



División en Ciencias Biológicas y de la Salud.

Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica

Informe con respecto al Servicio Social

Título: DETERMINACIÓN E IDENTIFICACIÓN ANALÍTICA DE
MUESTRAS RECOLECTADAS DE ORIGEN ILÍCITO

Alumno: Matthew Israel Pineda Villar

Matricula: 2193070738

Asesora Interna: Dra. Patricia Martínez Cruz. Número económico: 18488

Asesora Externa: Claudia Korber Soto. Cedula: 1869930

Localidad donde se realiza: Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México;
Coordinación General de Investigación Forense y Servicios Periciales.

Fecha de inicio: 29 de febrero del 2024

Fecha de término: 29 de agosto del 2024

1. INTRODUCCIÓN

La trascendencia de la ciencia en la administración de justicia ha aumentado significativamente en las últimas décadas, impulsada por avances tecnológicos que permiten obtener información más precisa y confiable a partir de las muestras recolectadas en escenas del crimen. La ciencia forense se ha consolidado como una herramienta clave en la resolución de delitos, contribuyendo a fortalecer los sistemas judiciales mediante el uso de técnicas analíticas objetivas y reproducibles (Rodríguez & Pérez, 2022; Sosa, 2017).

En México, el sistema de justicia penal ha evolucionado hacia un modelo acusatorio, donde los juicios orales otorgan un papel central al perito. Este profesional presenta ante el juez los resultados de análisis científicos que pueden sustentar la inocencia o culpabilidad del acusado (Escobar & Oliveira, 2021; Sosa, 2017). En este contexto, el trabajo pericial exige un alto nivel de rigor científico y ético, así como un compromiso con la imparcialidad, la actualización continua y la transparencia metodológica (Escobar & Oliveira, 2021; García-Garduza, 2018).

El avance continuo de la ciencia forense se basa en la aplicación de técnicas innovadoras y procesos sistematizados para el análisis químico y físico de la evidencia. Métodos como la cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas en tándem (LC-MS/MS) han mejorado notablemente la detección de sustancias en matrices biológicas, incrementando la especificidad de los resultados y reduciendo interferencias analíticas (Valero et al., 2023). Estos desarrollos no solo optimizan la labor pericial, sino que también fortalecen la credibilidad del sistema judicial y fomentan la confianza pública en su imparcialidad y eficacia (García-Garduza, 2018).

En este contexto, la Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (FGJCDMX) es un órgano autónomo encargado de investigar y perseguir delitos del fuero común, así como brindar atención a víctimas, participar en labores de prevención y garantizar el acceso a la justicia (Ley Orgánica de la FGJCDMX, art. 2). Como parte de sus funciones, el laboratorio de química forense participa activamente en el análisis de sustancias vinculadas a hechos presuntamente delictivos, contribuyendo a la solidez técnica de las pruebas que se presentan ante la autoridad judicial.

Durante el servicio social realizado en dicho laboratorio, se participó directamente en el análisis químico de muestras relacionadas con posibles delitos, aplicando técnicas validadas y cumpliendo con criterios de calidad. Esta experiencia permitió el desarrollo de competencias técnicas, así como una comprensión integral del papel que la ciencia desempeña en el funcionamiento del sistema judicial.

Este informe tiene como propósito documentar las técnicas químico-analíticas empleadas en el laboratorio de la FGJCDMX. A lo largo del trabajo se describirán los métodos instrumentales utilizados, su fundamento teórico, los procedimientos

aplicados y su impacto en el esclarecimiento de hechos delictivos. Asimismo, se presentará una reflexión sobre el aprendizaje adquirido durante el servicio social, destacando la importancia del trabajo científico colaborativo, la ética profesional y el uso de tecnología de vanguardia para contribuir a una justicia objetiva y basada en evidencia.

2. OBJETIVO GENERAL

- Realizar análisis fisicoquímicos de muestras de origen delictivo en la Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México, con el propósito de contribuir a la identificación de evidencias criminales, apoyando así la labor de investigación y el proceso de impartición de justicia en la sociedad mexicana.

3. OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Desarrollar las técnicas y pruebas para la caracterización, cuantificación y cualificación de muestras de origen delictivo
- Profundizar en el conocimiento y comprensión de las actividades llevadas a cabo en el área de química forense, con el propósito de contribuir de manera efectiva al aclaramiento de actos criminales.
- Identificar y cuantificar el tipo de sustancia en las muestras analizadas para proporcionar información que respalde a la investigación de las autoridades pertinentes.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Identificación de grupos sanguíneos: Sistema ABO y Rh (Hemaglutinación directa).

La prueba para la clasificación sanguínea de rutina se basó en una técnica de hemaglutinación. Se utilizaron reactivos (antisuero A, antisuero B, antisuero D) que contenían anticuerpos específicos para cada antígeno, los cuales se mezclaron con la sangre a clasificar (Arbeláez, C. 2009).

Materiales	Reactivos
<ul style="list-style-type: none">• Placa de vidrio para grupo sanguíneo• Micropipeta• Puntas de micropipeta• Palitos de madera	<ul style="list-style-type: none">• Antisuero A• Antisuero B• Antisuero D (factor R)• Muestra sanguínea

Para realizar la prueba, se colocó una gota de la muestra sanguínea en tres espacios distintos de la placa de vidrio para grupo sanguíneo. Posteriormente, se agregaron dos gotas de un antisuero diferente en cada espacio, identificándolos previamente. Se mezclaron con palitos de madera, los cuales se desecharon

después de usarse una sola vez por espacio. Finalmente, se esperó a que se mostrara la reacción de aglutinación para determinar el tipo de sangre de la muestra.

3.2 Identificación de drogas y sustancias de interés forense por medio de espectroscopia Infrarrojo

La identificación de compuestos mediante espectroscopía infrarroja se basó en la capacidad de las moléculas para absorber radiación en esa región del espectro electromagnético. Cuando la radiación incidió sobre una muestra, esta pudo experimentar fenómenos como absorción, transmisión y reflexión (Perez, C. 2020).

Materiales y Equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none">• Balanza analítica• Bolsas de plástico• Espátula• PerkinElmer (FT-IR/NIR Spectomer)• Selladora de bolsas de plástico• Algodón	<ul style="list-style-type: none">• Etanol• Sustancia de interés a analizar

La muestra de interés fue previamente clasificada como posible estupefaciente o psicotrópico en la cadena de custodia, lo que permitió realizar los análisis cualitativos y cuantitativos. Inicialmente, se elaboró una descripción detallada en el dictamen, comenzando desde el exterior hasta el interior del embalaje en el que fue entregado el indicio. Posteriormente, se efectuó el pesaje bruto recibido, que consistió en registrar el peso total del indicio. Después, se realizó el pesaje neto recibido, es decir, el peso únicamente de la sustancia de interés, eliminando el peso del embalaje. De esta sustancia, se extrajeron 0.2 g para su análisis en espectroscopía infrarroja (IR). El resto fue nuevamente pesado para determinar el peso neto entregado, y se embalaron las porciones correspondientes en bolsas de plástico según su cantidad.

El procedimiento de embalaje consistió en colocar la sustancia restante en una bolsa sellada al calor, la cual fue introducida en una segunda bolsa también sellada, y finalmente en una tercera bolsa que se etiquetó con los datos de la cadena de custodia y una breve descripción del contenido. Esta bolsa final fue sellada con calor. El conjunto fue pesado y registrado como peso bruto entregado, quedando listo para ser entregado a las autoridades correspondientes.

Para el análisis en espectroscopía infrarroja, se utilizaron los 0.2 g recolectados previamente. Se abrió el programa del equipo espectrofotométrico y se realizó un barrido de limpieza inicial. En caso de que la placa de muestreo presentara impurezas, se limpió con etanol utilizando un pedazo de algodón y se esperó a que se evaporara. Una vez limpio, se registraron los datos de la muestra en el sistema, específicamente en el campo "ID de la muestra". Seguidamente, se colocaron los

0.2 g de la muestra sobre la placa de muestreo, aplicando presión con la manija del espectrómetro en un rango del 60 % al 80 %. Se realizó el barrido espectral, obteniendo como resultado el espectro infrarrojo de la sustancia junto con su posible identificación. Estos resultados fueron almacenados digitalmente y registrados. Finalmente, se liberó la presión del equipo, se retiraron los residuos de muestra, y se limpió nuevamente la placa con etanol y algodón, dejando el equipo listo para el siguiente análisis.

3.3 Identificación de cocaína por medio del método preliminar prueba de Scott

La prueba de Scott fue un test preliminar simple, rápido y económico que se utilizó comúnmente para indicar la posible presencia de cocaína en incautaciones de drogas, al generar una coloración azul debido a la reacción del tiocianato de cobalto con los clorhidratos de la cocaína. Esta prueba también produjo resultados positivos para el clorhidrato de ketamina cuando la cantidad fue superior a 1 mg, así como para la lidocaína y el diltiazem cuando la cantidad fue igual o mayor a 5 mg (Mendes, D, et. al. 2022).

Materiales y Equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica • Tubo de ensayo • Matraz aforado de 100 ml • Espátula • Vortex 	<ul style="list-style-type: none"> • Cloruro de cobalto • Tiocianato de amonio • Agua • Ácido Clorhídrico concentrado • Cloroformo • Glicerol

Primero, se preparó la solución de Scott (tiocianato de cobalto) diluyendo 6.8 g de cloruro de cobalto y 4.3 g de tiocianato de amonio en 100 ml de agua en un matraz aforado.

En un tubo de ensayo, se vertió 1 ml de la solución de tiocianato de cobalto y, de la misma forma, 1 ml de glicerol. Se agitó en vortex durante un minuto para posteriormente agregar una muestra de 0.01 g, tomada de los 0.2 g que se separaron del peso neto recibido.

Una vez añadida la muestra de cocaína en el tubo de ensayo, se agregó una gota de ácido clorhídrico concentrado y 1 ml de cloroformo, mezclando lentamente hasta observar la coloración azul que indicaba la presencia de clorhidratos de cocaína.

3.4 Prueba de determinación de residuos por disparo (Prueba de rodizonato de sodio).

Al realizar un disparo con arma de fuego, se dejó un rastro de Pb (plomo), Sb (antimonio) y/o Ba (bario). Esta prueba utilizó rodizonato de sodio para identificar estos residuos en la mano o manos de quien disparó (González et al., 2023).

Materiales y equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none">• Pipeta Pasteur• Placa de vidrio• Pinzas de disección• Microscopio estereoscópico• 4 telillas entregadas por el perito de campo	<ul style="list-style-type: none">• Buffer de tartratos• Rodizonato de sodio

Se colocó una placa de vidrio en la cual se dispusieron las telillas, identificándolas en la misma placa tal como se entregaron previamente. Para el estudio, se agregaron 2-3 gotas del buffer de tartratos en cada una de las telillas, asegurándose de que quedaran humedecidas por el líquido. Posteriormente, se añadieron 2-3 gotas de rodizonato de sodio, garantizando que impregnaran las cuatro telillas. Finalmente, se analizaron bajo el microscopio estereoscópico para visualizar los resultados.

3.5 Prueba de determinación para la identificación de residuos por disparo (Prueba de Walker)

Esta prueba se utilizó para investigar la presencia de nitritos alrededor de los orificios de entrada de proyectiles de arma de fuego en prendas de ropa (Valera, J. et, al., 2018).

Materiales y equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none">• Papel fotográfico preparado con alfa-naftol y ácido sulfanilico ambos al 1%• Gasas• Plancha casera• Hojas de papel• Campana de extracción• Prendas de ropa con orificios en tentativa de ser creados por arma de fuego• Lápiz	<ul style="list-style-type: none">• Ácido acético al 25%

Se identificaron, describieron, señalaron su ubicación y enumeraron los orificios en la o las prendas de ropa entregadas como evidencia para su análisis. Una vez

identificados los orificios, se analizaron uno por uno. Se encendió la plancha y se colocó un papel fotográfico frente al orificio a analizar. Por dentro de la prenda se colocó una gasa humedecida con ácido acético al 25%, seguida por una hoja de papel encima de esta.

Posteriormente, se aplicó la plancha caliente sobre la hoja de papel durante 40 segundos en posición vertical, luego 40 segundos en posición horizontal, y finalmente 40 segundos en posición diagonal. Después de someter el papel fotográfico al calor, se retiraron del orificio todos los materiales empleados y se visualizaron los resultados en el papel fotográfico.

4. RESULTADOS

4.1 Identificación de grupos sanguíneos: Sistema ABO y Rh (Hemaglutinación directa).

Esta prueba se realizó para identificar el grupo sanguíneo de la persona juzgada o víctima de un hecho delictivo, de modo que la determinación pudiera ser presentada como evidencia que apoyara la investigación. Cuando se presentó aglutinación con alguno de los antisueros, se indicó el tipo sanguíneo de la muestra. Como se observó en las Figuras 1 y 2, la aglutinación ocurrió en las zonas donde se aplicó el antisuero de tipo Rh, confirmando la presencia del factor Rh en la muestra.



Figura 1. Prueba para tipo de sangre aglutinación en donde se colocó antisuero Rh



Figura 2. Prueba para tipo de sangre aglutinación en donde se colocó antisuero Rh

4.2 Identificación de drogas y sustancias de interés forense por medio de espectroscopia Infrarrojo

La finalidad de esta prueba fue identificar compuestos orgánicos característicos de sustancias ilegales. Este método no solo se aplicó a sólidos, sino también a líquidos, ya que la luz pudo refractarse e identificar los compuestos presentes, enfocándose principalmente en la observación de moléculas benzoicas. La prueba funcionó como una segunda verificación y validación de la identidad de alguna sustancia que sería utilizada en un juicio como evidencia. En la Figura 3. se mostró el espectro de IR (infrarrojo), identificando la sustancia como cocaína.

En la figura 3 se observa un espectro basado en una serie de datos recopilados y obtenidos por la misma FGJCDMX, en donde se encuentran las diversas sustancias ilícitas con la finalidad de identificar y separar los diversos compuestos que están presentes en la sustancia a analizar, en el caso de esta figura señala la presencia de cocaína, esto debido a que el análisis muestra una similitud con el espectro guardado en el sistema del equipo.

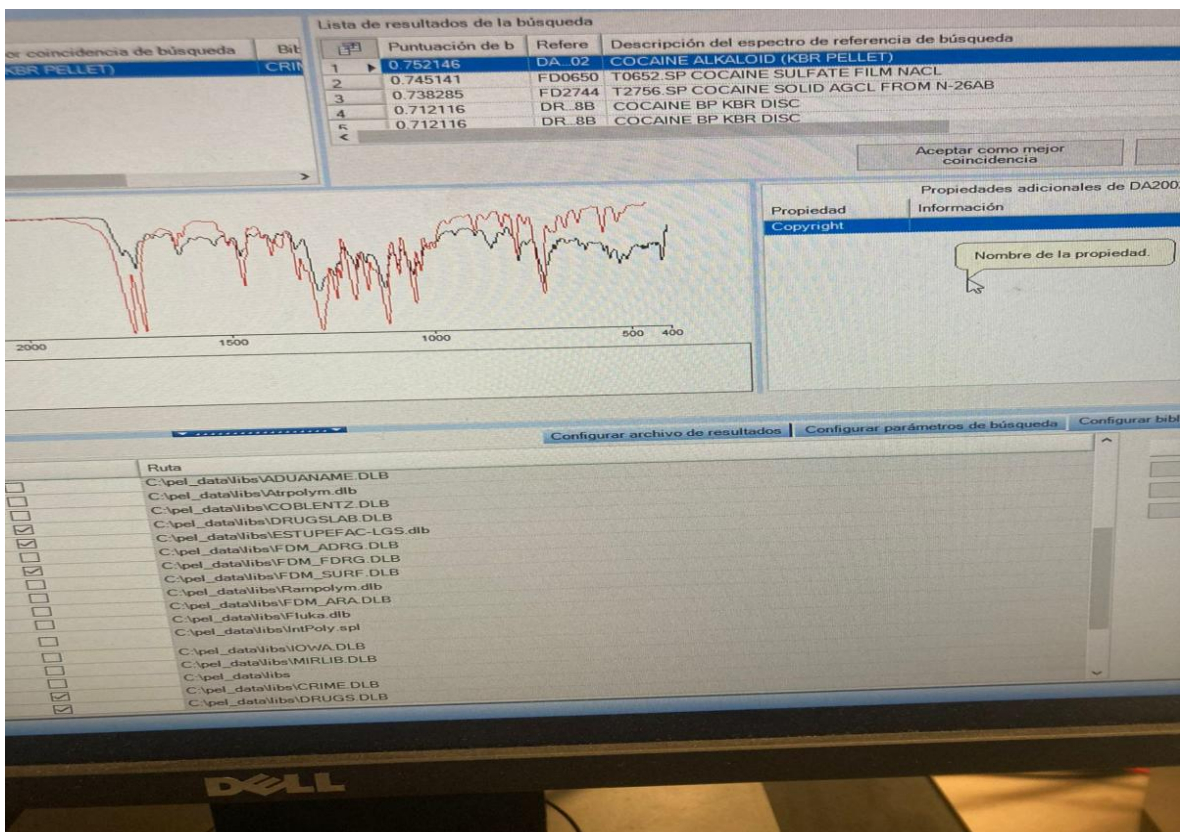


Figura 3. Espectro infrarrojo identificando a la sustancia como cocaína

4.3 Identificación de cocaína por medio del método preliminar prueba de Scott

Esta prueba fue preliminar y fue la primera que se realizó cuando hubo sospecha de que la sustancia encontrada o confiscada podría identificarse como cocaína. Esta prueba es tan común que existen kits que pueden transportarse sin necesidad de

hacerla en el laboratorio. La característica de esta prueba es que, en presencia de cocaína, la sustancia se tiñó de color azul, mostrando una división de azul con rosa, como se observa en la Figura 4.



Figura 4. Prueba de Scott hecha en laboratorio como prueba preliminar para identificar cocaína

4.5 Prueba de determinación de residuos por disparo (Prueba de rodizonato de sodio).

Con esta prueba se buscó evidenciar el contacto con un arma de fuego cuando esta fue accionada. Esto fue posible debido a los residuos que quedaron en las manos después de disparar el arma, los cuales constituyeron una prueba del acto de haber sostenido el arma. La presencia de estos residuos se manifestó como puntos de color rosa, que fueron identificados con el microscopio tras hacer reaccionar las telillas con la técnica, como se muestra en la Figura 5.

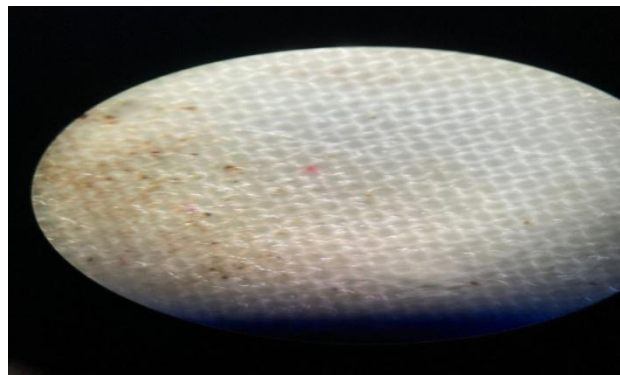


Figura 5. Telilla expuesta a la prueba de rodizonato, dando positivo a la exposición de residuos de Pb (Plomo), Sb (Antimonio) y/o Ba (Bario).

4.6 Prueba de determinación para la identificación de residuos por disparo (Prueba de Walker)

Esta prueba se utilizó para determinar el ángulo de impacto de una bala, ayudando a recrear la escena del crimen. Esto fue posible gracias a la tinción de color naranja en forma de puntos que se observó en los papeles fotográficos especiales, como se muestra en la Figura 6. Estos resultados permitieron al cuerpo forense establecer la entrada y salida del disparo.



Figura 6. Prueba de Walker positiva reflejada en papel fotografía especial.

5. CONCLUSIÓN

Durante mi estancia en el Laboratorio de Química Forense de la Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México, se hizo evidente la gran importancia de las actividades que se realizan en este espacio. La química forense ofrece la oportunidad de analizar y comprender, en la mayoría de los casos, las evidencias recolectadas en las escenas del crimen, contribuyendo a la búsqueda de la verdad mediante técnicas avanzadas, métodos eficientes y procedimientos rigurosos. Esta disciplina juega un papel fundamental en la verificación de hechos, causas y situaciones que permiten esclarecer los incidentes.

Además, se lograron cumplir con éxito los objetivos planteados al inicio del proyecto, aplicando diversas técnicas instrumentales para el análisis de indicios relacionados con actividades delictivas. Este proceso facilitó la identificación y el análisis detallado de las sustancias proporcionadas por el Ministerio Público, lo que evidencia la relevancia de la química como una ciencia multidisciplinaria en el ámbito forense. Realizar el servicio social en la Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México, en la Coordinación General de Investigación Forense y Servicios

Periciales, permitió aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera de Química Farmacéutica Biológica, contribuyendo así a la impartición de justicia y al bienestar social. Esta experiencia se alinea con la misión de la Universidad Autónoma Metropolitana y de la carrera de QFB, que busca utilizar la ciencia para mejorar la calidad de vida de las personas y la sociedad, así como para promover el desarrollo profesional, ético y académico.

6. RECOMENDACIONES

Para mejorar la efectividad de la Fiscalía en la resolución de casos, se recomienda invertir en la reparación y mantenimiento oportuno de los equipos, así como en el restablecimiento constante de materiales y reactivos indispensables para la realización de las pruebas forenses. Asimismo, es importante contar con un espacio adecuadamente acondicionado que cumpla con todas las necesidades técnicas y de seguridad que el laboratorio requiere. Finalmente, se sugiere retomar la práctica de no almacenar muestras una vez dictada la sentencia, ya que su acumulación genera un uso excesivo del espacio disponible en el laboratorio, lo que puede afectar la operatividad y organización del área.

7. APOORTE A LA SOCIEDAD

El servicio social en el área de química forense constituye una vía fundamental para aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación académica en un contexto profesional y al servicio de la sociedad. Esta disciplina representa una herramienta estratégica en el fortalecimiento de la procuración de justicia, la prevención del delito y la protección de la salud pública. A través del análisis técnico de evidencias, la identificación de sustancias químicas y la colaboración con instancias gubernamentales y judiciales, se contribuye de manera directa al funcionamiento eficiente de las instituciones encargadas de la seguridad y el bienestar social. De esta manera, la labor realizada durante el servicio social refleja el compromiso de la comunidad académica con la atención de problemáticas reales que requieren soluciones científicas y éticamente responsables.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Arbeláez García, C. A. (2009). Sistema de Grupo Sanguíneo ABO. Medicina & Laboratorio: Programa de Educación Médica Continúa Certificada. Universidad Antioquia, Edimeco. Vol. 15 no. 7-8
2. Congreso de la Ciudad de México. (2019). Ley Orgánica de la Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México. Gaceta Oficial de la Ciudad de México. Recuperado de <https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/fccb58883ac799861f7de653d3320d5604f859f9.pdf>
3. Entidad Mexicana de Acreditación. (2023). EMA otorga certificado de acreditación a laboratorio forense de la Fiscalía de CDMX. La Razón de

- México. <https://www.razon.com.mx/ciudad/2023/02/13/ema-otorga-certificado-de-acreditacion-a-laboratorio-forense-de-la-fiscalia-de-cdmx/>
4. Escobar, F., & Oliveira, T. (2021). Ética profesional en las ciencias forenses: reflexiones desde la objetividad y la responsabilidad. *Revista Bioética*, 29(2), 265–272. <https://www.scielo.br/j/bioet/a/GYNrWJgbtfwQskD5TR7dCGN/>
 5. Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México. (s.f.). Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México. <https://www.fgjcdmx.gob.mx>
 6. García-Garduza, I. (2018). La Investigación Forense y el Código Nacional de Procedimientos Penales. *Revista Mexicana de Medicina Forense*, Vol.3 no.2
 7. González Lozano, R.U., Rebollar López, E.J., Pérez Cabrera, M.F. (2023). Falsos positivos y falsos negativos de las técnicas colorimétricas para la identificación de residuos provenientes de armas de fuego. *Revista Mexicana de Ciencias Penales*, Vol. 6 no. 20
 8. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2023). Informe anual de actividades 2022. Bogotá, Colombia: INMLCF. [OB]
 9. Mendes de Souza, D., Judah de Moura Messias, P., da Silva Santos, I., Dias Ramalho, E., Ferrari Júnior, E., de Oliveira Moraes, P. A. (2022). Scott test associated with multivariate image analysis: A more selective alternative for cocaine research in forensic laboratories. *Forensic Science International*, Vol. 335. no.1
 10. Pérez Alfonso, C. M. (2017). Determinación de cocaína por Espectrometría Vibracional. Programa de Doctorado en Química. Tesis para obtener el grado doctoral Universidad de Valencia
 11. Rodríguez, M., & Pérez, L. (2022). La estadística forense y su impacto en la resolución de casos penales. *Revista de Ciencias Forenses*, 15(3), 45–60.
 12. Sosa Reyes, A. M. (2017). Del laboratorio al juzgado. Enseñanza de las ciencias para el ejercicio forense. Licenciatura en ciencia forense, Facultad de Medicina, UNAM. Educación química. Vol.28 no.4
 13. Valero, R. A. M., Quintela, J. O., Bravo Serrano, B., & Ayuso Tejedor, S. (2023). Optimización de un método de cribado rápido de fármacos en sangre mediante la técnica de cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas. *Advances in Laboratory Medicine*, 4(4), 372–378. <https://doi.org/10.1515/almed-2023-0115>
 14. Varela Ruiz, J.L., Castellanos Ramírez, H.M., García Escobar, J.H., Gracida Ramírez, L.E., Mijangos Morales, J., Quevedo Centeno, J.I. (2018). Análisis químico comparativo de disparos de arma de fuego de cartuchos de 9mm de diferentes marcas en prendas. Colegio Libre de Estudios Universitarios Campus Oaxaca. *Visión Criminológica criminalística*.