. Esto último es cada día más común en sujetos que participan principalmente en protocolos de investigación clínica.<sup>1-4</sup>

La clasificación de las muestras rebasa hoy la que se adoptó a inicios del proyecto que, para fines prácticos, se simplificó como biopsias líquidas y biopsias sólidas. En tanto que las primeras incluyen principalmente sangre total, suero, plasma, orina, líquido cefalorraquídeo, saliva, lagrimas, sudor, semen y leche materna, las segundas abarcan tejidos tumorales, tejidos normales adyacentes, material resecado de órganos, piel, músculo, grasa y médula ósea. Complementando a dicha clasificación, ahora se consideran también muestras celulares (células mononucleares de sangre periférica, células madre y cultivos celulares derivados de tejidos), genéticas y moleculares (ADN genómico, ARN total, proteínas, metabolitos y lípidos), microbiológicas (microbiota, muestras

ambientales humanas) y hasta materiales *post mortem*, tales como cerebros, corazones, hígados u otros órganos, así como dientes y huesos, principalmente.

Una vez que las biopsias han cumplido su propósito de investigación o terapéutico principal, el tejido residual contribuido por los participantes en cuestión se almacena en laboratorios de investigación, archivos de anatomía patológica y refrigeradores y congeladores de los laboratorios de patología clínica dentro de clínicas y hospitales. El resguardo de estos bioespecímenes permite repetir los estudios si es necesario, a la par que apoyar la enseñanza y la investigación. Además, su demanda por proyectos de innovación diagnóstica y terapéutica, debidamente gestionados y aprobados por parte de las empresas del sector, está aumentando constantemente.<sup>5-11</sup>

La custodia y el uso a largo plazo (incluso durante muchos años) de dichos materiales requieren esfuerzos significativos e inversiones sustanciales en infraestructura y personal. Desafortunadamente, muchas colecciones grandes superan el periodo mínimo de resguardo legal de 5 años y se descartan debido a la falta de espacio de almacenamiento. Son comunes los informes de desastres naturales que causan la pérdida de dichas colecciones, así como los relatos de su devaluación debido a las limitaciones en el manejo y cuidado.<sup>7,9</sup>

### **Los bioespecímenes de alta calidad son esenciales para que la investigación impulse la innovación**

Los científicos a menudo aspiran a que sus descubrimientos e inventos beneficien a la sociedad. En biomedicina y ciencias de la salud, este objetivo está respaldado por una estrategia conocida como investigación traslacional bidireccional.<sup>1</sup> Esta requiere la conjunción de investigadores básicos y clínicos, conectados por bioespecímenes de alta calidad y valiosos datos asociados, lo que promueve la innovación diagnóstica y terapéutica; si esta conexión no se produce, el proceso se atasca.<sup>12</sup>

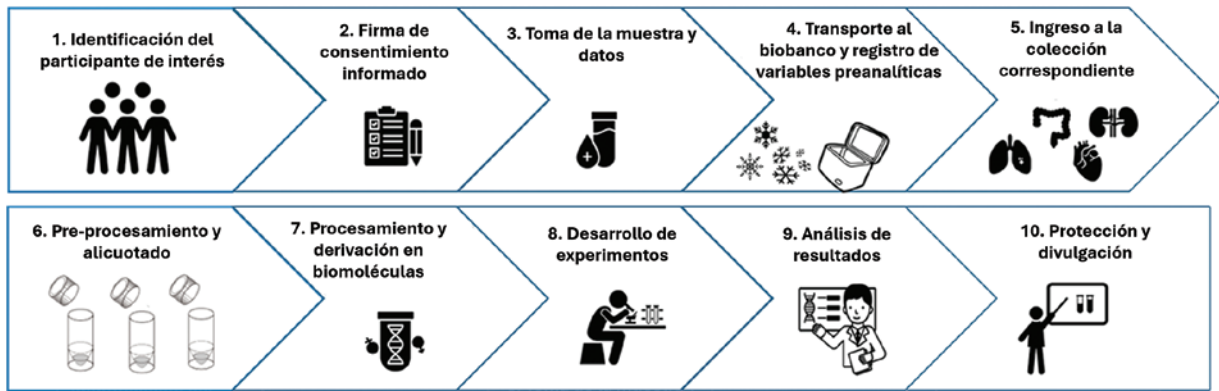
La creciente importancia de los bioespecímenes ha dado lugar a una nueva disciplina científica: la ciencia de los bioespecímenes; una nueva profesión: el biobanquero; un nuevo servicio: el biobanco; y una nueva actividad: la rápida recuperación de biopsias quirúrgicas de los quirófanos para que, tras separar el material diagnóstico, el resto pueda ser trasladado al biobanco.

¿Pero qué es un biobanco? Es una unidad de servicio dentro de una institución hospitalaria o un centro de investigación independiente que, con una infraestructura de oficina y laboratorio adecuada, así como con buenas prácticas de adquisición, protección y trazabilidad de muestras biológicas y sus datos, garantiza el suministro de estas para fines de investigación e innovación diagnóstica y terapéutica.<sup>13-15</sup>

### **Bioespecímenes en biobancos: el deseo de los donantes de apoyar el progreso de las ciencias médicas**

En investigación médica, los principales bioespecímenes obtenidos por los biobancos son las biopsias quirúrgicas (tejidos procesados y almacenados en los servicios de anatomía patológica tras su fijación e inclusión en parafina, comúnmente denominados FFPE [*formalin-fixed paraffin-embedded*]) y las biopsias líquidas (sangre, orina y otros fluidos biológicos)<sup>1,16-19</sup>. Con el paso del tiempo, cada vez se hace más evidente que pronto llegará el momento en que estas últimas (biopsias líquidas) sustituirán a las primeras (biopsias quirúrgicas), ya que permiten avanzar en los diagnósticos y hacer un seguimiento de la evolución y las recaídas del tratamiento de forma mínimamente invasiva.<sup>1,20-23</sup> Además, las bibliotecas de imágenes de los análisis de dichas biopsias en FFPE se utilizan cada vez más debido a su procesamiento mediante inteligencia artificial, sobre todo con fines diagnósticos, predictivos y pronósticos, mas no únicamente, en oncología.

El resguardo de los restos de biopsias en biobancos requiere, ante todo, el consentimiento informado de los donantes, y en el caso de las autopsias, del representante legal del fallecido. No obstante, se ha documentado que muchos donantes encuentran dificultades para comprender plenamente el consentimiento relacionado con biobancos, lo que representa un reto ético y comunicativo relevante en la práctica clínica.<sup>24-26</sup> Frente a este desafío, diversas instituciones han comenzado a desarrollar estrategias pedagógicas y formatos de consentimiento más accesibles, que permiten a los donantes entender mejor los fines y alcances de su participación. A pesar de estos obstáculos, los voluntarios sanos y los participantes continúan mostrando disposición a donar expresamente materiales biológicos sobrantes —en especial biopsias líquidas— como expresión de su deseo de apoyar la investigación. La experiencia en muchos centros hospitalarios académicos que realizan investigaciones es que, cuando se les



**Figura 1.** Diagrama de flujo de los procesos dentro de un biobanco. 1: acercamiento al participante. 2: firma del consentimiento informado (ICF). 3: toma de muestras, condiciones y datos. 4: traslado al biobanco. 5: entrada a colección. 6: preprocesamiento y alicuotado. 7: aislamiento de biomoléculas. 8: desarrollo de experimentos. 9: análisis de resultados. 10: protección y divulgación.

aborda y se les solicitan bioespecímenes, la gran mayoría, aunque no participen en los protocolos de investigación, acceden a contribuir con sus donaciones de bioespecímenes a los inventarios de los biobancos institucionales.<sup>27-30</sup> Esta actitud positiva también ha sido observada entre estudiantes de medicina y futuros profesionales sanitarios, quienes expresan un amplio respaldo a la existencia y el funcionamiento de biobancos con fines investigativos.<sup>31</sup> Además, los estudios cualitativos han revelado que muchas personas perciben la donación de muestras a biobancos como un acto sencillo, pero valioso, impulsado por un deseo altruista de contribuir al progreso médico.<sup>32</sup>

Uno de los principales usos actuales de los bioespecímenes en los biobancos son los análisis que se practican sobre sus biomoléculas, entre los que se encuentran los «ómicos» (genómico, transcriptómico, proteómico y metabolómico, principalmente), denominados de patología o medicina de precisión, y que tienen un valor estratégico ya que permiten completar el diagnóstico clínico con la predicción de la mejor opción terapéutica para cada paciente (emparejando su individualidad genética con la fisiológica).<sup>3</sup> Este enfoque de la medicina de precisión busca la prescripción del tratamiento más adecuado y su dosis precisa para el paciente correcto, identificado por estos análisis realizados en sus bioespecímenes que se conservan en biobancos.

### **Biobancos académicos: puentes clave entre la asistencia y la investigación**

Uno de los principales retos de la investigación en salud es acceder a colecciones de muestras de alta calidad y a sus datos clínicos. Este proceso a menudo

consume mucho tiempo del proyecto, lo que ralentiza los experimentos de laboratorio y, a veces, conduce a su abandono o fracaso.

Este problema fue aprovechado como una oportunidad por los biobancos. Su tarea (Fig. 1) comienza con la obtención de bioespecímenes junto con un registro de sus condiciones preanalíticas y los datos de los participantes de los que provienen.<sup>33</sup> Continúa con el control de calidad preanalítico y la distribución en presentaciones (alícuotas) que facilitan su uso. Puede abarcar el procesamiento de algunas alícuotas para aislar biomoléculas específicas (por ejemplo, ADN), y finaliza con la entrada de estos materiales en los equipos para su criopreservación, con la garantía de trazabilidad para su suministro a los investigadores que demandaron el servicio al biobanco, en primera instancia, o en su defecto a terceros investigadores que lo necesitaran.<sup>6,17,34,35</sup>

Un ejemplo reciente de estandarización de estos procedimientos es el protocolo desarrollado en el programa BACPAC, el cual establece unos lineamientos claros para la recolección, el análisis y el almacenamiento de bioespecímenes con fines de investigación sobre dolor crónico.<sup>36</sup>

Como resultado de estos biobancos académicos se han derivado distintos trabajos de investigación, reafirmando que, para mejorar la competitividad de estos, es necesaria la colaboración de los biobancos. Durante la vigencia del financiamiento al proyecto LANBIOBAN, el mayor impacto del biobanco que inauguró dicho proyecto fue en diversos proyectos de investigación que redituaron múltiples tesis de licenciatura, especialidad, maestría y doctorado (Tabla 1), además de colaboraciones internacionales, tal como la del desciframiento del paisaje genómico de las

**Tabla 1. Contribuciones a proyectos de tesis de investigación**

Línea temática	Título de la tesis	Grado	Muestras
Expresión génica y regulación molecular	Expresión del locus GH en el ojo de primates superiores	Doctorado	BS
	Validación de potenciales biomarcadores génicos en cáncer cervicouterino	Maestría	BS y MGM
Virología y enfermedades infecciosas	Identificación del VPH en biopsias de cáncer de mama	Especialidad en Cirugía General	BS y MGM
	Genotipificación del VPH en mujeres con captura de híbridos positiva de la SSNL	Servicio social	BL y MGM
	Determinación de variantes genotípicas de <i>Chlamydia trachomatis</i> causante de conjuntivitis de inclusión y su correlación con los signos clínicos en pacientes del noreste de México	Especialidad en Oftalmología	BS y MGM
Inmunología y marcadores de autoinmunidad	Identificación de anticuerpos carbamylados	Especialidad en Reumatología	BL y MGM
Genética y variantes asociadas a enfermedades	Detección de SNP en genes asociados con obesidad y cáncer de mama en pacientes del noreste de México	Maestría	BL y MGM
	Detección de mutaciones en pacientes mexicanos con displasia ectodérmica ligada al x	Doctorado	MGM
	Estudios genéticos y metabólicos del cáncer de mama	Maestría	BS y BL
Diagnóstico y detección de cáncer	Detección de cáncer de ovario en muestras de Papanicolau	Maestría, Colaboración Internacional Universidad Johns Hopkins	MGM y MC

BL: biopsia líquida; BS: biopsia sólida; MC: muestra celular; MGM: muestra genética/molecular.

mutaciones en cáncer de cuello uterino en colaboración con el Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN) y liderado por el Broad Institute of MIT y Harvard.<sup>37</sup>

### Biobancos para México: una idea operativa con proyección estratégica

La mayoría de los investigadores biomédicos y clínicos del país que han trabajado con grandes colecciones de bioespecímenes y sus datos se han enfrentado a desafíos debido a la ausencia de un biobanco institucional profesionalizado. Esto a menudo conduce a un desaliento generalizado, obstaculizando los proyectos y limitando las oportunidades para la investigación traslacional, la innovación y el desarrollo de empresas de salud de base científica y tecnológica en México.<sup>7</sup>

En los laboratorios de los coautores, hemos coincidido en transformar el problema del desafío que representa en nuestro país realizar investigación traslacional que promueva innovaciones en una oportunidad real para apalancar nuestras instituciones con biobancos de clase mundial. ¿Cómo se puede lograr esto, para

los que se requieren recursos importantes que antes los propios investigadores gestionaban y que, por lo tanto, los gestores institucionales lo consideran una responsabilidad menos a su cargo<sup>9</sup> ¿Y cómo podemos convencer a los revisores que evalúan proyectos para agencias como la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) para que apoyen las iniciativas de biobancos cuando a menudo rechazan propuestas que no consideran «verdaderos proyectos de investigación», viéndolos en cambio como infraestructura? Estas circunstancias hacen que alcanzar el éxito sea una tarea muy ardua.

El proyecto que finalmente logró en México el reconocimiento oficial de los biobancos data de 2002, cuando en el laboratorio de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) el primer autor lideró un proyecto colaborativo con la Universidad de California en Irvine y la Secretaría de Salud del Estado de Nuevo León. El proyecto buscó comprender la epidemiología de las infecciones por el virus del papiloma humano, habiendo logrado inscribir a 5000 mujeres voluntarias. La valiosa experiencia de un laboratorio de investigación biomédica<sup>38</sup> enfrentando la gestión de un gran volumen de muestras de Papanicolaou, muestras de



**Figura 2.** Evolución de la composición de REMBIOBAN. Comenzó en 2015 con las instituciones fundadas aquí descritas como LANBIOBAN. Luego, entre 2016 y 2017 se incorporaron los cuatro miembros del siguiente círculo. Justo cuando se suspendió el apoyo de las subvenciones del CONACyT, otras siete instituciones habían solicitado su incorporación durante 2018 y 2019.

sangre, datos sociodemográficos y consentimiento informado, impulsó una campaña para equipar mejor al biobanco emergente del Departamento de Bioquímica y Medicina Molecular de la Facultad de Medicina de la UANL. Para el año 2010, este biobanco departamental alcanzó el estatus institucional, y en el año 2015 se convirtió en biobanco nacional, aunque no sin transitar por un camino poco convencional.

### Surgimiento del Laboratorio Nacional del Biobanco

La gestación en 2015 del Laboratorio Nacional de Biobancos (bautizado como LANBIOBAN) fue posible al conjugarse los respaldos de los directivos del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (entonces dirigido por el Dr. David Kershenovich) como institución asociada, de la Oficina de Ciencia y Tecnología de la Presidencia de la

República (entonces encabezada por el Dr. Francisco Bolívar Zapata) y del entonces Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), en particular de la Subdirección de Investigación Científica encabezada por la Dra. Julia Tagüeña; además de haber obtenido evaluaciones positivas de la revisión por pares a la que fue sometida y logrado conseguir los importantes fondos concurrentes que demandaba la convocatoria del referido CONACyT (ahora SECIHTI).<sup>38</sup> Al año siguiente (2016), tres prestigiosas universidades y tres institutos nacionales de salud líderes se unieron y el LANBIOBAN migró a la figura de consorcio, referido con el acrónimo REMBIOBAN (Red Mexicana de Biobancos) (Fig. 2).

### La evolución del Laboratorio Nacional de Biobancos y sus desafíos

En una reunión sostenida hacia mediados del año 2017, y por unanimidad de los responsables técnicos

de los biobancos erigidos hasta entonces, así como en consenso con las autoridades del entonces CONACyT, se diseñó un esquema de apoyo a la gestión de la Red. La tarea de promover la calidad mediante acreditaciones y fomentar colaboraciones con otros biobancos y redes de estos en el mundo, así como con empresas dedicadas a la innovación diagnóstica y terapéutica que demandan bioespecímenes de la más alta calidad posible, fue asignada a Innbiogem, S.C.

Por ser uno de los pocos ejemplos en el contexto internacional de una red nacional de biobancos, si bien emergiendo, el proyecto ha sido invitado a exposiciones en los Estados Unidos de América, España, Suecia, Canadá, Panamá y Brasil.<sup>39</sup> Esta exposición excepcional a los principales biobancos del mundo ha acortado nuestra curva de aprendizaje y nos ha permitido reenfocar nuestros planes en las dos preocupaciones principales de los biobancos del mundo: la sostenibilidad y la calidad operativa.

En cuanto a la sostenibilidad, otro acuerdo consensuado en dicha reunión fue que los distintos nodos de la red gestionen sus colecciones de bioespecímenes y decidan si contribuirán, con las autorizaciones o exenciones debidas de sus respectivos comités de ética, a los proyectos nacionales e internacionales que Innbiogem se encarga de gestionar. A su vez, y dada la experiencia de los principales biobancos del mundo, que se refleja en el lema «El mejor biobanco es el que ya ha distribuido todos sus bioespecímenes», en las reuniones de los representantes de los diversos biobancos se ha discutido que para la sostenibilidad de estos se adopte la práctica generalizada internacionalmente de asignar cuotas de recuperación equiparables a los gastos incurridos en la generación y el mantenimiento de sus colecciones (recuperación de costos).

Para lograr la sostenibilidad es necesaria también una mayor visibilidad y acceso a las oportunidades internacionales. Por lo tanto, Innbiogem identificó a la organización internacional de investigación por contrato Trans-Hit Biomarkers, de Montreal, Canadá, como el aliado ideal, dada su gran experiencia colaborando con biobancos académicos de todo el mundo para adquirir bioespecímenes para las industrias farmacéuticas y de diagnóstico mundiales.<sup>39-41</sup>

Para armonizar la calidad de la operación en los diferentes biobancos que componen REMBIOBAN, el proyecto se ha nutrido de la experiencia de la Red Valenciana de Biobancos en España, a la vez que se están adoptando las mejores prácticas de biobancos de

la Sociedad Internacional de Repositorios Ambientales y Biológicos (ISBER), que incluso recientemente fueron traducidas al español con la ayuda del personal de Innbiogem. También en materia de buenas prácticas, se ha aconsejado a los miembros de la Red buscar las acreditaciones que, en el ámbito del biobanco, ofrecen la propia ISBER y otras instancias, como ya está previsto por el College of American Pathologists.

## **Internacionalización de los esfuerzos en biobancos en México**

La UANL, como institución responsable de detonar el proyecto LANBIOBAN, asumió con decisión la tarea de sentar las bases para el desarrollo nacional de biobancos, respaldada por el compromiso y el convencimiento de las demás instituciones participantes. Esta responsabilidad inicial implicó no solo organizar una infraestructura funcional a servir de ejemplo, sino también trazar una hoja de ruta para otros esfuerzos institucionales en el país.

Desde entonces, diversas entidades han comenzado a desarrollar iniciativas propias. Un ejemplo es el del componente de salud del Tecnológico de Monterrey (TecSalud), que recientemente lanzó el proyecto OriGen, con el anhelo de impulsar la medicina de precisión mediante la secuenciación de los genomas de participantes de la población, incluidos sus pacientes, tal como tiempo atrás le había recomendado el primer autor.<sup>42</sup>

Estos desarrollos evidencian cómo los esfuerzos pioneros realizados desde LANBIOBAN allanaron el camino para nuevas estrategias institucionales apoyadas por biobancos, tanto de ámbito nacional como internacional.

Una primera oportunidad de colaborar con una empresa internacional (británica) líder en el campo del diagnóstico basado en biopsia líquida y análisis epigenético, identificado por la alianza entre Trans-Hit e Innbiogem, y puesto en marcha con la ayuda de varios biobancos y colecciones en Monterrey y Ciudad de México, ha superado con éxito la auditoría a los centros participantes practicada por una tercera empresa internacional dedicada precisamente a realizar auditorías de biobancos.

Asimismo, derivado de las conversaciones que se han mantenido con ejecutivos de ISBER y BBMRI-ERIC, Innbiogem ha sido designada como punto de contacto para coordinar los planes que ambas organizaciones están contemplando para integrar los biobancos de América Latina a las comunidades de

biobancos académicos del mundo, que estas prestigiosas corporaciones sin fines de lucro representan. Al mismo tiempo, REMBIOBAN ha sido invitada a integrarse como biobanco modelo del Proyecto de Prevención de Enfermedades No Transmisibles del Centro Mesoamericano, financiado por el National Cancer Institute de los Estados Unidos de América.

## REMBIOBAN: nuevo pilar para la investigación traslacional

Toda institución que se precie parte de los esfuerzos en este país por mejorar la salud de los mexicanos a través de una digna y efectiva atención clínica y hospitalaria debe contar con su biobanco. Además, dicha institución debe operar su biobanco bajo las buenas prácticas de biobanco internacionales, con las máximas acreditaciones aplicables, financiando sus operaciones a través de tarifas de recuperación de costos, teniendo la aprobación de sus instancias regulatorias para compartir sus remanentes de biopsias con otros investigadores de instituciones públicas y privadas, y avalando su pertenencia a sociedades internacionales de biobancos. Esto se suma a compartir sus experiencias participando en congresos, publicaciones científicas y proyectos colaborativos académico-empresariales.

Consecuente con lo anterior, la REMBIOBAN, junto a las organizaciones y empresas aliadas, se esfuerza con gran compromiso para lograr que los biobancos de nuestro país apoyen los esfuerzos casi heroicos del sector salud, de los investigadores biomédicos y clínicos, de los estudiantes de posgrado y de los jóvenes emprendedores de nuestro sector BIO nacional en desarrollo. Al confiar en las valiosas colecciones de muestras biológicas de sus miembros y garantizar su más alta calidad posible, la REMBIOBAN ayudará a acelerar los descubrimientos y las innovaciones en salud en México.

La creación de esta red pionera de laboratorios que vincula la asistencia a la investigación traslacional en salud, y esta con la innovación diagnóstica y terapéutica global, permitirá a México contribuir al desarrollo de nuevos diagnósticos y tratamientos, al tiempo que acercar estos beneficios a su población.

## Conclusión

El surgimiento de los biobancos en México ha demostrado ser una valiosa, necesaria y urgente

iniciativa para impulsar el avance de la investigación biomédica y las innovaciones en el diagnóstico y el tratamiento médicos. Iniciativas como la detonada por LANBIOBAN y la que busca consolidar la red REMBIOBAN resultante están permitiendo a los investigadores mexicanos superar retos históricos relacionados con el acceso a bioespecímenes y datos clínicos de alta calidad. Mediante colaboraciones nacionales e internacionales, estos biobancos se han venido integrando con éxito en redes globales, promoviendo la sostenibilidad, la calidad operativa y la innovación en medicina de precisión. Aunque este proyecto recibió apoyo en dos ejercicios sucesivos de la convocatoria de Laboratorios Nacionales y solidarios fondos complementarios de terceros, el desarrollo sustancial que se logró en dichos ejercicios se ha visto truncado por la reorientación del financiamiento científico en el país.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a Ana G. Gómez su ayuda en este proyecto.

## Financiamiento

La investigación reportada en esta publicación fue apoyada por el Fogarty International Center of the National Institutes of Health (NIH) bajo el número de Grant P20CA210286-01. Además, fue financiada por el entonces CONACYT bajo los números de subvención 252984 (2015) y 271386 (2016). Y también con atinadas gestiones del dirigente del Partido del Trabajo, profesor Alberto Anaya Gutiérrez, que hicieron posible conseguir los fondos complementarios necesarios para acceder al financiamiento de la respectiva convocatoria del entonces CONACYT.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses. El contenido es responsabilidad exclusiva de los autores y no representa necesariamente los puntos de vista oficiales de los NIH ni del CONACYT.

## Consideraciones éticas

**Protección de las personas y los animales.** Los autores declaran que no se llevaron a cabo experimentos con humanos o animales para esta investigación.

**Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética.** El estudio no involucra datos

personales de participantes ni requiere aprobación ética. Las directrices SAGER no se aplican.

**Declaración sobre el uso de la inteligencia artificial.** Los autores declaran que en la redacción de este manuscrito se ha utilizado inteligencia artificial. En concreto, se empleó el modelo ChatGPT, desarrollado por OpenAI para mejorar la claridad del texto. Esta herramienta se utilizó durante el proceso general de redacción y revisión del manuscrito.

## Referencias

- Barrera-Saldaña HA. Translational research in medicine: reverse the process and support it for success. *Int J Cell Sci Mol Biol.* 2017;2:31-3. DOI:10.19080/IJCSMB.2017.02.555580.
- Spector-Bagdady K, Trinidad G, Kardias S, Krenz CD, Nong P, Raj M, et al. Reported interest in notification regarding use of health information and biospecimens. *JAMA.* 2022;328(5):474-6. DOI:10.1001/jama.2022.9740.
- Gallagher CS, Ginsburg GS, Musick A. Biobanking with genetics shapes precision medicine and global health. *Nat Rev Genet.* 2025;26(3):191-202. DOI:10.1038/s41576-024-00794-y.
- Panunzio AP. Evaluación externa de la calidad del laboratorio clínico. *Enferm Invest.* 2022;7(2):56-61. DOI: 10.31243/ei.uta.v7i2.1614.2022.
- Dominguez-Vigil IG, Moreno-Martínez AK, Wang JY, Roehrl MHA, Barrera-Saldaña HA. The dawn of the liquid biopsy in the fight against cancer. *Oncotarget.* 2018;9(2):2912-22. DOI:10.18632/oncotarget.23131.
- Hanin A, Cespedes J, Pulluru Y, Gopaul M, Aronica E, Decampo D, et al. Review and standard operating procedures for collection of biospecimens and analysis of biomarkers in new onset refractory status epilepticus. *Epilepsia.* 2023;64(6):1444-57. DOI:10.1111/epi.17600.
- Rush A, Catchpole DR, Watson PH, Byrne JA; NSW Biobank Study Group. An approach to evaluate the costs and outputs of academic biobanks. *Biopreserv Biobank.* 2024;22(5):463-74. DOI:10.1089/bio.2023.0112.
- Domaradzki J, Czepakowska J, Walkowiak D. Attitudes of oncology patients towards biospecimen donation for biobank research. *BMC Cancer.* 2024;24(1):390. DOI:10.1186/s12885-024-12145-5.
- Henderson MK, Kjellqvist S, Yanak BL. Biobank resilience through disasters: role of funding, business planning, best practices, and standards. *Biopreserv Biobank.* 2024;22(2):95-7. DOI:10.1089/bio.2024.29136.editorial.
- Lecaros JA, López G. Propuesta de regulación para el funcionamiento de biobancos con fines de investigación biomédica en Chile. Informe final. Centro de Biotecnología Traslacional Sofía Hub; 2023. Disponible en: [https://medicina.udd.cl/observatorio-bioetica-derecho/files/2023/07/informe-regulacion-biobancos-chile\\_cbt\\_obd\\_udd.pdf](https://medicina.udd.cl/observatorio-bioetica-derecho/files/2023/07/informe-regulacion-biobancos-chile_cbt_obd_udd.pdf).
- López Correa P, Casasbuenas Ayala J. La biopsia y la citología, pilares del diagnóstico médico (I parte). *Rev Medica Sanitas.* 2015;18:29-38.
- Belizán JM, Bardach A, Cormick G, Irazola V, Rey R. Reflexiones sobre la investigación traslacional en salud y el caso COVID-19 en Argentina. *Medicina (B Aires).* 2020;80(Supl 3):42-4.
- Annaratone L, De Palma G, Bonizzi G, Sapino A, Botti G, Berrino E, et al. Basic principles of biobanking: from biological samples to precision medicine for patients. *Virchows Arch.* 2021;479(2):233-46. DOI:10.1007/s00428-021-03151-0.
- Chen DM, Mastromonaco GF. The evolution of conservation biobanking: a literature review and analysis of terminology, taxa, location, and strategy of wildlife biobanks over time. *Biopreserv Biobank.* 2025 Feb 12. doi: 10.1089/bio.2024.0151. Online ahead of print.
- Kahana-Edwin S, Cain LE, Karpelowsky J. Roadmap to liquid biopsy biobanking from pediatric cancers—challenges and opportunities. *Biopreserv Biobank.* 2021;19(2):124-9. DOI:10.1089/bio.2020.0117
- da Silva GFM. Liquid biopsies: effects of long-time storage. [Master's thesis]. Porto (Portugal): Universidade do Porto; 2022. Disponible en: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/146276/2/595225.pdf>.
- Greene C, O'Doherty E, Abdullahi Sidi F, Bingham V, Fisher NC, Humphries MP, et al. The potential of digital image analysis to determine tumor cell content in biobanked formalin-fixed, paraffin-embedded tissue samples. *Biopreserv Biobank.* 2021;19(4):324-31. DOI:10.1089/bio.2020.0105.
- Stanta G, Bonin S. The use of paraffin blocks/pathology archives for clinical biobanking. En: *Biobanking of human biospecimens: lessons from 25 years of biobanking experience.* Cham: Springer; 2021. p. 81-91.
- Garza-Rodríguez ML, Ascacio-Martínez JAI, Pérez-Maya AA, Pérez-Ibave DC, Monsiváis-Ovalle DE, Barrera-Saldaña HA. Biobanks: experience of the School of Medicine and the "Dr. José Eleuterio González" University Hospital of the Universidad Autónoma de Nuevo León. *Med Univ.* 2014;16(63):99-101.
- Garza-Rodríguez ML, Pérez-Maya AA, Monsiváis-Ovalle DE, Velázquez-Vadillo JF, Barrera-Saldaña HA. El biobanco institucional como pilar de las ciencias médicas. *Salud Publica Mex.* 2016;58(4):483-9. DOI:10.21149/spm.v58i4.8032.
- León-Cachón RBR, Ascacio-Martínez JAI, Gómez-Silva M, Piñeyro-Garza E, González-González JG, Pogue G, et al. Application of genomic technologies in clinical pharmacology research. *Rev Invest Clin.* 2015;67(4):212-8.
- Bardol T, Dujon AM, Taly V, Dunyach-Remy C, Lavigne JP, Costa-Silva B, et al. Early detection of pancreatic cancer by liquid biopsy "PANLIPOSY": a French nation-wide study project. *BMC Cancer.* 2024;24(1):709. DOI:10.1186/s12885-024-12463-8.
- Baca SC, Seo JH, Davidsohn MP, Fortunato B, Semaan K, Sotudian S, et al. Liquid biopsy epigenomic profiling for cancer subtyping. *Nat Med.* 2023;29(11):2737-41. DOI:10.1038/s41591-023-02605-z.
- Kasperbauer TJ, Schmidt KK, Thomas A, Perkins SM, Schwartz PH. Incorporating biobank consent into a healthcare setting: challenges for patient understanding. *AJOB Empir Bioeth.* 2021;12(2):113-22. DOI:10.1080/23294515.2020.1851313.
- Laurijssen SJ, van der Graaf R, van Dijk WB, Schuit E, Groenwold RH, Grobbee DE, et al. When is it impractical to ask informed consent? A systematic review. *Clin Trials.* 2022;19(5):545-60. DOI:10.1177/17407745221103567.
- Lewis J, Holm S. Organoid biobanking, autonomy and the limits of consent. *Bioethics.* 2022;36(7):742-56. DOI:10.1111/bioe.13047.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Apoyos complementarios para el Establecimiento y Consolidación de Laboratorios Nacionales CONACYT 2015. Disponible en: <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/convocatorias-y-resultados-conacyt/convocatoria-pln/resultados-pln/6705-resultados-89/file>.
- Lapid MI, Meagher KM, Giunta HC, Clarke BL, Ouellette Y, Armbrust TL, et al. Ethical challenges in COVID-19 biospecimen research: perspectives from institutional review board members and bioethicists. *Mayo Clin Proc.* 2021;96(1):165-73. DOI:10.1016/j.mayocp.2020.10.021.
- Walkowiak D, Miraléyeva A, Batoryrova T, Domaradzki J. Support for research biobanks among medical students in the Republic of Kazakhstan. *Biopreserv Biobank.* 2024;22(5):475-85. DOI:10.1089/bio.2023.0114.
- Antonova N, Eritsyan K. It is not a big deal: a qualitative study of clinical biobank donation experience and motives. *BMC Med Ethics.* 2022;23(1):7. DOI:10.1186/s12910-022-00743-6.
- Domaradzki J, Czepakowska J, Walkowiak D. To donate or not to donate? Future healthcare professionals' opinions on biobanking of human biological material for research purposes. *BMC Med Ethics.* 2023;24(1):53. DOI:10.1186/s12910-023-00930-z.
- Asimwe R, Lam S, Leung S, Wang S, Wan R, Tinker A, et al. From biobank and data silos into a data commons: convergence to support translational medicine. *J Transl Med.* 2021;19(1):493. DOI:10.1186/s12967-021-03147-z.
- Price WN II. Biobanks as innovation infrastructure for translational medicine. En: Minssen T, Herrmann JR, Schovsbo J, editores. *Global genes, local concerns: legal, ethical, and scientific challenges in international biobanking.* Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing; 2019. p. 42-55. Disponible en: [https://repository.law.umich.edu/book\\_chapters/217](https://repository.law.umich.edu/book_chapters/217).
- Domaradzki J, Czepakowska J, Walkowiak D. To donate or not to donate? Future healthcare professionals' opinions on biobanking of human biological material for research purposes. *BMC Med Ethics.* 2023;24(1):53. DOI:10.1186/s12910-023-00930-z.
- Campbell LD, Astrin JJ, DeSouza Y, Giri J, Patel AA, Rawley-Payne M, et al. The 2018 Revision of the ISBER Best Practices: summary of changes and the editorial team's development process. *Biopreserv Biobank.* 2018;16(1):3-6. DOI:10.1089/bio.2018.0001. PMID:29405817.
- Fields AJ, Dudli S, Schrepf A, Kim A, Pham B, Gallego E, et al. Protocol for biospecimen collection and analysis within the BACPAC research program. *Pain Med.* 2023;24(Suppl 1):S71-80. DOI:10.1093/pm/pnac197.
- Ojesina AI, Lichtenstein L, Freeman SS, Pedamallu CS, Imaz-Rosshandler I, Pugh TJ, et al. Landscape of genomic alterations in cervical carcinomas. *Nature.* 2014;506(7488):371-5. DOI:10.1038/nature12881.
- Ruiz-Godoy Rivera LM. Biobancos como plataforma para investigación biomédica. México: Corporativo Intermedica; 2018.
- Tumilasci V. Trans-Hit Bio establece una asociación exclusiva en México para fomentar la colaboración entre la comunidad mexicana de biobancos y la I+D de la industria. *Business Wire;* 2018 Oct 5. Disponible en: <https://www.businesswire.com/news/home/20181005005356/en/>.
- Morente MM, Cereceda L, Luna-Crespo F, Artiga MJ. Managing a biobank network. *Biopreserv Biobank.* 2011;9(2):187-90. DOI:10.1089/bio.2011.0005.
- Simeon-Dubach D, Kozlakidis Z. Sustainability of biobanks and biobanking in LMICs. En: Sargsyan K, Huppertz B, Gramatiuk S, editores. *Biobanks in low- and middle-income countries: relevance, setup and management.* Cham: Springer International Publishing; 2022. p. 193-200.
- Barrera-Saldaña HA. ¿Cómo potencializar la innovación en los centros médicos académicos? *Lizbeth Siller Tanguma Site;* 2019. Disponible en: <https://transferencia.tec.mx/2019/07/04/como-potencializar-la-innovacion-en-los-centros-medicos-academicos/>.