

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**ANÁLISIS DE LOS FLUIDOS CORPORALES: SANGRE, SEMEN Y SALIVA
EN EL ÁREA DE SEROLOGÍA DEL LABORATORIO DE SEROLOGÍA Y
GENÉTICA DEL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS FORENSES
DE GUATEMALA -INACIF-**

MANUEL RICARDO RAMOS ALVAREZ

Tesis

Presentada ante las autoridades de la
Escuela de Estudios de Postgrado de la
Facultad de Ciencias Médicas
Maestría en Ciencias Forenses
Para obtener el grado de
Maestro en Ciencias Forenses

Noviembre 2021



Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

ME.OI.432.2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

El (la) Doctor(a): Manuel Ricardo Ramos Alvarez

Registro Académico No.: 200017990

No. de CUI : 1716792530101

Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestro(a) en **Ciencias Forenses**, el trabajo de TESIS **ANÁLISIS DE LOS FLUIDOS CORPORALES: SANGRE, SEMEN Y SALIVA EN EL ÁREA DE SEROLOGÍA DEL LABORATORIO DE SEROLOGÍA Y GENÉTICA DEL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS FORENSES DE GUATEMALA -INACIF-**

Que fue asesorado por: Dra. Sindi Salguero Garrido, MSc.

Y revisado por: Dr. Alvaro Giovany Franco Santisteban, MSc.

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para **Noviembre 2021**

Guatemala, 21 de Octubre de 2021.

Dr. Rigoberto Velásquez Paz MSc.
Director
Escuela de Estudios de Postgrado



/dlsr

Guatemala 21 de junio de 2021

Doctor

Alvaro Gionvany Franco Santisteban, MSc.

Coordinador Específico

Maestría en Ciencias Forenses

Escuela de Estudios de Postgrado Facultad de Ciencias Médicas


Presente.

Respetable Doctor Franco Santisteban:

Por este medio informo que he **asesorado** a fondo el informe final de graduación que presenta el Licenciado: **Manuel Ricardo Ramos Alvarez** carné No. 200017990, de la carrera de Maestría en Ciencias Forenses, el cual se titula: **ANÁLISIS DE LOS FLUIDOS CORPORALES: SANGRE, SEMEN Y SALIVA EN EL ÁREA DE SEROLOGÍA DEL LABORATORIO DE SEROLOGÍA Y GENÉTICA DEL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS FORENSES DE GUATEMALA -INACIF-**.

Luego de la **asesoría**, hago constar que el Licenciado: **Ramos Alvarez**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,



MSc. Sindi Rocío Salguero Garrido

Asesor de Tesis

Dra. Sindi Salguero Garrido
MSc. Ortodoncia y Ortopedia Maxilofacial
MSc. Ciencias Forenses
Col. 3033

Guatemala 21 de junio de 2021

Doctor

José Arnoldo Saenz Morales, M.A.

Coordinador General

Programas de Maestrías y Especialidades

Escuela de Estudios de Postgrado

Facultad de Ciencias Médicas

Presente.

Respetable Doctor Saenz Morales:

Por este medio informo que he **revisado** a fondo el informe final de graduación que presenta el Licenciado: **Manuel Ricardo Ramos Alvarez** carné No. 200017990, de la carrera de Maestría en Ciencias Forenses, el cual se titula: **ANÁLISIS DE LOS FLUIDOS CORPORALES: SANGRE, SEMEN Y SALIVA EN EL ÁREA DE SEROLOGÍA DEL LABORATORIO DE SEROLOGÍA Y GENÉTICA DEL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS FORENSES DE GUATEMALA -INACIF-**.

Luego de la **revisión**, hago constar que el Licenciado: **Ramos Alvarez**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,



Dr. Alvaro Giovany Franco Santisteban, MSc.

Revisor de Tesis



DICTAMEN.UdT.EEP/287-2021
Guatemala, 13 de septiembre de 2021

Doctor
Alvaro Giovany Franco Santisteban, MSc.
Coordinador Específico
Maestría en Ciencias Forenses

Doctor Franco Santisteban:

Para su conocimiento y efecto correspondiente le informo que se revisó el informe final del estudiante:

MANUEL RICARDO RAMOS ALVAREZ

De la Maestría en Ciencias Forenses, registro académico 200017990. Por lo cual se determina Autorizar solicitud de examen privado, con el tema de investigación:

“ANÁLISIS DE LOS FLUIDOS CORPORALES: SANGRE, SEMEN Y SALIVA EN EL ÁREA DE SEROLOGÍA DEL LABORATORIO DE SEROLOGÍA Y GENÉTICA DEL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS FORENSES DE GUATEMALA -INACIF”

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Dr. Luis Alfredo Ruiz Cruz, MSc.
Responsable
Unidad de Tesis
Escuela de Estudios de Postgrado

c.c. Archivo
LARC/karin -

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	ANTECEDENTES.....	4
	2.1 Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala (INACIF)	4
	2.1.1 Historia	4
	2.1.2 Aspecto Legal	5
	2.1.3 Misión y Visión.....	6
	2.1.4 Política de la Calidad	6
	2.1.5 Servicios	7
	2.1.5.1 Clínica Forense.....	7
	2.1.5.2 Tanatología Forense.....	7
	2.1.5.3 Acústica Forense	8
	2.1.5.4 Identificación de Vehículos	8
	2.1.5.5 Informática Forense.....	8
	2.1.5.6 Documentoscopia Forense.....	8
	2.1.5.7 Balística Forense	9
	2.1.5.8 Toxicología Forense	9
	2.1.5.9 Fisicoquímica Forense.....	9
	2.1.5.10 Sustancias Controladas.....	9
	2.1.5.11 Lofoscopia Forense	10
	2.1.5.12 Serología y Genética Forense	10
	2.2 Serología Forense	10
	2.2.1 Pruebas Serológicas Forenses	11
	2.2.1.1 Análisis de Sangre.....	12

2.2.1.1.1	Fenolftaleína	13
2.2.1.1.2	ABAcad® HemaTrace®	14
2.2.1.2	Análisis de Semen	17
2.2.1.2.1	Brentamina	18
2.2.1.2.2	ABAcad® p30.....	19
2.2.1.2.3	Tinción de Árbol de Navidad.....	20
2.2.1.3	Análisis de Saliva.....	21
2.2.1.3.1	SALigAE®	21
III.	OBJETIVOS.....	23
3.1	General	23
3.2	Específicos	23
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	24
V.	RESULTADOS	27
VI.	DISCUSIÓN Y ANÁLISIS	33
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
VIII.	ANEXOS	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019.....	27
Tabla 2. Frecuencia de los análisis realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019.....	31
Tabla 3. Análisis de mayor frecuencia realizado por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019.....	32

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Análisis de sangre realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019.	28
Gráfica 2. Análisis de semen realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019.	29
Gráfica 3. Análisis de saliva realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019.	30
Gráfica 4. Frecuencia de los análisis realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019.....	31
Gráfica 5. Análisis de mayor frecuencia realizado por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019.....	32

RESUMEN

Actualmente no hay investigación que presente un panorama general de los análisis realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- para determinar la presencia de fluidos corporales.

Se realizó un estudio retrospectivo de corte transversal descriptivo, cuyo objetivo principal fue establecer la frecuencia de los análisis realizados para determinar la presencia de sangre, semen y saliva por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019. Se elaboró una base de datos con el programa Excel de Microsoft Office, seguidamente para el análisis estadístico de los datos se utilizaron los programas Excel, RStudio y SPSS.

Se obtuvo que la frecuencia de los análisis de sangre realizados por el Área de Serología fue de 4,252 (36.25%) año 2016; 5,085 (41.13%) año 2017; 5,313 (40.00%) año 2018 y 5,996 (38.10%) año 2019. Mientras que, la frecuencia de los análisis de semen fue de 6,470 (55.16%) año 2016; de 6,509 (52.64%) año 2017; de 6,770 (50.90%) año 2018 y de 8,111 (51.50%) año 2019. Y la frecuencia de los análisis de saliva realizados en el año 2016 fue de 1,008 (8.59%); 2017 de 770 (6.23%); 2018 de 1,211 (9.10%) y 2019 de 1,636 (10.40%). Con base a los resultados mencionados se concluyó que la determinación de la presencia de semen el análisis que se realizó con mayor frecuencia durante este período de tiempo.

I. INTRODUCCIÓN

Iniciaremos diciendo que la criminalística “es una ciencia penal auxiliar que mediante la aplicación de sus conocimientos, metodologías y tecnologías, al estudio de las evidencias materiales descubre y verifica científicamente un hecho presuntamente delictuoso y al o a los presuntos autores, aportando las pruebas a los organismos que procuran y administran justicia”.¹

El lugar del suceso o hecho, llamado también escena del crimen, como principal fuente de evidencias físicas, es generalmente el punto de partida de toda investigación policial. Sin embargo, su valor legal depende de la eficiencia con la que estas sean reconocidas, recolectadas e interpretadas, ya que las mismas pueden determinar la identidad de una víctima o un sospechoso, o bien, vincularlas entre sí con la escena del crimen.

Siempre que se comete un delito, ocurre un intercambio de materiales entre el sospechoso, la víctima y la escena del crimen. Dondequiera que se pare, lo que sea que toque, lo que deje detrás, aunque sea inconscientemente, servirá como testigo silencioso contra esa persona. Los rastros de fluidos corporales recuperados en la escena del crimen se encuentran entre los tipos de evidencia más importantes para los investigadores forenses, y ha sido, probablemente, uno de los temas más estudiados en criminalística, ya que en él se basan la mayor parte de las pruebas científicas.²

En la criminalística de laboratorio se trata de analizar científicamente los indicios de modo que se puedan extraer de ellos las evidencias que permitan clarificar lo sucedido. La biología forense es la aplicación de este conocimiento científico a cualquier contexto legal. La serología forense por su parte se ocupa de la identificación y caracterización de la sangre, semen, saliva y demás fluidos

corporales, usualmente detectables en forma de manchas y a manera de evidencia física.

Las manchas de fluidos corporales que se encuentran sean de la víctima o del sospechoso se convierten en indicios orientadores muy importantes. Como primera medida es necesario saber la procedencia exacta de la mancha, es decir, si es sangre, semen, saliva, entre otras. Luego, existe la posibilidad de encontrar material celular en buen estado para realizar pruebas de identificación mediante el perfil genético obtenido por las pruebas de ADN. El método general es el siguiente: se utiliza una enzima o compuesto químico que reaccione con el material de la muestra, de modo que la reacción resultante pueda ser observada, bien mediante un reactivo que cambie de color ante la presencia de la sustancia, la emisión de luz o la conversión en otro compuesto.³ Estos análisis son fundamentales para que -contando con el panorama investigativo del caso- se establezca comunicación y se coordinen análisis posteriores.²

El Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- se crea, como una institución auxiliar de la administración de justicia, con autonomía funcional, personalidad jurídica y patrimonio propio. Tiene como finalidad principal la prestación del servicio de investigación científica de forma independiente, emitiendo dictámenes técnicos científicos.

Dentro del Departamento Técnico Científico de dicho instituto se encuentran los Laboratorios de Criminalística a los que pertenece el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética, que realiza una serie de análisis bioquímicos para determinar, en casos de agresiones sexuales o casos en que se da lucha entre agresor y víctima, la presencia de fluidos corporales (sangre, semen y saliva). Esta área traza la ruta de secuencia analítica para el traslado del caso al Área de Genética cuando existan elementos de comparación que permitan relacionar escena-sospechoso-víctima.

Por lo anterior, esta investigación pretende aportar a la sociedad guatemalteca una fuente de información que establece la frecuencia de los análisis para determinar la presencia de sangre, semen y saliva realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019; permitiendo de esta manera dar a conocer la participación que esta parte de la biología tiene en la criminalística de laboratorio, llegando a ser la frecuencia de estos análisis un indicador de cómo los requerimientos para la realización de análisis serológicos forenses se mantienen año con año; con la finalidad de buscar el esclarecimiento de distintos hechos delictivos a nivel nacional.

II. ANTECEDENTES

Durante los últimos años de funcionamiento del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF-, se ha logrado avanzar en la solución de alguna de la problemática que impulsó su creación, sin embargo, es evidente que las necesidades del sistema de justicia en cuanto al desarrollo de la prueba técnico-científica siguen vigentes y el porcentaje de solicitudes de peritajes forenses ha ido en aumento.⁴ Hasta la fecha no hay ninguna investigación que presente un panorama general de los análisis realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- para determinar la presencia de fluidos corporales (sangre, semen y saliva).

2.1 Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala (INACIF)

El Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- se describe como una institución con autonomía funcional e independiente que surge como consecuencia de la necesidad de unificar y fortalecer los servicios periciales forenses en Guatemala, mediante el desarrollo científico del trabajo que realiza como institución autónoma, garantizando la imparcialidad y confiabilidad de la investigación técnica científica, contribuyendo así al sistema de justicia (Anexo 1).⁵

2.1.1 Historia

El Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- es creado con el Decreto 32-2006 del Congreso de la República de Guatemala del ocho de septiembre de dos mil seis, como resultado de la necesidad de contar con medios de prueba válidos y fehacientes en los procesos judiciales. Cuenta con la cooperación de expertos y peritos en ciencias forenses que aplican los avances tecnológicos, metodológicos y científicos de la medicina legal y criminalística, como elementos esenciales en la investigación criminal y de cualquier otra naturaleza.⁵

El INACIF inicia sus funciones el día 19 de julio de 2007, y nace como institución auxiliar de la administración de justicia, con autonomía funcional, personalidad jurídica, patrimonio propio y con toda la responsabilidad en materia de peritajes técnico-científicos.⁵

2.1.2 Aspecto Legal

El Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala, que podrá denominarse INACIF, es una institución auxiliar de la administración de justicia, con autonomía funcional, personalidad jurídica y patrimonio propio. Tiene competencia a nivel nacional y la responsabilidad en materia de peritajes técnicos científicos de conformidad con la presente Ley. Anualmente tendrá una partida en el Presupuesto General de Ingresos y Egresos del Estado y sus recursos los administrará de manera autónoma en función a sus propios requerimientos.⁵

El INACIF es una institución con autonomía funcional e independiente que surge como consecuencia de la necesidad de unificar y fortalecer los servicios periciales forenses en Guatemala, mediante el desarrollo científico del trabajo que realiza como institución autónoma, garantizando la imparcialidad y confiabilidad de la investigación técnica científica, contribuyendo así al sistema de justicia. Tiene como finalidad principal la prestación del servicio de investigación científica de forma independiente emitiendo dictámenes técnicos científicos que doten a la función jurisdiccional, con medios de prueba válidos y fehacientes en los procesos judiciales. Presta sus servicios a requerimiento de jueces y fiscales, INACIF no actúa de oficio.⁵

El Consejo Directivo del INACIF está integrado por el Presidente de la Corte Suprema de Justicia, el Ministro de Gobernación, el Fiscal General de la República, el Director del Instituto de la Defensa Pública Penal, el Presidente de la Junta Directiva del Colegio de Médicos y Cirujanos de Guatemala, el

Presidente de la Junta Directiva del Colegio de Químicos y Farmacéuticos de Guatemala y el Presidente del Colegio de Abogados y Notarios de Guatemala.⁵

2.1.3 Misión y Visión

La misión del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala es ser la institución responsable de brindar servicios de investigación científica forense fundamentada en la ciencia y el arte, emitiendo dictámenes periciales útiles al sistema de justicia, mediante estudios médico legales y análisis técnico científicos, apegados a la objetividad y transparencia.⁵

Su visión es ser una institución referente a nivel nacional e internacional, por su recurso humano competente, capacidad tecnológica, buenas prácticas forenses, calidad y transparencia en la gestión institucional y respeto a la dignidad humana.⁵

2.1.4 Política de la Calidad

El Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala es la institución responsable de brindar servicios de investigación científica forense fundamentada en la ciencia y el arte, emitiendo dictámenes periciales útiles al sistema de justicia, mediante estudios medicolegales y análisis técnico científicos apegados a la objetividad y transparencia. Con el fin de convertirse en una institución referente a nivel nacional e internacional, por su recurso humano competente, capacidad tecnológica, buenas prácticas forenses, calidad y transparencia en la gestión institucional y respeto a la dignidad humana, promueve un sistema de gestión de calidad que busca garantizar la prestación de sus servicios de manera confiable e imparcial, a través de la implementación de procedimientos validados y con un tiempo de respuesta adecuado.⁵

La Dirección General y todo el personal del INACIF están comprometidos a mejorar continuamente, a través del cumplimiento de las políticas, objetivos, procedimientos y la buena práctica profesional. La Dirección General, como máxima autoridad administrativa de la institución, velará para que los documentos necesarios dentro del sistema de gestión de calidad sean aprobados e implementados para la obtención de la acreditación de las normas aplicables.⁵

2.1.5 *Servicios*

2.1.5.1 *Clínica Forense*

Efectúa pericias relacionadas con evaluaciones médicas a persona vivas. Dictamina sobre lesiones personales: determina mediante examen médico el daño que un agresor ocasiona a la integridad personal de un individuo (lesiones). Evalúa si una persona pudo haber sido víctima de una agresión sexual. Determina lesiones personales en cavidad oral y en muchos casos la imputabilidad del sospechoso o las secuelas dejadas por agresión sufridas por la víctima o estado del individuo al agredir.⁵

2.1.5.2 *Tanatología Forense*

Realiza necropsias medicolegales para establecer la causa de la muerte y recolectar indicios que orienten al investigador, así como individualizar a la persona. Efectúa necropsias medicolegales a cadáveres exhumados por orden de autoridad competente. Realiza estudios de células y tejidos para determinar la presencia o desarrollo de procesos patológicos que pudieran haber incidido en casos cuyo contexto debe ser aclarado desde la perspectiva médico legal. Realiza análisis e interpretación de restos óseos con fines de identificación; restauración y reconstrucción cráneo facial. Realiza análisis arqueológicos de restos para determinar edad y dictamina sobre la edad cronológica e identifica a personas fallecidas mediante cotejo de su dentadura con la ficha dental.⁵

2.1.5.3 *Acústica Forense*

En el Laboratorio de Acústica del INACIF se realizan peritajes de análisis de voz con el objeto de establecer si las muestras objeto de análisis son aptas o no, para un estudio comparativo (cotejo de voz), para concluir la correspondencia o exclusión entre las características de la voz, utilizando para ello, métodos y técnicas cualitativas y cuantitativas validados en el ámbito forense internacional; siendo así, una herramienta trascendental en la investigación criminal.⁵

2.1.5.4 *Identificación de Vehículos*

Los vehículos son uno de los aspectos que nutre el crimen organizado; la sección está en la capacidad de determinar alteraciones en los automotores, establecer con ello la individualización de vehículos y dar aportes contundentes para establecer si los mismos han sido alterados.⁵

2.1.5.5 *Informática Forense*

Es una disciplina auxiliar de la justicia moderna, que mediante las técnicas de adquisición, preservación, obtención y presentación de datos que han sido procesados y almacenados en medios electrónicos, como discos duros, memorias USB, tarjetas de memoria, teléfonos inteligentes, entre otros, son aceptados dentro de un proceso legal. Se encarga de la localización, restauración y extracción de evidencia digital, como archivos ocultos, archivos borrados o eliminados, fragmentos de texto, correos electrónicos, mensajería instantánea, conexiones wifi e historial de navegación.⁵

2.1.5.6 *Documentoscopía Forense*

Es la encargada de realizar pericias a efecto de determinar alteraciones de documentos u cotejo de grafías y firmas. Puede determinar alteraciones en escrituras, protocolos, licencias, pasaporte, papel moneda entre otros muchos, sin incluir la capacidad con que se cuenta de determinar si algún texto fue o no escrito por la persona de la que se sospecha o si una firma fue o no elaborada

por la persona a quien se le adjudica. Su aporte es de alta incidencia en casos de impacto.⁵

2.1.5.7 Balística Forense

Es la encargada de realizar peritajes propios de balística comparativa e identificativa, específicamente coteja los indicios ubicados en escena o en el cuerpo de la víctima con elementos indubitados generados por el arma sospechosa. Puede llegar a determinar con certeza si fueron o no disparados por el artefacto, generando con ello aportes de mucha implicación en investigaciones criminales.⁵

2.1.5.8 Toxicología Forense

Encargada de realizar análisis sobre fluidos tomados de personas vivas o cadáveres, con el fin de determinar presencia de sustancias que pudieran causar daños o la muerte, normalmente la búsqueda de las sustancias enfoca drogas de abuso y alcohol.⁵

2.1.5.9 Fisicoquímica Forense

Esta sección maneja las trazas, -entendiendo como trazas elementos que por la lucha víctima sospechoso generan transferencias-, su aporte puede llegar a ser altísimo siempre quedando sujeta a los aportes que en materia de elementos indubitados del ente investigador.⁵

2.1.5.10 Sustancias Controladas

Las drogas ilícitas y los precursores son uno de los elementos claves a controlar para poder lograr la paz social. Desde este contexto esta sección genera aportes de alta valía al analizar los materiales cuyo modelo de tráfico es compatible con drogas como la cocaína, heroína, éxtasis entre otras muchas.⁵

2.1.5.11 Lofoscopia Forense

Esta sección puede con certeza llegar a identificar plenamente a la persona que dejó huella en un objeto que pudiera ser el elemento esencial para la investigación de un hecho. Es además la responsable de cotejar las impresiones obtenidas de los dedos de personas fallecidas que no han sido identificadas, con ello de manera rápida y totalmente confiable se determina su identidad, al comparar con las bases de datos civiles, municipales o criminales del país.⁵

2.1.5.12 Serología y Genética Forense

Laboratorio de altísimo impacto en la investigación, ya que realiza una serie de análisis bioquímicos para determinar en caso de agresiones sexuales o casos en que se da lucha entre agresor y víctima la presencia de fluidos además lleva a cabo análisis de ADN sobre fluidos identificados y en los cuales existe elementos de comparación. La virtud de los fluidos al igual que la dactiloscopia es la enorme capacidad individualizante de sus resultados.⁵

2.2 Serología Forense

La serología forense es la detección e identificación, por medio de protocolos y técnicas científicamente aceptados, de tejidos corporales; ya sea en forma nativa o como manchas o residuos que quedan en una escena.⁶ La identificación de algún material biológico es el primer paso que se realiza antes de las pruebas de ADN.⁷ Esto incluye la identificación de fluidos biológicos como sangre, saliva y semen; las cuales se consideran como las manchas primarias de interés forense⁸.

El proceso de detección e identificación comienza con un examen físico de los indicios y continúa con una prueba presuntiva como una evaluación o examen preliminar para indicar si los fluidos biológicos, como sangre, saliva o semen, están presentes. Por último se realiza una prueba confirmatoria para verificar los resultados de la primera prueba.^{6,8}

2.2.1 Pruebas Serológicas Forenses

Las pruebas serológicas deben ser simples, económicas seguras y fáciles de utilizar.⁹ Deben usar una pequeña cantidad de material y no tener ningún efecto adverso en las pruebas de ADN que se puedan realizar posteriormente en el material probatorio.¹⁰ Además de ayudar a localizar el material apropiado para el análisis de ADN, la caracterización de manchas puede en algunos casos proporcionar un valor probatorio a un caso; por ejemplo, semen en un hisopado vaginal de una víctima como evidencia de una agresión sexual.⁸

Las pruebas serológicas son pruebas cualitativas que determinan la presencia de una sustancia o clase de sustancias, pero no indican la cantidad del material o su calidad general para su uso en un análisis posterior. Por ejemplo, una prueba serológica de sangre solamente verificará la presencia de sangre, pero no la cantidad o calidad del ADN contenido en la mancha. En este Laboratorio de Serología, los atributos químicos o inmunológicos de los materiales serológicos se utilizan para evaluar la presencia o ausencia y el tipo de material biológico en los indicios.^{11,12}

Las pruebas serológicas pueden evaluar la presencia de material biológico empleando reacciones de antígeno-anticuerpo.¹² Los principales proveedores de pruebas serológicas forenses han sido Abacus Diagnostics (West Hills, California) y Seratec (Goettingen, Alemania). Sus pruebas de diagnóstico *in vitro*, que son muy similares a las pruebas de embarazo caseras, implican la aplicación de una pequeña alícuota de una muestra a un cartucho con una membrana que contiene anticuerpos específicos. La presencia de las moléculas apropiadas; por ejemplo, hemoglobina en un análisis de sangre, en esta prueba inmunocromatográfica de tira se detectará como una línea de color. Los estándares internos se ejecutan para verificar que la prueba funciona correctamente.⁸

Independent Forensics (Hillside, Illinois) ha lanzado pruebas de tira de flujo lateral para detectar la presencia de sangre, saliva, semen y orina a partir de evidencia forense. Las pruebas Rapid Stain Identification Series (RSID, por sus siglas en inglés) pueden detectar sangre, semen, saliva y orina.^{8,13} Estas pruebas usan marcadores diferentes de los comúnmente utilizados en las pruebas de tira de flujo lateral; es decir, no usa hemoglobina, PSA/p30, urea o actividad enzimática para la detección de sangre, semen, orina o saliva; respectivamente.⁸

Edwin Jones, en su revisión de los métodos para identificar semen y otros fluidos corporales, señala que la forma más rápida de localizar una mancha de líquido corporal es mediante un examen visual.¹⁴ Las manchas secas de semen, así como las manchas de saliva, orina y fluidos vaginales contienen sustancias que, cuando se irradian con una lámpara UV de mano o un láser de argón, pueden fluorescer o emitir luz, en la región de luz visible. Una fuente de luz de alta intensidad con filtros de excitación y emisión apropiados se conoce como una fuente de luz alternativa (ALS, por sus siglas en inglés). ALS es una herramienta de detección efectiva en el examen inicial de evidencia forense.¹⁵

2.2.1.1 Análisis de Sangre

La sangre está compuesta de plasma líquido y suero. El plasma líquido contiene proteínas como hemoglobina, fibrinógeno, albúmina e inmunoglobulinas, y electrolitos, yodo, sulfato y glucosa, y otros azúcares. El suero está compuesto de glóbulos rojos (eritrocitos), glóbulos blancos (leucocitos) y plaquetas (trombocitos).¹² La mayoría de las pruebas presuntivas de sangre se centran en detectar la presencia de moléculas de hemoglobina, que se encuentran en los glóbulos rojos y se utilizan para el transporte de oxígeno y dióxido de carbono.⁸

2.2.1.1.1 Fenolftaleína

La reacción de la prueba de la fenolftaleína para la identificación de sangre fue descrita por primera vez por Kastle y Scheede, y posteriormente por Meyer; por lo que también se conoce como la prueba de Kastle-Meyer. Fue introducida en el campo de la Medicina Legal por Balthazard y Lambert.^{7,16}

La fenolftaleína, un miembro de una clase de indicadores y colorantes, que se usa en valoraciones de minerales y ácidos orgánicos; así como, la mayoría de los álcalis. En el año de 1901, Kastle y su colega publicaron un estudio en el que presentó los resultados de una reacción en la que la fenolftaleína, la forma reducida incolora de la fenolftaleína, es catalizada por el grupo hemo con peróxido de hidrógeno como oxidante (Figura 1). El derivado oxidado es fenolftaleína, que aparece rosado en condiciones alcalinas (Figura 2).^{6,7}

Castelló (1997), en su tesis doctoral indica que para realizar la prueba de la fenolftaleína hay que tomar en cuenta estas precauciones: (1) la temperatura debe ser menor de 30 °C, porque a temperaturas superiores, el reactivo se oxida aunque no haya sangre, y (2) se debe controlar el pH de la muestra, y solamente se considera un resultado positivo, si el viraje se produce inmediatamente (1 a 5 segundos).¹⁶

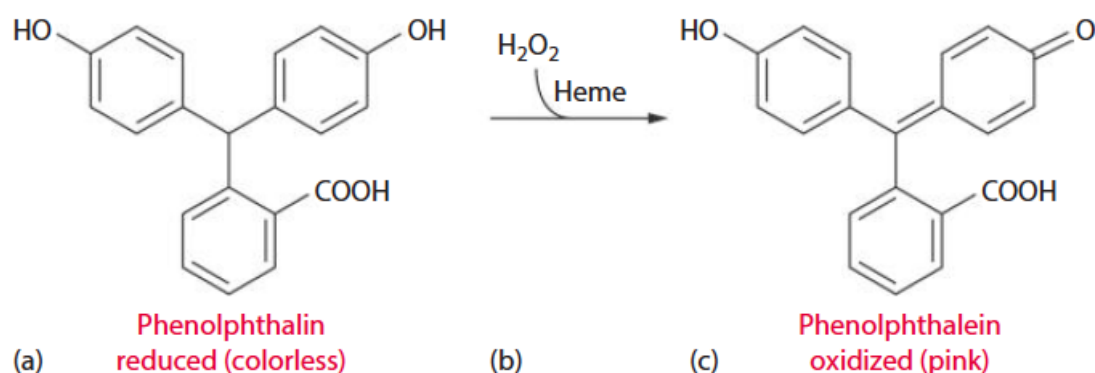


Figura 1. Reacción química de la prueba de la fenolftaleína.⁷

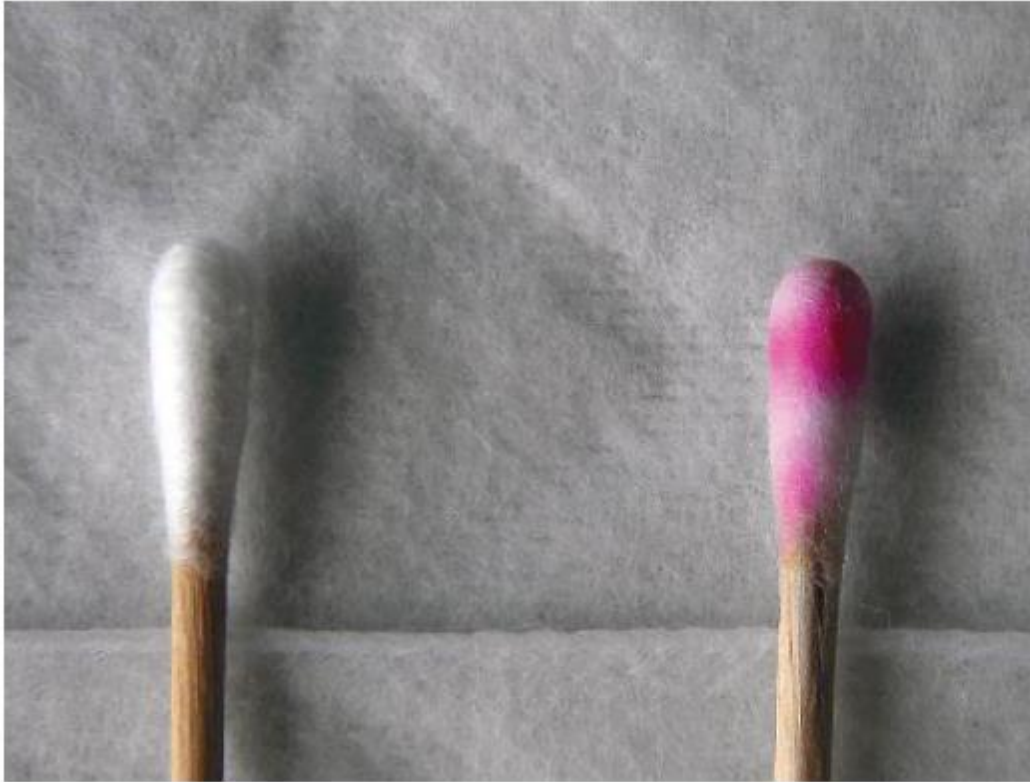


Figura 2. Fotografía de los resultados de la prueba de la fenolftaleína. Reacción negativa (izquierda) y positiva (derecha).⁷

2.2.1.1.2 ABACard® HemaTrace®

Se encuentra disponible una prueba inmunocromatográfica simple para la identificación forense de la hemoglobina humana (hHb) conocida como ABACard® HemaTrace®. Esta prueba utiliza las reacciones de antígeno/anticuerpo y los métodos de cromatografía de proteínas, dirigidos a la hemoglobina humana que es específica de los glóbulos rojos. Tiene un rango de pH óptimo de pH 1 a pH 9 y un límite de detección de hemoglobina de 0.05 µg/mL en 10 minutos y muestra especificidad para subtipos de hemoglobina humana (HbA0, HbA2, HbF y HbS), hemoglobina derivada de primates (Anthropoidea) y hurones.^{8,17,18}

El procedimiento de la prueba permite agregar una muestra cuestionada al cartucho (200 μ l), después de su hemólisis con solución tampón. Si la hHb está presente dentro de la mancha de sangre cuestionada, reaccionará con un conjugado de colorante de anticuerpo antihumano Hb monoclonal móvil impregnado en la tira de prueba absorbente (fase estacionaria) formando un complejo de antígeno-anticuerpo móvil. Este complejo antígeno-anticuerpo móvil luego migra (fase móvil) a través de la tira a una ventana de prueba donde se encuentra un anticuerpo antihumano Hb policlonal inmovilizado (Figura 3, Fila 1 y 2). Este anticuerpo inmovilizado captura el complejo móvil antígeno-anticuerpo de manera que se forma un complejo anticuerpo-antígeno-anticuerpo; cuando la concentración de hHb es mayor a 0.05 μ g/mL (Figura 3, Fila 3).

Se forma una línea de precipitación rosada como resultado de la aglomeración en la región de prueba del cartucho (T), del complejo antígeno-anticuerpo conjugado con un colorante rosado. Como control interno positivo, los conjugados anticuerpo-colorante de hHb no pueden unirse al área de prueba del resultado positivo. Por lo que, es capturado por un segundo conjunto de anticuerpos anti-inmunoglobulina (Ig) policlonales inmovilizados, formando una segunda línea de precipitación rosada en la región control del cartucho (C) (Figura 3, Fila 4). Para interpretar los resultados, la presencia de dos bandas de colores, una en el área de prueba (T) y otra en el área de control (C), indica un resultado positivo, mientras que la visualización de solo una banda en el área de control indica un resultado negativo.^{19,20}

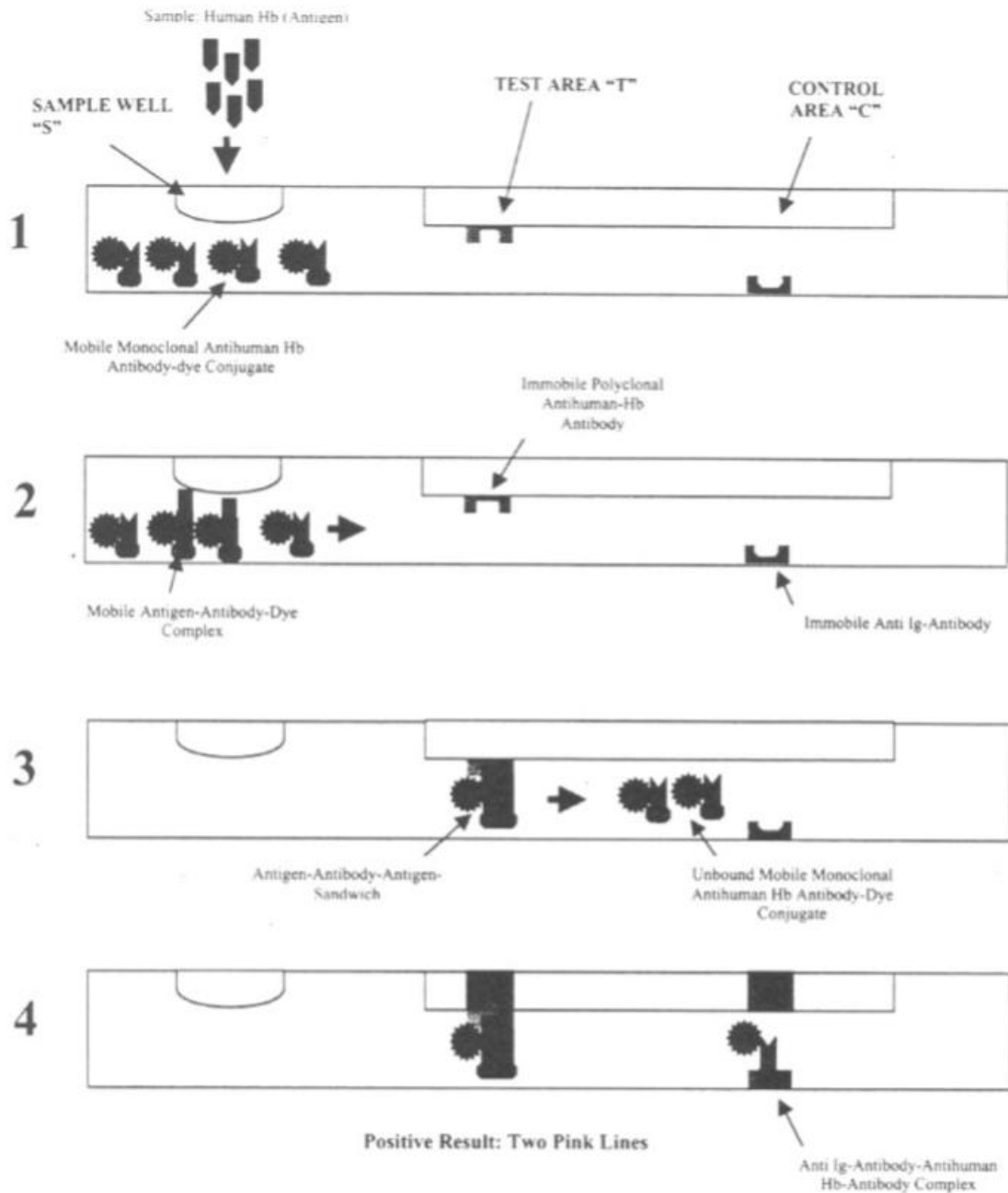


Figura 3. ABAcard® HemaTrace®. El complejo de antígeno (hHb)-anticuerpo-colorante móvil se une al anticuerpo policlonal inmóvil en la zona de prueba. El complejo anticuerpo-colorante no unido se une al anticuerpo inmóvil anti-Ig en el área control. Esto da como resultado la formación de dos bandas rosadas indicativas de un resultado positivo.¹⁹

2.2.1.2 *Análisis de Semen*

El semen es un fluido compuesto por fosfatasa ácida, antígeno prostático específico, ácido cítrico, inositol, calcio, zinc, magnesio, fructosa, ácido ascórbico y prostaglandinas. Además, contiene L-carnitina, fructosa, alfa-glucosidasa neutra, colina, espermina, seminogelina, urea, ácido ascórbico, inmunoglobulinas, espermatozoides, glucolíticos, ácido láctico, entre otros metabolitos. La albúmina constituye aproximadamente un tercio del contenido proteico del semen y el contenido de aminoácidos es mayor que el del plasma.¹²

Una eyaculación típica libera de 2 a 5 mL de semen, que contiene líquido seminal y células espermáticas o espermatozoides. Un conteo normal de espermias varía de 10^7 a 10^8 espermatozoides por mililitro de semen. El líquido de la vesícula seminal representa aproximadamente el 60% de la eyaculación. El epidídimo y las secreciones bulbo uretrales representan aproximadamente el 5% de la eyaculación. Las secreciones de líquido prostático representan aproximadamente el 30% de la eyaculación; esta porción de semen contiene altas concentraciones de fosfatasa ácida (AP, por sus siglas en inglés) y antígeno prostático específico (PSA, por sus siglas en inglés). Ambos son marcadores útiles para la identificación de semen en los laboratorios forenses.^{7,8}

Una vasectomía es la extirpación quirúrgica de un segmento bilateral del conducto deferente. La cirugía evita que los espermatozoides alcancen las porciones distales del tracto reproductor masculino. Sin embargo, un hombre con vasectomía aún puede producir eyaculación, el cual contendrá sólo líquido vesical seminal, prostático y bulbo uretral. Por otro lado, la condición por la cual los hombres tienen anormalmente el recuento bajo de espermias se conoce como oligospermia. Mientras que, la azoospermia es una afección que hace que los hombres no produzcan espermatozoides. Sin embargo, la secreción de líquido seminal no se ve afectada en hombres que tienen estas condiciones. El ADN derivado de las células epiteliales puede aislarse de los fluidos seminales de estos individuos.⁸

2.2.1.2.1 Brentamina

En 1935, Kutscher y Wolbergs descubrieron que el semen humano contiene niveles altos de fosfatasa ácida (AP, por sus siglas en inglés) en comparación con otros fluidos corporales y tejidos vegetales.¹⁷ La fosfatasa ácida, es una enzima secretada por la glándula prostática en el líquido seminal, esta no depende de la presencia de espermatozoides.^{11,21} Se encuentra en concentraciones hasta 400 veces mayores en semen que en otros fluidos corporales.¹¹ Utilizando una reacción química, la AP cataliza en medio ácido la hidrólisis del alfa-naftilfosfato para producir alfa-naftol que se combina con una sal de diazonio conocida como Brentamina, formando un compuesto de color púrpura.^{22,23}

En el caso de prendas se utiliza la técnica de mapeo; una posible mancha de semen es presionada con un papel filtro humedecido sobre la superficie, para transferir una fracción del líquido seminal al papel; al ser la AP soluble en agua. Posteriormente, se le coloca directamente al papel filtro el reactivo. Si se desarrolla una coloración púrpura dentro de un minuto, la prueba se considera positiva (Figura 4). La intensidad del color púrpura dependerá de la actividad de la enzima, que puede verse afectada negativamente por la edad de la mancha y las condiciones de almacenamiento.^{7,22,23}

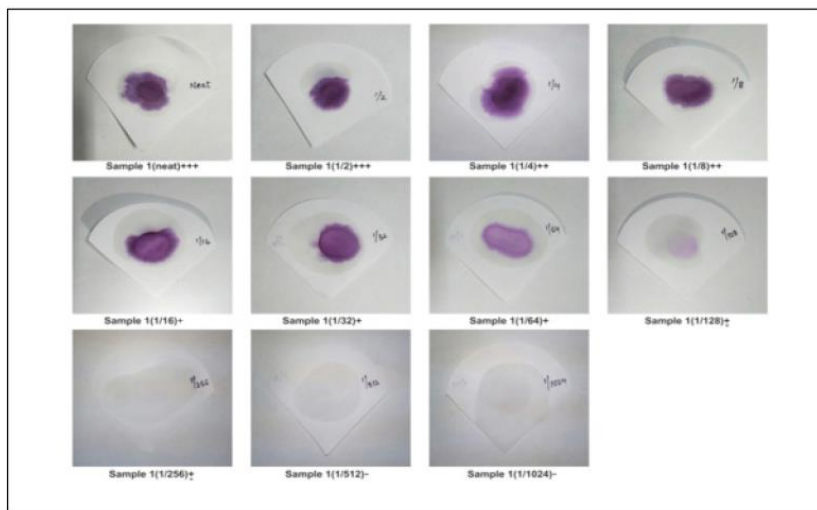


Figura 4. Prueba de brentamina. Reacciones detectadas en una muestra de semen después de diluciones seriadas.²³

2.2.1.2.2 *ABAcad® p30*

El antígeno prostático específico se descubrió en la década de 1970 y demostró tener un valor forense con la identidad de una proteína llamada p30 debido a su aparente peso molecular de 30,000 dalton. Inicialmente se pensó que la p30 era exclusiva del líquido seminal, aunque se han encontrado niveles más bajos en la leche materna y otros líquidos. La concentración de la p30 en el fluido seminal varía de aproximadamente 300 ng/mL a 4200 ng/mL. Abacus Diagnostics comercializa un kit de prueba conocido como *ABAcad® p30* que se utiliza para la identificación forense de manchas de fluido seminal.^{8,9}

En esta prueba, se añaden 200 µl de muestra al pocillo de muestra (S). Si la p30 está presente en la muestra de fluido seminal, reacciona con el anticuerpo monoclonal antihumano p30 móvil y se forma un complejo de antígeno-anticuerpo móvil. Este complejo antígeno-anticuerpo móvil migra a través del dispositivo absorbente hacia el área de prueba (T). En el área de prueba, se inmoviliza un anticuerpo monoclonal antihumano p30. Este anticuerpo inmovilizado captura el complejo anterior para que se forme un emparedado anticuerpo-antígeno-anticuerpo. Las partículas de colorante rosa conjugado se concentran en una zona estrecha en la membrana. Cuando la concentración de p30 en la muestra excede los 4 ng/mL, las partículas de colorante rosa formarán una banda de color rosa en el área de prueba que indica un resultado positivo. Como control positivo interno, los conjugados de tinte de anticuerpo p30 no pueden unirse al anticuerpo presente en el área de prueba, pero son capturados por un anticuerpo anti-inmunoglobulina inmovilizado presente en el área de control formando un complejo. Las partículas de tinte rosado de captura formarán una banda en el área de control, lo que indica que las pruebas han funcionado correctamente y se han seguido los procedimientos adecuados. Por lo tanto, la presencia de dos líneas de color, una en el área de prueba y otra en el área de control, indica un resultado positivo, mientras que una línea solo en el área de control indicara un resultado negativo (Figura 5).²⁴

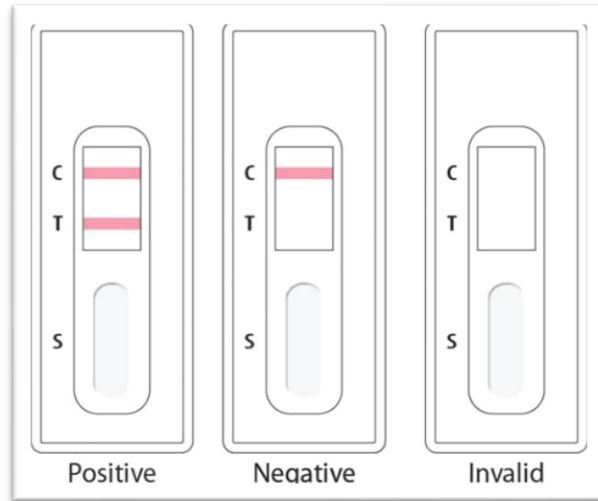


Figura 5. ABACard® p30®. Resultado positivo, negativo e inválido de la prueba.²⁴

2.2.1.2.3 Tinción de *Árbol de Navidad*

Para la tinción se realiza un frotis, colocando una porción de las células recuperadas en una lámina portaobjetos y se fija con calor. Las células inmovilizadas se tiñen con los colorantes rojo rápido nuclear y picro índigo carmín. La lámina portaobjetos teñida se examina bajo un microscopio óptico para detectar la presencia de espermatozoides. La tinción de “Árbol de Navidad” marcará la cabeza del espermatozoide de color rojo y el acrosoma de color rosado debido a la acción del rojo rápido nuclear; cuya función es teñir núcleos de células. La cola del espermatozoide se marcará de color verde debido a la acción del picro índigo carmín, que tiñe citoplasmas.^{9,22,25}



Figura 6. Tinción de *Árbol de Navidad*. Presencia de espermatozoides.²⁶

2.2.1.3 *Análisis de Saliva*

La saliva es una secreción ligeramente alcalina que se produce constantemente por las glándulas salivales y se libera en la boca.²⁷ Consiste en un 99% de agua que contiene una mezcla compleja de proteínas acuosas, células, sales y azúcares. Las proteínas incluyen alfa-amilasa, acuaporinas, peroxidasa, inmunoglobulinas, lisozima, la glicoproteína osteonectina, un ácido proteico rico en prolina y proteínas parcialmente degradadas. También se encuentran en la saliva bacterias, células epiteliales bucales, cistatinas, histatinas de estaterina, glucosa, mucinas o-glucosiladas, cortisol, fosfatos y electrolitos como el tiocianato, sodio, potasio, calcio, magnesio y bicarbonato. Además, contiene urea, amoníaco y péptidos ricos en histidina.¹²

La saliva tiene importancia forense porque se pueden dejar rastros en las marcas de mordida, y a partir de la saliva es posible aislar el ADN. Por lo que, la presencia de las manchas de saliva se puede demostrar mediante la detección de la amilasa.²⁸

2.2.1.3.1 *SALigAE®*

La prueba de saliva SALigAE® de Abacus Diagnostics, es una prueba colorimétrica que se basa en la actividad enzimática de la alfa-amilasa, un compuesto presente en altas concentraciones en la saliva humana.²⁹ Consiste en un vial que contiene una solución que al reaccionar con un extracto, porción de hisopo o mancha que contienen saliva da como resultado la formación de una solución de color amarillo (Figura 7). El resultado debe leerse a los 10 minutos, sin embargo, se pueden ver resultados positivos desde los 30 segundos. Para los resultados negativos, se debe esperar los 10 minutos completos.³⁰ No se han observado falsos negativos utilizando esta prueba, sin embargo, las sustancias coloreadas (por ejemplo, sangre) enmascaran la reacción de cambio de color. Por otro lado, se ha observado resultados falsos positivos con orina, leche materna y heces.²¹



Figura 7. SALigAE®. Reacción negativa (izquierda) y positiva (derecha).³⁰

III. OBJETIVOS

3.1 General

Presentar un panorama general de los análisis realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- para determinar la presencia de fluidos corporales.

3.2 Específicos

3.2.1 Establecer la frecuencia de los análisis de sangre, semen y saliva realizados durante los años 2016 al 2019.

3.2.2 Determinar el análisis de mayor frecuencia realizado durante el período de tiempo estudiado.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Diseño de la Investigación

Tipo de estudio

Estudio retrospectivo de corte transversal descriptivo.

4.2 Población y Muestra

Indicios analizados en el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019, con el objetivo de determinar sangre, semen y/o saliva.

4.3 Criterios de inclusión

Indicios ingresados al Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019, con solicitud de análisis para la determinación de sangre, semen y/o saliva.

4.4 Criterios de exclusión

Indicios ingresados al Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019, que no cuenten con solicitud de análisis para la determinación de sangre, semen y/o saliva.

4.5 Variables

Metodología analítica	Pruebas serológicas empleadas para la detección de sangre.	Detección de sangre (fenolftaleína, ABACard® Hematrace®).	Cualitativa	Nominal	Resultado de las pruebas serológicas realizadas (positivo o negativo).
-----------------------	--	---	-------------	---------	--

Metodología analítica	Pruebas serológicas empleadas para la detección de semen.	Detección de semen (brentamina, ABACard® p30 y tinción de árbol de navidad).	Cualitativa	Nominal	Resultado de las pruebas serológicas realizadas (positivo o negativo).
Metodología analítica	Pruebas serológicas empleadas para la detección de saliva.	Detección de saliva (SALIgAE®).	Cualitativa	Nominal	Resultado de las pruebas serológicas realizadas (positivo o negativo).
Frecuencia	Cantidad de veces que se presenta un suceso en un tiempo definido.	Medición del número de análisis en los cuales se detectó la presencia o ausencia de sangre, semen y/o saliva, de acuerdo con el año.	Cuantitativa	Discreta	Número de análisis.

4.6 Procesamiento y Análisis Estadístico

La información fue solicitada a través de Comunicación Social e Información Pública del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- y analizada con la autorización de Dirección General bajo trámite realizado por Investigación y Desarrollo Científico -IDC-, avalado por un acuerdo de confidencialidad. Se realizó una base de datos con el programa Excel de

Microsoft Office que incluyó los análisis de sangre, semen y saliva realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019. Para el análisis estadístico descriptivo de los datos se utilizaron los programas Excel, RStudio y Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

4.7 Materiales

- Sitio web oficial del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF-.
- Requerimiento a Comunicación Social e Información Pública del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF-.
- Programa Excel de Microsoft Office.
- Programa informático RStudio.
- Programa informático Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

4.8 Aspectos éticos

La presente investigación se realizó con la aprobación y siguiendo los reglamentos y lineamientos establecidos por el Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- según procedimiento PRO-DG-IDC-001 y la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Medicina de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-. Manteniendo en todo momento estricta confidencialidad de la información utilizada según acuerdo.

V. RESULTADOS

Basado en el análisis de datos y la operacionalización de cada una de las variables incluidas en este estudio, se presentan a continuación tres tablas y cinco gráficas, con la finalidad de ejemplificar y ofrecer un panorama general de cada uno de los resultados obtenidos.

Los análisis realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- aumentaron año con año. La Tabla 1 muestra que el 2016 fue el año con menor número de indicios analizados mientras que el 2019 fue el año que presentó el mayor número de indicios analizados.

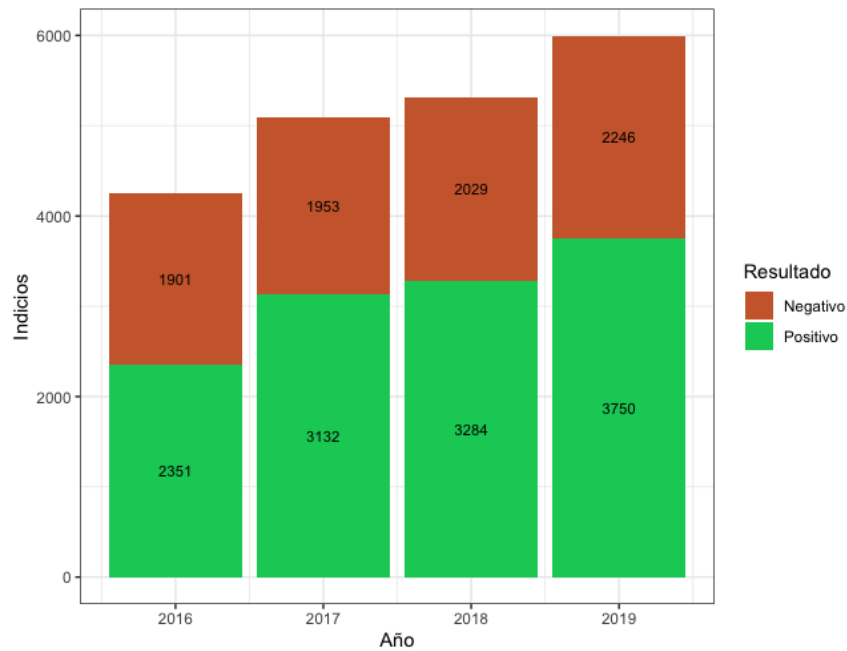
Tabla 1. Análisis realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019.

Análisis	2016			2017			2018			2019		
	Indicios		Subtotal	Indicios		Subtotal	Indicios		Subtotal	Indicios		Subtotal
	Positivo	Negativo		Positivo	Negativo		Positivo	Negativo		Positivo	Negativo	
Sangre	2351	1901	4252	3132	1953	5085	3284	2029	5313	3750	2246	5996
Semen	2368	4102	6470	2828	3681	6509	2424	4346	6770	2501	5610	8111
Saliva	178	830	1008	107	663	770	172	1039	1211	256	1380	1636
TOTAL	4897	6833	11730	6067	6297	12364	5880	7414	13294	6507	9236	15743

Fuente de datos: Archivo de INACIF 2016-2019

En la Gráfica 1 se observa que los análisis de sangre realizados en indicios fueron en aumento, siendo el 2016 el año con menor número de análisis realizados para determinar la presencia de sangre y el año 2019 presentó un mayor número de análisis. Durante los años 2016 al 2019 se obtuvieron más resultados positivos que negativos.

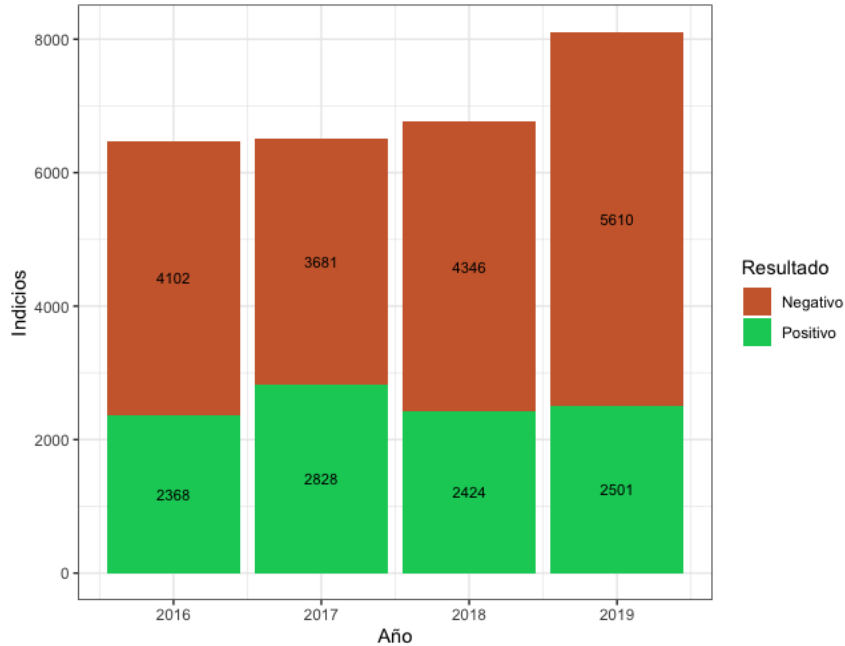
Gráfica 1. Representación gráfica de la frecuencia de los análisis de sangre realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019.



Fuente de datos: Archivo de INACIF 2016-2019

En la Gráfica 2 se observa que los análisis de semen realizados en indicios fueron en aumento, siendo el 2016 el año con menor número de análisis realizados para determinar la presencia de semen y el año 2019 presentó un mayor número de análisis. Durante los años 2016 al 2019 se obtuvieron más resultados negativos que positivos.

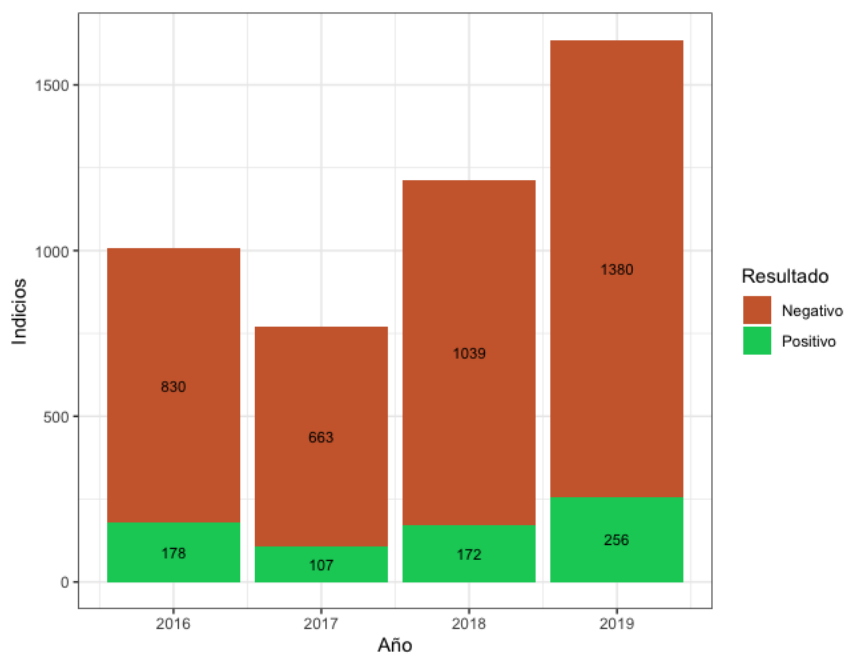
Gráfica 2. Representación gráfica de la frecuencia de los análisis de semen realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019.



Fuente de datos: Archivo de INACIF 2016-2019

En la Gráfica 3 se observa que el 2017 fue el año con menor número de análisis realizados para determinar la presencia de saliva y el año 2019 presentó un mayor número de análisis realizados. Durante los años 2016 al 2019 se obtuvieron más resultados negativos que positivos.

Gráfica 3. Representación gráfica de la frecuencia de los análisis de saliva realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019.



Fuente de datos: Archivo de INACIF 2016-2019

La Tabla 2 muestra que la frecuencia de los análisis de sangre realizados por el Área de Serología fue de 4,252 (36.25%) en el año 2016; 5,085 (41.13%) en el año 2017; 5,313 (40.00%) en el año 2018 y 5,996 (38.10%) en el año 2019. Mientras que, la frecuencia de los análisis de semen fue de 6,470 (55.16%) en el año 2016; de 6,509 (52.64%) en el año 2017; de 6,770 (50.90%) en el año 2018 y de 8,111 (51.50%) en el año 2019. Y la frecuencia de los análisis de saliva realizados en el año 2016 fue de 1,008 (8.59%); en el 2017 de 770 (6.23%); en el 2018 de 1,211 (9.10%) y en el 2019 de 1,636 (10.40%).

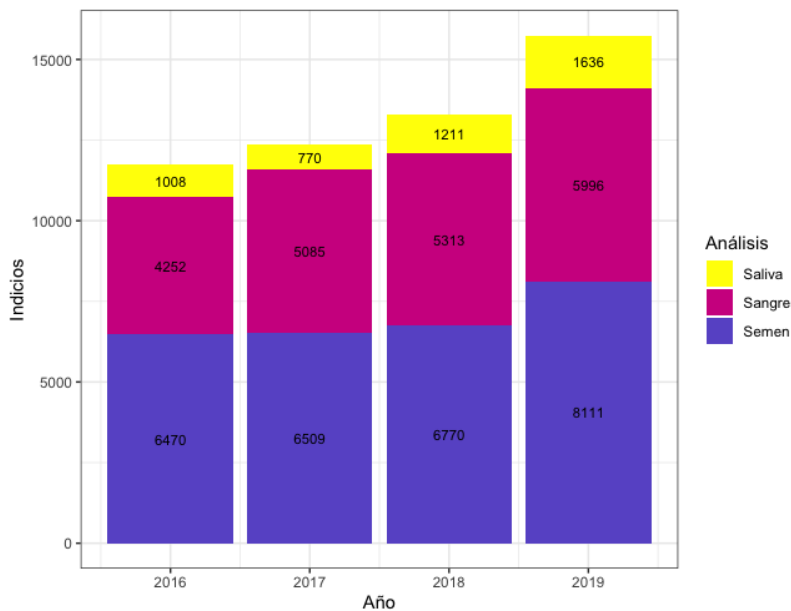
Tabla 2. Frecuencia de los análisis realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019.

Análisis	2016		2017		2018		2019	
	Frecuencia	Porcentaje (%)	Frecuencia	Porcentaje (%)	Frecuencia	Porcentaje (%)	Frecuencia	Porcentaje (%)
Sangre	4252	36.25	5085	41.13	5313	40.00	5996	38.10
Semen	6470	55.16	6509	52.64	6770	50.90	8111	51.50
Saliva	1008	8.59	770	6.23	1211	9.10	1636	10.40
Total	11730	100.00	12364	100.00	13294	100.00	15743	100.00

Fuente de datos: Archivo de INACIF 2016-2019

En la Gráfica 4 se observa que el año 2019 presentó una mayor frecuencia de análisis para determinar la presencia de sangre, semen y saliva en comparación con el año 2016, 2017 y 2018.

Gráfica 4. Representación gráfica de la frecuencia de los análisis realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019.



Fuente de datos: Archivo de INACIF 2016-2019

La Tabla 3 muestra que durante los años 2016 al 2019 la frecuencia del análisis de sangre fue de 20,646 (38.90%); semen 27,860 (52.40%) y saliva 4,625 (8.70%).

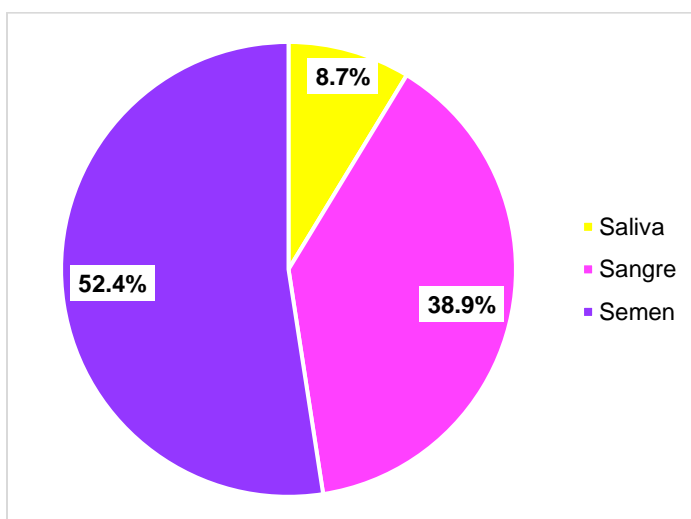
Tabla 3. Análisis de mayor frecuencia realizado por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019.

Análisis	Frecuencia	Porcentaje	Positivo (%)	Negativo (%)
Sangre	20646	38.90	23.60	15.30
Semen	27860	52.40	19.00	33.40
Saliva	4625	8.70	1.30	7.40
Total	53131	100.00	43.90	56.10

Fuente de datos: Archivo de INACIF 2016-2019

En la Gráfica 5 se visualiza que durante los años 2016 al 2019 el análisis que se realizó con mayor frecuencia fue el de semen y el de menor frecuencia fue el de saliva.

Gráfica 5. Representación gráfica de la proporcionalidad de los análisis realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019.



Fuente de datos: Archivo de INACIF 2016-2019

VI. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

El objetivo principal de esta investigación fue establecer la frecuencia de los análisis de sangre, semen y saliva realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019. En la Tabla 1, se muestran los resultados de los indicios analizados para determinar la presencia de sangre, semen y saliva, respectivamente; en el cual se observa que las solicitudes de análisis han ido en aumento año tras año. Según la publicación del Instituto Nacional de Estadística -INE- con datos del Ministerio Público -MP-, en el año 2016 el total de agraviados de ambos sexos en todo el país fue de 529,173; en el 2017 fueron 532,835; en el 2018 fueron 418,881 y en el 2019 fueron 538,785.^{31,32}

En general, lo presentado en la Tabla 1 concuerda con las estadísticas de hechos delictivos presentadas por el Ministerio Público -MP- durante este mismo período, exceptuando el año 2018 en el cual se reporta una disminución de los hechos delictivos; sin embargo, no se ve reflejado en el total de análisis de indicios realizados por el Área de Serología en dicho año, ya que las solicitudes ingresadas al Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética se incrementaron de 9,950 en el 2017 a 10,957 en el 2018.³³ Esto podría deberse a que durante el procesamiento de la escena del crimen, a cargo del Ministerio Público, aumentó el levantamiento y recolección de indicios, y por ende las solicitudes de análisis hacia el Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF-.

Como se indicó anteriormente, los análisis realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética para determinar la presencia de sangre, semen y saliva del año 2016 al 2019 han ido en aumento. En relación con los resultados obtenidos de las pruebas serológicas, para el análisis de sangre (Gráfica 1), se obtuvo un mayor porcentaje de resultados positivos. Mientras que

en el caso de los análisis de semen y saliva realizados durante el mismo período (Gráfica 2 y 3, respectivamente), se obtuvieron mayores porcentajes de resultados negativos que positivos.

El año 2019 presentó una mayor frecuencia de análisis para determinar la presencia de sangre, semen y saliva (Tabla 2 y Gráfica 4). Esto se correlaciona con lo presentado por el Instituto Nacional de Estadística -INE- según datos proporcionados por el Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF-, que indican que las mujeres evaluadas en el área clínica de las sedes periciales a solicitud de autoridad competente, por hechos relacionados a la ley contra el femicidio y otras formas de violencia en contra de la mujer durante el 2016 al 2019 fue: 25,254 en el 2016; 26,580 en el 2017; 27,115 en el 2018 y 28,331 en el 2019.³⁴

La Tabla 3 muestra que durante los años 2016 al 2019 la frecuencia del análisis de sangre fue de 20,646 (38.90%); semen 27,860 (52.40%) y saliva 4,625 (8.70%). Lo anterior, se visualiza en la Gráfica 5 y muestra que durante los años 2016 al 2019 el análisis para determinar la presencia de semen fue el que se realizó con mayor frecuencia y el análisis para determinar la presencia de saliva fue el de menor frecuencia. Lo que coincide con las Estadísticas de Violencia en Contra de la Mujer y Violencia Sexual 2019 presentadas por el Instituto Nacional de Estadística -INE- con datos proporcionados por el Ministerio Público -MP-, en las que indica que las personas agraviadas por las que se interpuso una denuncia ante el Ministerio Público, por sexo durante el año 2016 fue de 238,999 mujeres y 239,690 hombres; en el 2017 fue de 239,165 mujeres y 244,850 hombres; en el 2018 fue de 243,176 mujeres y 245,259 hombres; y por último, en el 2019 fue de 248,177 mujeres y 245,297 hombres.³⁴

En la Tabla 3 también se muestra que durante los años 2016 al 2019 el porcentaje de resultados positivos para análisis de sangre fue del 23.60%, semen 19.00% y saliva 1.30%; mientras que el porcentaje de resultados

negativos para análisis de sangre fue del 15.30%, semen 33.40% y saliva 7.40%. Por lo anterior, se hace necesario resaltar que cada fluido corporal es identificado por medio de diferentes procedimientos. Las circunstancias de cada caso y la naturaleza de los indicios deben orientar a la autoridad competente para determinar qué tipo de fluido podría estar presente y en base a ello realizar la solicitud de análisis pertinente al Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética. Se recomienda efectuar investigaciones que evalúen la frecuencia de resultados positivos y negativos para los análisis de sangre, semen y saliva; siguiendo los reglamentos y lineamientos establecidos por el Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF-.

6.1 Conclusiones

- 6.1.1 La frecuencia de los análisis de sangre realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- fue de 4,252 (36.25%) en el año 2016; 5,085 (41.13%) en el año 2017; 5,313 (40.00%) en el año 2018 y 5,996 (38.10%) en el año 2019.
- 6.1.2 La frecuencia de los análisis de semen realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- fue de 6,470 (55.16%) en el año 2016; de 6,509 (52.64%) en el año 2017; de 6,770 (50.90%) en el año 2018 y de 8,111 (51.50%) en el año 2019.
- 6.1.3 La frecuencia de los análisis de saliva realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- fue de 1,008 (8.59%) en el año 2016; de 770 (6.23%) en el año 2017; de 1,211 (9.10%) en el año 2018 y de 1,636 (10.40%) en el año 2019.

6.1.4 El análisis de mayor frecuencia realizado por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- durante los años 2016 al 2019 fue el análisis para determinar la presencia de semen.

6.2 Recomendaciones

6.2.1 Efectuar investigaciones que comparen los datos obtenidos en el presente estudio, con los años posteriores al mismo. Para que de esta manera se pueda establecer si existe un incremento o disminución en la frecuencia de los análisis de sangre, semen y saliva realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF-.

6.2.2 Efectuar investigaciones que evalúen la frecuencia de resultados positivos y negativos para los análisis de sangre, semen y saliva realizados por el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF-.

6.2.3 Realizar estudios que permitan correlacionar la hipótesis criminal con las solicitudes de análisis para determinar la presencia de sangre, semen y saliva efectuadas por autoridad competente y evaluar su impacto en la investigación del hecho delictivo.

6.2.4 Fortalecer la comunicación estratégica entre el Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- y el Ministerio Público -MP-, con la finalidad de fomentar el conocimiento de los requerimientos y la utilidad de los análisis para determinar la presencia de sangre, semen y saliva.

6.2.5 Determinar el impacto económico que tiene para el Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- el atender solicitudes de análisis en casos específicos que no tengan pertinencia ni relevancia y establecer los mecanismos en cooperación con el Ministerio Público -MP- que permitan eficientizar los recursos de la institución.

6.3 Plan de Acción y/o Aportes

Mostrar los hallazgos de la presente investigación al personal que labora en el Área de Serología del Laboratorio de Serología y Genética del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF-. Así como, publicar esta tesis con la finalidad de dar a conocer a todos los que forman parte del sistema de justicia guatemalteco y población en general, el aporte que esta área de la biología realiza a las ciencias forenses y la relevancia que este tipo de análisis tiene a nivel nacional.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

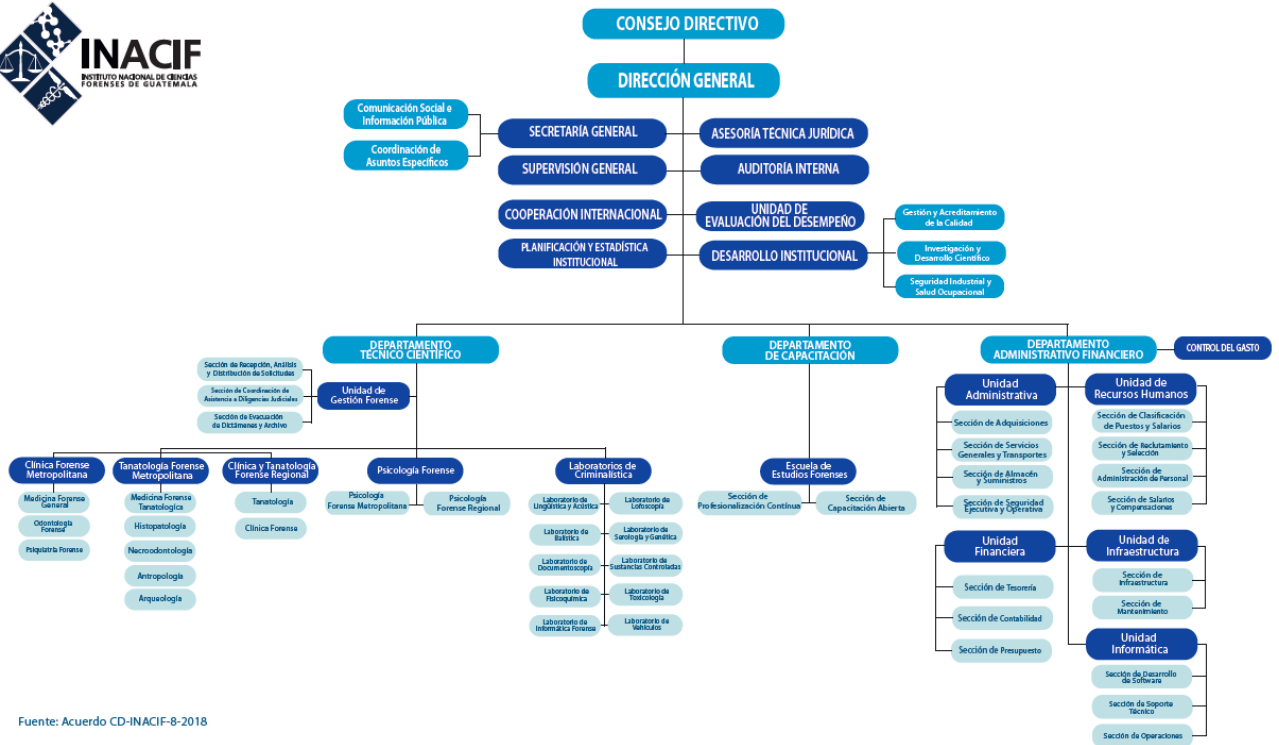
- 1 Montiel Sosa J. *Manual de criminalística*. Ediciones Ciencia y Técnica: México, 1991.
- 2 Virkler K, Lednev IK. Analysis of body fluids for forensic purposes: From laboratory testing to non-destructive rapid confirmatory identification at a crime scene. *Forensic Science International* 2009; **188**: 1–17.
- 3 Morales Trujillo LJ. *Enciclopedia CCI: criminalística, criminología e investigación*. Sigma Editores Ltda.: Bogotá, 2010.
- 4 Fanuel Macbanai García Morales. Informe Anual Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala. Administración MSc. Fanuel Macbanai García Morales. Julio 2018 - Julio 2019. 2019.
- 5 INACIF. Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala. 2018. <https://www.inacif.gob.gt>.
- 6 Tilstone WJ, Savage KA, Clark LA. *Forensic science: an encyclopedia of history, methods, and techniques*. ABC-CLIO: Santa Barbara, Calif, 2006.
- 7 Li R. *Forensic biology*. Second edition. CRC Press, Taylor & Francis Group: Boca Raton, 2015.
- 8 Butler JM. *Advanced topics in forensic DNA typing: methodology*. Elsevier/Academic Press: Waltham, MA, 2012.
- 9 Shaler RC. Modern forensic biology (2nd ed.). In: *Forensic science handbook*. Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ, 2002, pp 525–613.
- 10 Tobe SS, Watson N, Daéid NN. Evaluation of Six Presumptive Tests for Blood, Their Specificity, Sensitivity, and Effect on High Molecular-Weight DNA. *J Forensic Sci* 2007; **52**: 102–109.
- 11 Saferstein R. *Basic laboratory exercises for forensic science*. Person/Prentice Hall: Upper Saddle River, N.J., 2007.
- 12 Elkins KM. *Forensic DNA biology: a laboratory manual*. Academic Press: Oxford, UK; Waltham, MA, 2013.

- 13 Schweers BA, Old J, Boonlayangoor PW, Reich KA. Developmental validation of a novel lateral flow strip test for rapid identification of human blood (Rapid Stain Identification™-Blood). *Forensic Science International: Genetics* 2008; **2**: 243–247.
- 14 Jones EL. The identification of semen and other body fluids (2nd ed.). In: *Forensic science handbook*. Pearson Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ, 2004, pp 329–399.
- 15 Vandenberg N, Oorschot RAH. The Use of PolilightR in the Detection of Seminal Fluid, Saliva, and Bloodstains and Comparison with Conventional Chemical-Based Screening Tests. *J Forensic Sci* 2006; **51**: 361–370.
- 16 Castelló A. *Revisión crítica del diagnóstico de orientación en el estudio de las manchas de sangre: falsos negativos en la prueba de Adler. Una aportación de la Química Legal*. 1997.
- 17 Dutelle AW. *An introduction to crime scene investigation*. Third Edition. Jones & Bartlett Learning: Burlington, MA, 2017.
- 18 Abacus Diagnostics. ABACard® HemaTrace® For The Forensic Identification of Human Blood. For Forensic Use. Immunoassay for the qualitative detection of human blood at crime scenes and in forensic laboratories. 2019.
- 19 Johnston S, Newman J, Frappier R. Validation Study of the Abacus Diagnostics ABACard® HemaTrace® Membrane Test for the Forensic Identification of Human Blood. *Canadian Society of Forensic Science Journal* 2003; **36**: 173–183.
- 20 Reynolds M. The ABACard® HemaTrace® A confirmatory identification of human blood located at crime scenes. *IABPA News* 2004; **20**: 4–10.
- 21 Primorac D, Schanfield MS (eds.). *Forensic DNA applications: an interdisciplinary perspective*. CRC Press, Taylor & Francis Group: Boca Raton, 2014.
- 22 Nouredine M. Forensic Tests for Semen: What you should know. 2011.

- 23 Ajay SR, Priyanka V, Hiren V, Priyanka M. Study on Acid Phosphatase Enzyme Activity in Semen Mixed with Various Body fluids. *Journal of Forensic Sciences and Criminal Investigation* 2019; **11**: 1–8.
- 24 Abacus Diagnostics. ABACard® p30® Test For The Forensic Identification of Semen. For Forensic Use. 2019.
- 25 Allery J-P, Telmon N, Mieusset R, Blanc A, Rougé D. Cytological Detection of Spermatozoa: Comparison of Three Staining Methods. *J Forensic Sci* 2001; **46**: 14970J.
- 26 MacMillan K. Governor's Sexual Assault Kit Working Group. 2016. <https://portal.ct.gov/-/media/Malloy-Archive/Sexual-Assault-Kit-Working-Group/SAKWG-Doc-20160715-Powerpoint-PresentationJuly-15-SAKWG-meeting.pdf?la=en>.
- 27 Gunn A. *Essential forensic biology*. 2nd ed. Wiley - Blackwell: Chichester, West Sussex, 2009.
- 28 Saferstein R. *Criminalistics: an introduction to forensic science*. 12th edition. Pearson Education: NY, NY, 2018.
- 29 Miller D, Hodges JC. Validation of Abacus SALIgAE® Test for the Forensic Identification of Saliva. 2005. http://www.4n6shop.cz/static_pages_files/file/Saliva%20Validation_1.pdf.
- 30 Abacus Diagnostics. SALIgAE® For The Forensic Identification of Saliva. For forensic use. 2017.
- 31 Instituto Nacional de Estadística (INE). Estadísticas de hechos delictivos. Guatemala, 2019. https://www.ine.gob.gt/estadisticasine/index.php/MP_sindicados/index.
- 32 Instituto Nacional de Estadística (INE). Indicadores de hechos delictivos 2018. Guatemala, 2020.
- 33 Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala (INACIF). Consolidado de Solicitudes Anual. Guatemala, 2018. <https://www.inacif.gob.gt/index.php/datos-numericos/informacion-anual>.
- 34 Estadísticas de violencia en contra de la mujer y violencia sexual 2019. Guatemala, 2020.

VIII. ANEXOS

8.1 Organigrama del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF-



Fuente: Acuerdo CD-INACIF-8-2018

8.2 Oficio de Aprobación emitido por el Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF-



*Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala
Investigación y Desarrollo Científico*

Oficio-DI-IDC-004-2021

Guatemala, 22 de febrero del 2021

Licenciado
MANUEL RICARDO RAMOS ALVAREZ
Estudiante de la Maestría de Ciencias Forenses
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Estimado Licenciado:

De manera atenta me dirijo a usted, para emitir constancia de finalización del trabajo de Investigación denominado "ANÁLISIS DE LOS FLUIDOS CORPORALES: SANGRE, SEMEN Y SALIVA EN EL ÁREA DE SEROLOGÍA DEL LABORATORIO DE SEROLOGÍA Y GENÉTICA DEL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS FORENSES DE GUATEMALA-INACIF-", realizado por su persona ya que ha dado cumplimiento a lo establecido en el PRO-DG-IDC-001 "Realización de Investigaciones Científicas en el INACIF".

Nota: Al imprimir su trabajo de investigación final trasladar un ejemplar al Área de Investigación y Desarrollo Científico.

Sin otro particular, me suscribo de usted,

Atentamente,



[Firma]
Doctora Zarina Vanessa Guzmán Castañón
Jefe de Investigación y Desarrollo Científico
Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala
INACIF

[Firma]



Vo.Bo. Ingeniera Verónica de la Roca Rodríguez
Jefe Desarrollo Institucional
Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala
INACIF

C.C. Dirección General

PERMISO DE AUTOR PARA COPIAR TRABAJO

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada **“ANÁLISIS DE LOS FLUIDOS CORPORALES: SANGRE, SEMEN Y SALIVA EN EL ÁREA DE SEROLOGÍA DEL LABORATORIO DE SEROLOGÍA Y GENÉTICA DEL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS FORENSES DE GUATEMALA -INACIF-”** para propósitos de consulta académica. Sin embargo, quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley, cuando sea cualquier otro motivo diferente al que se señala lo que conduzca a su reproducción o comercialización total o parcial.