



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE CIENCIAS MÉDICAS

IMPORTANCIA DE LA TOXICOLOGÍA FORENSE EN LA
INVESTIGACIÓN CRIMINAL

MACHARE CORREA LALESKA NATHALY
MÉDICA

MACHALA
2024



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE CIENCIAS MÉDICAS

IMPORTANCIA DE LA TOXICOLOGÍA FORENSE EN LA
INVESTIGACIÓN CRIMINAL

MACHARE CORREA LALESKA NATHALY
MÉDICA

MACHALA
2024



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE CIENCIAS MÉDICAS

EXAMEN COMPLEXIVO

IMPORTANCIA DE LA TOXICOLOGÍA FORENSE EN LA INVESTIGACIÓN
CRIMINAL

MACHARE CORREA LALESKA NATHALY
MÉDICA

SALAZAR CALVA EDGAR ALEXANDER

MACHALA, 02 DE JULIO DE 2024

MACHALA
02 de julio de 2024

Importancia de la toxicología forense en la investigación criminal.

por Laleska Nathaly Macharé Correa

Fecha de entrega: 21-jun-2024 01:23a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2406158072

Nombre del archivo: NCIA_DE_LA_TOXICOLOGIA_FORENSE_EN_LA_INVESTIGACION_CRIMINAL.docx
(121.28K)

Total de palabras: 2647

Total de caracteres: 15312

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, MACHARE CORREA LALESKA NATHALY, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado Importancia de la toxicología forense en la investigación criminal, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 02 de julio de 2024



Laleska Nathaly Machare Correa

MACHARE CORREA LALESKA NATHALY
1723969919



UNIVERSITAS
MAGISTRORUM
ET SCHOLARIUM

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado a mi Dios, mi roca eterna, por guiarme en cada paso de este viaje académico y darme la fuerza para perseverar. Gracias por ser mi fuente de fortaleza y entendimiento en este logro académico.

En profundo agradecimiento a mis queridos padres, quienes a lo largo de sus vidas me han inculcado la cultura del trabajo y estudio. Su dedicación y esfuerzo constante para asegurarme una educación son un regalo que valoro más allá de las palabras., gracias por haber confiado en mí y nunca me dejaron sola.

A mis hermanos, por siempre estar apoyándome con un granito de arena, para culminar mis estudios, asimismo por aconsejarme a nunca rendirme y luchar por mis sueños

A mi novio, quiero expresar mi más profundo agradecimiento por su amor y su dedicación en todo este proceso de investigación y redacción. Gracias por ser mi compañero de batalla, por estar a mi lado en los momentos de incertidumbre, por entenderme y por apoyarme en todo momento.

RESUMEN

Introducción: La toxicología forense es una disciplina esencial en la medicina forense y la investigación criminal, enfocada en analizar sustancias tóxicas como drogas y venenos en el cuerpo humano para establecer su relevancia en contextos legales. Su importancia ha crecido debido al aumento del consumo de drogas ilícitas y nuevas sustancias psicoactivas. Esta proporciona evidencia objetiva y científicamente validada crucial para investigar delitos, identificar causas de muerte y detectar sustancias tóxicas en víctimas y sospechosos. Esta revisión busca actualizar y sintetizar la literatura reciente sobre la importancia de la toxicología forense, destacando los avances tecnológicos y metodológicos, evaluando estudios y casos recientes, y analizando los desafíos actuales, subrayando su papel crucial en el sistema de justicia penal y promoviendo su desarrollo continuo. **Objetivo:** Actualizar y sintetizar la literatura reciente sobre la importancia de la toxicología forense en la investigación criminal, destacando los avances tecnológicos, metodológicos y sus aplicaciones prácticas en la resolución de casos, con el fin de proporcionar una visión contemporánea y mejorada de su impacto en el sistema de justicia penal. **Metodología:** El presente trabajo es un estudio descriptivo, se basa en una revisión mediante artículos científicos actualizados en fuentes bibliográficas indexadas, y así tener un mejor tratamiento a plantearse. **Conclusión:** La revisión de la literatura reciente destaca la importancia de la toxicología forense en el sistema de justicia penal y subraya la necesidad de formación continua y adaptación a las innovaciones tecnológicas para mejorar la resolución de casos y la administración de justicia.

Palabras Claves: Toxicología, Cromatografía, Espectrometría, Homogenización, Antidopaje.

ABSTRACT

Introduction: Forensic toxicology is an essential discipline within forensic medicine and criminal investigation, focused on analyzing toxic substances such as drugs and poisons in the human body to establish their relevance in legal contexts. Its importance has grown due to the increase in illicit drug use and new psychoactive substances. Forensic toxicology provides objective, scientifically validated evidence crucial for investigating crimes, determining causes of death, and detecting toxic substances in victims and suspects. This review aims to update and synthesize recent literature on the importance of forensic toxicology, highlighting technological and methodological advancements, evaluating recent studies and cases, and analyzing current challenges. It underscores its crucial role in the criminal justice system and promotes its continuous development.

Objective: Update and synthesize recent literature on the importance of forensic toxicology in criminal investigation, highlighting technological and methodological advancements and their practical applications in case resolution, to provide a contemporary and enhanced perspective on its impact on the criminal justice system. **Materials and methods:** The present work is a descriptive study, based on a review of up-to-date scientific articles from indexed bibliographic sources, in order to provide a better approach to the subject. **Conclusion:** The review of recent literature highlights the importance of forensic toxicology in the criminal justice system and emphasizes the need for continuous training and adaptation to technological innovations to improve case resolution and the administration of justice.

Keywords: Toxicology, Chromatography, Mass Spectrometry, Homogenization, Anti-doping

INDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN | 2 |
| ABSTRACT | 3 |
| INTRODUCCION | 5 |
| DESARROLLO | 7 |
| 2.2 Sub-disciplinas de la toxicologia forense | 8 |
| 2.3 Importancia de la toxicología forense en a investigación criminal | 9 |
| 2.4 La toxicología forense como rama medicolegal | 10 |
| 2.4 Principales técnicas de análisis en toxicología forense | 12 |
| CONCLUSIÓN | 13 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 14 |

INTRODUCCION

En el campo de la medicina forense y la investigación criminal, la toxicología forense se ha convertido en una disciplina indispensable. Esta disciplina de las ciencias forenses se dedica al análisis de sustancias tóxicas en el cuerpo humano, como drogas, venenos y otros químicos, con el fin de establecer su importancia en situaciones legales. La toxicología forense está adquiriendo cada vez más relevancia para abordar casos penales debido al aumento del consumo de drogas ilícitas y al desarrollo de sustancias psicoactivas en la sociedad.(1)

La importancia de la toxicología forense radica en su capacidad para proporcionar evidencia objetiva y científicamente validada que puede ser fundamental en la investigación de delitos. Estas pruebas son cruciales para identificar las causas de muerte, establecer la presencia de sustancias tóxicas en los cuerpos de las víctimas y sospechosos y comprender las circunstancias de un delito. (2)

En los últimos años se han producido importantes avances en las técnicas y tecnologías utilizadas en toxicología forense. Los métodos analíticos avanzados, como la cromatografía de gases y líquidos, acoplados a la espectrometría de masas, han mejorado la sensibilidad y especificidad en la detección de sustancias tóxicas. (3)

Además, la integración de nuevas tecnologías, como la toxicogenómica y la espectrometría de alta resolución, ha ampliado las capacidades de la toxicología forense, permitiendo un análisis más detallado de cómo los tóxicos interactúan con el organismo a nivel molecular. Estos avances no sólo han mejorado la precisión de los análisis, sino que también han reducido el tiempo necesario

para obtener resultados, lo cual es fundamental en las investigaciones criminales donde el tiempo es un factor determinante.(4)

A pesar de estos avances, la toxicología forense enfrenta varios desafíos. La constante aparición de nuevas sustancias psicoactivas y el uso de mezclas de drogas representan un desafío importante para los laboratorios forenses. Además, la interpretación de los resultados toxicológicos requiere un alto grado de experiencia y un profundo conocimiento de la farmacocinética y farmacodinamia de las sustancias, así como de las posibles interacciones entre ellas.(5)

Esta revisión de la literatura tiene como objetivo actualizar y sintetizar la literatura reciente sobre la importancia de la toxicología forense en la investigación criminal. Se buscará resaltar los avances tecnológicos y metodológicos, evaluar estudios y casos recientes que demuestren su impacto en la resolución de investigaciones criminales, y analizar los desafíos actuales en la aplicación de esta disciplina. Al proporcionar una visión general contemporánea y mejorada, se pretende subrayar el papel crucial de la toxicología forense en el sistema de justicia penal y contribuir a su desarrollo continuo.(6)

DESARROLLO

La toxicología es la ciencia que estudia cómo los agentes físicos y químicos pueden dañar a las personas y los animales. El nombre proviene del latín toxicum (veneno) y del griego toxik, que significa flecha envenenada, lo que hace referencia a la costumbre de la era paleolítica de impregnar las flechas con sustancias peligrosas y mortales. (1)

La Toxicología Forense ayuda en la investigación, como en la investigación médica legal, al determinar las causas de la muerte, el envenenamiento y el uso de drogas. a través de la detección y cuantificación de drogas de abuso (como marihuana, cocaína, heroína, u otras) en muestras biológicas (como sangre, orina, tejidos u otros líquidos biológicos), así como sustancias desconocidas encontradas en el sitio del suceso. (7)

Esta es la ciencia auxiliar de la criminalística que estudia los casos en donde existe muertes por envenenamiento o lesiones causadas por sustancia suministradas para cometer delitos como el hurto o violaciones, además de homicidios disfrazados como suicidios.(2)

Las sustancias carcinógenas pueden ser encontradas en cualquier producto químico o natural, lo que puede resultar en daño a una persona o, en caso más grave, en la muerte, aunque sea debido a un uso indebido y una falta de conformidad con las instrucciones, o a excepción del docimetría parametrizada en el producto, puede ser causada por contacto con animales. El envenenamiento puede resultar de la ingestión, inhalación o contacto de la piel y los ojos con la sustancia mortal..(1)

Los recursos tóxicos y/o venenosos se pueden encontrar de múltiples formas, tales como líquidos, sólidos y en aerosoles. Se pueden derivar de diversos recursos, como la cicuta, vecinos como los

escorpiones, minerales como el mercurio y sustancias artificiales, como corrosivos y narcóticos, entre otros.(8)

Es importante destacar que ni el toxicólogo y el patólogo forense pueden determinar si el consumo de algún tóxico ha sido el resultado de un homicidio o un suicidio, y menos aún un accidente, pero pueden ayudar a aclarar la hipótesis de los investigadores.(9)

Los exámenes toxicológicos permiten determinar el contenido de tóxicos en el organismo y calcular su cantidad. En general, se extrae el tóxico de una muestra, se identifica y luego se cuantifica. La extracción proporciona al toxicólogo información detallada sobre la concentración del toxico en la muestra, y luego el toxico se analiza. (9)

En Ecuador, se registraron 1.632 casos de efectos tóxicos en 2020. De estos, 1.238 fueron mordeduras de serpientes, 203 fueron intoxicaciones por plaguicidas, 342 fueron picaduras de escorpión y 5 fueron intoxicaciones por alcohol metílico. Estos eventos afectan principalmente a las personas de 20 a 49 años.(10)

2.2 Sub-disciplinas de la toxicología forense

- **La Toxicología post mortem:** se utiliza para identificar sustancias de interés toxicológico en las muestras extraídas del cadáver, colaborando con el médico autopsiante en el estudio de las causas de muerte relacionadas con los tóxicos, donde se establecen como el agente de muerte o contribuyen de alguna manera a la misma. (11)
- **La toxicología conductual:** se aplica a la identificación y determinación cuantitativa de drogas que alteran la conducta de un individuo, induciendo comportamientos agresivos, o bien incapacitando las funciones físicas y mentales, o que actúan como disociativos

alterando la percepción de la realidad o abstrayendo al individuo completamente de la misma. (5)

La toxicología conductual ayuda en la clínica forense, especialmente cuando se trata de investigaciones de accidentes de tránsito donde es importante evaluar el estado de ebriedad del conductor, y a veces de la víctima, así como en la investigación de delitos sexuales en general y sobre todo en aquellos donde se sospecha la sumisión química, es decir, cuando se presume el uso de una sustancia psicoactiva para manipular la voluntad de las personas o modificar sus comportamientos.(12)

- **La toxicología antidopaje:** se dedica a investigar el consumo de drogas y otras sustancias que alteran el desempeño de una persona en el deporte, como anabólicos y varios fármacos, constituyéndose como una práctica fraudulenta. En esta área se destacan las responsabilidades del Comité Olímpico Internacional (COI) y la Agencia Mundial Antidopaje (WADA). (13)
- **La toxicología forense en el lugar de trabajo:** El desarrollo se lleva a cabo de acuerdo con protocolos establecidos con el objetivo de identificar el uso de drogas por personas que desempeñan funciones delicadas, como policías, funcionarios de seguridad y justicia, pilotos de aviones civiles y conductores de vehículos de transporte terrestre, entre otros.(14)

2.3 Importancia de la toxicología forense en a investigación criminal

La toxicología forense ha sido fundamental en la resolución de una variedad de investigaciones a lo largo de los últimos diez años debido a su relevancia en la resolución de casos criminales. El papel del toxicólogo forense es crucial y útil dentro de la investigación criminal debido a las repercusiones y efectos legales que pueden tener sus informes sobre un caso específico. El papel del toxicólogo forense es definir la responsabilidad penal de una persona por haber cometido una

acción tipificada y consagrada según la legislación penal vigente. A continuación, se explica su importancia, junto con ejemplos específicos a lo largo del tiempo(15):

- **Identificación de sustancias tóxicas en muertes sospechosas:**

- En el sistema de víctimas de muertes sospechosas, la toxicología forense juega un papel importante en la identificación de sustancias tóxicas. Un caso reciente ocurrió en Chicago el 12 de marzo de 2012, cuando un forense toxicológico descubrió un veneno mortal en el cuerpo de una víctima, lo que resultó en el arresto y la sentencia de un envenenador en serie.(16)

- **Resolución de homicidios por envenenamiento:** La toxicología forense ha sido crucial en la resolución de homicidios por envenenamiento a lo largo de los últimos diez años. Un caso relevante ocurrió en Ecuador el 15 de febrero de 2024, cuando un niño de dos años perdió la vida debido a una intoxicación (envenenamiento) causada por su madre. El trabajo de los toxicólogos forenses permitió la identificación de la sustancia y los antecedentes de la condena a la madre.(17)

- **Efectos del alcohol y drogas en accidentes auto- movilísticos:**

A lo largo de los últimos diez años, la toxicología forense ha sido crucial para determinar si la presencia de alcohol o drogas en el sistema del conductor contribuyó o no a los accidentes automovilísticos. Durante los primeros meses de 2024, solo en Quito se registraron 400 accidentes de tránsito que causaron la muerte de 30 personas y lesiones a otras 185 debido al consumo de drogas y bebidas alcohólicas.(18)

2.4 La toxicología forense como rama medicolegal

Como una rama de la medicina forense que estudia los venenos en relación con un delito, estableciendo la relación existente entre las causas de la muerte y sus complicaciones. Nos ayuda

a identificar las sustancias tóxicas presentes, en qué concentraciones y cómo afectarían el cuerpo de la persona lesionada o el cadáver.(17)

Investiga la relación entre los venenos y un delito, estableciendo la correlación entre las causas de la muerte y sus complicaciones. Nos ayuda a identificar las sustancias tóxicas presentes, en qué concentraciones y cómo afectarían el cuerpo de la persona lesionada o el cadáver.(18)

La toxicología forense implica el uso de la toxicología para ayudar en las investigaciones legales y médicas sobre la muerte por intoxicación. Debe tener en cuenta todo el contexto de una investigación, no solo las pruebas toxicológicas. El objetivo de su trabajo es determinar qué sustancias tóxicas están presentes, sus concentraciones y sus efectos. Luego, comparará esta información con datos de pruebas toxicológicas crónicas y criminalísticas. (19)

Como con cualquier otra enfermedad, la investigación de la muerte por intoxicación debe enfocarse en el diagnóstico de un paciente. Para investigar la cronología de la intoxicación, se recomienda comenzar con una historia clínica regular. Se deben investigar las circunstancias en caso de que un paciente muera y se sospeche una intoxicación. (20)

Si la víctima había expresado intención de suicidio, intentos previos de suicidio, si hubo testigos de la ingesta de un cierto tóxico y otros detalles relevantes. Además, se deben considerar otros casos o muertes similares para considerar esta como una intoxicación alimentaria, ambiental o profesional. (2)

La base de una investigación de intoxicación es la obtención e interpretación de los hallazgos de una prueba de toxicología. El propósito de un patólogo forense es obtener muestras adecuadas de varios órganos o líquidos orgánicos. Vargas propone esta lista de muestras y la cantidad necesaria para llevar a cabo un estudio exitoso.(4)

2.4 Principales técnicas de análisis en toxicología forense

En el laboratorio de toxicología, se deben seguir las reglas del "Grupo Científico", que es un grupo de científicos que trabajan en el análisis de drogas. Estas reglas incluyen las características propias de la sustancia, las pruebas presuntivas, la prueba inicial de confirmación, la cuantificación, la prueba de confirmación estructural y, finalmente, el informe de laboratorio.(21)

Una sistemática analítica toxicológica es el conjunto de procedimientos analíticos, concisos y bien planificados, destinados a poner de manifiesto la presencia o ausencia de sustancias toxicológicas relevantes en una muestra específica. Comprende múltiples pasos: (7)

- **Pretratamiento de las muestras:** conjugados, homogenización, desproteinización, hidrólisis, etc. (22)

- **Extracción/Purificación:** mediante métodos como microextracción en fase sólida (SPME), extracción en fase sólida (SPE), extracción en el espacio de cabeza (HSE) y extracción líquido-líquido (LLE), entre otros.(13)

- **Análisis instrumental:** Se utilizan técnicas como la cromatografía líquida de alta presión (HPLC), la cromatografía de gases acopladas y otras que se pueden aplicar a varios detectores. Espectrometría de absorción atómica y emisión atómica con acoplamiento de plasma inductivo(23)

CONCLUSIÓN

La toxicología forense desempeña un papel esencial en la investigación criminal, proporcionando pruebas científicas cruciales que ayudan a determinar causas de muerte, identificar sustancias tóxicas y reconstruir eventos delictivos. Los avances tecnológicos recientes, como la cromatografía y la espectrometría de masas, han mejorado significativamente la precisión y eficacia de los análisis toxicológicos. Sin embargo, la constante aparición de nuevas sustancias psicoactivas y la complejidad de las mezclas de drogas plantean desafíos continuos. La integración de nuevas metodologías y tecnologías, como la toxico genómica, ofrece un potencial prometedor para abordar estos retos. A través de una revisión exhaustiva de la literatura reciente, esta actualización subraya la importancia de la toxicología forense en el sistema de justicia penal y destaca la necesidad de una formación continua y la adaptación a las innovaciones tecnológicas para mejorar la resolución de casos criminales y la administración de justicia

BIBLIOGRAFIA

1. Flament E, Guitton J, Gaulier JM, Gaillard Y. Human poisoning from poisonous higher fungi: Focus on analytical toxicology and case reports in forensic toxicology [Internet]. Vol. 13, Pharmaceuticals. MDPI AG; 2020 [cited 2024 Jun 9]. p. 1–65. Available from: <https://www.mdpi.com/1424-8247/13/12/454>
2. Simão AY, Antunes M, Cabral E, Oliveira P, Rosendo LM, Brinca AT, et al. An Update on the Implications of New Psychoactive Substances in Public Health [Internet]. Vol. 19, International Journal of Environmental Research and Public Health. MDPI; 2022 [cited 2024 May 31]. Available from: <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/8/4869>
3. Tabarra I, Soares S, Rosado T, Gonçalves J, Luís Â, Malaca S, et al. Novel synthetic opioids—toxicological aspects and analysis [Internet]. Vol. 4, Forensic Sciences Research. Taylor and Francis Ltd.; 2019 [cited 2024 May 29]. p. 111–40. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6609355/>
4. Gallardo E, Barroso M, Concheiro-Guisan M, de-Castro-Ríos A. Editorial: Current Analytical Trends in Drug Testing in Clinical and Forensic Toxicology [Internet]. Vol. 9, Frontiers in Chemistry. Frontiers Media S.A.; 2021 [cited 2024 Jun 9]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8137848/>
5. Rygaard K, Pan M, Nielsen MKK, Dalsgaard PW, Rasmussen BS, Linnet K. Overview of systematic toxicological analysis strategies and their coverage of substances in forensic toxicology [Internet]. Vol. 4, Analytical Science Advances. John Wiley and Sons Inc;

- 2023 [cited 2024 Jun 9]. p. 96–103. Available from: <https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ansa.202200062>
6. Djilali E, Pappalardo L, Posadino AM, Giordo R, Pintus G. Effects of the Storage Conditions on the Stability of Natural and Synthetic Cannabis in Biological Matrices for Forensic Toxicology Analysis: An Update from the Literature [Internet]. Vol. 12, Metabolites. MDPI; 2022 [cited 2024 Jun 9]. Available from: <https://www.mdpi.com/2218-1989/12/9/801>
 7. Dawidowska J, Krzyżanowska M, Markuszewski MJ, Kaliszan M. The application of metabolomics in forensic science with focus on forensic toxicology and time-of-death estimation [Internet]. Vol. 11, Metabolites. MDPI; 2021 [cited 2024 Jun 9]. Available from: <https://www.mdpi.com/2218-1989/11/12/801>
 8. David Pulgar -Haro, Alexandra Baculima-Cumbe M. Toxicología aplicada a la medicina legal y forense. Revista Científica las ciencias de la Salud [Internet]. 2022;8(3):1334–63. Available from: <http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index>
 9. Watson KD. Poisoning Crimes and Forensic Toxicology Since the 18th Century [Internet]. Vol. 10, Academic Forensic Pathology. SAGE Publications Inc.; 2020 [cited 2024 Jun 9]. p. 35–46. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7495674/>
 10. Rygaard K, Pan M, Nielsen MKK, Dalsgaard PW, Rasmussen BS, Linnet K. Overview of systematic toxicological analysis strategies and their coverage of substances in forensic toxicology [Internet]. Vol. 4, Analytical Science Advances. John Wiley and Sons Inc; 2023 [cited 2024 Jun 9]. p. 96–103. Available from: <https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ansa.202200062>

11. Kuwayama K, Miyaguchi H, Kanamori T, Tsujikawa K, Yamamuro T, Segawa H, et al. Micro-segmental hair analysis: detailed procedures and applications in forensic toxicology [Internet]. Vol. 40, Forensic Toxicology. Springer; 2022 [cited 2024 Jun 9]. p. 215–33. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9715473/>
12. Eche Salvatierra RA, Martínez Chávez RE, Cedeño Cedeño MA. Importancia de la medicina legal y forense en la investigación de hechos violentos. RECIAMUC [Internet]. 2023 Apr 13 [cited 2024 Jun 9];7(2):544–56. Available from: <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/download/1140/1757/>
13. Sociedad UY, Pesantes Porras LE, Humberto L, Segovia V, Exson W, Pincay V. Importancia de la investigación judicial y criminalística en la determinación de la veracidad del delito. Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos [Internet]. 2019 [cited 2024 Jun 10];11(4):443–90. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v11n4/2218-3620-rus-11-04-443.pdf>
14. Liudmila Pérez Barly D, Guirola Fuentes J, Fleites Mestres P, Yonaisi Pérez García D, Tania Milián Pérez DM, Dadmara López García D. Origen e historia de la Toxicología Origin and history of Toxicology [Internet]. Vol. 43, Revista Cubana de Medicina Militar. 2014. Available from: <http://scielo.sld.cu>
15. Silva García G, Vizcaíno Solano A, Ruiz-rico Ruiz G. El objeto de estudio de la criminología y su papel en las sociedades latinoamericanas. Utopía y Praxis Latinoamericana [Internet]. 2018;2(54):11–29. Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1462064>

16. L. Osés, Burillo-Putze, P. Munné, S. Nogué, M.A. Pinillos. Intoxicaciones medicamentosas (I). Psicofármacos y antiarrítmicos. ANALES Sis San Navarra [Internet]. 2021 [cited 2024 Jun 15];5(2):49–63. Available from: <https://scielo.isciii.es/pdf/asisna/v26s1/cuatro.pdf>
17. Ismael García-Garduzaa. Importancia de la Medicina Legal en la práctica médica. Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM [Internet]. 2022 [cited 2024 Jun 15];5(43):20–31. Available from: <https://www.scielo.org.mx/pdf/facmed/v57n5/0026-1742-FACMED-57-05-00020.pdf>
18. Fernando Arias Villalobos L, Peláez Echavarría D, Méndez G. Manejo agudo de la intoxicación medicamentosa. REVISTA MEDICINA LEGAL DE COSTA RICA [Internet]. 2021 [cited 2024 May 31];38(1):101–18. Available from: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/mlcr/v38n1/2215-5287-mlcr-38-01-101.pdf>
19. Universitario en Dirección Gestión Sanitaria M, Investigador D, David Pulgar-Haro HI, Alexandra Baculima-Cumbe MI. Toxicología aplicada a la medicina legal y forense Toxicología aplicada a la medicina legal y forense Toxicology applied to legal and forensic medicine Toxicologia aplicada à medicina legal e forense. 2022;8(3):1334–63. Available from: <http://dominodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index>
20. Hernandez Flores Carlos Daniel. La toxicología forense como coadyuvante de la criminalística analítica. Vision Criminologica - Criminalística [Internet]. 2021 Jul 21 [cited 2024 Jun 9];4(2):22–45. Available from: <https://revista.cleu.edu.mx/new/descargas/2401/3.%20REV%20DIGITAL%2045%20CAP%203.pdf>

21. Gallardo E, Barroso M, Concheiro-Guisan M, de-Castro-Ríos A. Editorial: Current Analytical Trends in Drug Testing in Clinical and Forensic Toxicology. Vol. 9, *Frontiers in Chemistry*. Frontiers Media S.A.; 2021. Available from: <https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/26403>
22. Boscolo-Berto R. Challenges and future trends of forensic toxicology to keep a cut above the rest. *Advances in Clinical and Experimental Medicine* [Internet]. 2024 Mar 21 [cited 2024 Jun 9];33(5):0–0. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38515257/>
23. Dawidowska J, Krzyżanowska M, Markuszewski MJ, Kaliszan M. The application of metabolomics in forensic science with focus on forensic toxicology and time-of-death estimation. Vol. 11, *Metabolites*. MDPI; 2021. Available from: <https://www.mdpi.com/2218-1989/11/12/801>