

INACIF

INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS
FORENSES DE GUATEMALA

2021

Número 3, Volumen 1

ISSN: 2707 - 8477

Edición semestral Enero-Junio 2021

REVISTA CIENTÍFICA

Diálogo Forense

latindex

REVISTA CIENTÍFICA

Diálogo Forense

EQUIPO EDITORIAL

DIRECTOR

MSc. Fanuel Macbanai García Morales
Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala
Director General

EDITOR EN JEFE

Dra. Zarina Vanessa Guzmán Castañón
Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala
Investigación y Desarrollo Científico

COMITÉ EDITORIAL

Licda. Helen Michelle Monzón Marroquín
Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala
Investigación y Desarrollo Científico

Licda. Jackeline René Olivet España

Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala
Investigación y Desarrollo Científico

DIRECCIÓN DE ARTE

Inga. Verónica de la Roca Rodríguez
Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala
Desarrollo Institucional

Licda. Celia Karina Barascout Fonseca

Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala
Desarrollo Institucional

GESTIÓN INFORMÁTICA

Ing. Sergio Iván Lima Gonzales
Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala
Unidad de Informática

Ing. Willy Peitzner Rosal

Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala
Sección de Desarrollo de Software

AUTORIDADES DE INACIF

MSc. Fanuel Macbanai García Morales
Director General

Lic. Erick Roberto Cordón López
Secretario General

CONSEJO DIRECTIVO

Dra. Silvia Patricia Valdés Quezada
Presidente del Organismo Judicial y de la
Corte Suprema de Justicia

Dra. María Consuelo Porras Argueta
Fiscal General de la República y Jefa del Ministerio Público

Lic. Gendri Reyes Mazariegos
Ministro de Gobernación

MSc. Idonaldo Arevael Fuentes Fuentes
Director del Instituto de la Defensa Pública Penal

Licda. Mayra Alejandra Carrillo De León
Directora General del Instituto para la Asistencia y
Atención a la Víctima del Delito

Lic. Fernando Antonio Chacón Urizar
Presidente de la Junta Directiva del Colegio de
Abogados y Notarios de Guatemala

Dr. Jorge Luis Ranero Meneses
Presidente de la Junta Directiva del Colegio de
Médicos y Cirujanos de Guatemala

Licda. Ely Rossana Letona Contreras
Presidenta de la Junta Directiva del Colegio de
Farmacéuticos y Químicos de Guatemala

COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. José Antonio Lorente Acosta
Centro de Genómica e Investigación Oncológica, Pfizer
Universidad de Granada, España

MSc. Luz Adriana Londoño Vargas
Grupo de Biología Forense, Instituto de Medicina
Legal y Ciencias Forenses de Colombia

Dr. José Rafael Espada
Facultad de Ciencias Médicas
Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Dr. Guillermo Chávez Meza
Facultad de Ciencias Médicas y de la Vida
Universidad Da Vinci de Guatemala

Dr. Rolando Escobar Menaldo
Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales
Universidad Rafael Landívar de Guatemala

Editorial

L

a Revista Científica Diálogo Forense es una muestra escrita de la aplicación de las ciencias forenses y criminalísticas en la investigación criminal que enfatiza el aporte de estas ciencias en la resolución de hechos criminales en Guatemala. Por consiguiente, en sus diferentes espacios, se ha logrado reunir aportes originales, innovadores y creadores de conocimiento que captan las tareas de investigación técnico-científica asignada específicamente al Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF-.



MSc. Fanuel Macbanai García Morales
Director General

Esta revista es una manifestación de la ejecución del Plan Estratégico de la administración del INACIF con la que se busca promover la investigación nacional, apoyando la formación de pensamiento creativo y la difusión científica de los profesionales del INACIF, Sector Justicia, Sector Universitario, Instituciones Nacionales e Internacionales.

A pesar de la situación de la pandemia por COVID-19, la Administración del Instituto enfrentó este desafío y dirigió al equipo editorial para que la publicación se produzca en tiempo, cuidando que el contenido reúna todos los criterios de calidad internacional y que cumpla con la estricta periodicidad, los cuales consisten en elementos esenciales para mantener los requisitos de indexación exigidos por el Sistema Regional de Información en línea para Revistas Científicas para América Latina, el Caribe, España y Portugal (Latindex). En ese sentido, esta revista se encuentra en el directorio de Latindex y en el El Portal de Revistas de Guatemala.

Los artículos que integran esta publicación son escritos por científicos del INACIF e invitados que abarcan áreas multidisciplinarias desde las ciencias naturales hasta las ciencias tecnológicas manteniendo el enfoque criminalístico y forense, plasmando en cada obra ideas y puntos de vista basados en ciencia que favorecen al intercambio y búsqueda de soluciones para la problemática de la nación, contribuyendo al desarrollo humano sostenible. Esperamos que este fascículo sea un aporte valioso para la academia y el Sector Justicia.

Índice

Página

NOTICIA DE INTERÉS

Adhesión de certificado digital de firma electrónica combinada para documentación administrativa durante la pandemia por COVID-19.

– Ing. Willy Peitzner Rosal
– Ing. Irvin Roberto García Flores

3

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Lesiones compatibles con signos de tortura en muertes violentas de privados de libertad.

– Dr. Luis Fernando Herrera

9

Filiaciones y no filiaciones en casos de paternidad durante el año 2018 en el Instituto Nacional De Ciencias Forenses De Guatemala – INACIF –.

– Lic. Gustavo Adolfo Castro Paz

15

ARTÍCULOS DE REVISIÓN

Comparación del método de secuenciación de las regiones HVI y HVII del ADN mitocondrial con el kit BigDye® Direct Cycle Sequencing y el kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing.

– Licda. Luisa Fernanda Gómez Batres

20

CASOS DE ESTUDIO

¿Mortinato o muerte del neonato? Relevancia de los antecedentes al realizar un peritaje medico forense.

– Dr. Christian José Sandoval Fajardo

26

Cuatro especies de moscas verdes (Diptera: Calliphoridae) encontradas en cadáveres de la morgue de la ciudad de Guatemala: un pequeño aporte a la entomología forense.

– Licda. Wendy María Barillas Hernández
– Dr. Enio Boanerges Cano Dávila †

32

ENSAYO

Importancia del conocimiento interdisciplinario como competencia profesional en el campo de las ciencias forenses en Guatemala.

– Lic. Manuel Antonio Tol Guitiérrez

39

INSTRUCTIVO

Publicación de manuscritos en la revista del Instituto Nacional de Ciencias Forenses.

45

Adhesión de certificado digital de firma electrónica combinada para documentación administrativa durante la pandemia por COVID-19

NOTICIA DE INTERÉS

Willy Peitzner Rosal

Unidad de Informática, Sección de Desarrollo de Software
Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala –INACIF-
wpeitzner@inacif.gob.gt

Irvin Roberto García Flores

Sección Desarrollo de Software, Unidad de Informática
Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala –INACIF-
igarcia@inacif.gob.gt

El 7 de julio de 2020, el Consejo Directivo del Instituto Nacional de Ciencias de Guatemala aprobó el acuerdo No. CD-INACIF-2020 llamado Reglamento para la Implementación de Gobierno Electrónico para del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala, el cual se encontraba como parte del Plan Estratégico Institucional -PEI- para el período 2017-2022 impulsado por el Director General Msc. Fanuel Macbanai García Morales. El PEI busca promover, simplificar y agilizar los procedimientos administrativos y gestiones internas que se realizan por medio del uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC's). En esta línea y en concordancia con lo indicado en el PEI, la Unidad de Informática desarrolló una iniciativa llamada Docsign el cual es un sistema que está desarrollado para facilitar el proceso de incrustar certificados digitales de firma electrónica en documentos administrativos del INACIF. De acuerdo al portal firma-e.com.gt de la Cámara de Comercio de Guatemala, un certificado digital de firma electrónica es el equivalente a la firma manuscrita en medios digitales, utilizando algoritmos criptográficos que permiten identificar de manera inequívoca a una persona en medios digitales.

Para trabajar lo anterior se planteó la siguiente pregunta: ¿En qué medida el uso de la tecnología contribuye a

simplificar y agilizar procesos administrativos, y para este caso en particular facilitar el proceso de aprobación de contrato de trabajo y acuerdo de aprobación de contrato para los empleados con contrato 022 del INACIF?

En el Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala, históricamente, se había realizado el siguiente flujo de trabajo para elaborar contratos de trabajo y acuerdos de aprobación:

- a) El personal administrativo de la Unidad de Recursos Humanos generaba el contrato haciendo uso del sistema Visual Hur INACIF, se realizaba un cotejo interno y de estar todo en orden se imprimía en papel.
- b) La documentación en formato impreso es trasladada a la mesa técnica de revisión para su verificación (grupo multidisciplinario compuesto por trabajadores de las áreas de Asesoría Técnico Jurídica, Departamento Administrativo Financiero, Control del Gasto, Auditoría Interna y Secretaría General).
- c) La documentación se trasladaba a Jefatura de Clasificación de Puestos para su revisión.
- d) La documentación se trasladaba a Jefatura de la Unidad de Recursos Humanos para su revisión.

- e) La Unidad de Recursos Humanos realizaba una convocatoria para que todos los empleados contratados bajo el renglón presupuestarios 022, se presentaran a las oficinas centrales del INACIF (Sede Administrativa de la 13 calle), ubicado en el Departamento de Guatemala, municipio de Guatemala, para su verificación y firma manuscrita; en algunas oportunidades con las sedes del interior del país se trasladaba la documentación por medio de servicio de mensajería interna o externa.
- f) Con la firma de los empleados, la documentación se trasladada al Jefe Administrativo Financiero.
- g) Finalmente, el contrato de empleo y el acuerdo de aprobación de contrato de trabajo eran trasladados al Director General del INACIF.
- h) El personal de Recursos Humanos realizaban el proceso de digitalización del contrato de empleo para posteriormente subirlo al portal de la Controlaría General de Cuentas, entidad fiscalizadora del quehacer de las entidades estatales de Guatemala.

Como un punto importante del proceso, si en alguna de las etapas se detectaba un error en cuanto al contenido o forma del material impreso, este volvía al punto de arranque para su corrección y generación nuevamente.

De acuerdo al análisis efectuado, se recopilaron algunas variables del proceso:

- El tiempo promedio para realizar las actividades indicadas en los incisos a) al g) correspondía de 2 y 3 meses (40 - 60 días hábiles).
- El tiempo promedio para realizar la actividad indicada en el inciso h) consistía entre 1 y 2 meses (20 - 40 días hábiles).
- Inevitablemente el personal debía trasladarse hacia la Sede Administrativa del INACIF para la firmar los documentos, para algunas sedes remotas existía un tiempo de traslado de documentación por medio de servicio de mensajería el cual se veía afectado si el empleado detectaba algún error.
- En apoyo al proceso de firma de contrato, la Unidad de Recursos Humanos ponía en disposición a su personal para atender al personal que se presentaba en la Sede Administrativa del INACIF.
- El manejo de la documentación se limitaba a formato impreso sin considerar ventajas que puede ofrecer la modalidad digital, como registros en tiempo real y disminución de insumos de oficina.

El proyecto “DocSign del INACIF” es un sistema desarrollado por la Unidad de Informática para facilitar el proceso de incrustar certificados digitales de firma electrónica en documentos simples para el INACIF. Este sistema se abordó en conjunto con la Unidad de Recursos Humanos y la Jefatura del Departamento Administrativo Financiero.

El proyecto se dividió en dos fases: la primera fase del proyecto consideró incrustar el certificado digital de firma electrónica en los contratos de trabajo y acuerdo de aprobación para los empleados del INACIF bajo el renglón 022 para el año 2021; en la segunda fase se implementaron las funcionalidades para incrustar el certificado digital de firma electrónica sobre documentos generados por las diferentes dependencias del INACIF.

Como parte de las actividades de análisis y diseño realizadas en el ciclo de vida de software se realizaron las siguientes tareas:

- Se identificó el proceso en general, además se realizó una propuesta para simular el nuevo flujo de proceso.
- Se identificaron las tareas para la generación de un API para incrustar certificados digitales y con ello firmar electrónicamente documentos, tomando en consideración lo indicado en el Acuerdo CD-INACIF-17-2020, Reglamento para la implementación de Gobierno Electrónico del INACIF.
- Se elaboró un prototipo de flujo de trabajo a desarrollarse como parte de las actividades de la segunda fase del proyecto.

De acuerdo a la revisión general del proceso se propuso el siguiente modelo para el desarrollo electrónico:

- a) El personal administrativo de la Unidad de Recursos Humanos generará el contrato en el sistema Visual Hur INACIF y procederá a subirlo al sistema DocSign del INACIF.
- b) El personal especializado de la Unidad de Recursos Humanos realizará un cotejo interno indicando el check list de variables de revisión. Con ello se sabrá que ya fue revisado.
- c) La mesa técnica de revisión (grupo multidisciplinario), poseerá el mismo check list de variables de revisión para realizar la tarea de cotejo.
- d) Una vez cumplidos los puntos anteriores, la documentación será trasladada al trabajador.

- e) Con el visto bueno por parte del trabajador, la documentación será trasladada al Jefe Administrativo Financiero para su verificación.
- f) La documentación será trasladada al Director General para su verificación y firma del acuerdo de aprobación de contrato.
- g) Toda vez el proceso haya finalizado, el contrato de empleo podrá ser descargado por parte del personal de la Unidad de Recursos Humanos para su carga en el portal de la Contraloría General de Cuentas de Guatemala. Así mismo, el trabajador, podrá acceder en cualquier momento al sistema DocSign para obtener una copia del mismo.

Como resultado del proceso se generó un documento electrónico con los certificados digitales de firma electrónica del empleado y del Jefe Administrativo Financiero (contrato de empleo) y en el documento Acuerdo de aprobación de contrato, el certificado digital de firma electrónica por parte del Director General.

De acuerdo al análisis de resultados obtenidos con la implementación del proyecto, se recopilaron las siguientes variables del proceso:

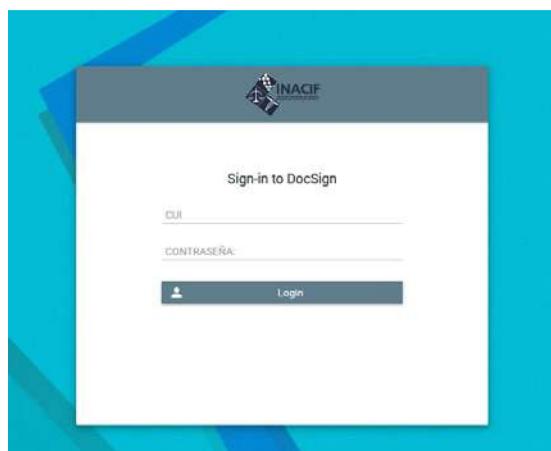
- El tiempo promedio para realizar las actividades indicadas en los incisos a) al f) se redujo a 4 semanas (20 días hábiles).
- El tiempo promedio para realizar la actividad indicada en el inciso g) se redujo a 3 semanas (15 días hábiles).
- El personal no se trasladó a las Sedes Administrativas para llevar a cabo el proceso de aceptación de contrato. Cabe mencionar que fue necesario desarrollar jornadas de capacitación (18 grupos en total) para todos los trabajadores. En estas capacitaciones se contó con el apoyo de la Unidad de Recursos Humanos para resolver dudas que no fueran del tipo técnico.
- En apoyo al proceso de firma de contrato, la Unidad de Recursos Humanos puso a disposición a su personal para atender dudas acerca del proceso, se aprovecharon los canales digitales existentes para el efecto (correo electrónico y teléfono)
- Aunque existieron devoluciones al punto inicial del proceso, nada fue impreso, por lo que no impactó en los recursos institucionales. En total fueron gestionados 1,110 contratos de empleo y 8 acuerdos de aprobación para el año 2021.
- Existe una bitácora que permitirá, para futuros

procesos, identificar y corregir los errores comunes detectados por parte de la mesa técnica de revisión (272 expedientes fueron devueltos para un reproceso).

- Por medio del sistema, fue posible cuantificar los expedientes revisados por parte de cada uno de los miembros que integraba la mesa técnica de revisión. Por medio del sistema fue posible conocer el estado de cada documento subido, así mismo por medio de la herramienta de inteligencia de negocios del INACIF se desarrolló un reporte para ver en tiempo real el estado y dar los alertivos necesarios a todo el personal involucrado.

Finalmente, como parte de las actividades de implementación del proyecto se realizaron las siguientes actividades:

- Se desarrollaron grupos para el proceso de socialización del proyecto por medio de la herramienta Zoom. En conjunto con el personal de Recursos Humanos se resolvieron dudas y se llevó a cabo una demostración en vivo del proceso a realizar por parte del empleado (19 grupos).
- Se gestionó la colocación de un curso dentro del aula virtual del INACIF (<https://aulavirtual.INACIF.gob.gt>) donde se colocó material de refuerzo en formato video para los trabajadores.
- Se aplicó un periodo de pruebas para los trabajadores, el cual estuvo disponible del 23 al 27 de noviembre para que pudieran llevar a cabo un simulacro del proceso.
- Se trasladó material de apoyo, mediante correo electrónico, para que el proceso fuera de conocimiento de todo el personal y se llevara a cabo de la manera más transparente posible.



¿Cuál es el impacto de la inclusión de TIC'S en procesos administrativos?

Por medio de la implementación del proyecto **DocSign del INACIF para contratos y acuerdos para empleados del INACIF renglón 022 para el año 2021** se puede evidenciar que la inclusión de las Tecnologías de la Información y comunicación (TIC's) tienen un impacto positivo en el desarrollo de actividades rutinarias. Como pudo observarse en el desarrollo del proyecto se realizó una sistematización del proceso actual, por lo que es posible considerar en un futuro aplicar mejoras sobre el mismo.

METODOLOGÍA DE DESARROLLO

Para el desarrollo y seguimiento del proyecto se adoptaron las buenas prácticas utilizando una metodología ágil llamada SCRUM, se realizaron reuniones diarias de corta duración para tener en todo momento el estado del proyecto y no perder el enfoque del mismo. Esta metodología promueve la innovación, motivación y compromiso del equipo de trabajo, entre los beneficios obtenidos en el transcurso del proyecto podemos mencionar:

- Flexibilidad a los cambios que surgían en la marcha del proyecto.
- Puesta en producción de funcionalidades importantes para iniciar el proyecto.
- Mejorar la calidad del software ya que era más fácil probar la funcionalidad mientras se finalizaba el desarrollo.
- Mayor productividad al tener metas definidas y tiempos establecidos.
- Comunicación continua con los involucrados en el proyecto.

Detalle técnico sobre el desarrollo del proyecto

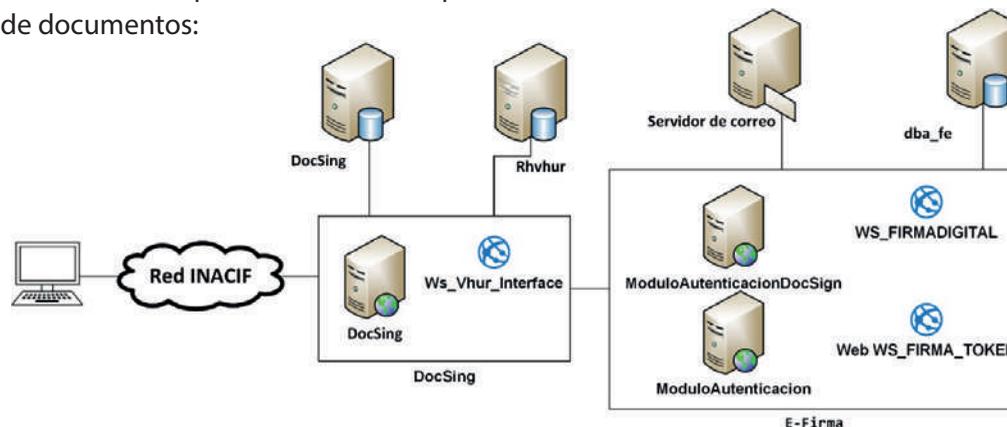
Para el desarrollo del sistema se utilizaron las siguientes tecnologías y herramientas descritas en la siguiente tabla:

Detalles del sistema

Lenguaje de programación	Java 8
Framework capa de presentación	PrimeFaces con el tema premium Serenity 1.0.5
Base de Datos	SQL Server 2014
Servidor de aplicaciones	apache-tomee-jaxrs-1.7.4
Versión de Firefox recomendada	64.0 (con la finalidad de tener compatibilidad con el navegador de mayor uso en la institución)
Entorno de desarrollo	Apache NetBeans IDE 12.0

Componentes del proyecto

El sistema DocSing hace uso de un sistema adicional (E-Firma), tres servicios web (comunicación con base de datos de Recursos Humanos, validación de contraseña y firmado propiamente del documento), tres bases de datos (Recursos Humanos y base propia del aplicativo y para el control de documentos firmados) y el servidor de correos, a continuación se muestra un diagrama de todos componentes descritos que hacen posible la firma de documentos:



Módulos del proyecto

Módulos

Carga de contrato	Módulo para cargar los documentos.
Mesa Técnica	Módulo para visualizar y cotejar los documentos cargados.
Mi contrato	Visualización y aceptación de contrato del usuario.
Firma contrato	Visualización, y firma del contrato del empleado por parte de la Jefatura del Departamento Administrativo Financiero.
Contratos rechazados	Visualización específica de contratos rechazados ya sea por un usuario que cotejó el contrato o el usuario firmante.
Búsqueda de contrato	Búsqueda de contrato de los colaboradores de la Institución.
Carga de documento	Cargar documentos al sistema (se utilizó para cargar los acuerdos).
Ver documentos	Visualización de documentos para poder firmar, cotejar y trasladar a otro usuarios (se utilizó para firmar los acuerdos).
Documentos rechazados	Visualización de documentos rechazados ya sea por un usuario que cotejó el documento o el usuario firmante (se utilizó para firmar los acuerdos).
Usuarios	Administración de roles a los usuarios del sistema.

Dedicatoria del proyecto

Agradecemos a Dios por ser nuestra guía en todo momento, al Director General Msc. Fanuel Macbanai García Morales y al Jefe del Departamento Administrativo Financiero Lic. Rodolfo Martínez por indicar la visión general y facilitar los recursos para el debido desarrollo, al Ing. Lima por su seguimiento y dirección durante el desarrollo de este proyecto, a los Ingenieros Márelín, Danny, William, Wilson y Jaime por todo su apoyo y compromiso dentro de las actividades de la sección, a nuestros compañeros de las secciones de Soporte Técnico y Operaciones de la Unidad de Informática, a todo el personal de Recursos Humanos, a los diferentes miembros de la mesa técnica de revisión por su esfuerzo y trabajo invertido.

Irvin Roberto García Flores

A a mis padres Vicky y Roberto por ser mis fuentes de inspiración y motivación día a día; a mis hermanos Boris y Gary por ser mis grandes compañeros; a mi novia Michelle por sus ánimos y apoyo en todo momento.

Willy Peitzner Rosal

A mi esposa Jenny e hija Amelia por ser mi mayor motivación para esforzarme día con día.

BIBLIOGRAFÍA

Acuerdo CD-INACIF-17-2020, Reglamento para la implementación de Gobierno Electrónico por parte del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF-.

Decreto Número 47-2008, Ley para el reconocimiento de las comunicaciones y firmas electrónicas del Congreso de la República de Guatemala.

Cámara de la Industria de Guatemala. (s.f.). Certificado digital de firma electrónica. Recuperado de: <https://www.firma-e.com.gt/about-layout-2/>

Lesiones compatibles con signos de tortura en muertes violentas de privados de libertad en la sede de Tanatología Forense Metropolitana del Instituto Nacional de Ciencias Forenses

Luis Fernando Herrera
 Tanatología Forense Metropolitana
 Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala
 –INACIF–
 fernandoh89@gmail.com

Recibido: 4/03/2021
 Aceptado: 22/03/2021

Palabras clave: Tortura, muerte bajo custodia, protocolo de Minnesota, muerte violenta, necropsia.

Key words: Torture, death under custody, Minnesota protocol, violent death, necropsy.

RESUMEN

En las últimas décadas la investigación médico legal en las muertes violentas sospechosas de criminalidad, de personas privadas de libertad bajo custodia del Estado, ha sido de mucho interés para el sistema de justicia. De estas muertes, las lesiones compatibles con torturas son un aspecto importante que el médico forense debe investigar durante el procedimiento de necropsia, utilizando el protocolo de Minnesota de las Naciones Unidas. El objetivo de esta investigación es identificar los hallazgos de necropsias de personas privadas de libertad que mueren en los centros de detención, los métodos de tortura que se utilizan y caracterizar epidemiológicamente a estas personas. El presente se trata de un estudio cualitativo, transversal, utilizando los dictámenes periciales del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala. Se estudiaron cuarenta y cinco casos de muertes de privados de libertad provenientes de centros de detención para hombres y mujeres de la región metropolitana durante el año 2018, de los cuales más de la mitad de los casos fueron muertes sospechosas de criminalidad y cabe resaltar que todos los casos encontrados se trataron de sexo masculino, el 71% de estos presentaron lesiones compatibles con tortura, siendo los métodos de tortura más utilizados la paliza y la suspensión. En la investigación médico legal en las muertes de personas privadas de libertad se debe aplicar el protocolo de Minnesota de las Naciones Unidas para la búsqueda de lesiones que sean compatibles de tortura, ya que podemos observar que es una práctica común que se encuentra en la mayoría de los casos que se sospechan de criminalidad provenientes de los centros de detención.

ABSTRACT

In the last decades, the medical legal investigation in the violent deaths, suspected of criminality, of people under custody of the state, has been of great interest to the justice system. Of these deaths, injuries consistent with torture are an important aspect that the medical examiner must investigate during the necropsy procedure, using the United Nations Minnesota protocol. The objective of this research is to identify the findings of autopsies of people deprived of liberty who die in detention centers, the torture methods used and to characterize these people epidemiologically. It is a qualitative, cross-sectional study, using the expert opinions reports of the National Institute of Forensic Sciences of Guatemala. Forty-five cases of deaths of prisoners from detention centers for men and women in the city during 2018 were studied, of which more than half of the cases were deaths suspected of criminality and all of them were male, 71% of these had injuries. Compatible with torture, the most used torture methods being beating and suspension. In the medical legal investigation in the deaths of people deprived of liberty, the United Nations Minnesota protocol should be applied to search for injuries that are compatible with torture, since we can observe that it is a common practice that is found in the majority of suspected cases of criminality originating from detention centers.

INTRODUCCIÓN

Las personas privadas de libertad son más tendentes a ser víctimas de tortura dado al ambiente confinado en el que se encuentran, el estado de vulnerabilidad y permanecer bajo la custodia de otros; a consecuencia de esto pueden perder la vida (Galeano y Balbuena, 2016). El estudio médico forense, particularmente en estos casos, requiere de un procedimiento especial para identificar cuáles son las lesiones que sufren y provocan la muerte.

La investigación médico legal de la muerte en el contexto de la tortura, muerte bajo custodia, y la ejecución extrajudicial debe incluir una autopsia. La incapacidad para realizar una autopsia, cualquiera que sea la causa de la muerte, es una violación del derecho de la víctima, ya que los gobiernos están obligados a nivel internacional a investigar adecuadamente las muertes (Pollanen, 2018), en ese sentido, Guatemala ha ratificado la Convención contra la tortura y otros tratos o penas crueles, inhumanos o degradantes (1984), Protocolo facultativo a la convención contra la tortura y otros tratos o penas crueles, inhumanos o degradantes (2002), entre otros. Aun cuando los gobiernos decretan indagaciones, los investigadores suelen presentar dificultades para establecer los hechos en los casos de ejecuciones arbitrarias. Puede resultar difícil obtener declaraciones de testigos oculares, ya que, estos temen represalias o los únicos que los visualizaron fueron los mismos que realizaron las ejecuciones (Naciones Unidas, 1991). Uno de los retos más grandes que afronta la medicina legal, en estos casos, es realizar una examinación post mortem

comprehensiva usando técnicas y métodos apropiados (Pollanen, 2018).

El Protocolo de Minnesota de la Naciones Unidas es uno de los documentos principales que provee una amplia guía en este campo, el cual se elaboró en Nueva York en 1991 por iniciativa de un grupo de expertos internacionales en ciencias forenses, abogados, expertos en derechos humanos y en otras materias, prestó asesoramiento voluntario para la preparación del proyecto creando principios y medidas complementarias adecuadas para su aplicación (Naciones Unidas, 1991).

El examen sistemático de las personas que mueren privadas de libertad es vital para la protección de derechos humanos. Específicamente, el conocimiento de las lesiones relacionadas con tortura y cómo realizar una necropsia médico legal satisfactoria en el privados de libertad, es esencial para que la comunidad internacional y las familias de la víctima conozcan la verdadera causa de muerte. De acuerdo con Pollanen (2018) las lesiones que suelen encontrarse, con mayor frecuencia, que están relacionadas con la tortura y el maltrato a detenidos y presos corresponden a trauma de efecto contuso. Cabe mencionar que las muertes asociadas a tortura también pueden estar relacionadas con la asfixia.

MÉTODO

Se trata de un estudio cualitativo, no experimental, transversal, en donde se utilizó un formulario electrónico de *Google Forms* para recolectar los datos obtenidos de la revisión de los dictámenes periciales de necropsia médico legal, de la sede de Tanatología Forense Metropolitana del Instituto Nacional de Ciencias Forenses, de hombres y mujeres privadas de libertad, provenientes de los centros de detención del departamento de Guatemala en el año 2018. Los centros de detención fueron: Centro de Detención Preventiva para Hombres Reinstauración Constitucional, Fraijanes (Pavoncito), Centro Juvenil de Detención Provisional, Centro de Detención Preventiva para Hombres de la zona 18, Granja Modelo de Rehabilitación Canadá.

Mediante el instrumento realizado se recolectó información sobre sexo, edad (menor de edad o mayor de edad), procedencia, causa de muerte, existencia de sospecha de criminalidad en la muerte, presentación de signos de tortura y los métodos de tortura.

RESULTADOS

Al revisar los dictámenes periciales de necropsias médico legales realizadas en la sede de Tanatología Forense Metropolitana del Instituto Nacional de Ciencias Forenses, se encontró un total de cuarenta y cinco (45) casos de fallecidos durante el año 2018 provenientes de centros de detención. De los cuales veintiocho (28) fueron muertes sospechas de criminalidad, siendo el sesenta y dos por ciento del total (62%).

Tabla 1. Sexo y edad de los fallecidos.

Sexo \ Edad	Menor de edad	Total
Masculino	27	28
Femenino	0	0
Total	27	28

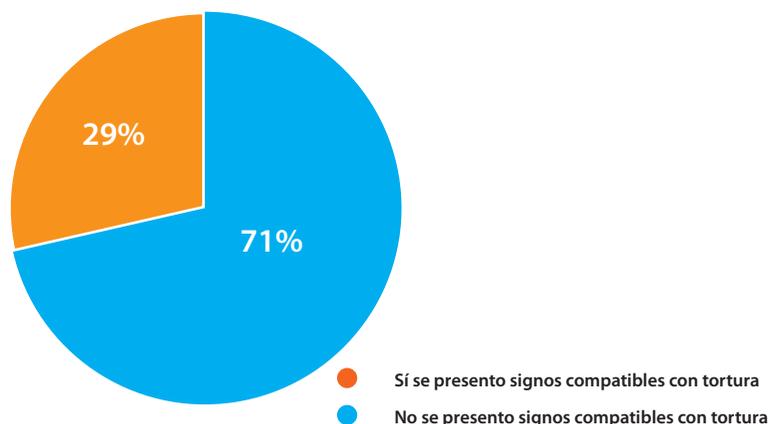
Es importante mencionar que en de los casos de muertes sospechosas de criminalidad todos fueron de sexo masculino y solamente uno de ellos menor de edad (Tabla 1). Los casos procedían con mayor frecuencia del Centro de Detención Preventiva para Hombres de la zona 18 y del Centro de Detención Preventiva para Hombres Reinstauración Constitucional, Fraijanes (Pavoncito), como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Procedencia de los casos.

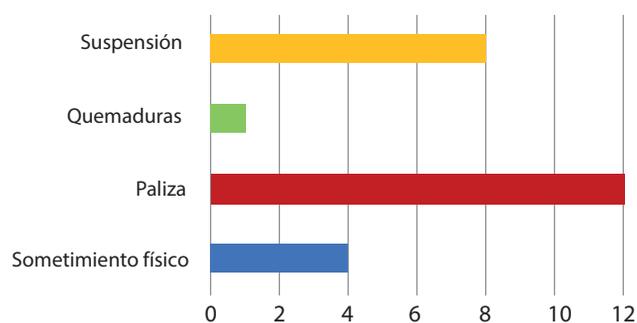
Centros de detención	
Centro de Detención Preventiva para Hombres Reinstauración Constitucional, Fraijanes (Pavoncito)	9
Centro Juvenil de Detención Provisional	1
Centro de Detención Preventiva para Hombres de la zona 18	13
Granja Modelo de Rehabilitación Canadá	5
Total	28

En la gráfica 1 se muestra que el setenta y un por ciento (71%) de los casos que se estudiaron presentó algunas lesiones compatibles con tortura, según el dictamen pericial del procedimiento de necropsia, las cuales fueron la paliza y la suspensión, 12 y 8 casos respectivamente (gráfica 2).

Gráfica 1. Signos compatibles con tortura.



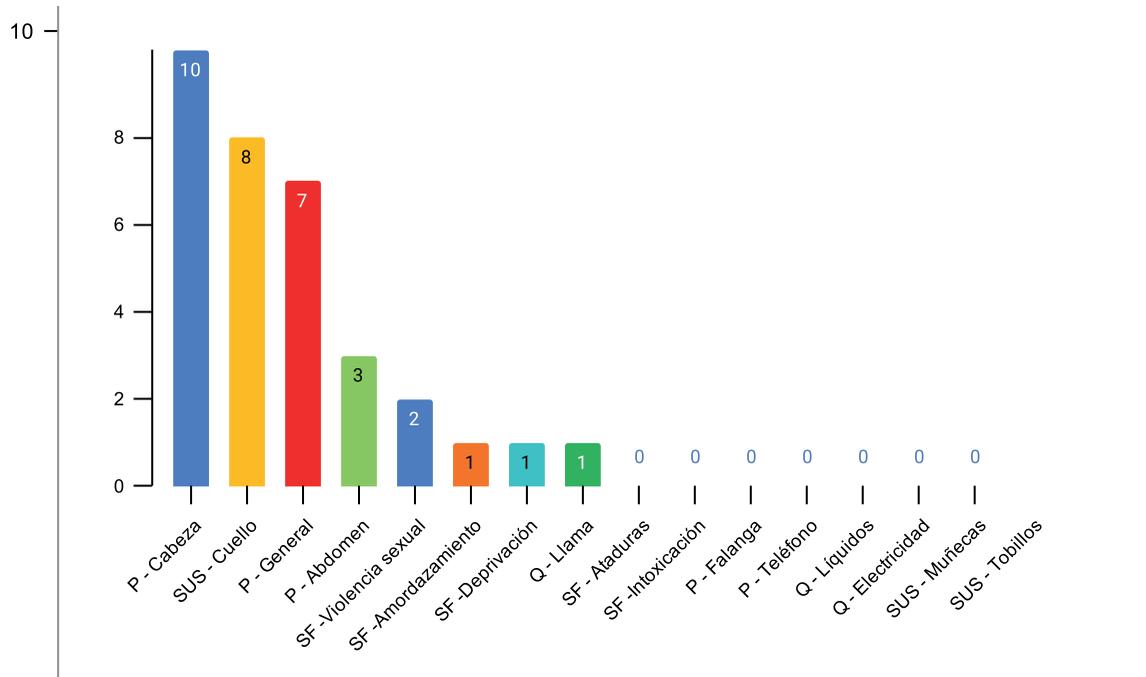
Gráfica 2. Métodos compatibles con tortura.



En la Gráfica 3 se presentan las lesiones descritas en los dictámenes periciales de las muertes estudiadas, de las cuales cabe mencionar que diez (10) de los casos presentaban lesiones en la región de la cabeza por paliza y se encontraron lesiones por suspensión en la región del cuello en siete (7) de los casos.

Finalmente, dentro los casos que presentaron lesiones compatibles con signos de tortura se muestran en la Gráfica 4 y las causas que los llevaron a la muerte, siendo la Asfixia por estrangulación y las Heridas producidas por proyectiles de arma de fuego las más frecuentes.

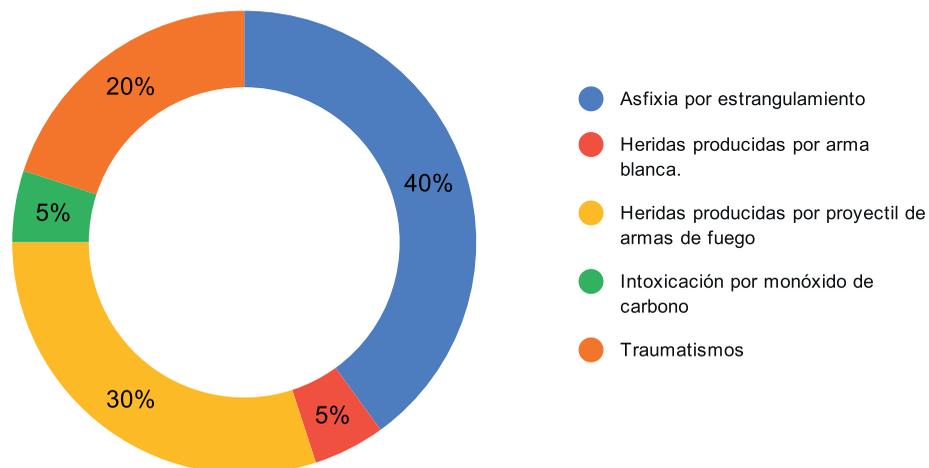
Gráfica 3. Lesiones según posible método de tortura.



Dónde:

P=Paliza, SUS=Suspensión, SF=Sometimiento físico, Q=quemaduras.

Gráfica 4. Causa de muerte.



DISCUSIÓN

Posterior a la revisión de los dictámenes periciales de necropsias en personas fallecidas en centros de detención, realizados en la sede de Tanatología Forense Metropolitana del Instituto Nacional de Ciencias Forenses, se encontraron cuarenta y cinco (45) casos durante el año 2018 de fallecidos provenientes de centros de detención, siendo veintiocho (28) muertes sospechas de criminalidad, lo que corresponde al 62% del total de los casos evaluados con muestras de que la muerte fue violenta. El total de los casos fue de personas del sexo masculino, encontrando solamente un (1) caso de un hombre menor de edad, siendo el resto de los casos hombres mayores de edad. Los centros de detención de los cuales provenían la mayor parte de los casos fueron el Centro de Detención Preventiva para Hombres de la zona 18 y del Centro de Detención Preventiva para Hombres Reinstauración Constitucional, Fraijanes (Pavoncito).

Para el abordaje de las muertes sospechosas de criminalidad se realizó el protocolo de Minnesota, el cual es recomendado para el abordaje médico legal de muertes que ocurrieron cuando la persona se encontraba bajo la custodia del Estado. El protocolo para el abordaje médico legal del Instituto Nacional de Ciencias Forenses establece que el perito debe aplicar este documento cuando se sospecha de muerte potencialmente ilícita, uno de los casos en los que la muerte se cataloga de esta manera, es cuando la persona muere bajo custodia. La investigación criminal realizada para estos casos, que incluye el procedimiento de necropsia en búsqueda de lesiones compatibles con signos de tortura, muestra que el setenta y un por ciento (71%) de los casos que se estudiaron presentaron algunas de esas lesiones en los dictámenes periciales evaluados.

Según la Guía de recomendaciones para el abordaje forense, en casos donde se investigue o sospeche tortura u otros tratos o penas crueles, inhumanos o degradantes del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Colombia (2014), los métodos de tortura se clasifican en cuatro grandes grupos con lesiones características que pueden encontrarse durante la examinación médica en el procedimiento de necropsia. De los casos evaluados se encontró que la paliza fue el método compatible con tortura más común, seguido por la suspensión, sometimiento físico y quemaduras respectivamente.

En diez (10) de los casos evaluados de muertes provenientes de centros de detención se encontraron lesiones en la región de la cabeza, compatibles con paliza, seguido de siete (7) casos con lesiones en la región del cuello coincidente con la suspensión. Se considera que el hallazgo de una mayor frecuencia en lesiones en cabeza puede deberse a que al golpear en la cabeza se afecta y lesiona más rápido a la persona a quien se le quiere hacer daño; de igual manera es importante resaltar el hallazgo de lesiones en cuello ya que pueden mostrar el sometimiento físico de la víctima.

Finalmente, dentro los casos que presentaron lesiones compatibles con signos de tortura, se evaluó también la causa que los llevó a la muerte encontrando que asfixia por estrangulación y las heridas producidas por proyectiles de arma de fuego son las causas más frecuentes de muerte. Es importante reflexionar en esta última causa de muerte ya que dentro de los centros de detención está prohibido el ingreso de armas de fuego, únicamente los agentes del sistema penitenciario están autorizados para la portación de armas dentro de los mismos.

La investigación adecuada de las muertes compatibles con lesiones de torturas de personas privadas de libertad es indispensable para la investigación criminal, así mismo provee de información esencial para prevenir este tipo de muertes en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

Asociación Médica Mundial. (Octubre de 1975). Normas Directivas para Médicos con respecto a la Tortura y a otros tratos o castigos crueles, inhumanos o degradantes, impuestos sobre personas detenidas o encarceladas. *Declaración de Tokio de la Asociación Médica Mundial*. Tokio, Japón: Asociación Médica Mundial.

Congreso de la República de Guatemala. (2010). Detrecreo 40-2010 Ley del Mecanismo Nacional de Prevención de la Tortura y otros Tratos o Penas Cruels, Inhumanos o Degradantes. Congreso de la República de Guatemala.

Galeano, J., & Balbuena, O. (2016). Tortura e indefensión aprendida en adolescentes en privación de libertad. *Revista Paraguay desde las Ciencias Sociales.*, 129-158.

Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Colombia. (2014). Guía de recomendaciones para el abordaje forense en casos donde se investigue o sospeche tortura u otros tratos o penas crueles, inhumanos o degradantes. Bogotá, Colombia: Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Colombia.

Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala. (2018). Abordaje médico legal en los casos que se investigue y/o sospeche tortura o tratos crueles e inhumanos o degradantes. Guatemala: Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala. PRO-DTC-MF-09.

Mecanismo Nacional Oficina de Prevención de la Tortura. (2018). *Misión visio y objetivos*. Obtenido de Mecanismo Nacional Oficina de Prevención de la Tortura: <http://mnp-opt.gob.gt/mision-vision-y-objetivos>

Ministerio de Gobernación. (15 de mayo de 2000). Acuerdo ministerial 73-2000. Guatemala: Ministerio de Gobernación.

Ministerio de Gobernación. (19 de mayo de 2016). *Centros de Detención*. Obtenido de Dirección General del Sistema Penitenciario:

Naciones Unidas. (10 de diciembre de 1984). Convención contra la Tortura y Otros Tratos o Penas Cruels, Inhumanos o Degradantes. Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos.

Naciones Unidas. (1991). Manual sobre la prevención e investigación eficaces de las ejecuciones extralegales, arbitrarias o sumarias. Nueva York: Naciones Unidas.

Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. (4 de diciembre de 2000). Principios relativos a la investigación y documentación eficaces de la tortura y otros tratos o penas crueles, inhumanos o degradantes. Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos.

Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. (2017). Protocolo de Minnesota sobre la Investigación de Muertes Potencialmente Ilícitas. Nueva York y Ginebra: Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos.

Pollanen, M. (2018). The Pathology of torture. *Forensic Science International*, 85-96.

Principales Tratados Internacionales sobre Derechos Humanos Aprobados y Ratificados por Guatemala. (s.f.). Guatemala: Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos.

Urrutia, A. (2007). Sistema penitenciario de la república de Guatemala, realidad y teoría. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Verdú, F. (2018). Las distintas formas de morir: concepto y trascendencia jurídica. Valencia, España: Universidad de Valencia, ADEIT.

Filiaciones y no filiaciones en casos de paternidad durante el año 2018 en el Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala – INACIF –

Gustavo Adolfo Castro Paz
Laboratorio de Serología y Genética
Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala –INACIF-
qb.gustavocastro@gmail.com

Recibido: 5/03/2021
Aceptado: 16/03/2021

Palabras clave: ácido desoxirribonucleico, inclusión, exclusión, genética.

Key words: deoxyribonucleic acid, inclusion, exclusion, genetics.

RESUMEN

En la Constitución Guatemalteca la familia se establece como fundamento primario de la sociedad; sin embargo, pueden presentarse conflictos, los cuales difícilmente pueden ser resueltos de forma sencilla o mediante el simple diálogo, haciéndose necesaria la resolución judicial de los mismos. El presente trabajo es un estudio descriptivo retrospectivo en el que se contempla la prueba de paternidad, a través de la prueba genética de ácido desoxirribonucleico (ADN), como medio determinante para establecerla o excluirla en los juicios ordinarios. Se determinó la cantidad de pruebas de paternidad a través de ADN realizadas en el Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala durante el año 2018 estableciendo la cantidad de inclusiones y exclusiones obtenidas a través de dicha prueba y la importancia del aporte de esta prueba científica por parte del INACIF.

ABSTRACT

In the Guatemalan Constitution, the family is established as the primary foundation of society. However, conflicts may arise, which cannot be resolved simply or through simple dialogue, making it necessary for them to be resolved by the courts. The present study is a retrospective descriptive study in which paternity testing is contemplated, through the genetic test of deoxyribonucleic acid (DNA), as a determining means to establish or exclude it, in ordinary trials. The number of paternity tests carried out through DNA at the National Institute of Forensic Sciences of Guatemala during 2018 was determined, establishing the number of inclusions and exclusions obtained through this test and the importance of its contribution to scientific proof by INACIF.

INTRODUCCIÓN

La familia se establece como fundamento primario de la sociedad; sin embargo, pueden presentarse conflictos que necesitan de resolución judicial. Por ello, existen varias instituciones que, mediante leyes, persiguen proteger a la familia efectivamente, así, se puede hablar de la paternidad, la cual persigue garantizar el establecimiento legal de la relación de parentesco entre padre e hijo. La prueba de paternidad, a través de la prueba genética de ácido desoxirribonucleico (ADN), se utiliza actualmente como medio determinante para establecer o excluir la filiación en los juicios ordinarios. La prueba de paternidad basada en el ácido desoxirribonucleico ADN es la técnica médica, biológica y científica que permite establecer la identidad genética (huella genética única que permite conocer la verdad biológica sin lugar a equívocos) y la relación filial legítima respecto de quien engendró.

El análisis del ADN se desarrolla en 5 etapas: 1) extracción, que consiste en extraer el ADN de las células por diferentes tipos de métodos bioquímicos; 2) amplificación, consiste en aumentar la cantidad del ADN extraído en forma exponencial mediante un equipo llamado termociclador, se utiliza un mecanismo químico conocido como reacción de cadena de la polimerasa o PCR (Serrato, 2005); 3) cuantificación: mediante un espectrofotómetro para ADN se cuantifica la cantidad de ADN que se extrajo de las células; 4) análisis de fragmentos: luego de la amplificación y cuantificación se tiene una gran cantidad de ADN repetitivo específico, el cual se coloca en un equipo analizador automático de ADN para la determinación de cada perfil genético individual; y 5) análisis estadístico: una vez que se obtiene el perfil genético de cada individuo se procede a realizar el análisis de los mismos, para establecer si es una inclusión o exclusión.

Es un proceso que permite obtener, en pocas horas, millones de copias de uno o varios fragmentos de ADN llamados Short Tandem Repeat (STR), que son secuencias cortas y repetitivas del ADN distribuidas a lo largo del genoma humano. Tales fragmentos son una fuente rica de marcadores heredables: mitad de la madre y mitad del padre (Villalobos, 2017).

El establecimiento con certeza de una paternidad, ante las instancias judiciales, reclama la existencia de normas

que permitan que todo individuo sea tenido como hijo de quien biológicamente lo procreó o fecundó. En este orden de ideas, todo ordenamiento legal que obstruya el derecho a la verdad en los asuntos de filiación atenta contra los derechos constitucionales.

Regularmente estos análisis son solicitados por jueces de la niñez y adolescencia para la identificación plena de los menores en custodia del Estado, procesos de adopción, que de ser negativos los resultados del análisis se puede convertir en casos donde involucren a los menores en trata de personas o adopciones irregulares (INACIF, 2019). Además, las relaciones filiales se utilizan para la identificación de agresores sexuales, muchas veces de forma continua, en la cual embarazan a la víctima y a través de una prueba de paternidad se demuestra la hipótesis criminal (Alvarado, 2019). En esta investigación se muestra en forma amplia los procedimientos científicos que permiten establecer con certeza la realidad del vínculo biológico. Precisamente uno de estos procedimientos técnicos de mayor relevancia, por su rigor, científico es la prueba de ADN. Es tal la importancia de esta prueba en los casos de paternidad discutida o ignorada que la propia ley establece una sanción en caso de negativa a someterse a los exámenes y análisis, consistente en el indicio contrario a la posición sustentada por el renuente que en definitiva constituye una verdadera presunción legal en contra del mismo.

Las aplicaciones del análisis de ADN para la determinación de paternidad son variadas, pero en general y en la práctica se reducen a los casos de paternidad discutida o ignorada y aquellos en que, como el abandono de niños, robos y/o sustituciones, se desconoce la paternidad. También, puede aplicarse a casos penales, como por ejemplo, casos de violaciones. En el análisis desarrollado se determinó la cantidad de pruebas de paternidad a través de ADN, realizadas en INACIF durante el año 2018.

MÉTODO

Se realizó un estudio descriptivo retrospectivo mediante la revisión bibliográfica a través del cual se describieron los principales aspectos a considerar dentro del marco de filiaciones legales y pruebas de Ácido Desoxirribonucleico – ADN- a nivel forense en Guatemala. La metodología realizada se desarrolló de tres fases: Definición del problema, búsqueda de información y análisis de información.

Se revisó literatura a nivel latinoamericano y se delimitó la información a los resultados obtenidos de los análisis realizados de pruebas de paternidad por el Área de Genética del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala – INACIF – durante el año 2018.

RESULTADOS

Durante el año 2018 el Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala realizó un total de 308 pruebas para determinar filiaciones por paternidad a través de análisis de ADN.

Estas pruebas fueron solicitadas a petición y bajo requerimientos de organismos competentes, los cuales son el Ministerio Público y el Organismo Judicial de Guatemala. Dentro de las solicitudes que se recibieron para la realización de las pruebas de paternidad, se observa en la Tabla No. 1, que en 37 casos no se cuenta con resultado debido a la falta de cumplimiento de alguno o varios requisitos para la realización de este análisis, por ejemplo: la falta de la muestra indubitada por parte de alguna de las partes en cuestión, la falta de pago para la realización del análisis en casos civiles los cuales han sido llevados delante de un juez, por lo que queda detenida hasta que se solventa la deuda monetaria y también casos que han sido desestimados por el ente investigador antes de concluir la prueba genética.

En la Tabla No. 1, se puede observar que se obtuvieron 215 resultados de inclusión, esto quiere decir que el perfil genético obtenido del supuesto hijo o hija coincide en un 50% con cada uno de sus posibles progenitores en el caso de que exista muestra de ambos, o bien el 50% del perfil del supuesto hijo o hija coincide con el del supuesto padre (Ortega, 2015). Cuando el presunto padre o madre y el supuesto hijo(a) no comparten información genética en tres o más de los marcadores genéticos analizados, existe una exclusión (Ortega, 2015). Esto significa que él no tiene probabilidad alguna de ser el padre biológico de ese niño o niña. En el año 2018 se obtuvo un total de 56 exclusiones en INACIF. Independientemente del resultado obtenido de la prueba de paternidad, INACIF emitió un total de 271 dictámenes genéticos de pruebas de filiación específicamente por paternidad, los cuales fueron utilizados en los diferentes juzgados del país.

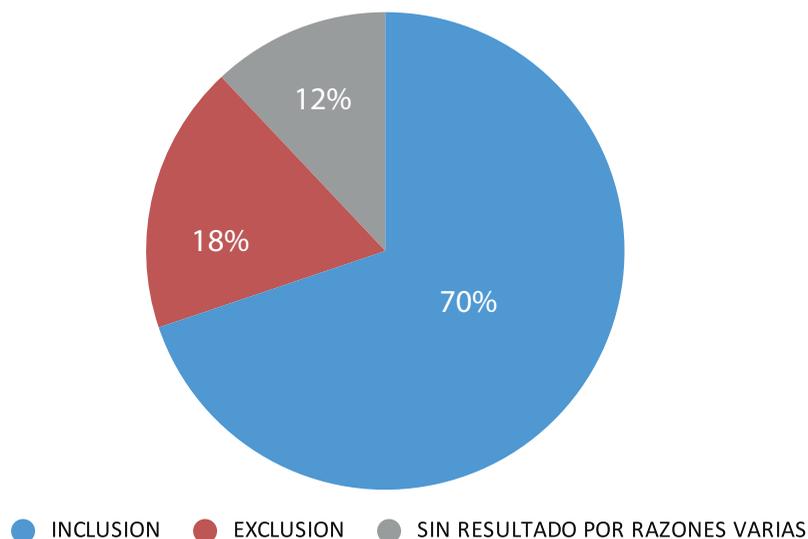
Tabla No. 1 Resultados obtenidos de las pruebas de paternidad realizadas en el Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala durante el año 2018.

RESULTADO	CANTIDAD
INCLUSIÓN	215
EXCLUSIÓN	56
SIN RESULTADO (por factores ajenos a INACIF)*	37
TOTAL DE PRUEBAS FINALIZADAS	308

*A la fecha sin cumplir los requisitos para análisis de este tipo de indicios y se incluyen casos concluidos o casos dados de baja por el ente investigador antes de realizar la prueba.

Fuente: Datos obtenidos del Área de Genética, del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala.

Gráfica No. 1. Porcentajes de los resultados obtenidos de las pruebas de paternidad en el Laboratorio de Serología y Genética de INACIF durante el año 2018.



Fuente: Datos obtenidos del Área de Genética, del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala.

DISCUSIÓN

El INACIF es una Institución que no actúa por oficio, por lo que todas las solicitudes atendidas fueron para brindar el apoyo correspondiente al sector justicia de Guatemala. Las solicitudes para realización de pruebas de paternidad fueron realizadas únicamente por el Ministerio Público o por el Organismo Judicial. El Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala brindó atención a un total de 308 peticiones para análisis de ADN para verificación de paternidades durante el año 2018.

La paternidad biológica se asigna cuando el hijo o hija presenta las características que debe heredar del presunto padre en cada uno de los marcadores genéticos estudiados. A través de este análisis es posible asignar paternidad con un grado de certeza más alto que con cualquier otro sistema, el que se expresa como probabilidad de paternidad. Esta probabilidad debe alcanzar al menos 99,9% (Lagos, 2011). Según la Tabla No. 1, los resultados de inclusión obtenidos, corresponden a un 70% de todos los casos analizados en INACIF durante el año 2018, estas inclusiones indican que la probabilidad de que el supuesto padre es tomado por el padre biológico, es de 99.999999% por lo que corresponden a paternidades prácticamente probadas. Estos porcentajes calculan la

probabilidad de paternidad, es decir, la probabilidad que tiene el supuesto padre de serlo en realidad teniendo en cuenta la frecuencia de los caracteres que comparte con el hijo en la población general de referencia, ya que puede suceder que el hecho de que el hijo y el supuesto padre compartan determinados caracteres sea debido al azar al estar presentes no sólo en el verdadero progenitor sino también en otros individuos.

Por otro lado, el 18% de los resultados obtenidos corresponden a exclusión de filiación por paternidad, esto debido a que el supuesto padre de cada caso, no comparte información genética en tres o más de los marcadores genéticos analizados con el supuesto hijo o hija, es decir, no se observan alelos que tengan el mismo número de repeticiones, se excluye la paternidad y no se requiere realizar ningún cálculo probabilístico.

Debido a que INACIF es una institución imparcial, el que se haya obtenido un mayor porcentaje de inclusiones durante el año 2018, sobre las exclusiones, no evidencia de que dichos casos se hayan resuelto a favor del ente demandante o acusador. La cantidad de pruebas que fueron consumadas reflejan la necesidad que existe en

la sociedad guatemalteca, de la resolución de casos civiles y penales por medio de la utilización de la tecnología de la biología molecular. En Guatemala, existen diferentes laboratorios privados que cuentan con la tecnología específica para la realización de pruebas de biología molecular. Dentro de estas pruebas está, la realización de pruebas de paternidad utilizando ADN, sin embargo, estas pruebas son únicamente informativas ya que no tienen un peso legal en los juzgados.

La implementación de la prueba molecular genética de Ácido Desoxirribonucleico (ADN), es de vital importancia, debido a que la misma es suficiente medio de prueba para otorgar o negar la paternidad en un caso concreto por el alto porcentaje de certeza que proporciona, pues el avance de la ciencia ha permitido que con ella se logre obtener certeza de la paternidad, llegando a alcanzar hasta un 99.9999%. Es indudable que a la evidencia física se le atribuye mayor valor en los procedimientos judiciales, así como a la

capacidad tecnológica de los laboratorios forenses para el análisis de las pruebas. Ello derivado de que la responsabilidad del experto forense ha adquirido una enorme importancia en el esclarecimiento criminal.

El aporte del INACIF al sistema de administración de justicia, es fundamental, porque es un actor necesario para la reducción de la impunidad a partir del apoyo a la mejora y fortalecimiento de la investigación criminal y forense, a través del análisis de los medios probatorio de manera técnico científica en la que se debe sustentar dicha investigación. Este aporte es invaluable porque redundante en la justicia, puesto que con los procedimientos que realiza, contribuye a ser el ente responsable de todo lo relativo al análisis técnico y científico de las evidencias, con el fin de proporcionar un dictamen pericial que coadyuve a la aplicación debida de la justicia.

BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, L. (2010). *El ADN como medio de prueba científico en la filiación*. Tesis para optar al título de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Guatemala (1973). Código Penal. Congreso de la república de Guatemala.

Guatemala (2009). Congreso de la república. Ley contra la violencia sexual, Explotación y Trata de Personas -Decreto Número 9-2009-.

Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala –INACIF-. (2019). Informe Anual 2018-2019. Recuperado de: <https://INACIF.gob.gt/>

Lagos, M., Poggi, H. & Mellado, C. (2011). Basic Concepts About Paternity testing. *Revista Medica de Chile* 139: 542-547

Mojica, L. (2003). La Prueba Técnica ADN en los Procesos sobre Filiación. *Estud. Socio-Jurid.*, Bogotá, Colombia; 5(1): 250-265.

Ortega, J. & Rueda, O. (2015) Documento Guía Pruebas de ADN para investigación de maternidad y/o paternidad. Bogotá, Colombia.

Villalobos, H. (2017). Las pruebas de ADN en el contexto forense. Honduras. *Revista de Ciencias Forenses de Honduras*; 3(2): 28-38.

Palabras clave: *kit BigDye® Direct Cycle Sequencing, kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing, cebadores forward y reverse, cola M13, regiones HVI y HVII del ADN mitocondrial.*

Key words: *BigDye® Direct Cycle Sequencing kit, BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing kit, forward and reverse primers, M13 tail, HVI and HVII regions of mitochondrial DNA.*

Comparación del método de secuenciación de las regiones HVI y HVII del ADN mitocondrial con el kit BigDye® Direct Cycle Sequencing y el kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing

Luisa Fernanda Gómez Batres
Laboratorio de Serología y Genética
Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala –INACIF-
luisag28@gmail.com

Recibido: 3/03/2021
Aceptado: 24/03/2021

RESUMEN

En el presente estudio se describen y comparan las características principales del método de secuenciación de las regiones HVI y HVII del ADN mitocondrial con el *kit BigDye® Direct Cycle Sequencing* y el *kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing*; mediante una revisión bibliográfica. La diferencia principal entre el *kit BigDye® Direct Cycle Sequencing* y el *kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing*, es que el primero requiere que los cebadores *forward* y *reverse* para PCR incluyan en sus extremos 5' la cola M13; mientras que el *kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing* no la requiere. Además, la purificación de los productos de PCR y ciclo de secuenciación en el *kit BigDye® Direct Cycle Sequencing* se realizan en un solo paso, lo que reduce una potencial fuente de error por transferencias y el tiempo para el procesamiento de las muestras. Sin embargo, la ventaja del *kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing* es que permite re-analizar los productos de PCR de cada muestra ya que no utiliza el volumen completo de los mismos para realizar el ciclo de secuenciación como el *kit BigDye® Direct Cycle Sequencing*. Por lo anterior, el kit apropiado que puede ser aplicado en el Área de Genética del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala (INACIF) es el *kit BigDye® Direct Cycle Sequencing*, al reducir el tiempo del flujo de trabajo del ciclo de secuenciación y minimizar la variabilidad experimental causada por múltiples pasos de manipulación de las muestras.

ABSTRACT

This study describes and compares the main characteristics of the method of sequencing of the HVI and HVII regions of mitochondrial DNA with the *BigDye® Direct Cycle Sequencing kit* and the *BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing kit* through a literature review. The main difference is that the *BigDye® Direct Cycle Sequencing kit* requires that *forward* and *reverse primers* for PCR includes the M13 tail at their 5' ends; while the *BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing kit* does not require it. Additionally, purification of the PCR products and cycle sequencing in the *BigDye® Direct Cycle Sequencing kit* is performed in a single step, reducing a potential source of error and time for sample processing. However, the advantage of the *BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing kit* is that it allows re-analyzing the PCR products of each sample, since it does not use the full volume to perform the cycle sequencing as in the *BigDye® Direct Cycle Sequencing kit*. Therefore, the appropriate kit that can be applied in the Genetics Area of the Serology and Genetics Laboratory from the Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala (INACIF) is the *BigDye® Direct Cycle Sequencing kit* because it reduces the time of the flow of cycle sequencing work and minimizes experimental variability caused by multiple handling steps.

NOTA: Ciertos equipos, instrumentos, reactivos, insumos y/o materiales comerciales que se identifican en el presente estudio, tienen como única finalidad especificar los procedimientos experimentales de la manera más completa posible. En ningún momento dicha identificación implica una promoción de estos productos.

NOTE: Certain equipment, instruments, reagents, supplies, and commercial materials that are identified in this study have the sole purpose of specifying the experimental procedures as completely as possible. In no case does such identification imply a promotion of these products.

INTRODUCCIÓN

Desde 1996 los laboratorios de genética a nivel internacional tipifican el ADN mitocondrial (ADNmt). El ADNmt es un pequeño genoma circular bicatenario con aproximadamente 16,569 pares de bases; esto varía debido a pequeñas inserciones o deleciones. En promedio hay de 4 a 5 copias de moléculas de ADNmt por mitocondria con un rango medido de 1 a 15.

Pueden encontrarse aproximadamente 500 copias en la mayoría de células, sin embargo, la cantidad de mitocondrias en una célula depende de la energía que esta requiera para realizar sus actividades. (Amorim et al., 2019; Butler, 2012)

Al poseer las células un mayor número de copias de ADNmt serán más resistentes a la degradación completa de la muestra. El análisis del ADNmt se convierte en una herramienta valiosa para los científicos de genética forense durante la evaluación de muestras en las que el ácido desoxirribonucleico nuclear se encuentra altamente degradado o de plantilla baja (100 pg). Así mismo, este tipo de análisis es útil en la tipificación familiar, en situaciones de desastres masivos y cuando se posean únicamente muestras de referencia de parientes lejanos por línea materna, por ejemplo: tías, tíos, primas o primos maternos; ya que el ADNmt en los humanos es heredado directamente de la madre, en la mayoría de los casos. (Budowle et al., 2003; Butler, 2012; Linacre & Templeton, 2014)

CONTENIDO

Para llevar a cabo este procedimiento se realiza la extracción del ADN, es decir, el ADNmt se extrae junto con el ADN nuclear; según el protocolo que utiliza cada uno de los laboratorios para cada tipo de muestra (Bourdon et al., 2014; von Wurmb-Schwark et al., 2003). En la mayoría de los laboratorios se purifica el extracto para eliminar todos los inhibidores de PCR que se hayan extraído en conjunto, por ejemplo: hemoglobina de muestras de sangre, tintes índigos de la mezcla o melanina de muestras de cabello para evitar que éstos se unan al sitio activo de la Taq polimerasa; y de esta forma, permitir su funcionamiento correcto durante la amplificación por PCR (Butler, 2012; Knapp et al., 2012; Radstrom et al., 2008; Sundquist & Bessetti, 2005).

Muchos laboratorios realizan un ensayo de cuantificación de ADN nuclear del extracto y luego estiman la cantidad de ADNmt presente, suponiendo una relación fija entre el ADN nuclear y el ADNmt (Butler, 2012). Sin embargo, actualmente algunos científicos han publicado ensayos que permiten la cuantificación directa del número de moléculas de ADNmt en una muestra mediante PCR en tiempo real

(Andréasson et al., 2002; Meissner et al., 2000; von Wurmb-Schwark et al., 2003). En este procedimiento, se recomienda que la plantilla de ADN sea mayor a 50 pg y no se exceda de 1 ng; ya que esto garantizará el éxito de una amplificación consistente y la producción de datos de secuencia de alta calidad, sin requerir constantes reprocesamientos de la muestra (Lyons et al., 2013).

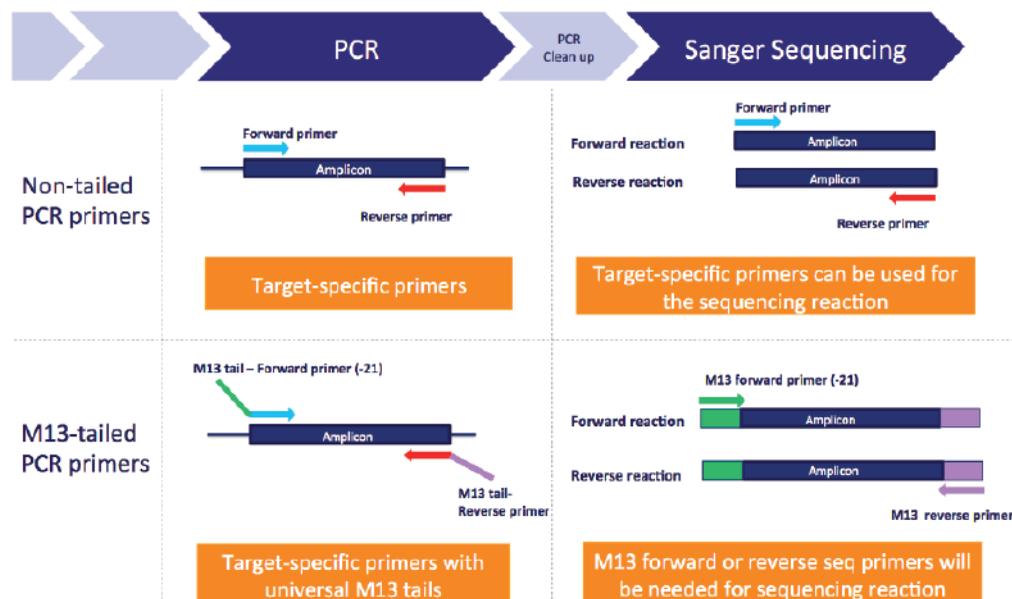
Luego de la extracción, se procede a realizar la amplificación de las regiones HVI y HVII del ADNmt. Los laboratorios utilizan diversos cebadores de PCR y secuenciación, así como combinaciones de los mismos para generar los datos de la secuencia de ADN para HVI y HVII; y generalmente, se realiza con 34 a 38 ciclos (Butler, 2012). La primera diferencia entre ambos kits se encuentra en este paso.

Para utilizar el *kit BigDye® Direct Cycle Sequencing* los cebadores *forward* y *reverse* para PCR deben incluir en sus extremos 5' la secuencia universal M13, también conocida como cola M13 (Figura 1). El uso de cebadores con cola M13 reduce la pérdida de bases en la posición 5' lo que permite simplificar y estandarizar el paso de

secuenciación del producto de PCR. Además, dentro del kit se incluye el *BigDye® Direct PCR Master Mix* para realizar la PCR. El *Master Mix* es una mezcla maestra, preparada con los reactivos para PCR (Taq ADN polimerasa, dNTPs, MgCl₂ y buffer) a concentraciones óptimas. Mientras que, para usar el *kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing*

los cebadores para PCR no poseen la cola M13, por lo que los cebadores forward y reverse son utilizados para PCR y las reacciones del ciclo de secuenciación (ver Figura 1). En el caso de los reactivos para PCR se utiliza la *AmpliTaQ Gold™ 360 Master Mix*, la cual no viene incluida en el kit; por lo que se debe adquirir por separado. (Thermo Fisher

Figura 1. Comparación de cebadores sin cola M13 (*kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing*) y con cola M13 (*kit BigDye® Direct Cycle Sequencing*) en PCR y ciclo de secuenciación.



(Thermo Fisher Scientific Inc., 2015a)

Posterior a la amplificación, los laboratorios realizan la cuantificación de los amplicones mediante la visualización de los productos de PCR por medio de una electroforesis en gel de agarosa al 1.5% o una cuantificación basada en microfluidos de la plataforma de *Agilent (kit Agilent 2100 Bioanalyzer DNA 1000)* (Bourdon et al., 2014; NYC Office of Chief Medical Examiner, 2016). Este paso extra se realiza para determinar la cantidad de ADN plantilla que se utilizará en el ciclo de secuenciación; en este caso el protocolo del fabricante recomienda que para productos de PCR con tamaño de 200 a 500 pb se utilice la cantidad de plantilla de ADN de 3 a 10 ng (Thermo Fisher Scientific Inc., 2018).

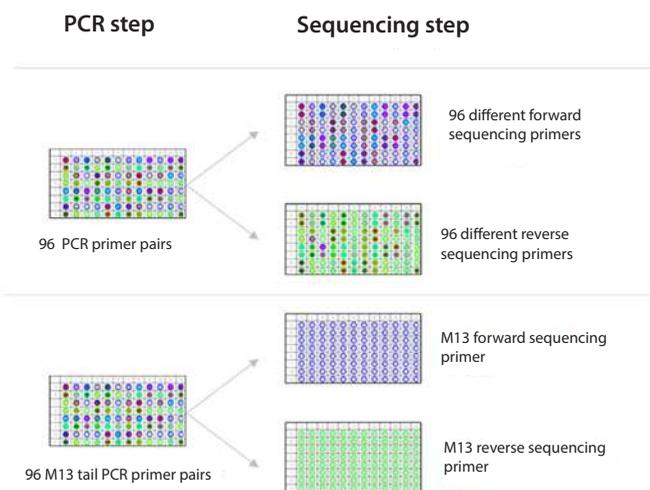
Luego, se procede a la purificación de los productos de PCR para eliminar el exceso de cebadores y los dNTPs (desoxinucleótidos trifosfatos) que no se incorporaron, los cuales pueden interferir en el ciclo de secuenciación ya que éste también utiliza cebadores y nucleótidos. En el *kit BigDye® Direct Cycle Sequencing* el reactivo de

limpieza para este paso está integrado en el *BigDye® Sequencing Master Mix*, el cual es una mezcla maestra para el ciclo de secuenciación que contiene dNTPs, terminadores de tinte (ddNTPs marcados con tintes), buffer y Taq ADN polimerasa; mientras que, en el *kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing* se utiliza un reactivo de limpieza que no está incluido dentro del mismo, el fabricante del kit recomienda en su protocolo el reactivo de limpieza *CleanSweep™ PCR Purification Reagent*; sin embargo, éste ya está discontinuado por lo que los laboratorios utilizan *ExoSAP-IT™ PCR Product Cleanup Reagent*; con cualquiera de estos dos reactivos la purificación se lleva a cabo por una limpieza enzimática que hidroliza el exceso de cebadores y desfosforila los dNTPs no incorporados en la mezcla de productos de PCR (Bourdon et al., 2014; NYC Office of Chief Medical Examiner, 2016; Thermo Fisher Scientific Inc., 2015b, 2020).

Una vez purificados los productos de PCR se procede a realizar el ciclo de secuenciación. Como se mencionó

anteriormente, la diferencia principal es que el *kit BigDye® Direct Cycle Sequencing* requiere que los cebadores forward y reverse para PCR contengan la cola M13. Estos productos de PCR tendrán la misma cola, por lo que en el paso del ciclo de secuenciación se utilizan los cebadores universales M13, *forward* y *reverse* para todas las reacciones. Estos cebadores están incluidos dentro del *kit: BigDye® M13 Forward Primer* y *BigDye® M13 Reverse Primer*. Por lo que en este paso solamente se requerirá del producto de PCR, el *BigDye® Direct Sequencing Master Mix*, y el *BigDye® M13 Forward Primer* o *BigDye® M13 Reverse Primer*; según corresponda. (Life Technologies Corporation, 2011; Thermo Fisher Scientific Inc., 2016a) En cambio, en el *kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing* el cebador del ciclo de secuenciación será el mismo que se utilizó en la PCR, y deberá coincidir según los pares de cebadores utilizados en la misma (Figura 1 y 2). En este caso, se utilizará el *BigDye™ Terminator v3.1 Ready Reaction Mix* y los cebadores *forward* o *reverse* sin cola M13 para PCR; respectivamente. Algunas reacciones del ciclo de secuenciación pueden optimizarse utilizando el *BigDye™ Terminator v3.1 Ready Reaction Mix* diluido. El *BigDye™ Terminator v3.1 Ready Reaction Mix* se proporciona en el *kit* a una concentración de 2.5X y se puede diluir usando *BigDye™ Terminator v1.1 & v3.1 5X Sequencing Buffer* a una concentración final de reacción de 1X. (Thermo Fisher Scientific Inc., 2016c, 2018)

Figura 2. Comparación del ciclo de secuenciación con cebadores sin cola M13 (*kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing*) y con cola M13 (*kit BigDye® Direct Cycle Sequencing*).



(Thermo Fisher Scientific Inc., s. f.) (Thermo Fisher Scientific Inc., s. f.)

Para obtener resultados óptimos se debe eliminar completamente las sales, dNTPs y terminadores de tinte en los productos del ciclo de secuenciación ya que pueden oscurecer los datos en la primera parte de la secuencia e interferir en el proceso de asignación de bases a los picos del electroferograma (conocido en inglés como basecalling). El fabricante recomienda, sin importar cuál *kit* se esté utilizando, tres métodos para purificar las reacciones de secuenciación y el tiempo aproximado que requiere cada uno de los protocolos: 40 minutos al utilizar el *kit BigDye XTerminator™ Purification*, 45 minutos con *Centri-Sep™* o 90 minutos mediante precipitación con etanol/EDTA; colocando una nota aclaratoria, que con este último método a pesar de que produce una señal de secuenciación limpia, puede causar una pérdida sutil de pequeños fragmentos de peso molecular. Así mismo, si se utiliza *Centri-Sep™* o precipitación con etanol/EDTA, las muestras purificadas deberán ser resuspendidas con formamida altamente desionizada (*Hi-Di™ Formamide*) antes de la electroforesis capilar; sin embargo, no es necesario resuspender las muestras purificadas con el *kit BigDye XTerminator™ Purification*. (Thermo Fisher Scientific Inc., 2016a, 2016b)

Cada laboratorio deberá elegir el protocolo que mejor se adecue a sus capacidades y posibilidades. Por ejemplo, *NYC Office of Chief Medical Examiner* utiliza el protocolo de purificación con *Centri-Sep™* (*NYC Office of Chief Medical Examiner*, 2016). Sin embargo, Bourdon y colegas (2014) en su estudio llamado Optimización de la secuenciación de la región control del ADNmt humano para aplicaciones forenses, realizan una comparación de la purificación de las reacciones de secuenciación con *BigDye XTerminator™* y *Centri-Sep™*, mencionando que el procedimiento con *BigDye XTerminator™* es más fácil y rápido ya que reduce la manipulación de la muestra sin transferencia de líquido y completa la purificación en 40 minutos; en comparación con el protocolo de *Centri-Sep™*, que requiere un paso de secado, en el cual la evaporación se completa luego de una hora aproximadamente a 75 °C en un termociclador. Además, todos los productos purificados con *BigDye XTerminator™* fueron secuencias legibles (Bourdon et al., 2014).

Por último, se realiza la electroforesis capilar. Para ello se requiere de un Analizador Genético, buffer de ánodo y cátodo, un arreglo capilar de 50 cm y en el caso del *kit BigDye® Direct Cycle Sequencing* el polímero que se utiliza es el *POP-7™*; mientras que, en el *kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing* se puede utilizar el polímero *POP-6™* o *POP-7™*. Ambos polímeros se utilizan para la secuenciación y análisis de fragmentos, sin embargo, la diferencia es que el tiempo de corrida con el polímero

POP-6™ es de 135 min, mientras que, con el polímero POP-7™ es de 65 min. Además, Peter Ma y colegas (2010) en su estudio demuestran que utilizar el *kit BigDye® Direct Cycle Sequencing* con el polímero POP-7™ aumenta la velocidad de la electroforesis capilar y proporciona datos de secuencia de alta calidad y resolución desde la base 1; es decir, justo después del cebador de secuenciación, garantizando la reproducibilidad. Mientras que, utilizar el *kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing* con el polímero POP-7™ no resuelve las primeras 20 a 30 bases después del cebador de secuenciación. (Crespillo Márquez & Barrio Caballero, 2019; Peter Ma et al., 2010)

CONCLUSIONES

En general, la purificación de los productos de PCR y ciclo de secuenciación en el *kit BigDye® Direct Cycle Sequencing* se realizan en un solo paso, permitiendo que todo el flujo de trabajo del ciclo de secuenciación se pueda realizar en un solo tubo o placa de reacción; al no ser necesario transferir la muestra a un tubo diferente o placa de reacción, se reduce una potencial fuente de error por transferencias y minimiza la variabilidad experimental causada por múltiples pasos de manipulación de las muestras, cosa que no ocurre con el *kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing*. Sin embargo, en caso se requiera re-analizar una muestra, con el *kit BigDye® Direct Cycle Sequencing* se debe iniciar el procedimiento desde la amplificación; mientras que, con el *kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing* se podrían utilizar los productos de PCR, ya que no se utiliza el volumen completo para realizar el ciclo de secuenciación.

Además, el *kit BigDye® Direct Cycle Sequencing* reduce el tiempo para la preparación de las muestras al tener el reactivo de limpieza dentro de la mezcla del ciclo de secuenciación y al utilizar solamente un cebador forward y reverse con cola M13 para todas las muestras. Según *Thermo Fisher Scientific*, el *kit BigDye® Direct Cycle Sequencing* ayuda a los investigadores a ahorrar hasta 3 horas del procesamiento de las muestras, en comparación con un flujo de trabajo del ciclo de secuenciación tradicional con polímero POP-6™, como lo sería con el *kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing* y POP-6™. (Thermo Fisher Scientific Inc., 2015a). Por lo anterior, de acuerdo a la teoría descrita, el kit apropiado que puede ser aplicado en el Área de Genética del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala (INACIF) es el *kit BigDye® Direct Cycle Sequencing*.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Amorim, A., Fernandes, T., & Taveira, N. (2019). Mitochondrial DNA in human identification: A review. *PeerJ*, 7, e7314.

Andréasson, H., Gyllensten, U., & Allen, M. (2002). Real-Time DNA Quantification of Nuclear and Mitochondrial DNA in Forensic Analysis. *BioTechniques*, 33(2), 402-411.

Bourdon, V., Ng, C., Harris, J., Prinz, M., & Shapiro, E. (2014). Optimization of Human mtDNA Control Region Sequencing for Forensic Applications. *Journal of Forensic Sciences*, 59(4), 1057-1063.

Budowle, B., Allard, M. W., Wilson, M. R., & Chakraborty, R. (2003). Forensic and Mitochondrial DNA: Applications, Debates, and Foundations. *Annual Review of Genomics and Human Genetics*, 4(1), 119-141.

Crespillo Márquez, M. C., & Barrio Caballero, P. A. (Eds.). (2019). *Genética forense: Del laboratorio a los tribunales*. Ediciones Díaz de Santos.

Knapp, M., Clarke, A. C., Horsburgh, K. A., & Matisoo-Smith, E. A. (2012). Setting the stage – Building and working in an ancient DNA laboratory. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*, 194(1), 3-6.

Life Technologies Corporation. (2011). *Protocol BigDye® Direct Cycle Sequencing Kit*.

Linacre, A., & Templeton, J. E. L. (2014). Forensic DNA profiling: State of the art. *Research and Reports in Forensic Medical Science*, 25.

Lyons, E. A., Scheible, M. K., Sturk-Andreaggi, K., Irwin, J. A., & Just, R. S. (2013). A high-throughput Sanger strategy for human mitochondrial genome sequencing. *BMC Genomics*, 14(1), 881.

Meissner, C., Mohamed, S. A., Klueter, H., Hamann, K., von Wurmb, N., & Oehmichen, M. (2000). Quantification of mitochondrial DNA in human blood cells using an automated detection system. *Forensic Science International*, 113(1-3), 109-112.

NYC Office of Chief Medical Examiner. (2016). *Forensic Biology Protocols for Mitochondrial DNA Analysis*.

Peter Ma, Su-Chun Hung, Stephan Berosik, Michael Wenz, Stephanie Schneider, Aparna Chhibber, Tina Agostini, Dina Berchanskiy, & David Dinauer. (2010). *A new sequencing primer and workflow increase 5' resolution and throughput on HLA sequencing*. Life Technologies Corporation.

Radstrom, P., Lofstrom, C., Lovenklev, M., Knutsson, R., & Wolffs, P. (2008). Strategies for Overcoming PCR Inhibition. *Cold Spring Harbor Protocols*, 2008(4), pdb.top20-pdb.top20.

Sundquist, T., & Bessetti, J. (2005). Identifying and Preventing DNA Contamination in a DNA-Typing Laboratory. *Promega Corporation Profiles in DNA*, 8(2), 11-13.

Thermo Fisher Scientific Inc. (s. f.). *PCR for Sanger Sequencing*.

Thermo Fisher Scientific Inc. (2015a). *Primer Designer Tool*.

Thermo Fisher Scientific Inc. (2015b). *Product Information Sheet CleanSweep™ PCR Purification*.

Thermo Fisher Scientific Inc. (2016a). *Generating high-quality data using the BigDye™ Direct Cycle Sequencing Kit Demonstrated Protocol*.

Thermo Fisher Scientific Inc. (2016b). *Generating high-quality data using the BigDye™ Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit Using CleanSweep™ PCR Purification*.

Thermo Fisher Scientific Inc. (2016c). *Quick Reference BigDye™ Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit*.

Thermo Fisher Scientific Inc. (2018). *BigDye™ Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit User Guide*.

Thermo Fisher Scientific Inc. (2020). *ExoSAP-IT PCR cleanup reagents*.

Von Wurmb-Schwark, N., Harbeck, M., Wiesbrock, U., Schroeder, I., Ritz-Timme, S., & Oehmichen, M. (2003). Extraction and amplification of nuclear and mitochondrial DNA from ancient and artificially aged bones. *Legal Medicine*, 5, S169-S172.

¿Mortinato o muerte del neonato? Relevancia de los antecedentes al realizar un peritaje médico forense

Christian José Sandoval Fajardo
Clínica y Tanatología Forense Regional
Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala –INACIF-
Chrisand91@gmail.com

Recibido: 16/03/2021
Aceptado: 7/04/2021

Palabras clave: asfixia perinatal, intrauterina, muerte fetal, aborto, docimasia histológica, hidrostática, necropsia, cadáver, recién nacido, perito, medicina legal, forense, exploración, examen, vida jurídica

Key words: perinatal asphyxia, intrauterine, fetal death, misscarriage, histologic docimasia, hydrostatic, necropsy, corpse, newborn, expert, legal medicine, forensic, exploration, test, legal life

RESUMEN

La necropsia médico legal en cadáveres de bebés es un procedimiento que, además de certificar la muerte, calcular su tiempo estimado y recolectar indicios, conlleva a determinar la existencia o no de vida extrauterina (vida jurídica), y de esta forma clasificar al fallecido como un mortinato (que falleció dentro del útero previo a nacer) o si se trata de un caso de muerte neonatal posterior al nacimiento, por lo que a través del tiempo múltiples patólogos forenses han establecido directrices utilizando las docimasia, en las cuáles se realizan evaluaciones específicas de los tejidos, para determinar si es muerte intrauterina o muerte neonatal.

Cabe mencionar que siempre es de suma importancia contar con los antecedentes y el contexto en el que ocurre la muerte. Dicha información debe proporcionarla el ente investigador en sus solicitudes, ya que éstos deberán ser tomados en cuenta por el perito, y solicitar las pruebas complementarias en caso no se llegue a contar con todos los elementos requeridos para emitir pronunciamientos definitivos posterior a salir de la morgue.

ABSTRACT

The medico legal necropsy in babies' corpses is a procedure that besides certifying the death, calculate the estimated time of death and collect clues, also involves determining the existence or absence of extrauterine life (legal life), so the dead can be classified as a newborn dead or a stillbirth. Through time, multiple forensic pathologists have established directives through docimasia, in which specific tests are practiced on tissues, so they can establish the proper conclusions. However, it is always very important that the prosecutor supplies facts and background in which the death takes place, so the expert can take them into account and ask for the complementary tests if required, so he can emit definitive pronouncements after exiting the morgue.

INTRODUCCIÓN

La investigación criminal es el conjunto de actividades técnicas y científicas cuya finalidad es recolectar todos los elementos probatorios que permitan verificar la ocurrencia de un hecho punible que pueda enmarcarse dentro del código penal jurisdiccional, establecer las circunstancias en las que ocurrió, y los motivos determinantes que llevaron al autor material e intelectual a realizarlo (Castro, 2008). Dicho proceso se materializa en la formulación de la teoría del caso en el ejercicio de la acción penal, realizado en Guatemala por el Ministerio Público. La teoría del caso es fundamentada por sus 3 elementos básicos: elemento fáctico, elemento jurídico y elemento probatorio (Casarez, 2012). Dentro del elemento probatorio es de

imperativo valor la objetividad, imparcialidad y reproducibilidad, pues de esta manera se reduce al mínimo la oscilación del ente juzgador en la teoría del caso. Es aquí donde interviene la medicina legal, precursora de las ciencias forenses, dándole el soporte científico (Villanueva, 2018). Sin embargo, aún en la ecuanimidad en la que un perito desarrolla sus reconocimientos, es de suma importancia que la entidad solicitante proporcione datos útiles de los antecedentes del hecho suscitado, como la hipótesis preliminar del caso, el lugar en donde ocurrió, los sujetos involucrados, entre otros, para cumplir a cabalidad con los requerimientos del caso.

PRESENTACIÓN DEL CASO

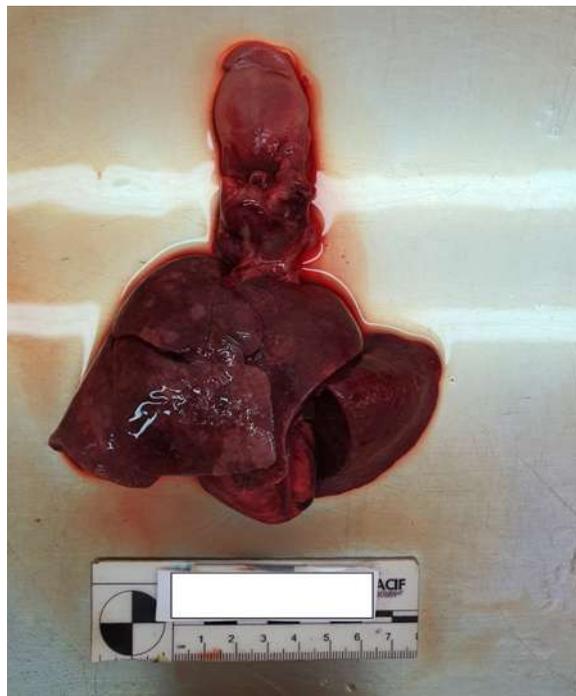
En esta ocasión se recibió en la sub sede departamental de INACIF de Antigua Guatemala, Sacatepéquez, la solicitud de necropsia del cadáver de un bebé presuntamente recién nacido, el cuál fue encontrado por la autoridad competente dentro de una ambulancia en el hospital público de la localidad. Dentro del apartado de antecedentes de dicha solicitud se describió que bomberos encontraron el cuerpo en la cama dentro de la residencia de su madre, quién aparentemente había iniciado con dolores (se podría inferir que tipo parto), por lo que se procedió a realizar el procedimiento correspondiente posterior a su recepción. Se documentó al realizar la exploración externa, el cadáver de un bebé de sexo femenino de dimensiones de un recién nacido con unto sebáceo, lanugo, cordón umbilical presente, sin signos sugestivos de trauma externo.

Cabe mencionar que el cuerpo se evidenció macerado, con zonas de esfacelación superficial cutánea y completamente flácido como se muestra en la fotografía 1.



Fotografía 1.
Zonas de esfacelación en la piel y cordón umbilical del cadáver.

En el examen interno, a nivel del cráneo, se observaron ambas fontanelas presentes y la ausencia de soldadura de los huesos de la bóveda, lo que se considera normal en el período perinatal. En cavidades corporales, se observó congestión visceral generalizada y plétora vascular. A nivel del tórax, se evidenciaron pulmones retraídos que no ocupaban la totalidad del espacio pleural, de coloración violácea, aspecto sólido similar al del hígado y textura consistente (Fotografía 2).



Fotografía 2.
Bloque de órganos intratorácicos del fallecido

Por el tipo y objetivos específicos de necropsias realizadas a cadáveres como el de este caso, más que la causa de muerte, es imprescindible concluir si el bebé tuvo vida extrauterina o no, por lo que se procedió a realizar la docimasia pulmonar hidrostática en cuatro tiempos descrita por Villanueva (2018), en la cual el tejido pulmonar se somete a una serie de pruebas en un recipiente con agua para determinar si flota o se hunde,

fundamentados en la premisa científica que dicta que el aire es menos denso que el agua y en la fisiología fetal y neonatal del ser humano, por lo tanto un pulmón que respira flotará, mientras que el que se mantiene en el fondo del recipiente permanecerá en dicho lugar si la muerte ocurrió dentro del útero. En este particular caso, el tejido pulmonar flotó en cada una de las fases (Fotografía 3 y 4).



Fotografía 3.
Bloque de órganos intratorácicos flotando en un recipiente con agua



Fotografía 4.
Fragmento de pulmón flotando en un recipiente con agua

Dicho hallazgo puso en duda la hipótesis pericial que se estableció previo a hacer la docimasia, ya que el aspecto de los pulmones sugería que éstos no habían respirado. Sin embargo, teniendo en cuenta los hallazgos del examen externo que permitían estimar un tiempo de muerte intermedio, además de los antecedentes en la solicitud que indicaban que el cuerpo del bebé fue encontrado por bomberos en su residencia y considerando que pudieron haberle dado ventilación con presión positiva mediante dispositivo de auto-inflado como está indicado en los protocolos de atención pre hospitalaria, dichos factores pudieron haber contribuido a un resultado falso positivo, por lo

que se decidió solicitar una docimasia pulmonar histológica remitiendo al laboratorio de histopatología los tejidos fijados en formol.

Los resultados del estudio histopatológico reportaron pulmones con bronquiolos pequeños, alveolos cerrados revestidos por epitelio alveolar cúbico, escasos eritrocitos en tabique, dichos hallazgos histológicos fueron concluyentes para determinar que la docimasia pulmonar histológica era negativa, permitiendo declarar el caso como un mortinato, cuya causa de muerte fue asfixia intrauterina.

DISCUSIÓN DEL CASO

En la circulación fetal (Sadler, 2015) la sangre oxigenada proviene de la placenta a través de la vena umbilical hacia el ser humano intraútero, por lo que los pulmones se encuentran colapsados ya que no cumplen una función en específico (Imagen 1). Posterior al nacimiento y a la primera inspiración, dichos órganos se insuflan de aire y el recién nacido debe adaptarse a depender de sí mismo, pues los pulmones inician su función primordial, teniendo lugar el intercambio gaseoso (entrada de oxígeno a la sangre y salida de dióxido de carbono). Tanto sus características macroscópicas como microscópicas varían notablemente con el nacimiento.

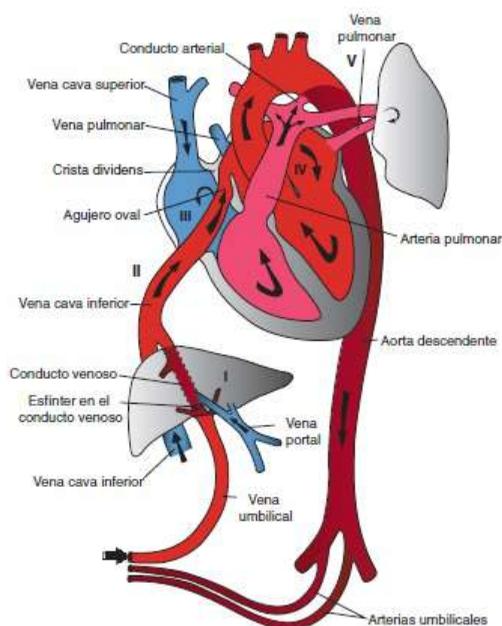


Imagen 1

Circulación fetal antes del nacimiento.

Fuente: [Figura 13.52] Sadler, T. (2015) Langman Embriología médica.

Entre los objetivos de una necropsia médico legal se encuentran establecer la causa de muerte y certificar dicha defunción. Particularmente, en procedimientos realizados a cadáveres de bebés, es fundamental establecer si el cadáver nació a la vida jurídica (si respiró o no) para el profesional del derecho, pues como está contemplado en el artículo 1 del Decreto 106, Código Civil de Guatemala "La personalidad civil comienza con el nacimiento". Producto de dicho extremo médico legal, y tomando en cuenta la existencia o no de tentativa, se podría iniciar una investigación y una persecución penal si el caso aplica, tomando en cuenta que en Guatemala el aborto procurado, calificado y preterintencional son punibles. (Decreto 17-73 Código penal artículos 133-140).

La docimasia pulmonar hidrostática es la evaluación realizada a los órganos intratorácicos de un cadáver de recién nacido, en la que se busca comprobar que los pulmones respiraron o no, basándose en una serie de hallazgos descriptivos al introducir dichos órganos en un recipiente con agua. Múltiples autores enumeran una serie de pasos en los cuáles se sumerge primero el bloque intratorácico completo, se separan los órganos, se dividen los pulmones en trozos, se comprimen dichos fragmentos pulmonares, e incluso se menciona un quinto tiempo en el que el tejido pulmonar se somete a un espacio con vacío para dilatar el aire residual intraalveolar y conseguir que los trozos pulmonares floten en caso hubieran respirado.

Dichas pruebas tienen limitaciones y pueden ser afectadas por el contexto en el que tiene lugar la muerte. Dentro de dichos factores se pueden mencionar: la respiración artificial, la inspiración de unto sebáceo,

sufrimiento fetal en el canal del parto y la putrefacción, entre otros (Ostendor, 2013; Gudiel, 2020; Villanueva, 2018). Saukko (2016) menciona como innecesarias dichas fases, e incluso el perito puede limitarse a realizar una inspección ocular y táctil de los pulmones, evidenciando pulmones oscuros, pequeños, pesados y con aspecto de hígado característicos de un mortinato, pudiendo estos flotar sin que esto signifique que hayan respirado. Ante las limitaciones mencionadas también se dispone de la docimasia óptica histológica, que no es más que evaluación microscópica del tejido pulmonar comparando las características celulares y alveolares para

determinar su semejanza con un pulmón que ya ha respirado. Este estudio ofrece una mayor certeza para emitir un pronunciamiento definitivo y en el contexto descrito por la autoridad competente en el caso de este artículo, en el que pudo haberse utilizado un dispositivo artificial para reanimar al bebé, ante la incompatibilidad de los hallazgos en la docimasia pulmonar con el examen interno y externo, permitió emitir extremos médico legales definitivos. Además de esta prueba, existen otras evaluaciones de imagen como la resonancia magnética descrita por Barber, que pueden contribuir a darle un mayor fundamento al diagnóstico (Barber, 2015).

CONCLUSIÓN

La necropsia médico legal del cadáver de un recién nacido demanda un enfoque particular para determinar la causa de muerte y la existencia o no de hallazgos de vida extrauterina. A pesar de que el peritaje técnico científico es un acto objetivo e imparcial basado en los hallazgos documentados en la evaluación, es de vital importancia la consignación de los antecedentes por parte del ente investigativo, para que dichos aspectos sean tomados en cuenta en el reconocimiento y se emitan pronunciamientos con certeza técnico científica, de utilidad para el sistema de justicia.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Barber, J.L., Sebire, N.J., Chitty, L.S. et al. *Lung aeration on post-mortem magnetic resonance imaging is a useful marker of live birth versus stillbirth*. *Int J Legal Med* 129, 531–536 (2015). <https://doi.org/10.1007/s00414-014-1125-7>

Brittain, R. P. (1963). *The hydrostatic and similar tests of live birth: A historical review*. *Medico-Legal Journal*, 31(4), 189–194. <https://doi.org/10.1177/002581726303100404>

Castro, J. A., & Aparicio Barrera, J. (2008). *La investigación criminal y el esclarecimiento de un hecho punible*. *Criminalidad*, 50(2). <http://www.scielo.org.co/pdf/crim/v50n2/v50n2a08.pdf>

Casarez Zazueta, O. F. & Guillén López, G. (2012). *Teoría del caso en el sistema penal acusatorio*. Recuperado de http://www.juridicaformativa.uson.mx/memorias/v_coloquio/doc/derechoconstitucional/CAZAREZ_OLGA_Y_GERMAN_GUILLEN.pdf

Decreto 106. [Congreso de la República de Guatemala] Código civil. 14 de septiembre de 1963.

Decreto 17-73 [Congreso de la República de Guatemala] Código penal. 27 de julio de 1973.

Decreto 40-94 [Congreso de la República de Guatemala] Ley orgánica del Ministerio Público. 12 de mayo de 1994.

Decreto 51-92 [Congreso de la República de Guatemala] Código procesal penal. 7 de diciembre de 1992.

Gudiel, K. M. (2020). *Factores que influyen en la interpretación de la docimasia hidrostática pulmonar*. *Revista Científica Diálogo Forense*, 1(1), 44-46

Medina, J. C. (2008). *Fundamentos de investigación criminal*. Repografía Doppel S.L

Ostendorf, A. L. G., Rothschild, M. A., Müller, A. M., & Banaschak, S. (2013). *Is the lung floating test a valuable tool or obsolete? A prospective autopsy study*. *International journal of Legal medicine*, 127(2), 447-451

Ponze de León, M. (2017). *Hallazgos anatomopatológicos forenses y su correlación con el diagnóstico perinatal de Asfixia*, Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses Arequipa 2014 - 2016. Recuperado de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/6599/70.2233.M.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sadler, T. W., & Sadler-Redmond, S. L. (2015). *Langman embriología médica* (13.a ed.). Wolters Kluwer Health

Saukko, P. & Knight B. (2016). *Knight's forensic pathology* (4th ed.). CRC Press

Villanueva Cañadas, E. (2018). Gisbert Calabuig: *Medicina legal y toxicológica* (7.a ed.). Elsevier

Cuatro especies de moscas verdes (Diptera: Calliphoridae) encontradas en cadáveres de la morgue de la ciudad de Guatemala: un pequeño aporte a la entomología forense

Palabras clave: *Chrysomya megacephala*, *Chrysomya ruffacies*, *Cochliomyia macellaria*, *Lucilia mexicana*, especies invasoras.

Key words: *Chrysomya megacephala*, *Chrysomya ruffacies*, *Cochliomyia macellaria*, *Lucilia mexicana*, invasive species.

Enio Boanerges Cano Dávila †
Colección Entomológica, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, ciudad de Guatemala.
cano.enio@usac.edu.gt

Wendy María Barillas Hernández
Laboratorios de Criminalística
Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala
-INACIF-
wbarillas@inacif.gob.gt

Recibido: 15/02/2021
Aceptado: 5/04/2021

RESUMEN

Los insectos son muy frecuentes en los cadáveres humanos y, por lo tanto, de potencial importancia forense para la determinación del intervalo post mortem. Sin embargo, debido a que son peyorativamente considerados como contaminantes de cadáveres, rara vez son recolectados como parte de los indicios de muertes relacionadas con crímenes violentos. Con el objetivo de hacer un pequeño aporte a la entomología forense (i.e. el uso de insectos como indicios y evidencia en los procesos judiciales) se revisaron, limpiaron e identificaron, muestras de moscas de la familia Calliphoridae (Diptera) provenientes de cadáveres humanos de la morgue de la zona 3 de la ciudad de Guatemala, recolectadas el 18 de octubre del año 2006. Sobre los cadáveres humanos se encontraron dos especies nativas, *Cochliomyia macellaria* (Fabricius) 1775 y *Lucilia mexicana* Macquart, 1843 y dos especies invasoras, *Chrysomya ruffacies* (Macquart) 1842 y *Chrysomya megacephala* (Fabricius) 1794. Aunque se han encontrado en animales muertos y en trampas de carroña, esta es la primera vez que se registran recolectadas directamente de cadáveres humanos en una morgue de Guatemala.

ABSTRACT

Insects are very frequent on human cadavers and, for instance, of potential forensic relevance for determination of post-mortem interval. Nevertheless, due to are peyoratively considered as contaminant of corpses, rarely are collected as part of clues related to violent crimes. With the aim to make a small contribution to forensic entomology (i.e. the use of insect as clues and evidence in judicial processes) we revised, cleaned and identified, samples of flies of the family Calliphoridae (Diptera) from human cadavers of the morgue at zone 3 in Guatemala City collected on October 18, 2006. In human cadavers were found two native species, *Cochliomyia macellaria* (Fabricius) 1775 and *Lucilia mexicana* Macquart, 1843, and two invasive species, *Chrysomya ruffacies* (Macquart) 1842 and *Chrysomya megacephala* (Fabricius) 1794. Although have been collected in dead animals and carrion traps, this is the first time registered directly collected from human cadavers at a morgue in Guatemala.

INTRODUCCIÓN

Los insectos son de potencial importancia forense debido a que, varios órdenes en sus diferentes estados de desarrollo se encuentran en cadáveres humanos. Sin embargo, hasta hoy en Guatemala no se han documentado las especies asociadas a cadáveres, ni existen colecciones sistematizadas de huevos, larvas, pupas y adultos (Figura 1). Esto se debe en parte a que, tanto los técnicos encargados de la escena del crimen,

como los médicos forenses, consideran a los insectos de y de alrededor de los cadáveres como contaminantes del cuerpo (Cano, 2016), o bien, desconocen esta ciencia (Hiemann, 2012). En consecuencia, los insectos u otros artrópodos presentes en cadáveres que sufrieron muertes violentas en Guatemala no forman parte de los dictámenes medicolegales, ni de los procesos penales.

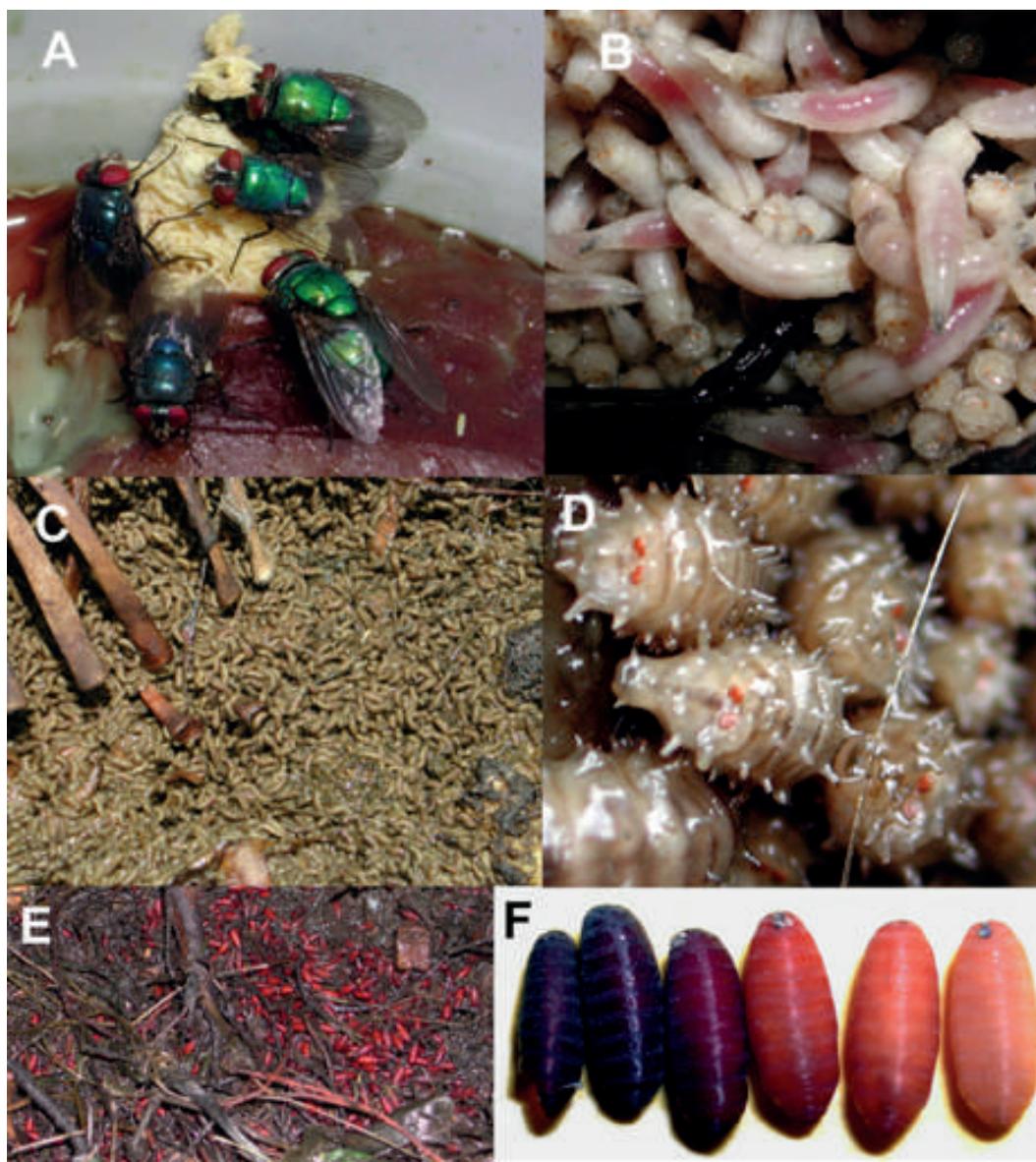


Figura 1. Estados de desarrollo de moscas verdes (Calliphoridae). (A) Hembras adultas de *Lucilia mexicana* depositando huevos en masa. (B) Larvas de *L. mexicana* ("arroz blanco"). (C y D) Larvas de *Chrysomya rufifacies* ("arroz chino"). (E) Pupas de *L. mexicana* obtenidas de debajo de un cadáver de cerdo. (F) Pupas de *L. mexicana* mostrando la maduración hasta la salida del adulto, de café rojizo claro hasta café rojizo muy oscuro.

En los últimos 30 años se ha venido demostrando consistentemente la utilidad de los artrópodos en los procesos legales relacionados a muertes violentas, particularmente en el establecimiento del intervalo post mortem (e.g. Byrd & Tomberlin, 2020). Cano (2016) sintetizó cuatro razones, que demuestran la importancia de los insectos y otros artrópodos en la entomología forense: 1) son indicios y pueden convertirse en evidencia; 2) colonizan los cadáveres en estados específicos de descomposición; 3) tienen ciclos de vida de duración casi constante y 4) existe abundante documentación y estudios en muchos países que demuestran su utilidad en el proceso penal. En Guatemala, a la fecha, la única investigación formal en el área de la entomología forense fue el Proyecto SENACYT-FD-36-00 realizado por Cano (2003), en donde enlistó 106 especies y morfoespecies de artrópodos asociadas a cadáveres. Sin embargo, los datos de Cano (2003) se basan exclusivamente en cadáveres de cerdos (*Sus scrofa domesticus* L.) como modelo de investigación (Figura 2). Recientemente se ha cuestionado la utilidad de cerdos como biomodelos aplicados a cadáveres humanos. Por ejemplo, en una granja de cadáveres en Australia, Dawson, Balton y Wallman (2020) encontraron que la tasa de descomposición de los cerdos fue más rápida que en los humanos, que los tiempos de colonización estuvieron atrasados en humanos en comparación con los cerdos y que la riqueza de especies fue mayor en los cerdos. Por tanto, en nuestro país resulta urgente e imperativo el conocer la identidad de las especies, así como las relaciones biológicas y ecológicas entre los cadáveres humanos y los artrópodos que los visitan.



Figura 2. Cadáver de cerdo (*Sus scrofa domesticus* L.) utilizado como biomodelo de investigación, protegido por una jaula de metal para evitar el consumo por perros ferales y zopilotes.

Esta información es conveniente para los auxiliares de la administración de justicia, particularmente, para el Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala (INACIF) que tiene como finalidad principal la prestación del servicio de investigación científica de forma independiente (Congreso de la República de Guatemala [CRG], 2006). Con el propósito de hacer un aporte a la Entomología Forense, aquí presentamos un pequeño listado y caracteres para el diagnóstico de cuatro especies encontradas en cadáveres humanos de la morgue de la ciudad de Guatemala.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se revisaron muestras de insectos provenientes de cadáveres de la morgue de la zona 3 de la ciudad de Guatemala, recolectadas el 18 de octubre de 2006 a las 11:30 am. Todo el material estaba almacenado en viales, pero en seco (alcohol evaporado) y con datos mínimos. Se procedió a la limpieza con baño ultrasónico y jabón líquido y posteriormente se realizó el montaje y etiquetado en alfileres entomológicos y, para el caso de los genitales, en láminas portaobjetos. La identificación se realizó utilizando un estereomicroscopio Wild Heerbrugg M3B y las claves taxonómicas de Aubertin (1933), Hall (1948), Dear (1985) y Whitworth (2006, 2014). Las fotografías fueron tomadas con una cámara Nikon D5100 con un lente macro de 55 mm y un procedimiento de apilado de enfoque utilizando el programa Helicon Focus 7 (Kozub, 2000). Todo el material se encuentra almacenado en la colección entomológica de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Para la discusión de los resultados, las tasas de muertes violentas por 100,000 habitantes se calcularon con base en la población de Guatemala para el año 2019 (Grupo Banco Mundial, 2019) y las necropsias asociadas a hechos criminales realizadas en ese año (INACIF, 2020a). Para el año 2020, se consideró la población de la primera mitad del año estimada por Worldometer (2020) y las necropsias asociadas a hechos criminales realizadas en ese año (INACIF, 2020b).

RESULTADOS

Sobre los cadáveres humanos se encontraron las siguientes cuatro especies (Figura 3): *Chrysomya megacephala*, *Chrysomya rufifacies*, *Cochliomyia macellaria* y *Lucilia mexicana*.

1. *Chrysomya rufifacies* (Macquart) 1842. Los adultos de esta especie se caracterizan porque son de un color verde azulado metálico con la parte posterior de los segmentos del abdomen azul metálico o ligeramente púrpura metálico. La cara es anaranjado-amarillenta (a veces blanquecina), con los ojos ampliamente separados en las hembras y contiguos en los machos. El estigma respiratorio protorácico es blanco o blanquecino (flecha en Figura 3).

2. *Chrysomya megacephala* (Fabricius) 1794. Los adultos de esta especie se parecen a los de *Chrysomya rufifacies* de la cual se diferencian principalmente por la cabeza notablemente más grande, los ojos grandes y prominentes y el espiráculo protorácico de color negro o café oscuro a negro (flecha en Figura 3). Son de un color

verde azulado metálico con la parte posterior de los segmentos del abdomen azul metálico. La cara es anaranjado rojiza, con los ojos ampliamente separados en las hembras y contiguos en los machos.

3. *Cochliomyia macellaria* (Fabricius) 1775. Los adultos de esta especie se caracterizan porque son de color verde azulado metálico con tres líneas oscuras longitudinales en la superficie dorsal del tórax, las cuales no llegan al abdomen (Figura 3). La cara es anaranjado amarillenta, las patas de color café a café rojizo y presentan los ojos ampliamente separados en las hembras y contiguos en los machos.

4. *Lucilia mexicana* Macquart, 1843. Los adultos de esta especie se caracterizan porque son de un color azul metálico o azul verdoso metálico (Figura 3). Presenta al menos una fila de pelos erectos, negros, atrás de los ojos. Es muy parecida a *Lucilia eximia* (Wiedemann), con la cual es frecuentemente confundida.

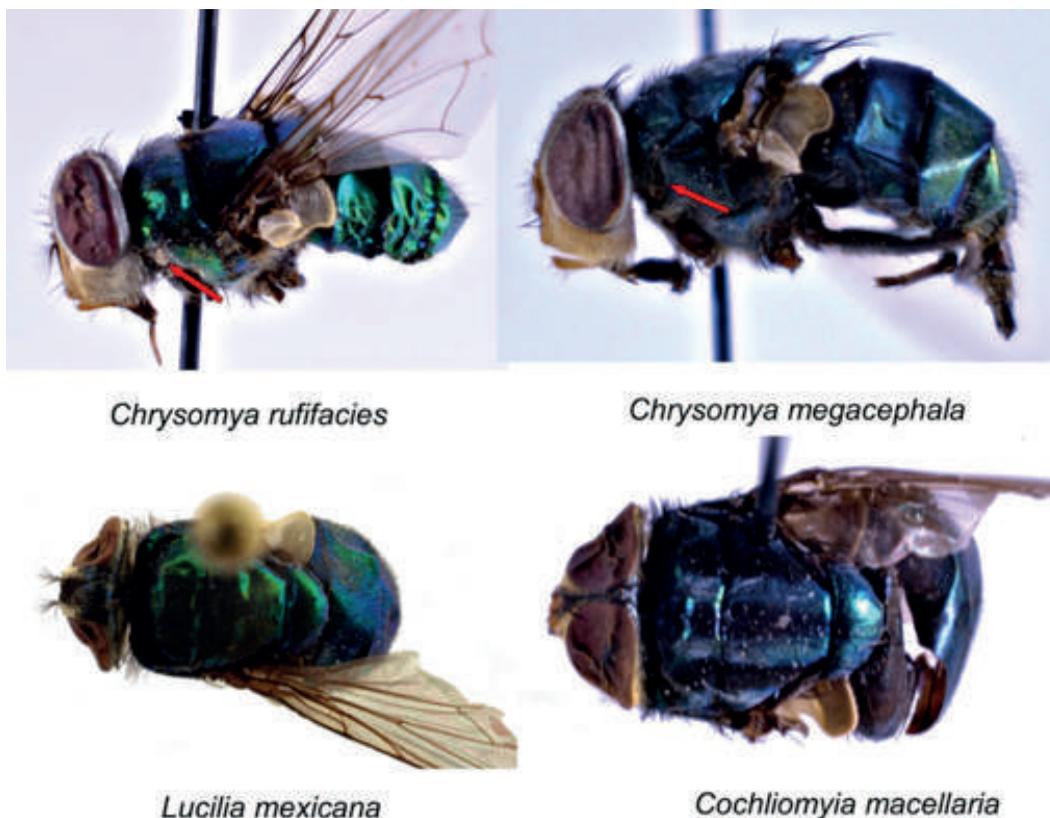


Figura 3. Especies de artrópodos encontrados en cadáveres humanos de la morgue de la ciudad de Guatemala. Las fotografías corresponden a especímenes depositados en la Colección Entomológica de la USAC, los cuales fueron revisados, preparados y fotografiados para el presente estudio.

DISCUSIÓN

Las especies encontradas son muy comunes en todo el país (Figura 4). Las hembras colocan huevos en masa (Figura 1A) y sus larvas pueden ser de 2 tipos: "gusanos" blancos, de forma cilíndrica y delgados hacia la cabeza

(Figura 1B), frecuentemente llamados "arroz blanco"; y "gusanos" de color café con muchas excrecencias, frecuentemente llamados "arroz chino" (Figura 1C y 1D).



Figura 4. Tres especies de moscas verdes muy comunes en la ciudad de Guatemala. (A) *Chrysomya megacephala*. (B) *Chrysomya rufifacies*. (C) *Cochliomyia macellaria*.

Chrysomya rufifacies estaba originalmente distribuida en las regiones tropicales del Viejo Mundo (Byrd y Tomberlin, 2020) y comenzó a invadir el continente americano desde finales de los años 1970s. En Guatemala su presencia se registró por primera vez a partir de dos hembras recolectadas el 28 de septiembre de 1979 (Kurahashi, 1980), bajo el nombre de *Chrysomya albiceps* (Wiedeman), un nombre que consideramos mal aplicado. *Chrysomya*

megacephala originalmente se distribuía en Australia, Nueva Guinea, Nueva Zelanda e islas relacionadas (Wells, 1991), aunque ahora tiene una distribución casi mundial apareciendo en Guatemala probablemente en los años 1980s. *Cochliomyia macellaria* y *Lucilia mexicana* son nativas del Nuevo Mundo y son muy frecuentes en restos de animales muertos (E. Cano y W. Barillas, obs. pers., 01 de diciembre de 2018).

Aparentemente, *C. ruffacies* es actualmente la especie más abundante de Guatemala (Cano y Barillas obs.pers., 18 de enero de 2020), pero se desconocen las interacciones con las especies nativas que compiten por los mismos recursos (i.e. cadáveres). Sin embargo, para la década de los 1940s, Hall (1948, p.243) afirmó que “los adultos de *Phaenicia eximia* (Wiedemann) 1819 [=*Lucilia eximia*] de ambos sexos pueden ser recolectados a través de Centroamérica en materia en descomposición... y es la mosca verde común de los mercados de Guatemala...”. Además, Hall (1948, p. 243) señaló que “esta especie aparentemente ocurre en todas las latitudes y en casi todas las situaciones desde los bosques tropicales costeros hasta las planicies de pino en las montañas de Guatemala”. Debemos indicar que *Lucilia eximia* no ha sido recolectada de cadáveres humanos, pero sí de biomodelos (cerdos) y se conoce un poco de su ciclo de vida (Cano, 2016). En este punto debemos hacer notar que hemos revisado material de la ciudad de Guatemala y sospechamos que Hall (1948), llamó *Phaenicia eximia* a dos especies morfológicamente muy parecidas, *Lucilia eximia* y *Lucilia mexicana*.

Las cuatro especies enlistadas se consideran de importancia forense para la dilucidación del intervalo post mortem. Aunque estas mismas cuatro especies se han encontrado en cadáveres de conejos, cerdos y en trampas de carroña (E. Cano y W. Barillas obs. pers. 18 de septiembre de 2019), esta es la primera vez que se registran recolectadas directamente de cadáveres humanos en una morgue de Guatemala. Sin embargo, para las condiciones del país, aún se desconocen las tasas de crecimiento, la duración de los ciclos de vida y la forma de identificar correctamente huevos, estadios larvales, puparios y adultos de ambos sexos. Llenar estos vacíos es de importancia para aplicar la información biológica a los análisis forenses relacionados a muertes violentas.

Guatemala es uno de los países más violentos del mundo. Por ejemplo, en el año 2019 el INACIF reportó la realización de 4,645 necropsias a nivel nacional asociadas

directamente a hechos criminales (INACIF, 2020a), lo cual representa una tasa anual de 27.98 homicidios por cada 100,000 habitantes. En el año 2020, durante la pandemia del SARS-Cov2, se realizaron 3,500 necropsias asociadas directamente a hechos criminales (INACIF, 2020b), lo cual representa una tasa de 19.53 homicidios por cada 100,000 habitantes. Notablemente, los 5,590 fallecidos por COVID-19 para el 2020 superan el número de muertes violentas por un gran margen (2,090 fallecidos). Así, aunque las muertes violentas aparentemente se redujeron debido a la cuarentena, restricciones a la movilidad interdepartamental y toques de queda, continúan estando entre las más altas del mundo. En consecuencia, los indicios biológicos y las nuevas formas de análisis deben ser fortalecidas enfocando primordialmente en el establecimiento de líneas base. Por ejemplo, además de insectos y otros artrópodos, durante las necropsias suelen encontrarse indicios biológicos que muy raramente son analizados; como polen, hojarasca, semillas, plumas, madera y microbiota. Algunos de estos indicios podrían ser irrelevantes, informativos, podrían reorientar las investigaciones criminalísticas o hasta podrían llegar a ser tan contundentes como para convertirse en pruebas aceptadas por jueces competentes. Sin embargo, los análisis forenses de muestras biológicas en Guatemala actualmente se enfocan en toxicología, tricología, serología, fluidos y ADN, perdiendo en consecuencia, una ventana de información. Exhortamos a las nuevas generaciones de estudiantes y profesionales de las ciencias biológicas a enfocar y desarrollar estas áreas poco estudiadas.

Actualmente, el INACIF realiza gestiones para implementar el laboratorio de Entomología Forense, el único laboratorio en su tipo a nivel nacional, por lo que es necesario generar estudios experimentales científicos que serán la línea base para la elaboración de los protocolos estandarizados para el manejo y el análisis de los indicios entomológicos asociados a cadáveres humanos en Guatemala.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. Mario Guerra, Jefe del Servicio Médico Forense del Organismo Judicial (1992-2007), quien en su momento facilitó a Enio Cano y alumnos el permiso para la recolecta de algunos insectos sobre cadáveres. Este trabajo fue desarrollado como parte de una capacitación de 80 horas realizada en septiembre de 2019 por la licenciada Wendy Barillas en la Colección Entomológica de la Escuela de Biología, de acuerdo con el convenio interinstitucional entre la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y el Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala, registrado en el Punto DÉCIMO, inciso 10.3 del Acta número 37-2016 de fecha 22 de septiembre de 2016, sesión celebrada por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- Aubertin, D. (1933). Revision of the genus *Lucilia* R.-D. (Diptera: Calliphoridae). *Journal of the Linnaean Society of London Zoology*, 38(260),389-436. doi:10.1111/j.1096-3642.1933.tb00991.x
- Cano, E. (2016). Entomología forense: el ciclo de vida de la mosca verde *Phaenicia eximia* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae), como herramienta para estimar el intervalo post-mortem. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 3(2), 139-148.
- Cano, E. (2003). *Insectos asociados con cadáveres en Guatemala: una nueva herramienta para el fortalecimiento del sistema de justicia*. (Informe proyecto SENACYT-FD-36-00). Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Congreso de la República de Guatemala [CRG]. (2006). Decreto Número 32-2006, Ley orgánica del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala. Diario de Centro América, Guatemala, 31 de agosto de 2006.
- Byrd, J. & Tomberlin, J. (2020). *Forensic entomology the utility of arthropods in legal investigations*. (3 ed.). Boca Raton FL.: CRC Press. Taylor & Frances Group.
- Dawson, B., Balton, P., & Wallman, J. (2020). Contrasting insect activity and decomposition of pigs and humans in an Australian environment: a preliminary study. *Forensic Science International*, 316, 110515. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110515>
- Dear, J. (1985). A revision of the New World Chrysomini (Diptera: Calliphoridae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 3(3), 109-169. doi:10.1590/S0101-81751985000300001
- Grupo Banco Mundial. (2020). Población total – Guatemala. Recuperado de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL?locations=GT>
- Hiemann, S. (2012). *Importancia de la implementación de la entomología forense en el Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala*. [Tesis de grado no publicada]. Universidad Mariano Gálvez de Guatemala.
- Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala. (2020a). Necropsias realizadas del 01 de enero al 31 de diciembre de 2019 a nivel nacional. Recuperado de <https://INACIF.gob.gt/docs/estadisticas/anual/AnualM2019.pdf>
- Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala. (2020b). Necropsias realizadas del 01 de enero al 31 diciembre 2020 a nivel nacional. Recuperado de <https://www.INACIF.gob.gt/docs/estadisticas/anual/AnualM2020.pdf>
- Kozub, D., Shapoval, J., Yatsenko, S., Starikh, V. y Dobarskyi, A. (2000). Helicon Focus versión 7.6.3 Pro. Helicon Soft Ltd.
- Kurahashi, H. The Afrotropical filth fly, *Chrysomya albiceps* (Wiedemann) newly recorded from Guatemala, Central America. *Kontyû, Tokyo*, 48(3), 427.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (21 de septiembre de 2020). Casos fallecidos registrados de 13 de febrero de 2020 a 31 de agosto de 2020. Recuperado de <https://tablerocovid.mspas.gob.gt/>
- Wells, J. (1991). *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae) has reached the continental United States: review of its biology, pest status, and spread around the world. *Journal of Medical Entomology*, 28(3), 471-473. doi: 10.1093 / jmedent / 28.3.471
- Whitworth, T. (2006). Keys to the genera and species of blow flies (Diptera: Calliphoridae) of America North of Mexico. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 108(3), 689-725.
- Whitworth, T. (2014). A revision of the Neotropical species of *Lucilia* Robineau-Desvoidy (Diptera: Calliphoridae). *Zootaxa*, 3810(1), 001-076.
- Worldometer. (21 de septiembre de 2020). Población de Guatemala. Recuperado de <https://www.worldometers.info/world-population/guatemala-population/>

Importancia del conocimiento interdisciplinario como competencia profesional en el campo de las ciencias forenses en Guatemala.

Manuel Antonio Tol Gutiérrez
 Dirección de Análisis Criminal, Ministerio Público de Guatemala
 matolguti@gmail.com

Recibido: 6/02/2021

Aceptado: 9/03/2021

Palabras clave: Interdisciplinario, competencias, ciencias forenses, conocimiento integral y análisis criminal.

Key words: Interdisciplinary; competencies; forensic sciences, comprehensive knowledge; criminal analysis.

RESUMEN

Los profesionales que hoy en día deciden explorar las ciencias forenses deben de considerar obtener competencias integrales, adicionales a las competencias específicas que les brinda su formación académica. El ser perito o experto en una materia, favorecerá de forma específica concluir lo requerido cuando su profesión auxilia al derecho en un proceso jurídico. Sin embargo, la interdisciplinariedad de conocimientos como competencia favorecerá de manera general para comprender la criminalidad y objeto de estudio al realizar un peritaje, especialmente si es un profesional de las ciencias sociales.

La experiencia, el conocimiento y formación en análisis criminal, forense y estrategia permitieron comprender que la integralidad de conocimientos coadyuva de mejor manera al analizar un hecho criminal, considerando que el conocer procesos, procedimientos y conocimiento básico de ciertas ciencias facilitará obtener una visión global del hecho criminal y factores que indiquen en la determinación de una conducta.

El tener conocimiento sobre leyes, investigación criminal, uso de la tecnología, incidencia criminal y contexto donde se desarrollan los hechos, son competencias requeridas hoy en día para el profesional que desea hacer experiencia en las ciencias forenses.

ABSTRACT

Professionals who decide to explore forensic sciences should consider obtaining comprehensive competencies, in addition to the specific competencies provided by their academic training. Being an expert will specifically favor the completion of what is required when their profession assists the law in a legal process. However, the interdisciplinarity of knowledge as a competence will favor in a general way to understand the criminality and object of study when performing an expertise, especially if it is a professional of the social sciences.

The experience, knowledge and training in criminal analysis, forensics and strategy allowed understanding that the integrity of knowledge contributes in a better way when analyzing a crime, considering that knowing processes, procedures and basic knowledge of certain sciences will facilitate obtaining a global vision of the crime and factors to determinate a criminal conduct.

Knowledge of the law, criminal investigation, use of technology, statistics and the context in which the events take place, are competencies required today for the professional who wishes to gain experience in forensic sciences.

INTRODUCCIÓN

La importancia del conocimiento interdisciplinario como competencia profesional en el campo de las ciencias forenses en Guatemala, es hoy en día determinante para aumentar la calidad de estudio y evaluación por parte de los profesionales que colaboran desde su profesión en el proceso de investigación y esclarecimiento de un hecho criminal.

La integralidad de conocimientos mejora la perspectiva de los hechos, independientemente del tipo de peritaje o dictamen que se deba emitir según requerimiento. En el análisis criminal, desde la perspectiva y experiencia propia, se ha evidenciado esta necesidad en los distintos profesionales que desempeñan dicha función; por tal razón, el objetivo del presente ensayo consiste en comunicar la necesidad de una integralidad de conocimientos como competencia adicional del intelecto especializado, así como describir una serie de conocimientos y habilidades a adquirir por el profesional que se desarrolla o decide ejercer en el ámbito forense.

Asimismo, hacer relevancia que el conocer sobre leyes, datos de incidencia delictiva y situación contextual, coadyuva a tener mejores inferencias sobre la criminalidad, pero también, es necesario tener información y conceptos básicos de otras ciencias como lo es la Sociología, Política, Economía y Antropología por mencionar algunas para ampliar o expandir el conocimiento y poderlo aplicar, al desarrollo del campo forense.

Por lo tanto, tener una perspectiva global sobre los delitos cometidos por las organizaciones criminales radica en la integralidad de conocimiento por parte del profesional, permitiendo crear inferencias e integrar las mismas con los factores determinantes y así interpretar de una mejor forma la conducta delictiva.

Importancia del conocimiento interdisciplinario como competencia profesional en el campo de las ciencias forenses en Guatemala.

El campo de las ciencias forenses lo conforman todas aquellas ciencias auxiliares que coadyuvan al proceso jurídico de un hecho criminal. Por indicar algunas: Psicología, Psiquiatría, Medicina, Antropología, Criminología, Sociología y Criminalística. Los profesionales especializados en estas ciencias y

disciplinas realizan peritajes, emiten dictámenes y otros medios que durante el proceso penal pueden ser considerados como pruebas en el proceso y ampliar elementos para la toma de decisión de un juez.

Hoy en día se sabe que la justicia ve la necesidad de utilizar ciencias auxiliares para que la investigación criminal y forense logre establecer la verdad en los escenarios judiciales, resulta de mayor valor el perito especializado para que la decisión sea objetiva y de apoyo para la veracidad o falsedad de la hipótesis de imputación por parte del Ministerio Público o de la defensa del acusado.

No se pretende describir las funciones de cada profesional y sus competencias en su formación; se reconoce que el expertise de cada uno por su formación especializada aporta insumos para esclarecer un hecho criminal. Sin embargo, la relevancia radica en la importancia de tener como parte de su formación, además de la especialización de su conocimiento profesional, la integración de otros conocimientos y procesos básicos de otras ciencias para desarrollarse en el ámbito forense, ya que su aportación brindará elementos al juez para tomar una decisión basada en conclusiones e información científica con estándares de calidad.

Considerando lo anterior, el proceso penal guatemalteco ha encontrado un apoyo esencial en el conocimiento especial de otras ramas o ciencias que no son del Derecho, especialmente para apoyar al juzgador. Este conocimiento especializado lo brinda el Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala –INACIF- a solicitud del Organismo Judicial, Ministerio Público o la defensa de acusado.

Hasta la fecha, el INACIF cuenta con personal de distintas profesiones para realizar un peritaje o emitir un dictamen específico. Sin embargo, en muchas ocasiones las partes del proceso jurídico, especialmente la defensa privada de los acusados, recurren a otras instituciones o personas con profesiones especializadas para emitir su aporte científico, requiriendo un profesional que desempeñe como consultor técnico para debatir el dictamen elaborado por el perito del INACIF.

Por lo tanto, el profesional que decide o es contratado para emitir opinión para esclarecer un hecho en un proceso jurídico, debe de poseer cualidades y competencias, según el Código Procesal Penal (1992).

describe que:

Los peritos deberán ser titulados en la materia a que pertenezca el punto sobre el que ha de pronunciarse, siempre que la profesión, arte o técnica estén reglamentados. Si por obstáculo insuperable no se pudiere contar en el lugar del procedimiento con un perito habilitado, se designará una persona con idoneidad manifiesta (artículo 226).

En el Ministerio Público el análisis criminal lo realiza personas de diversas profesiones, entre ellos: psicólogos, abogados, trabajadores sociales, antropólogos y criminólogos que han ampliado sus conocimientos específicos mediante capacitaciones, cursos y talleres para formar competencias en la realización de análisis criminal con el apoyo brindado por organizaciones cooperantes.

La experiencia de realizar análisis criminal de varios hechos delictivos, analizando las conductas de personas en un hecho criminal, su participación con grupos criminales organizados como pandillas, narcotráfico y otros grupos dedicados a delitos específicos como corrupción, lavado de dinero, entre otros; ha evidenciado que el conocimiento y competencias especializadas en algunas ocasiones no es suficiente para realizar un proceso cauteloso y profundo de los hechos. Esto ha forzado a muchos analistas a buscar ampliar su conocimiento, y por ende, extender sus competencias de formación para lograr emitir inferencias integrales para coadyuvar al proceso de investigación. Situación que, desde el punto de vista del autor, puede ser aplicable a muchos profesionales que se inician en el ámbito forense guatemalteco.

Actualmente existe una demanda, especialmente por parte de la defensa, de contratar a personas individuales con conocimiento y experiencia para emitir peritajes o consultoría en un proceso jurídico. Esta participación de los profesionales, especialmente de psicológicos, sociólogos, psiquiatras y demás profesionales de las ciencias sociales deben de integrar, en sus conocimientos especiales, habilidades indispensables para obtener buenas inferencias en la entrega de su análisis, evaluación y presentación de su trabajo.

En la formación de competencias para el analista criminal, la teoría sugiere potencializar tres tipos de destrezas que amplían la visión para desarrollar inferencias, según Mellon y Jhonstone (2013) “conocimientos policiales, destrezas de investigación y habilidades tecnológicas” (p. 6). A criterio del autor, estas destrezas pueden ampliarse a conocimientos específicos como elementos importantes para lograr una visión general, especialmente para el profesional de ciencias sociales que no está inmerso en el estudio de la criminalidad, ya que el objeto de estudio se vuelve común porque pueden brindar elementos necesarios para esclarecer, explicar y entender el ¿por qué?, ¿cómo? y en algunos casos ¿quién? participó o colaboró en un hecho criminal, independientemente si su peritaje es sobre evaluación de la víctima o victimario.

Por lo tanto, la necesidad que un profesional especializado deba incluir dentro de sus competencias profesional la interdisciplinariedad, es importante; sugiriendo cinco tipos de conocimientos para comprender el contexto:

Conocimiento en investigación criminal:

Ayudará a entender de mejor manera la dinámica criminal: relación delincuente y víctima, y la cohesión entre los integrantes de un grupo organizado.

Independientemente el tipo de evaluación requerida, sobre la víctima o victimario, el conocer los procedimientos y procesos llevados a cabo en la investigación criminal permitirá al profesional tener un escenario general de factores externos que determinaron la participación pasiva o activa en un hecho.

No se trata de ser expertos en perfilación criminal, procesamiento de escena del crimen o investigación criminal. Pero si conocer los procedimientos básicos para comprender y poder establecer variables que coadyuven al objetivo del peritaje.

Conocimiento de leyes:

El estudio y conocimiento de las leyes guatemaltecas, especialmente los contenidos en el Código Penal y la Ley Contra la Delincuencia Organizada, así como leyes especiales que desarrollan los criterios para que ciertas conductas encuadren dentro del tipo penal investigado; debe de entenderse como una competencia básica para el profesional no especializado en leyes.

El conocimiento del proceso penal guatemalteco, su definición, las etapas del proceso, el rol y competencias del perito según el Código Procesal Penal, facilitará de herramientas adecuadas a los profesionales para realizar una tarea de manera exitosa.

Habilidades tecnológicas:

Quizá esta habilidad va más enfocada a los analistas criminales para comprender la criminalidad, deben tener estas herramientas para su buen análisis, más allá de conformar datos estadísticos.

En las ciencias forenses, el uso de la tecnología es esencial para optimizar el tiempo y recurso, como peritajes relacionados a balística, dactiloscopia y todas aquellas relacionadas a la criminalística. Sin embargo, en lo que se refiere al profesional de las ciencias sociales, la tecnología facilitará como usuario de compartir, trabajar información y visualizar con otras herramientas los datos proporcionados por las fuentes de información.

Incidencia criminal del lugar o lugares (según sea la necesidad):

Los fenómenos criminales como la violencia contra la mujer, delitos relacionados al maltrato contra menores de edad, extorsiones, robos y otros que afectan el buen desarrollo integral del ser humano, son factores determinantes en la conducta de los ciudadanos, agregando elementos de estrés, ansiedad, depresión que se vive por la actual situación en pandemia, aumenta la complejidad de analizar la criminalidad y como ésta en su momento genera situaciones que facilitan o determinan la comisión de un hecho delictivo.

Estar informado sobre la estructura arquitectónica, horarios, días y espacios físicos donde la víctima y el victimario pueden coincidir, podría coadyuvar a encontrar explicación en psicología o sociología, la conducta de una persona en un determinado lugar

por su influencia de alta o baja criminalidad.

Conocer la incidencia de ciertos delitos según el área geográfica, visualizará de forma general y comprensiva el comportamiento social, familiar e individual de las personas según la percepción de seguridad que exista.

Contexto cultural, rasgos especiales tanto de la víctima y el victimario:

La persona y su comportamiento en ciertos ámbitos de la vida, su conducta en escenarios situacionales y/o coyunturales ha sido objeto de estudio de las ciencias sociales sin importar la temporalidad, por ende, los profesionales no pueden limitarse únicamente a su profesión y especialidad para inferir sobre un comportamiento cuando existen factores externos que determinan la probabilidad de que la persona sea potencialmente víctima o delincuente por las mismas razones.

El contexto actual, alta incidencia de desapariciones de niños, adolescentes y mujeres, sobreviviendo a una nueva normalidad que está dejando la pandemia por COVID-19, las condiciones de las personas vulnerables cada vez son más precarias, son factores estresantes que agravan la situación económica y social de las personas. Teniendo un impacto social que genera mayor crisis en temas de desnutrición y pobreza, generando descontento generalizado en la población que podría desencadenar comportamientos delictivos por parte de personas individuales o colectivos.

Las situaciones descritas anteriormente, hacen indispensable conocer el contexto situacional y coyuntural de una persona al momento de realizar un estudio de su comportamiento y conducta en un hecho criminal.

Por lo tanto, el conocimiento interdisciplinario para el profesional es importante al decidir ser un auxiliar en un proceso jurídico, tomando en cuenta estos conocimientos al estar inmerso en el campo de la

CONCLUSIONES

- La formación integral del profesional en el ámbito forense aumentará sus competencias para establecer inferencias, integración e interpretación de los datos e información, coadyuvando a mejorar los elementos de convicción como auxiliares del derecho y fundamentar la decisión del juez.
- La importancia del conocimiento interdisciplinario es comprender de una mejor manera la investigación criminal y poder desarrollar o explicar la conducta criminal de personas que participan o son víctimas de hechos ilícitos.
- La formación de competencias para el analista criminal, permitió visualizar y sugerir potencializar conocimientos y habilidades que, desde el punto de vista general, pueden ser desarrolladas por cualquier profesional de las ciencias sociales para aportar en las ciencias forenses.
- La participación de psicólogos, sociólogos, psiquiatras y demás profesionales de las ciencias sociales para su conocimiento integral deben agregar en sus saberes especiales conocimientos sobre investigación criminal, leyes, uso de tecnología, datos de incidencia criminal e información cultural para obtener buenas inferencias en la entrega de su evaluación y dictámenes periciales.
- El conocimiento coadyuvará a comprender la criminalidad, factores externos que pueden incidir y/o determinar ciertas conductas en una persona para ser potencialmente víctima o potencialmente delincuente, contribuyendo a que el profesional integre nuevas herramientas a su experiencia y conocimiento de información.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Apreda, G.A. (2010). *La psicopatología, la psiquiatría y la salud mental, sus paradigmas y su integración*. (1ª. ed.) La Plata Argentina, Universidad Nacional de La Plata.

Aristizábal D., E. y Amar, J. (2012). *Psicología Forense, Estudio de la mente criminal*. (2ª. reimpresión) Barranquía Colombia, Universidad del Norte.

Bernaola Ponce, N. (2015) Criminología ambiental orientada a la delincuencia juvenil. Recuperado: <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/16091/Bernaola%20Ponce%2C%20Nagore.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Código Procesal Penal [CPP]. Decreto 51-92. Artículo 226. 14 de diciembre de 1992. D.O. No. 31

Decreto 21-2006. Ley contra la delincuencia organizada. 10 de agosto de 2006. D.O. No. 90

García-López, E. (2014) *Psicopatología Forense: Comportamiento humano y tribunales de justicia*. Manuel Moderno, Bogotá, Colombia.

García-López, E. (2019) *Psicopatología de la violencia*. Manuel Moderno, Sonora, México.

Garrido, V. (2000). *El psicópata, un camaleón en la sociedad actual*. (1ª. Ed.) Valencia España, Algar.

Gil Cardona, C.R. (2014) *Injerencia del Instituto Nacional de Ciencias Forenses (INACIF) en la ciencia penal guatemalteca*. [Tesis de pregrado. Universidad Mariano Gálvez de Guatemala, Guatemala]. <https://glifos.umg.edu.gt/digital/89475.pdf>

Juárez Sánchez, W.G. (2019) *Importancia de los sistemas informáticos en la identificación de patrones delictivos para la investigación criminal en Guatemala*. [Tesis de maestría, Universidad Rafael Landívar, Guatemala].

Mellon, A. & Jhonstone, J., (2013). *Introducción al Análisis Criminal*. [Diapositivas de Power Point].

Marchiori, G. (2011). *Personalidad del delincuente*. (7ª. ed.) México, Porrúa.

Ostrosky F. (2018). *Cómo resolver un crimen*. Manual Moderno, Sonora, México.

Ostrosky F. (2011). *Mentes asesinas: la violencia en tu cerebro*. Manual Moderno, Sonora, México.

Sánchez, J.F. (2011) *Inteligencia al servicio de la Ciencia Forense*. Revista de la Escuela de Medicina Legal. Volumen 17. Pag.12-31. Recuperado:
https://www.researchgate.net/publication/276041294_Inteligencia_al_servicio_de_la_Ciencia_Forense

Tovar, J., & Ostrosky F. (2013). *Mentes criminales: ¿Eligen el mal?* Manual Moderno, Sonora, México.

	Instructivo	Código: INS-DG-IDC-001
	PUBLICACIÓN DE MANUSCRITOS EN LA REVISTA DEL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS FORENSES	Versión: 02
		Vigente a partir de: 28/04/2021
		Página 1 de 4

1. OBJETIVO

Establecer los criterios de realización de manuscritos para la publicación de información científica en la revista del Instituto Nacional de Ciencias Forenses –INACIF–.

2. ALCANCE

Las indicaciones contenidas en este procedimiento, son de aplicación y observación obligatoria para los autores que poseen interés en publicar información en la revista científica del Instituto.

3. RESPONSABILIDADES

No.	Responsable	Breve descripción de actividad
1.	Jefe de Investigación y Desarrollo Científico	1. Aprobar el manuscrito para publicación. 2. Solicitar documentación al autor. 3. Comunicar al investigador las resoluciones acerca del manuscrito.
2.	Profesionales Investigación y Desarrollo Científico	1. Revisar los manuscritos ingresados para publicación. 2. Revisar los manuscritos de investigaciones realizadas en el Instituto e informar al autor. 3. Realizar las correcciones y comentarios a los documentos ingresados para publicación e informar al autor.
3.	Autor	1. Desarrollar manuscritos a partir de investigación científica realizada en el Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala o fuera del mismo.

4. GLOSARIO

- 4.1 **Artículo científico:** es el informe escrito y que se publicó, el que presenta los resultados de una investigación.
- 4.2 **Artículos de revisión o revisión de literatura:** es un escrito sobre el análisis de lo publicado sobre un problema.
- 4.3 **Autor:** es la persona responsable de desarrollar el manuscrito con el propósito de producir conocimiento, teorías, bajo los más estrictos estándares éticos y científicos.
- 4.4 **Ensayo:** escrito que se fundamenta en un problema científico mayor que se detalla y que enfatiza aspectos teóricos.
- 4.5 **Manuscrito:** La Real Academia de la Lengua Española, lo define como texto original de una publicación.
- 4.6 **Plagio:** La Real Academia Española lo define como la acción de copiar en lo sustancial obras ajenas, dándolas como propias.
- 4.7 **Reporte de casos:** descripción breve, concisa y precisa de un caso clínico o varios, con relevancia, la que se acompaña de una revisión de literatura.
- 4.8 **Reseña:** escrito realizado sobre un libro que se fundamenta en conocimiento especializado.
- 4.9 **Revisor par:** persona que realiza la revisión de un manuscrito con competencias similares a las de los autores y al tema de publicación.

5. PUNTOS CRÍTICOS

- 5.1 La responsabilidad por el contenido de los manuscritos es de los autores.
- 5.2 Los investigadores o autores de los manuscritos tendrán una semana para realizar los cambios o correcciones solicitadas.
- 5.3 El incumplimiento del instructivo aprobado faculta al área de Investigación y Desarrollo Científico a interrumpir y/o cancelar la publicación del manuscrito de la investigación.
- 5.4 Todo manuscrito debe pasar por detector de plagio.
- 5.5 El autor puede y/o debe publicar aclaraciones si existiese algún conflicto con el artículo publicado.



 INACIF INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS FORENSES DE GUATEMALA	Instructivo	Código: INS-DG-IDC-001
	PUBLICACIÓN DE MANUSCRITOS EN LA REVISTA DEL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS FORENSES	Versión: 02
		Vigente a partir de: 28/04/2021
		Página 2 de 4

6. DESARROLLO DE ACTIVIDADES

6.1 Recepción de manuscritos

Los manuscritos deberán ser entregados voluntariamente en la fecha indicada en las convocatorias realizadas, en las instalaciones del área de Investigación y Desarrollo Científico o remitidas al correo electrónico revistadialogoforense@inacif.gob.gt

Todos los manuscritos deberán cumplir con los siguientes criterios:

6.1.1 El Tipo de Manuscrito:

Los autores deberán identificar para la publicación, el tipo de manuscrito realizado:

- Artículo científico
- Artículo de revisión
- Ensayo
- Reseña
- Reporte de casos
- Otro – manuscrito que no aplique precisamente a ninguno de los tipos anteriores-

6.1.2 El Formato general:

- Los manuscritos deben ser originales e innovadores y no haber sido publicados en otra revista nacional, internacional u otros medios.
- El idioma del texto original debe ser español.
- Extensión mínima 4 páginas y un máximo de 10 páginas. Formato Word o WPS Writer.
- Hoja tamaño carta.
- Letra Arial, número 12.
- Márgenes 2.5 cms.
- Interlineado 1.5.
- Las páginas deben estar numeradas.
- Si se utilizan ecuaciones o fórmulas, utilizar el editor de ecuaciones de Word.
- Las tablas, cuadros y gráficas deben ser enviadas en el formato original .xls y de manera separada. Incluir los créditos en las imágenes y en los mapas colocar sistema de coordenadas y escala.
- Las imágenes y figuras deben ser enviadas en el formato .jpg y de resolución mínima de 300 pixeles por pulgada.
- Citas y referencias de acuerdo al Manual de Publicaciones de la *American Psychological Association* (APA) 6ª edición, un mínimo de 10 y un máximo de 15.
- Para medidas utilizar el sistema métrico decimal.
- Cuando existan palabras diferentes al español, deben aparecer en cursiva.
- Los manuscritos deben de contar con una portadilla que incluya el título, nombre y apellido de los autores, afiliación institucional y dirección electrónica.

6.1.3 El Formato específico de cada tipo de manuscrito:

6.1.3.1 Artículo científico

- El resumen debe contener objetivos, metodología, resultados y conclusiones.
- 5 palabras claves
- Abstract conteniendo objetivos, metodología, resultados y conclusiones.
- 5 keywords
- Introducción
- Métodos
- Resultados
- Discusión
- Agradecimientos, si fuese necesario
- Referencias



 INACIF INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS FORENSES DE GUATEMALA	Instructivo	Código: INS-DG-IDC-001
	PUBLICACIÓN DE MANUSCRITOS EN LA REVISTA DEL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS FORENSES	Versión: 02
		Vigente a partir de: 28/04/2021
		Página 3 de 4

k) Tablas, figuras, imágenes, cuadros

6.1.3.2 Artículos de revisión

- a) Resumen
- b) 5 palabras clave
- c) Abstract
- d) 5 keywords
- e) Introducción
- f) Contenido
- g) Conclusiones
- h) Referencias
- i) Tablas y figuras

6.1.3.3 Ensayos

- a) Resumen
- b) 5 palabras clave
- c) Abstract
- d) 5 keywords
- e) Introducción
- f) Contenido
- g) Conclusiones
- h) Referencias

6.1.3.4 Reseñas

- a) Formato libre, únicamente cumplir con las indicaciones generales
- b) Referencia bibliográfica completa
- c) Fotografía o imagen de la obra
- d) Dirección electrónica

6.1.3.5 Reporte de casos

- a) Resumen
- b) 5 palabras clave
- c) Abstract
- d) 5 keywords
- e) Introducción
- f) Presentación del caso o los casos
- g) Discusión
- h) Referencias
- i) Tablas y figuras

6.2 Detección de Plagio:

El autor debe ingresar su manuscrito al detector de plagio en línea y presentar constancia del análisis obtenido en el detector. El pago del mismo correrá por cuenta del autor.

Nota: El autor que necesite orientación de este requisito se le brindará en Investigación y Desarrollo Científico.

6.3 Revisión y aceptación del manuscrito

6.3.1 Revisión del manuscrito por el Área de investigación y Desarrollo Científico la que evaluará: redacción, formato, estructura, análisis estadístico, plagio según FOR-DG-IDC-001 *Revisión de manuscritos para publicación en revista del Instituto Nacional de Ciencias Forenses.*

6.3.2 Revisión y evaluación del manuscrito por pares profesionales especializados quienes deben emitir la constancia de la aceptación o denegación del manuscrito, utilizando el FOR-DG-IDC-004 *Evaluación de Revisor Par Para Publicar en la Revista del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala* y trasladar a Investigación y Desarrollo Científico.

6.3.3 La decisión y aceptación final de publicación será realizada por Investigación y Desarrollo Científico, y debe informar al Autor.



	Instructivo	Código: INS-DG-IDC-001
	PUBLICACIÓN DE MANUSCRITOS EN LA REVISTA DEL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS FORENSES	Versión: 02
		Vigente a partir de: 28/04/2021
		Página 4 de 4

7. REGISTROS ASOCIADOS

Nombre	Código
Revisión de manuscritos para publicación en revista del Instituto Nacional de Ciencias Forenses	FOR-DG-IDC-001
Evaluación de Revisor Par Para Publicar en la Revista del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala	FOR-DG-IDC-004
Declaración de Autor Para Publicar en la Revista del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala	FOR-DG-IDC-005

8. REFERENCIA(S)

- 8.1. Arroyo, G, Cáceres, A. (2018). Diez pasos básicos para escribir y publicar un artículo científico. *Ciencia, Tecnología y Salud*. Volumen (5), 83-87pp.
- 8.2. Cals, J., Kotz, D. (2013). Effective writing and publishing scientific papers, part II: title and abstract. *Journal of Clinical Epidemiology*. Volumen (66), 585pp.
- 8.3. Cals, J., Kotz, D. (2013). Effective writing and publishing scientific papers, part III: introduction. *Journal of Clinical Epidemiology*. Volumen (66), 702pp.
- 8.4. Cals, J., Kotz, D. (2013). Effective writing and publishing scientific papers, part VI: discussion. *Journal of Clinical Epidemiology*. Volumen (66), 1064pp.
- 8.5. Dirección General de Investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala. (2019). Instrucciones para autores. *Revista Ciencia, Tecnología y Salud*. Volumen (6).
- 8.6. Imaña-Encinas, J., Riesco, G., Antunes, O. (2019). El Manuscrito Científico en la Investigación. Brasilia, DF.
- 8.7. Lam, R. M. (2016). La redacción de un artículo científico. *Revista Cubana Hematología, Inmunología y Hemoterapia*. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-02892016000100006
- 8.8. Villatoro, M. (2017). Importancia de los reportes de casos. Guía para su diseño y elaboración. *Revista de Sanidad Militar Mex*. Volumen (71), 552-558pp.

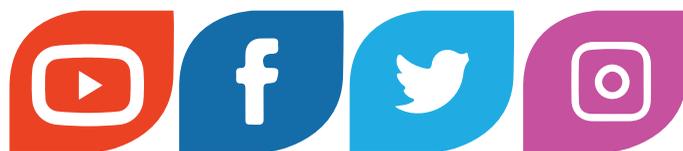
9. CONTROL DE CAMBIOS

Numero de versión	Descripción del cambio con respecto a la versión anterior
1	<ul style="list-style-type: none"> • Emisión del documento
2	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizó cambio en el alcance del procedimiento • Se modificó la cuarta fila del cuadro de responsabilidades en el apartado 3. • Se modificó el glosario del apartado 4. • Se agregaron los puntos críticos a partir del 5.2 al 5.5 • Se modificó el apartado 6.1 • Se modificó el apartado 6.1.1 • Se modificó el apartado 6.1.2 a partir de la letra "k" • Se cambió el título del apartado 6.1.3.2 a "Artículos de revisión" • Se cambió el apartado 6.2 a "Detección de plagio" • En la modificación el apartado 6.3 ahora corresponde a "Revisión y arbitraje del manuscrito" (en la versión anterior este correspondía al apartado 6.2) donde se incorporan los apartados 6.3.1, 6.3.2 y 6.3.3 • Se agregan los formularios "Declaración de compromiso del autor" y "Evaluación de revisor par" como registros asociados en el apartado 7.

Modificado por: Helen Michelle Monzón Marroquín	Revisado por: Zarina Vanessa Guzmán Castañón	Aprobado por: MSc. Fanuel Macbanal García Morales
Puesto: Profesional I	Puesto: Jefe de Investigación y Desarrollo Científico	Puesto: Director General
Firma: 	Firma: 	Firma: 

DELEGADO POR ACUERDO
No. CD-INACIF-005-2013

SÍGUENOS EN NUESTRAS REDES



La correspondencia debe ser dirigida a:
Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala
Investigación y Desarrollo Científico
<https://www.inacif.gob.gt/index.php/revista-dialogo-forense>
revistadialogoforense@inacif.gob.gt
12 Calle "A", 11-39 Zona 1
Tel: 23073900 ext. 2229

