



BANCO DE DATOS GENÉTICOS: UNA HERRAMIENTA AL SERVICIO DE LA IDENTIFICACIÓN HUMANA

Palabras clave: identificación humana, ADN, genética forense, banco de datos genéticos, CODIS.

Keywords: human identification, DNA, forensic genetics, genetic databank, CODIS.

Diálogo Forense
Núm. 8, Vol. 4, 2023
ISSN: 2789-8458

Nancy Rebeca Say Rodríguez

Coordinador de Banco de Datos Genéticos

Área de Genética

Laboratorio de Serología y Genética

*Instituto Nacional de Ciencias Forenses
de Guatemala -INACIF-*

nsay@inacif.gob.gt

Recibido: 27/03/2023

Aceptado: 28/08/2023

RESUMEN

A partir de la década de los 80, el estudio del ácido desoxirribonucleico –ADN- ha generado una revolución en la identificación humana y sus diversas aplicaciones. En particular, el acoplamiento de tecnologías informáticas a los análisis genéticos ha permitido un desarrollo innovador en la investigación forense, siendo los bancos genéticos un ejemplo sobresaliente de este acoplamiento. Mediante esta herramienta, se han resuelto numerosos casos tanto criminales como no criminales, que previamente no pudieron ser resueltos mediante otras técnicas de análisis tradicionales.

La implementación de un banco de datos genéticos, regulado legalmente y enmarcado dentro del sistema de gestión de calidad del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala –INACIF-, ha posibilitado la resolución de casos a nivel nacional e internacional. Esto ha tenido un impacto positivo también en casos humanitarios para la identificación de personas desaparecidas, brindando alivio y justicia a sus familias.

ABSTRACT

By the 80's, the study of deoxyribonucleic acid –DNA- revolutionized human identification and its applications. Subsequently, the incorporation of computer technologies to genetic analysis helped to develop forensic investigation in innovative ways, gene banks are a perfect example of this incorporation. Using this tool, a large number of criminal and non-criminal cases have been resolved, which cannot be resolved using other techniques.

The implementation of the legally regulated genetic data bank, framed within the INACIF quality management system, allows the resolution of national and international cases. Thus having a positive impact also in humanitarian cases for the identification of missing persons, providing relief and justice for families.

INTRODUCCIÓN

El análisis del ADN ha sido utilizado como una herramienta para la identificación humana y ha generado un impacto significativo en la investigación forense a nivel mundial. Una gran cantidad de datos genéticos son generados diariamente, los cuales son registrados y almacenados de manera organizada a través de sistemas informáticos, lo cual constituye un banco genético (Buttler, 2010).

Los bancos de datos genéticos computarizados, almacenan perfiles genéticos provenientes de diversas fuentes como víctimas, sospechosos, personas desaparecidas, familiares de personas desaparecidas, entre otros. Estos bancos permiten comparar la información de una persona de interés, con los perfiles almacenados, facilitando la identificación. La búsqueda de información en los bancos genéticos ha sido fundamental para resolver miles de casos criminales y no criminales, a nivel mundial, convirtiéndose en una herramienta indispensable para cualquier laboratorio de genética forense (Panneerchelvam y Norazmi, 2003).

CONTENIDO

Bancos genéticos y sistemas informáticos

El objetivo fundamental de un banco de datos genéticos es registrar, comparar y buscar perfiles genéticos de manera organizada, automatizada y con altos estándares de seguridad. Esto permite la obtención de resultados en menor tiempo y con un alto nivel de precisión. Cabe mencionar, que existen dos conceptos asociados al registro de información genética:

1. Banco de datos genéticos: es una colección de datos genéticos incluidos dentro de un sistema informático.
2. Base de datos genéticos: es la clasificación otorgada a la información genética que se encuentra almacenada dentro de un sistema informático.

Existe una amplia variedad de *software* diseñados y utilizados para el funcionamiento de bancos de datos genéticos, que van desde opciones comerciales hasta aplicaciones de libre acceso en línea, además de los creados internamente por laboratorios o diseñados por instituciones gubernamentales.

Actualmente, uno de los *software* más conocidos a nivel mundial es el Sistema de Índices Combinados de ADN -CODIS- (por sus siglas en inglés) creado por el Buró Federal de Investigaciones -FBI- (por sus siglas en inglés). Este sistema une las herramientas informáticas y de análisis de ADN para facilitar la comparación de perfiles genéticos. CODIS es un *software* estructurado en índices o categorías de almacenamiento de perfiles genéticos, y busca automáticamente coincidencias entre ellos. Los perfiles genéticos que se almacenan en CODIS se registran con un código de identificación que no requiere agregar información personal; adicionalmente, CODIS no almacena datos sobre la historia criminal, casos relacionados, documentos de identificación o fechas de nacimiento, respetando así los principios bioéticos (FBI, 1999).

El CODIS está diseñado para que cada laboratorio tenga a su cargo el control y resguardo sobre sus propios datos, aunque el sistema permite que perfiles genéticos remitidos por otros laboratorios puedan ser comparados entre sí para la búsqueda de coincidencias, siempre y cuando existan las debidas autorizaciones y mecanismos establecidos por parte de las instituciones involucradas.

La utilización de un banco de datos genéticos en el ámbito forense abarca un amplio espectro de aplicaciones. Estos bancos permiten la resolución de casos criminales y no criminales a través de diversas comparaciones inmediatas de perfiles genéticos. Entre las capacidades destacadas se encuentran:

- Almacenamiento de gran cantidad de información genética y no genética, incluidos metadatos de interés forense.
- Categorización sistemática y ordenada de perfiles genéticos.
- Comparaciones directas para la determinación de perfiles genéticos exactamente iguales.
- Comparaciones directas para la determinación de perfiles genéticos que puedan estar relacionados por filiación biológica.
- Obtención de cálculos estadísticos como sustento a los resultados obtenidos de comparaciones genéticas directas o encontradas a través del banco.
- Desarrollo de árboles genealógicos para localizar perfiles genéticos que puedan corresponder a personas desaparecidas dentro de miembros determinados de una familia.

Cada una de estas capacidades se aplica en el ámbito forense y su utilidad varía según el tipo de caso que se aborda. En casos criminales, los bancos de datos genéticos permiten la identificación de individuos presentes en una escena de crimen a través de comparaciones exactas de perfiles o por parentesco, así como detectar conexiones entre diferentes escenas del crimen basadas en la presencia de individuos en común. En casos no criminales, su aplicación es aún más extensa, abarcando la asociación por uniprocendencia de diversos restos humanos siendo útil en casos de cuerpos desmembrados, la identificación de personas desconocidas mediante familiares o muestras de referencia, resolución de casos de personas desaparecidas, identificación de cadáveres, establecimiento de vínculos filiales en casos civiles provenientes de juzgados de familia o niñez y adolescencia en los que se requiera análisis de paternidad, maternidad u otra filiación.

Implementación del Banco de Datos Genéticos de Uso Forense en Guatemala

El Laboratorio de Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala inició operaciones formalmente en el año 2009, con la necesidad de registrar perfiles genéticos obtenidos del análisis de casos solicitados por el Ministerio Público, Organismo Judicial y otras autoridades competentes, estableciendo así una base de datos genéticos incipiente. El INACIF recibió el *software* comercial denominado Sistema de Identificación de Desastres en Masa -M-FISys- (por sus siglas en inglés) (Cash y Hennessey, 2004), en el año 2012, y es en este momento en el cual la institución integró un banco de datos genéticos a través de un *software* especializado. Este *software* fue diseñado originalmente para el registro y comparación de perfiles genéticos asociados a desastres masivos. Anteriormente demostró ser de gran utilidad en la identificación de restos humanos provenientes del ataque terrorista a las Torres Gemelas el 11 de septiembre del 2001 en Estados Unidos (Cash et al., 2003). Posteriormente, en 2014, el INACIF recibió la donación del *software* CODIS por parte del FBI, a través de la Oficina Internacional de Asistencia Antinarcóticos y Cumplimiento de la Ley -INL- (por sus siglas en inglés), convirtiéndose en el *software* de elección para la implementación del Banco de Datos Genéticos del INACIF por sus características de funcionamiento y desempeño.

Simultáneamente al registro de perfiles genéticos dentro de un *software* especializado, a partir del año 2006, se aprobaron diversas leyes nacionales que reconocieron el valor de los datos genéticos como pruebas de carácter científico para la identificación humana precisa. Entre estas leyes destacan el Decreto-Ley Número 106, Código

Civil del Jefe del Gobierno de la República, Decreto Número 28-2010 Ley del sistema de Alerta Alba-Keneth del Congreso de la República de Guatemala, establecida para la búsqueda inmediata de menores de edad desaparecidos; el Decreto Número 9-2016 Ley de Búsqueda Inmediata de Mujeres Desaparecidas; Decreto Número 44-2016 del Congreso de la República de Guatemala, Código de Migración y Decreto Número 22-2017 Ley del Banco de Datos Genéticos para Uso Forense del Congreso de la República de Guatemala, entre otras. Estas leyes proporcionaron un marco legal sólido para el Banco de Datos Genéticos del INACIF, y la mayor parte de las leyes involucradas regularon el registro de datos genéticos en casos no criminales.

En Guatemala, el Decreto Número 22-2017, Ley de Banco de Datos Genéticos para Uso Forense y el Acuerdo CD-INACIF-38-2018, Reglamento del Banco de Datos Genéticos para Uso Forense, aprobados en 2017 y 2018, respectivamente, permitieron la creación formal de un banco de datos genéticos nacional, compuesto por tres bases de datos: la base de datos genéticos con fines de investigación criminal, la base de datos genéticos con fines humanitarios o civiles y la base de datos de calidad. Estas bases de datos se organizan en categorías dentro de CODIS, como se muestra en la Tabla 1.

La base de datos con fines de investigación criminal contiene perfiles genéticos que se encuentran relacionados a hechos delictivos, mientras que la base de datos genéticos con fines humanitarios o civiles incluye perfiles genéticos procedentes de personas relacionadas con casos no criminales. Por último, la base de datos de calidad actualmente contiene perfiles genéticos del personal del INACIF que tiene contacto directo con indicios, lo que permite detectar posibles contaminaciones y garantizar un control adecuado. Estas medidas legales y la implementación de un banco de datos genéticos han sido fundamentales para fortalecer la capacidad del INACIF en la investigación forense y la identificación humana certera.

Asimismo, el Acuerdo CD-INACIF-32-2018, Reglamento del Banco de Datos Genéticos para Uso Forense, permite la comparación de perfiles genéticos entre determinadas bases de datos. Se puede realizar comparaciones de la base de datos genéticos con fines humanitarios o civil dentro de la base de datos con fines de investigación criminal, siempre y cuando se tenga un objetivo plenamente humanitario para la identificación de una persona. Sin embargo, la base de datos con fines de investigación criminal no puede ser comparada contra la base de datos con fines humanitarios o civiles, ya que esto constituiría una violación de principios bioéticos

(Organización de las Naciones Unidas para la Educación y la Cultura, 2003). Este enfoque asegura el respeto a la privacidad y los derechos humanos de las personas cuyos perfiles se encuentran registrados en las bases de datos genéticos.

Tabla 1. Banco de Datos Genéticos para Uso Forense, datos actualizados hasta junio de 2023.

Base de datos	Cantidad de perfiles genéticos
Con fines de investigación criminal	10,754
Con fines humanitarios o civil de Calidad	33,036
Total	45,480

Resultados del Banco de Datos Genéticos

A partir del año 2018, se inició activamente la implementación del Decreto Número 22-2017 Ley del Banco de Datos Genéticos para Uso Forense. Esto llevó a un aumento significativo en la cantidad de casos analizados relacionados con familiares de personas desaparecidas, específicamente dentro de las alertas Alba-Keneth e Isabel-Claudina, así como el análisis de cadáveres sin identificar. Además, se comenzó a analizar casos criminales sin sospechosos, con la finalidad de ingresarlos al Banco Genético para buscar posibles coincidencias entre distintas escenas de crimen.

En el 2019 convergen dos eventos sumamente importantes. En primer lugar el Área de Genética del Laboratorio de Serología y Genética se acreditó bajo la Norma ISO/IEC 17025:2017, lo que asegura la calidad y confiabilidad de los análisis genéticos realizados. Por otro lado se produjeron las primeras coincidencias dentro del banco genético, lo que permitió la resolución de casos criminales y no criminales.

En el primer caso resuelto, se inició con el ingreso al banco del perfil genético de una madre biológica que denunció

la desaparición de su hija a través del sistema de alerta Isabel-Claudina. Algunos meses después, se ingresó al banco el perfil genético correspondiente a un cadáver femenino sin identificar. Al comparar ambos perfiles genéticos, se obtuvo una coincidencia por parentesco con la madre biológica indicada anteriormente. La probabilidad obtenida de filiación por maternidad entre la madre biológica y el cadáver sin identificar fue de un 99.999999%, lo que confirmó la identificación después de realizar un cotejo de datos *ante mortem* y *post mortem*. Este suceso representó el primer caso exitoso resuelto a través del Banco de Datos Genéticos para Uso Forense en Guatemala

Es importante destacar que este caso tuvo un impacto doble. Por un lado, cumplió un objetivo humanitario al brindar el cierre y alivio a la familia de la víctima. Por otro lado, tuvo un impacto desde el punto de vista criminal, al haber identificado plenamente a la víctima, brindando información al Ministerio Público para el inicio de una investigación formal de femicidio.

Tabla 2. Coincidencias obtenidas en banco genético hasta junio de 2023.

Base de datos	Tipo de caso	Cantidad
Con fines de investigación criminal	Violación (5 casos de violaciones en serie)	17
Con fines humanitario o civil	Identificación de cadáveres	12
	Uniprocedencia de restos humanos	3
	Total	32

Desde entonces, se ha evidenciado la importancia del Banco de Datos Genéticos y su papel fundamental en la resolución de casos. Desde su implementación, se han resuelto un total de 32 casos, incluyendo 17 violaciones en serie y 12 casos de identificación de cadáveres, entre otros. En la tabla 2 se muestra la cantidad de casos resueltos a la fecha, a través del banco genético. Esto demuestra que la combinación entre la capacidad instalada del laboratorio, la experiencia de los genetistas forenses, el poder de almacenamiento y comparación masiva de datos y la precisión de los sistemas informáticos actuales, constituyen una herramienta sumamente valiosa para la resolución de casos complejos.

Identificación humana

La identificación humana es un tema importante y particularmente complejo, tanto en el ámbito civil como el penal. La certeza científica en la identificación de menores de edad, personas desaparecidas y el establecimiento de la identidad de cadáveres y restos humanos ha sido reconocida y abordada en diversas leyes nacionales debido a su relevancia.

Si bien existen diversos métodos científicos para la identificación humana, como el registro dental, las huellas dactilares, y la determinación de características individualizantes, la genética se destaca como una técnica altamente confiable y certera. Los análisis genéticos ofrecen la capacidad de identificar personas en casos en donde otros métodos no son suficientes y ofrece la posibilidad de establecer relaciones de filiación biológica entre individuos, lo cual no es alcanzable mediante métodos no genéticos.

A través de la genética se puede establecer asociaciones por filiación biológica entre menores que no pueden identificarse y sus supuestos familiares, siendo una herramienta certera en casos judiciales por custodia o situaciones de tipo civil, en donde un juez puede tomar una decisión fundamentada en una prueba científica. En casos no criminales, la identificación de personas fallecidas tiene una implicación humanitaria ya que viabiliza el cierre del duelo para una familia.

En situaciones complejas, como desastres en masa, la genética y los bancos de datos juegan un rol importante, ya que permiten la obtención de resultados altamente confiables en lapsos relativamente cortos, no solo para la unificación de diferentes partes corporales (en el caso de cuerpos que se encuentren desmembrados) sino también para la determinación de identidad a través de familiares. Los familiares cuya muestra biológica es útil en este tipo de identificaciones, pueden encontrarse vivos o pueden haber fallecido simultáneamente en el mismo desastre y su identificación previa por cualquier método forense, permite contribuir a la identificación del otro cadáver.

Un banco de datos genéticos permite que la información genética pueda ser clasificada y comparada de una forma sistemática y ordenada, lo cual, posterior a la depuración y confirmación de resultados por parte de personal forense especializado, permite entregar a las autoridades correspondientes, resultados oportunos con altos niveles de certeza.

Movilidad humana

La migración irregular desde Centroamérica hacia Estados Unidos, va en aumento cada año. Personas en contexto de movilidad humana son afectadas por violencia extrema, trata de personas, menores no acompañados abandonados en la frontera y cadáveres que no pueden ser identificados y que son encontrados en territorio extranjero. Estas situaciones requieren la intervención de autoridades judiciales en otros países que se hacen cargo de la custodia de personas extranjeras que no pueden ser fácilmente identificadas. En esta situación, se hace necesaria la utilización de pruebas científicas que ayuden a acreditar la identidad de una persona.

La genética, en combinación con otras especialidades forenses, constituye una solución certera, confiable, segura y rápida, que justifica los altos costos de inversión asociados. Desde el año 2009, el INACIF cuenta con un área de genética especializada en el estudio del ADN y sus distintas aplicaciones, siendo una de las herramientas más importantes para la identificación humana en Guatemala.

Las secuelas que se producen por la desaparición de un familiar fuera del país son variadas para las familias de las víctimas y generan incertidumbre, dolor y angustia. Estas familias acuden al Estado para solicitar apoyo para localizar a un familiar desaparecido.

La aplicación de los bancos genéticos en el contexto migratorio tiene entonces una gran relevancia, ya que permite el intercambio de información de manera eficaz y

segura con fines humanitarios, mientras que otras técnicas científicas no ofrecen estas capacidades. De esta manera, el Estado puede dar una respuesta certera a las solicitudes de familias a través de la implementación de mecanismos que permitan el cotejo de información con otros países, en la búsqueda de dar respuesta oportuna a las necesidades y demandas en la población.

CONCLUSIONES

Los bancos de datos genéticos han demostrado ser herramientas fundamentales para la resolución de casos criminales y no criminales como los de enfoque humanitario. En un contexto donde el fenómeno migratorio va en aumento en Guatemala, estos bancos pueden ser de gran utilidad para la identificación de personas desaparecidas a través de estudios de filiación con sus familiares

Es importante destacar que Guatemala es uno de los pocos países en la región que cuenta con la capacidad de dar respuesta a las solicitudes de ciudadanos que buscan a familiares desaparecidos en el extranjero. El Laboratorio de Serología y Genética del INACIF es un ejemplo en este

sentido, ya que tiene métodos, procedimientos y protocolos acreditados bajo estándares de alta calidad a nivel internacional, dentro del cual funciona el Banco de Datos Genéticos con un fundamento legal debidamente operativizado.

Esta capacidad constituye una herramienta invaluable para la sociedad guatemalteca, ya que se enmarca en una noble causa de brindar identidad en la identificación a personas desconocidas y retornarlas a sus seres queridos. La utilización de la genética en la identificación humana ha demostrado ser una solución efectiva y confiable en casos complejos y difíciles de resolver por otros medios.



BIBLIOGRAFÍA

Cash, H. y Hennessey, M. (2004). *Human Identification Software for Missing Persons, Scalable for a Mass Fatality Incident: Building on Lessons Learned Over the Course of a Major Disaster Victim Identification Project*. Promega 15th Symposium on Human Identification.

Cash, H., Hoyle, J. y Sutton, A. (2003). Development under extreme conditions: forensic bioinformatics in the wake of the World Trade Center disaster. *Pacific Symposium on Biocomputing*, 638-653.

Federal Bureau of Investigations. (2016). *National DNA Index System (NDIS) Operational Procedures Manual*. <https://ucr.fbi.gov/lab/biometric-analysis/codis/ndis-procedures-manual>

Buttler, J. (2010). *Forensic DNA Typing: Biology, Technology, and Genetics of STR Markers*. Elsevier Academic Press.

Panneerchelvam, S. y Norazmi, M. (2003). Forensic DNA profiling and Database. *The Malaysian journal of medical sciences*, 10(2), 20-26.

Decreto Número 28-2010. Ley del Sistema de Alerta Alba-Keneth. Congreso de la República de Guatemala. 13 de septiembre de 2010. D.O. No. 24.

Decreto Número 9-2016. Ley de búsqueda inmediata de mujeres desaparecidas. Congreso de la República de Guatemala. 1 de marzo 2016. D.O. No. 10.

Decreto-Ley Número 106. Código Civil. 7 de octubre de 1963.

Decreto Número 44-2016. Código de Migración. Congreso de la República de Guatemala. 20 de septiembre de 2016.

Decreto Número 22-2017. Ley del Banco de Datos Genéticos para Uso Forense. Congreso de la República de Guatemala. 21 de diciembre de 2017. D.O. 67.

Decreto Número 22-2017 del Acuerdo Número CD-INACIF-32-201. Reglamento del Banco de Datos Genéticos para Uso Forense. Consejo Directivo del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala.

Comisión Interamericana de Derechos Humanos –CIDH-. (2017). CIDH: *Hacia la garantía efectiva de los derechos de niñas, niños y adolescentes: Sistemas Nacionales de Protección*. <https://www.oas.org/es/cidh/informes/pdfs/nna-garantiaderechos.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación y la Cultura. (2003). *Declaración Internacional sobre los Datos Genéticos Humanos*.

<https://es.unesco.org/about-us/legal-affairs/declaracion-internacional-datos-geneticos-humanos>