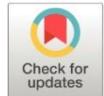


La importancia de la química forense en la detección de sustancias ilícitas en muestras biológicas

The importance of forensic chemistry in the detection of illicit substances in biological samples

- 1 Jasmin Rocio Moncayo Hurtado  <https://orcid.org/0009-0005-3142-8573>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
jasminmoncayo@gmail.com
- 2 Ángela Del Rocío Huacho Chalán  <https://orcid.org/0009-0009-6790-4788>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
angie_huacho@yahoo.es
- 3 José Luis Núñez León.  <https://orcid.org/0009-0005-2035-8119>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
josemago2005@hotmail.com
- 4 Sandra Elizabeth Satán De Secaira.  <https://orcid.org/0009-0003-3604-2675>
Maestría en Criminalística y Ciencias Forenses, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
sacarlady@gmail.com



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 09/06/2024

Revisado: 15/06/2024

Aceptado: 01/07/2024

Publicado: 05/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3058>

Cítese:

Moncayo Hurtado, J. R., Huacho Chalán, Ángela D. R., Núñez León, J. L., & Satán De Secaira, S. E. (2024). La importancia de la química forense en la detección de sustancias ilícitas en muestras biológicas. *Anatomía Digital*, 7(2.2), 111-124. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3058>



ANATOMÍA DIGITAL, es una revista electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

Química Forense,
Muestras Biológicas,
Sustancias Ilícitas.

Resumen

Introducción: La detección de sustancias ilícitas en muestras biológicas es fundamental en el ámbito forense, con implicaciones significativas en investigaciones criminales, procesos judiciales. La química forense desempeña un papel crucial en este contexto, al brindar técnicas analíticas avanzadas para la identificación y cuantificación de estas sustancias. **Objetivo:** El presente estudio tiene como objetivo resaltar el papel crucial que desempeña la química forense en la identificación y cuantificación de drogas en muestras biológicas. Se informará al lector sobre las técnicas y herramientas analíticas que utiliza la química forense para detectar sustancias en muestras biológicas como sangre, orina, órganos y tejido. **Metodología:** Se utilizó el método de investigación cualitativa de revisión bibliográfica que promovió la interacción entre los participantes del proceso, permitiendo el intercambio de experiencias. Se realizó la revisión y recolección de datos en la Biblioteca Científica Electrónica entre ellos la búsqueda de artículos científicos en Google académico, Redalyc, PubMed y Elsevier se siguió un orden de lectura de los resúmenes y palabras clave. **Resultados:** En una búsqueda de 30 artículos y 1 libro. Se desarrolló el análisis de la importancia, las técnicas actualizadas para el análisis y las muestras biológicas a considerarse. **Conclusiones:** Finalmente podemos concluir el amplio alcance que tiene la química forense en todas las áreas de la investigación criminal. **Área de estudio general:** Criminalística y Ciencias forenses. **Área de estudio específica:** Técnicas Forenses. **Tipo de estudio:** Artículo original

Keywords:

Forensic chemistry,
biological samples,
illicit substances.

Abstract

Introduction: The detection of illicit substances in biological samples is fundamental in the forensic field, with significant implications in criminal investigations and judicial processes. Forensic chemistry plays a crucial role in this context, providing advanced analytical techniques for the identification and quantification of these substances. **Objectives:** The present study aims to highlight the crucial role that forensic chemistry plays in the identification and

quantification of drugs in biological samples. The reader will be informed about the techniques and analytical tools that forensic chemistry uses to detect substances in biological samples such as blood, urine, organs, and tissue. **Methodology:** The qualitative research method of bibliographic review was used, which promoted interaction between the participants of the process, allowing the exchange of experiences. The review and collection of data was carried out in the Electronic Scientific Library, including the search for scientific articles in Google academic, Redalyc, PubMed and Elzevir, a reading order of the summaries and keywords was followed. In a search of 30 articles and 1 book. **Result:** The analysis of the importance, the updated techniques for the analysis and the biological samples to be considered were developed. **Conclusions:** Finally, we can conclude the wide scope that forensic chemistry has in all areas of criminal investigation. **General study area:** Criminalistics and Forensic Sciences. **Specific area of study:** Forensic Chemistry. **Type of study:** Bibliographic Review.

Introducción

Los inicios de la química forense se remontan a principios del siglo XIX, cuando los científicos comenzaron a desarrollar métodos para identificar venenos y otras sustancias nocivas en el cuerpo humano. A lo largo de la historia, la química forense ha ido evolucionando junto con el desarrollo de nuevos métodos analíticos y la aparición de nuevos fármacos. En el Siglo XIX: Los primeros métodos de análisis químico de muestras biológicas se basaron en pruebas colorimétricas y reacciones químicas específicas; se utilizan métodos como la prueba de Marsh para arsénico y la prueba de Marquis para morfina. En el siglo XX surge la cromatografía en columna y en papel revolucionó el análisis de mezclas complejas al permitir el aislamiento y la identificación de compuestos individuales a su vez se introdujeron la espectrometría de absorción atómica y la espectrometría de emisión de llama para la determinación de elementos metálicos en muestras biológicas. Mientras que el siglo XXI la cromatografía de gases (GC) y la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) se han convertido en importantes técnicas analíticas para la separación e identificación de diversas sustancias, la espectrometría de masas (MS) se ha convertido

en una poderosa herramienta para la identificación y caracterización de compuestos, incluidos fármacos y sus metabolitos. Por otra parte, avances en tecnologías como la cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) y la espectrometría de masas en tándem (MS/MS) han mejorado enormemente la precisión y sensibilidad del análisis forense (1).

En los últimos acontecimientos: El inmunoensayo enzimático (ELISA) y otros métodos inmunológicos han permitido el desarrollo de pruebas de detección rápidas y sensibles para diversos fármacos. La espectrometría de masas de alta resolución (HRMS) y la espectrometría de masas en tándem de alta resolución (HRMS/MS) pueden proporcionar mayor precisión y especificidad en la identificación de compuestos incluso en mezclas complejas en la actualidad se están explorando la genómica y la proteómica para desarrollar nuevas herramientas de análisis forense para identificar patrones de uso de drogas y sus efectos en el cuerpo (1).

Los avances en los métodos analíticos y el desarrollo de nuevas herramientas han hecho que la detección de sustancias ilícitas en muestras biológicas sea cada vez más precisa y sensible, con importantes implicaciones para campos que van desde las investigaciones criminales hasta la salud pública. A medida que la tecnología siga avanzando, la química forense seguirá desempeñando un papel fundamental en la lucha contra el abuso de drogas y la mejora de la salud pública.

Hoy en día, el ámbito de los laboratorios forenses se ha vuelto muy exigente, tanto técnica como intelectualmente. A medida que la sociedad avanza, ésta se vuelve más compleja y el crimen adopta muchas formas. Esto requiere el uso de técnicas analíticas sofisticadas que nos permitan utilizar mejor los procedimientos automatizados para proporcionar resultados para cientos de compuestos en una variedad de matrices clásicas, alternativas y novedosas. Con los equipos se genera una gran cantidad de datos, y las innovaciones tecnológicas relacionadas (como la inteligencia artificial o la quimiometría) pueden proporcionar a los toxicólogos forenses herramientas para clasificar y estudiar datos o ayudar a desarrollar las estrategias analíticas más rentables (2).

En el siglo XX la toxicología forense se limita a identificar las causas tóxicas de delitos específicos. Sin embargo, la ciencia moderna se dedica principalmente a las investigaciones forenses, tanto in vivo para rastrear el consumo de drogas y caracterizar estados de adicción, como en cadáveres para detectar sobredosis de drogas y reacciones alérgicas (si la muerte está relacionada con el consumo de drogas). Actualmente, la investigación en toxicología forense, incluido el conocimiento especializado de organismos vivos y post mortem, es cada vez más extendida e indispensable, con el objetivo de rastrear y/o confirmar la posible presencia de sustancias prohibidas y detectar posibles estados mentales (3).

La toxicología forense es una de las ramas de la Química forense que tiene como objetivo la resolución penal y la promoción de Justicia penal. Expertos criminalistas utilizan estudio de toxicología para generar evidencia material que luego será utilizado para esclarecer el crimen. En este sentido, muestra la capacidad del estudio para identificar y rastrear drogas de abuso de naturaleza legal y drogas ilícitas (marihuana, cocaína, crake, éxtasis, entre otras) (4).

La toxicología forense se utiliza para identificar sustancias toxicológicamente significativas en muestras tomadas de cadáveres en colaboración con médicos forenses en la investigación de causas de muerte que involucran sustancias tóxicas que se ha descubierto que son factores que contribuyen a la muerte. La toxicología forense estudia la Investigación de métodos forenses en casos de intoxicación y muerte (intencional o accidental) con el objetivo de identificar sustancias nocivas o causantes de cambios psicológicos (temporales o permanentes). Determina la intoxicación como delito. Establece una intoxicación como estado peligroso y de esta manera da lugar a la aplicación de la ley. Así, la toxicología forense sirve para detectar y cuantificar sustancias tóxicas que pueden encontrarse en situaciones delictivas (5).

Al hacer énfasis en nuestra sociedad ecuatoriana se encuentra amenazada por los recientes cambios sociales y culturales que afectan la vida de las nuevas generaciones de ciudadanos. Entre ellos, el más destacado es el pequeño comercio, es decir, el desarrollo de un mercado local de sustancias psicotrópicas y estupefacientes, que está dirigido principalmente al consumo de comunidades urbanas más pobres y de jóvenes o adultos.

El comercio minorista es una respuesta a las necesidades sociales que tienen sentido desde los mercados y a los bajos precios de los residuos de la producción de drogas colombianas que se envían a Ecuador como medicinas baratas. Estos productos restantes se comercializan como pastas base, O la *creepy* y todos están elaborados con precursores de baja calidad y procedimientos que implican exportar productos a países como México, Estados Unidos, Brasil o el extranjero. (6)

La importancia de la química forense en la detección de sustancias ilícitas en muestras biológicas proporciona una descripción general sólida del tema, existen algunas argumentos que se podrían abordar para mejorar su profundidad y comprensión como son: las aplicaciones específicas en investigaciones criminales de como la química forense ha sido crucial en la resolución de casos criminales relacionados con drogas y el tráfico de drogas así como también los avances recientes en técnicas analíticas en lo que se podría profundizar en las técnicas analíticas más novedosas y prometedoras en el campo de la química forense, como la espectrometría de masas de alta resolución (HRMS) y la espectrometría de masas en tándem de alta resolución (HRMS/MS) (7).

Ante el panorama presentado, el artículo pretende como objetivo resaltar el papel crucial que desempeña la química forense en la identificación y cuantificación de drogas en muestras biológicas. Se informará al lector sobre las técnicas y herramientas analíticas que utiliza la química forense para detectar sustancias ilícitas en muestras biológicas como sangre, orina, órganos y tejido.

Metodología

Este trabajo utilizó un enfoque cualitativo y fue realizado por cuatro académicos en la maestría de criminalística y ciencias forenses. El método de investigación cualitativa promueve la interacción entre los participantes del proceso, permite el intercambio de experiencias, evalúa conocimientos previos individuales y promueve la construcción colectiva de conocimientos.

Para lo cual se realizó la revisión y recolección de datos en la Biblioteca Científica Electrónicas entre ellos la búsqueda de artículos científicos en Google académico, redalyc, PubMed y Elsevier se siguió un orden de lectura de los resúmenes y palabras clave. En una búsqueda de 30 artículos y 1 libro. Se eligió los artículos de mayor relevancia. En idiomas variados como inglés, portugués y español.

Resultados

En este punto se desarrolló la investigación, síntesis y análisis en las diferentes fuentes electrónicas entre artículos y un libro para lo cual describimos a continuación.

La importancia de la química forense

La importancia de la química forense es inmensa y cubre varios aspectos de la resolución de delitos, la seguridad pública y la justicia.

A continuación, se muestran algunas áreas en las que la química forense juega un papel importante:

- **Identificación y análisis de pruebas:** la química forense se utiliza para identificar y analizar una variedad de pruebas, fluidos corporales, fibras textiles, residuos de disparos, productos químicos, etc. Estos análisis proporcionan información importante para identificar vínculos entre las escenas del crimen, las víctimas y los perpetradores. (8)
- **Investigación de incendios y explosiones:** Los expertos en química forense investigan incendios y explosiones para determinar su causa y origen. Utilizan métodos químicos para analizar muestras de la escena del crimen y determinar si se utilizaron acelerantes o explosivos. (9)

- **Pruebas de drogas y toxinas.** La química forense juega un papel vital en la detección y análisis de drogas ilegales, así como de toxinas y venenos en el cuerpo humano. Estos análisis son fundamentales en casos de intoxicación, sobredosis e intoxicación. (10)
- **Análisis balístico.** Los químicos forenses utilizan métodos químicos para analizar la composición de balas, casquillos y residuos de disparos. Estos análisis ayudan a establecer vínculos entre armas, balas y escenas del crimen. (11)
- **Identificación de sustancias desconocidas:** la química forense se utiliza para identificar sustancias desconocidas que se encuentran en la escena del crimen, como productos químicos, polvos, líquidos y residuos. Estos análisis son muy importantes para determinar la naturaleza de la sustancia y su posible conexión con el delito. (1)
- **Análisis de ADN.** Aunque la genética forense se considera una disciplina separada, la química desempeña un papel fundamental en el análisis de muestras de ADN. Este análisis se utiliza en casos de paternidad y paternidad para identificar a los culpables, exonerar a los inocentes y establecer relaciones familiares. (12)
- **Prevención de fraude:** la química forense se utiliza para prevenir el fraude en una variedad de áreas, como la inspección de documentos, la detección de productos falsificados y la identificación de sustancias adulteradas en alimentos, medicamentos y productos químicos. (13)

Ensayos analíticos para la detección de sustancias ilícitas.

Estos incluyen cromatografía de gases con detector selectivo de masas, cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC), espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) y cromatografía de gases de llama con detección de ionización (GS-FID).

Estos métodos son muy sensibles y permiten una caracterización detallada de los materiales incautados para determinar contaminantes, concentraciones y cantidades. A continuación, se detallan algunos de los métodos más comunes para detectar sustancias Ilícitas. (14)

Cromatografía de gases: Es un instrumento para la separación de dos o más compuestos y análisis de muestras complejas. Contiene 5 módulos básicos, son: Fase Móvil, Inyector o Automuestreador, Columna se encuentra en un horno la (donde se lleva a cabo la separación), Detector y Registrador (cromatograma). La Fase Móvil es un gas inerte que sirve como gas acarreador como pueden ser Helio, Nitrógeno, Hidrogeno y Argón. A su vez el inyector debe tener una temperatura dependiendo del tipo muestra para que esta

llegue en forma de vapor para que llegue a la columna finalmente separa, identifica y cuantifica en tiempos muy cortos en comparación con otros instrumentos (15).

Cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC): Emplea una técnica cromatografía que depende de una fase móvil en estado líquido y una fase estacionaria en estado sólido o en estado líquido. La técnica de separación es utilizada principalmente por su alta sensibilidad, tiene la capacidad de separar especies con características no volátiles y cuenta con una gran capacidad de aplicación. Este método es de alta eficiencia, se utiliza principalmente para separar diversos componentes de una mezcla única, estos componentes se encuentran distribuidos en una fase móvil, la cual se considera el disolvente o mezcla de diversos disolventes. La fase en estado estacionario consta de un sólido que interactúa con todas las sustancias que se desea separar. En este caso existen dos tipos de cromatografía; la de fase normal, la cual se caracteriza por su capacidad de separar compuestos con base a la polaridad que presenten, para este método se utiliza una fase en estado estacionario polar y la fase en estado móvil apolar (16).

Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). Es una técnica espectroscópica que se basa en la detección de compuestos, por medio de sus modos vibracionales. Esta técnica se vale de radiación electromagnética en el espectro infrarrojo, para generar vibraciones y torsiones en las moléculas y medir su respuesta. Sus aplicaciones más amplias se encuentran en el análisis de polímeros y compuestos orgánicos (17).

Espectrometría de movilidad iónica acoplada a espectrometría de masas (IMS-MS)

En IMS-MS, los iones se pulsan en el MS y toda la masa de iones se puede analizar continuamente. Esto es posible porque el espectro de masas se puede adquirir en menos de un milisegundo y, por tanto, para cada pico de movilidad.

Por lo tanto, puede ocurrir la separación de todos los iones de diferente masa e igual movilidad. En el modo de monitoreo de iones SIM seleccionado, el instrumento MS está configurado para detectar un valor de masa/carga específica y así generar un espectro de movilidad iónica para todos los iones de una masa determinada (18).

Muestras biológicas

Es importante la recolección, selección y análisis de las muestras biológicas para obtener resultados precisos y su correcta interpretación (10).

Tomamos en cuenta las muestras biológicas post mortem las cuales son llevadas a los estudios para la determinación de tóxicos estas son:

- **Sangre venosa:** 2 tobos de 5 ml.

- **Sangre de la cavidad cardiaca:** todo lo disponible
- **Líquido pericárdico:** todo lo disponible
- **Humor vítreo:** Todo lo posible sin dañar estructuras oculares, en un tubo de tamaño adecuado.
- **Orina:** Todo lo posible, en frasco de 50 ml de seguridad.
- **Bilis:** Todo lo posible, en frasco adecuado a la cantidad.
- **Contenido Gástrico:** Todo lo posible, en frasco adecuado a la cantidad.
- **Viseras:** Frascos de plástico de boca ancha y cierre hermético.
- **Hígado:** 50 gramos, en un frasco.
- **Riñón:** 50 gramos, en un frasco.
- **Pulmón:** 50 gramos, en frasco. (19)

Conclusiones

- **Amplio alcance de la química forense:** la química forense cubre todas las áreas de la investigación criminal, desde la identificación de pruebas de la escena del crimen hasta el análisis de sustancias en muestras biológicas. Su versatilidad y utilidad lo convierten en una herramienta indispensable para resolver delitos y promover la justicia penal.
- **Un papel importante en la detección de drogas ilegales:** la toxicología forense, que forma parte de la química forense, desempeña un papel importante en la identificación y análisis de drogas ilegales y toxinas en el cuerpo humano. Estos análisis son fundamentales para resolver envenenamientos, sobredosis y otros delitos relacionados con las drogas, contribuyendo así a promover la justicia.
- **Relevancia para el contexto social:** La química forense es particularmente importante en lugares donde el comercio minorista de sustancias psicotrópicas y estupefacientes representa una amenaza para la sociedad, como se menciona en el caso de Ecuador. La capacidad de identificar y rastrear estas drogas no sólo ayuda a resolver los problemas de delincuencia, sino que también ayuda a descubrir cambios sociales y culturales que afectan a las comunidades.
- **Métodos analíticos avanzados:** Las técnicas analíticas mencionadas anteriormente, como la cromatografía de gases, la cromatografía líquida de alta resolución y la espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier, son esenciales para la detección y caracterización de sustancias ilícitas. Su alta sensibilidad y precisión permiten un análisis detallado de las muestras incautadas, facilitando su identificación y análisis forense.

- **Importancia de las muestras biológicas:** Las muestras biológicas post mortem, como sangre, líquido pericárdico y otros tejidos, son esenciales para detectar toxinas y fármacos en el cuerpo humano. La correcta recolección y análisis de estas muestras es esencial para obtener resultados precisos de los exámenes forenses relacionados con la detección de sustancias ilegales, lo que contribuye significativamente a la resolución de casos penales.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses financiero, profesional o personal que pueda influir de manera inapropiada en los resultados obtenidos o las interpretaciones realizadas en este estudio presentado.

Declaración de contribución de los autores

Ángela Del Roció Huacho Chalán, analista de la metodología de estudio, revisión de sitios web a emplear en el artículo de estudio.

Jasmin Rocio Moncayo Hurtado, realizó una extensa revisión de la literatura, redactó la introducción y resultados, proporcionó conocimientos relevantes en la investigación, revisó críticamente el manuscrito.

José Luis Núñez León. Participo en la elaboración del resumen y revisión de resultados y conclusiones.

Sandra Elizabeth Satán De Secaira, colaboradora en las conclusiones y revisión bibliográfica.

Todos los autores revisaron y aprobaron la versión final del manuscrito.

Referencias bibliográficas

1. Ruiz CG. Introducción a la Química Forense. [Internet]; 2020. [Acceso 18 de Mayo de 2024]. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=w3scEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=importancia+de+la+quimica+forense:+identificacion+de+sustancias+de+sconocidas&ots=zQiqTiGrfP&sig=DU61mYHI-Qn_aOBWK39Z7UFJP64#v=onepage&q&f=false.
2. Soria ML. Avances en toxicología forense y su papel en el proceso forense. [Internet]; 2023. [Acceso 18 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2445424923000134>.

3. Daiane Bezerra JCMGR. Toxicología forense: o estudo dos agentes tóxicos nas ciências forenses. [Internet]; 2023. [Acceso 18 de Mayo de 2024]. Disponible en: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/56068/41200>.
4. Caio Couto CBCROQJM. Química Forense: A Ciência e sua importância para a sociedade. [Internet]; 2021. [Acceso 18 de Mayo de 2024]. Disponible en: <https://exatastechnologias.pgsscogna.com.br/rcext/article/view/9285>.
5. Barajas-Calderón HI,GHCA,&SCVA. Toxicología forense. Red Internacional de Divulgación Científica Forense. [Internet]; 2020. [Acceso 18 de Mayo de 2024]. Disponible en: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63154883/TOXICOLOGIA_FORENSE20200430-75900-1sv66r7-libre.pdf?1588310044=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3D%20TOXICOLOGIA_FORENSE.pdf&Expires=1716588527&Signature=Jp79~jWmgjLbu6xRAYAu1CSYsy4MPzzrihpSh4RjQ.
6. Orly delgado BM. El Silogismo Roto: Los Efectos Legales de la Tenencia y el Consumo de Droga en el Ordenamiento Interno Ecuatoriano. [Internet]; 2018. [Acceso 18 de Mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/122/12262987003/>.
7. Soria ML. Avances en toxicología forense y su papel en el proceso forense. [Internet]; 2023. [Acceso 18 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037747322200030X>.
8. Torres JC. Investigación Forense. [Internet]; 2021. [Acceso 18 de mayo de 2024]. Disponible en: <http://www.derecho.uba.ar/academica/posgrados/documentos/2021-curso-independiente-torres-la-investigacion-forense-modulo-2.pdf>.
9. Pacheco LGL. El análisis químico de sustancias inflamables o combustibles como medio probatorio en el sistema penal acusatorio. [Internet]; 2023. [Acceso 20 de Mayo de 2024]. Disponible en: <https://repository.unilivre.edu.co/handle/10901/28152>.
10. Arajas-Calderón HIGHCAySCVA. Artículos de Divulgación Científica Forense Red Internacional de Divulgación Científica Forense. [Internet]; 2020. [Acceso 18 de Mayo de 2024]. Disponible en: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63154883/TOXICOLOGIA_FORENSE20

[200430-75900-1sv66r7-libre.pdf?1588310044=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTOXICOLOGIA_FORENSE.pdf&Expires=1710264835&Signature=fMLm~6n8k3PBGjqlhrd~0FhI4RmvaZArQzNor3fK6](https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/6172)

11. Garcia JH. Cumplimiento oportuno de la pericia de balística en la investigación preliminar en delitos en flagrancia en las fiscalías provinciales penales corporativas de Los Olivos. [Internet]; 2021. [Acceso 20 de Mayo de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/6172>.
12. Chavez JGM. El ADN como medio probatorio para justificar los delitos sexuales. [Internet]; 2023. [Acceso 20 de Mayo de 2024]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11259>.
13. Duvan Alexis Zuluaga Ospina ACBHyAYSO. El papel de la Auditoría Forense en la detección de fraudes financieros en Colombia. [Internet]; 2020. [Acceso 20 de Mayo de 2024]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/232875331.pdf>.
14. Hernandez DAP. Methodology for the detection of cocaine in polymeric matrices using electrochemical. [Internet]; 2021. [Acceso 20 de Mayo de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/82288/1053842719.2021.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
15. Ovcharov CS. Guía de trabajo basado en la pedagogía de metafrontera para el aprendizaje de cromatografía de gases en estudiantes de licenciatura en química. [Internet]; 2020. [Acceso 20 de Mayo de 2024]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7923967>.
16. Iriarte Perdigón AC. HISTORIA, DESARROLLO Y ÚLTIMOS AVANCES EN CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA DE ALTA EFICIENCIA (HPLC). [Internet]; 2022. [Acceso 22 de Mayo de 2024]. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/5009/iriarte.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
17. Hernández DAP. Methodology for the detection of cocaine in. [Internet]; 2021. [Acceso 22 de Mayo de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/82288/1053842719.2021.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.

18. Meza DE. INTERACCIÓN ION-MODIFICADOR DEL GAS DE DERIVA ESPECTROMETRÍA DE MOVILIDAD IÓNICA. [Internet]; 2020. [Acceso 18 de mayo de 2024]. Disponible en:
<https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/11080/Tesis%20de%20Maestr%C3%ADa-Dairo%20Enrique%20Meza%20Morelos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
19. Ruiz CG. Introducción a la Química Forense: J.M. Bosch Editor; 2020.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



Indexaciones

