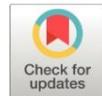


## Determinación de sustancias sujetas a fiscalización en cabello humano

### *Determination of substances subject to control in human hair*

- <sup>1</sup> Vanessa Marley Pogo Criollo  <https://orcid.org/0009-0001-1466-1286>  
Lcda. Laboratorio Clínico e Histopatológico - Universidad Nacional de Chimborazo  
Maestrante Posgrado en Criminalística y Ciencias Forenses – Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) - Riobamba – Ecuador.  
[vmpogo.fslc@unach.edu.ec](mailto:vmpogo.fslc@unach.edu.ec)
- <sup>2</sup> Karen Johanna Procel Hidalgo  <https://orcid.org/0000-0001-8568-7566>  
Lcda. Laboratorio Clínico e Histopatológico - Universidad Nacional de Chimborazo  
Maestrante Posgrado en Criminalística y Ciencias Forenses – Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) - Riobamba – Ecuador.  
[kprocel8@gmail.com](mailto:kprocel8@gmail.com)
- <sup>3</sup> María Fernanda Razo Romero  <https://orcid.org/0000-0003-4203-0235>  
Lcda. Laboratorio Clínico e Histopatológico - Universidad Nacional de Chimborazo  
Maestrante Posgrado en Criminalística y Ciencias Forenses – Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) - Riobamba – Ecuador.  
[fernandarazor@gmail.com](mailto:fernandarazor@gmail.com)
- <sup>4</sup> José Luis Soto Gallardo  <https://orcid.org/0009-0000-3295-0279>  
Odontólogo - Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES)  
Maestrante Posgrado en Criminalística y Ciencias Forenses – Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) - Riobamba – Ecuador.  
[jsdental30@gmail.com](mailto:jsdental30@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.v7i2.2.3053>

#### Cítese:

Pogo Criollo, V. M., Procel Hidalgo, K. J., Razo Romero, M. F., & Soto Gallardo, J. L. (2024). Determinación de sustancias sujetas a fiscalización en cabello humano. *Anatomía Digital*, 7(2.2), 39-53.  
<https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i2.2.3053>



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](http://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:**

Sustancias sujetas a fiscalización, drogas, pruebas en cabello humano, interferentes, pruebas especiales.

**Resumen**

**Introducción:** Actualmente, la determinación de sustancias sujetas a fiscalización en cabello es un método usado en los laboratorios de toxicología forense, por sus características específicas, que proporciona información que no se puede obtener del análisis de otras muestras biológicas, principalmente por el largo tiempo de detección que se logra con esta muestra, así como por la capacidad de establecer un perfil cronológico de consumo de drogas. Las drogas se depositan en el cabello humano a través de la circulación sanguínea mediante diferentes mecanismos posteriores a su ingesta o administración, siendo más estable por lo cual se puede detectar después de periodos prolongados de tiempo en comparación con otras muestras biológicas, estudios señalan que la droga varía a lo largo del tallo del cabello, lo cual se relaciona con el periodo de abuso. En el cabello humano se puede detectar un sin número de sustancias lícitas e ilícitas según sea el caso, la mayoría de los estudios centran su atención de drogas de uso común como son: opiáceos, anfetaminas estimulantes, marihuana, cocaína y heroína. **Objetivo:** El objetivo de la presente fue determinar que sustancias sujetas a fiscalización y métodos de análisis se emplean en el laboratorio utilizando como material biológico el cabello humano, enfocándose en una revisión bibliográfica de artículos actualizados de alto impacto. **Metodología:** El estudio empleó una revisión bibliográfica con enfoque de tipo descriptivo, diseño documental, no experimental, de corte transversal con cronología retrospectiva. **Resultados.** Después del análisis se determinó que las sustancias tóxicas llegan al cabello humano gracias a la circulación sanguínea almacenándose en estos durante tiempos prolongados, para determinarlo se requiere un mínimo de 1 cm de crecimiento, y se somete a un tratamiento el cual varía según el protocolo que emplee cada laboratorio donde se pretenda realizarlo. Después del análisis se determinó que las sustancias tóxicas llegan al cabello humano gracias a la circulación sanguínea almacenándose en estos durante tiempos prolongados, para determinarlo se requiere un mínimo de 1 cm de crecimiento, y se somete a un tratamiento el cual varía según el protocolo de que emplee cada laboratorio donde se pretenda realizarlo. La realización de dicho análisis, la mayoría de los laboratorios tiene como método de elección la Cromatografía de

Gases/Espectrometría de Masas tiene como método de elección. La búsqueda permitió la consulta de artículos científicos y tesis obtenidos de quince bases de datos en línea, publicados entre 2020-2024. **Conclusión.** La determinación de sustancias sujetas a fiscalización en cabello humano mediante diversos métodos de detección es un proceso forense crucial que ofrece una ventana única para evaluar el historial de consumo de drogas de un individuo a lo largo del tiempo. La combinación de técnicas analíticas avanzadas permite identificar y cuantificar sustancias específicas. **Área de estudio general:** Criminalística/ Forense. **Área de estudio específica:** Derecho- Criminalística. **Tipo de estudio:** Artículos originales/ Original articles

**Keywords:**

Substances subject to control, drugs, tests on human hair, interferents, special tests.

**Abstract**

**Introduction:** Currently, the determination of controlled substances in hair is a method used in forensic toxicology laboratories, due to its specific characteristics, which provide information that cannot be obtained from the analysis of other biological samples, mainly because of the long detection time achieved with this sample, as well as the ability to establish a chronological profile of drug consumption. Drugs are deposited in human hair through blood circulation by different mechanisms after ingestion or administration, being more stable and therefore can be detected after prolonged periods of time compared to other biological samples, studies indicate that the drug varies along the hair shaft, which is related to the period of abuse. A number of licit and illicit substances can be detected in human hair, depending on the case, most studies focus their attention on commonly used drugs such as opiates, amphetamines, stimulants, marijuana, cocaine and heroin. **Objective:** The objective of this study was to determine which controlled substances and methods of analysis are used in the laboratory using human hair as biological material, focusing on a bibliographic review of updated high impact articles. **Methodology:** The study used a literature review with a descriptive approach, documentary design, non-experimental, cross-sectional with retrospective chronology. **Results:** After the analysis it was determined that the toxic substances reach the human hair thanks to the blood circulation being stored in these for long periods of time, to determine a minimum of 1 cm of growth is required, and it is subjected to a treatment which varies according to the protocol used

---

by each laboratory where it is intended to perform it. After the analysis it was determined that the toxic substances reach the human hair thanks to the blood circulation and are stored in them for long periods of time. To determine this, a minimum of 1 cm of growth is required, and it is subjected to a treatment which varies according to the protocol used by each laboratory where it is intended to be performed. To perform this analysis, most laboratories have Gas Chromatography/Mass Spectrometry as the method of choice. The search allowed the consultation of scientific articles and theses obtained from fifteen online databases, published between 2020-2024. **Conclusion:** The determination of controlled substances in human hair by various detection methods is a crucial forensic process that provides a unique window to assess an individual's drug use history over time. The combination of advanced analytical techniques allows the identification and quantification of specific substances.

---

## Introducción

Las sustancias sujetas a fiscalización son aquellas que están controladas y reguladas debido a su potencial impacto en la salud pública y la seguridad (1). Estas sustancias incluyen estupefacientes, psicotrópicos, precursores químicos y otras sustancias químicas específicas destinadas a la elaboración ilícita de estas sustancias (2). El tráfico ilícito atenta contra la salud pública y puede causar daños en el organismo humano, la familia y la sociedad en general.

Las drogas se depositan en el cabello humano a través de la circulación sanguínea mediante diferentes mecanismos posteriores a su ingesta o administración, siendo más estable por lo cual se puede detectar después de periodos prolongados de tiempo en comparación con otras muestras biológicas, estudios señalan que la droga varía a lo largo del tallo del cabello, lo cual se relaciona con el periodo de abuso (3, 4).

La principal ventaja de las pruebas de detección de drogas en el cabello sobre las pruebas en sangre y orina radica en un mayor tiempo de determinación en comparación a las otras. Los análisis de sangre y de orina brindan información a corto plazo relacionada con la adicción a las drogas, mientras que el historial de drogas a largo plazo se puede rastrear mediante el análisis del cabello (5).

En el cabello humano se puede detectar un sin número de sustancias lícitas e ilícitas según sea el caso, la mayoría de los estudios centran su atención de drogas de uso común como

son: opiáceos, anfetaminas estimulantes, marihuana, cocaína y heroína (6). Teniendo como método de detección la cromatografía líquida/espectrometría de masas de tándem (6, 7), también se han empleado métodos como: pruebas de Inmunoensayo Competitivo Rápido (ICR), Espectrofotometría de Luz Ultravioleta (ELUv) y Cromatografía en Capa Fina (CCF) (8).

El objetivo de la presente fue determinar que sustancias sujetas a fiscalización y métodos de análisis se emplean en el laboratorio utilizando como material biológico el cabello humano, enfocándose en una revisión bibliográfica de artículos actualizados de alto impacto.

### Metodología

El presente trabajo de investigación es una revisión bibliográfica, con un enfoque tipo descriptivo, un diseño documental y no experimental, de cohorte transversal con cronología retrospectivo.

#### *Población:*

La población está establecida por 20 referencias bibliográficas relacionadas al tema de estudio, obtenidas de plataformas académicas digitales como: Google académico, Dominio de las ciencias, Skopein, Egyptian Journal of Forensic Sciences, Journal of analytical toxicology, Journal of analytical science and technology, Scielo, Gaceta internacional de ciencias forenses, Ciencia digital, Europe PMC y Tópicos de investigación en las ciencias de la tierra y materiales

#### *Muestra:*

La muestra de la investigación se conformó por las revisiones bibliográficas de 15 artículos de acuerdo con el tema “Determinación de sustancias sujetas a fiscalización en cabello humano” para ello, se tomaron en cuenta los artículos científicos con una vigencia de seis (6) años de publicación en inglés y español, las mismas que están disponibles en: Dominio de las ciencias (1), Skopein (1), Egyptian Journal of Forensic Sciences (1), Journal of analytical toxicology (4), Journal of analytical science and technology (1), Scielo (3), Gaceta internacional de ciencias forenses (1), Ciencia digital (1), Europe PMC (1) y Tópicos de investigación en las ciencias de la tierra y materiales (1).

#### *Criterios de selección*

##### Criterios de Inclusión:

Artículos publicados entre el 2019 al 2024 para el análisis y discusión de resultados, artículos con contenido Toxicológico publicados en revistas indexadas.

### Criterios de exclusión

Artículos con fechas publicadas mayor a siete (7) años, artículos incompletos. artículos con datos que no contienen información concerniente al tema de estudio. Y páginas web no verificadas.

### Discusión

El consumo de drogas pone en peligro la salud general y mental, especialmente perjudica durante las primeras etapas de la adolescencia. En el 2020, se calculó que 284 millones de personas en el mundo de entre 15 y 64 años, en su mayoría hombres, habían consumido alguna droga en los últimos 12 meses. Lo que equivale aproximadamente el 5,6 %, y representa un aumento del 26 % respecto a 2010, año en que el número estimado de personas que consumían drogas ascendía a 226 millones y la prevalencia era del 5 %. Esto obedece en parte al crecimiento de la población mundial (9).

Las drogas ilegales son los principales contribuyentes al aumento de los asesinatos. En el artículo *Violencias, territorios y tráfico de drogas en América Latina* señala que los mercados ilegales de drogas surgen inevitablemente en el mercado formal y son alimentados por actores convencionales en posiciones clave. Los jóvenes son los eslabones más expuestos de la cadena del tráfico de drogas. Es importante destacar que el consumo de drogas es un problema complejo que está influenciado por una variedad de factores, incluidos los sociales, económicos y culturales. Además, las políticas gubernamentales y las acciones de las fuerzas del orden también tienen un impacto significativo en los patrones de consumo de drogas en la región (10).

Al analizar la información cualitativa, queda claro que en 2020 se produjo un aumento general del consumo de cannabis, que sigue siendo la droga más consumida a nivel mundial, así como un aumento general del consumo de anfetaminas. El consumo de opioides se mantuvo estable en la mayoría de los países. De los 68 países con datos disponibles, las drogas de cannabis son el grupo de drogas que más comúnmente causa el mayor número de trastornos por consumo de drogas en el país, seguido de cerca por los opioides, principalmente la heroína (9).

El análisis del cabello se basa en un esforzado procedimiento que consta de pasos importantes como la purificación y la extracción. En el artículo: *Determination of Drugs of Abuse in Hair by LC-MS-MS: Application to Suicide Attempts Investigation*, señala que para analizar las sustancias sujetas a fiscalización en el cabello se requieren técnicas analíticas sensibles, ya que las concentraciones de estas sustancias son bajas y dependen principalmente de la cantidad de sustancia consumida y el metabolismo del analito. Las técnicas cromatográficas, junto con la espectrometría de masas, representan las

principales herramientas instrumentales para la identificación y cuantificación de sustancias en el cabello, ya que combinan una alta sensibilidad y especificidad (6).

Dicho análisis aporta información sobre la exposición crónica a sustancias lícitas e ilícitas, se obtiene de manera no invasiva, existe menor riesgo de adulteración, mejor almacenamiento, transporte y contribuye a investigaciones forenses ya que aporta con valiosos datos periciales. Considerándose como la principal desventaja los elevados costos y la complejidad de la técnica (5, 6).

Las primeras investigaciones donde se empleó el cabello humano como matriz biológica o toxicológica se remontan a 1858, cuando se determinó la presencia de arsénico en cabellos exhumados 11 años después de su muerte, y hace más de 40 años comenzó a despertar especial interés por el cabello como matriz toxicológica. como alternativa a las tradicionales muestras biológicas en la detección de drogas, sirviendo como complemento a las investigaciones forenses (5).

Al compararse con muestras biológicas tradicionales como sangre, saliva y orina, el cabello humano aporta con una detección larga además es la única muestra que proporciona una información cronológica sobre el consumo de drogas, pudiendo así valorar el periodo de abstinencia de un individuo (6, 11).

El cabello retiene las drogas debido a su capacidad de absorber y retener sustancias tóxicas que se consume o se exponen. Cuando una persona consume drogas las moléculas de estas sustancias ingresan al torrente sanguíneo y son transportadas a los folículos pilosos que nutren el cabello. Allí, las sustancias se depositan en el interior del cabello, específicamente en el córtex, y quedan atrapadas en su estructura.

Una vez la droga se incorpora, permanece invariable durante un tiempo, siempre y cuando ese tipo de cabello no presente algún tipo de tratamiento cosmetológico ya que este hecho altera la matriz queratínica provocando que la concentración de droga varíe, la concentración está relacionada al efecto de la melanina, ya que, las drogas establecen un enlace con esta y se posibilita su retención en el cabello, encontrándose concentraciones mayores en pelos pigmentados (5).

Esparza (12) menciona que las drogas se incorporan en el cabello en diferente medida las anfetaminas y cocaína en mayor medida y con concentraciones más altas; a diferencia de las drogas neutras o ácidas como lo son las benzodiazepinas y cannabinoides. Al ser el cabello un medio biológico de fácil acceso y de difícil alteración lo hace óptimo para determinar sustancias ilícitas, ayudando a la indagación de si la persona tuvo consumos anteriores a la prueba.

La zona óptima para recoger una muestra de cabello es la parte posterior de la cabeza porque tiene una tasa de crecimiento más rápida que el resto y aproximadamente el 85%

de los folículos pilosos se encuentran en fase anágena, estudios señalan que existe mayor concentración de sustancias tóxicas en el vello púbico debido a su crecimiento lento, en comparación al vello presente en las axilas donde la concentración es menor al estar expuestas al sudor constante (5).

Para que el análisis de esta matriz sea correcto es necesario que el cabello tenga una longitud mínima de 1 centímetro, correspondiente a un mes de consumo, pues en el caso de una longitud menor se puede cambiar el análisis. Estudios han demostrado que la cantidad a usar varía desde 20 mg (6), 25 mg (10), 40 mg (12), 50 mg (13) hasta 100 mg (5), todo depende de las técnicas aplicadas y de la cantidad de sustancias tóxicas a determinar, se extraen en metanol.

Para el análisis toxicológico se utilizan segmentos proximales de 0 a 3 cm. Si la longitud del cabello es inferior a 3 cm, se utiliza todo el cabello para el análisis. Las muestras de cabello se lavan dos veces con agua y dos veces con acetona. Después se secan al aire, las muestras de cabello lavado se cortan finamente en trozos de 2 a 3 mm con tijeras. Posteriormente se pesa el cabello en tubos de 2 mL. Se agregan perlas de cerámica (1 mm) antes de agregar 1 mL de disolvente metanol mezclado con los estándares internos. Luego, las muestras se muelen. Posteriormente se centrifugan y se inyecta 5 µL del sobrenadante en el sistema LC-MS/MS (14), todo el procedimiento variará dependiendo de la técnica que se emplee.

En el artículo titulado *Drogas y consumo de alto riesgo: patrón epidemiológico a partir de análisis de cabello en el contexto forense* menciona que sustancias sujetas a fiscalización como es el caso de las drogas, el análisis de cabello es un procedimiento de rutina en el ámbito de toxicología forense siendo de gran ayuda ya que tiene una ventaja que es la detección de drogas en el cabello de varias semanas a años (15,16).

Aproximadamente 1 800 muestras de cabello son estudiadas anualmente por el Departamento de drogas del Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses de Madrid con la finalidad de probar o descartar el uso de drogas como son: cannabis, cocaína, heroína, anfetamina y derivados; ketamina o fármacos sustitutorios como la (metadona). Su estudio data que más del 88 % de las muestras estudiadas eran de hombres; con una prevalencia de cannabis como la droga que fue, la más consumida con un 54 % seguida de la cocaína con el 49 %, el 17 % y el 14 % la anfetamina y la MDMA; por consiguiente la heroína y metadona con un 10 % y 11 %; concluyendo con ketamina y metanfetamina con menos del 1 %; teniendo en cuenta que de MDEA no se detectó ningún caso en los exámenes realizados en detección de drogas en cabello (15).

Al ser la droga una sustancia nociva para la salud, en el transcurso del tiempo se ha utilizado nuevos métodos para su detección como es el cabello, no muy utilizada tal vez ni conocida por la sociedad debido a que se pensó que solo se puede conocer si una

persona consumió mediante pruebas de orina y sangre. Actualmente diferentes artículos de revistas publican mediante estudios cuales son las que se detectan con mayor prevalencia y los métodos que utilizan para su detección; y las interferencias pueden existir.

Wang y colaboradores, en su artículo, *A Retrospective of Prevalence of Drugs of Abuse by Hair Analysis in Shanghai using LC-MS-MS*, indican que la orina y la sangre son las muestras más usadas pero que su tiempo de detección es más corto y delimitado que las muestras de cabello; siendo este último el método más popular que se utiliza para identificar a personas consumidoras. Su estudio se basó en un total de 5 610 casos en un año en donde realizaron exámenes en cabello para detectar drogas por lo cual la Academia de Ciencias Forenses (AFS) en Shanghái en su investigación descartó 3 897 casos, en cambio 1 713 (30,5 %) de los casos fueron positivos para una o más de las sustancias (14).

El estudio dio como resultado que la metanfetamina (MA) obtuvo un 48 % con un total de 894 casos, el informe dado de la Comisión Nacional de Control de Estupefacientes de China (NNCC) de igual manera dio a conocer que la heroína ha sido reemplazada por la MA con un 56 % siendo la droga de abuso más común en China. El THC con el 14 % fue la segunda droga detectada con mayor incidencia, con menos frecuencia los consumidores de opiáceos representando el 4 %. Las drogas ilícitas conocidas son las más consumidas. En Shanghái se ha popularizado el flunitrazepam y las nuevas sustancias psicoactivas (NPS), complicando la epidemia que ya existía de drogas. La mayor cantidad de muestras positivas en cabello procedían de varones (75 %) (14).

Según los autores (13,14), concuerdan que el método de detección que utilizan para conocer el tipo de droga que consumen es en muestras de cabello debido a su eficacia y largo tiempo de duración cronológico, el consumo de sustancias ilícitas por países cambia y por nivel socioeconómico. El mundo vive una epidemia del uso de sustancias sujetas a fiscalización, su fácil acceso hace posible su uso. El género juega un papel importante para conocer quienes lo consumen; siendo en los hombres mayor la incidencia que en las mujeres.

Manteniendo la misma línea Ji y colaboradores, en su estudio denominado *LC-MS-MS Determination of 88 Psychotropic Drugs in 1 865 Hair Samples from Addicts in Drug Abstinence*, dio a conocer que en el análisis de cabello se puede determinar si el individuo dejó de consumir la droga días anteriores a realizarse el examen en orina. Teniendo como objetivo diferentes fines uno de ellos el monitoreo de abstinencia, ámbito laboral, judicial entre otros. Del total de 1 865 muestras, 129 fueron positivos y gran parte de esta fueron varones con un 78,29 %. Las metanfetaminas y opioides fueron las que tuvieron mayor cantidad de positivos (11).

La determinación de sustancias sujetas a fiscalización en cabello humano es un método forense utilizado para identificar el uso de drogas o sustancias controladas a lo largo del tiempo. Este proceso se basa en el análisis de muestras de cabello, ya que estas pueden retener información sobre las sustancias ingeridas o absorbidas por el cuerpo a lo largo de un periodo extendido. Existen distintos métodos utilizados para la detección de sustancias sujetas a fiscalización en cabello humano (15).

La espectrometría de masas en tándem es sensible y selectividad en la identificación de sustancias, como menciona López Castillo y col. (17) en su artículo, implica la fragmentación y análisis de moléculas en el cabello para identificar compuestos específicos (17).

Cromatografía de Gases/Espectrometría de Masas (GC-MS) separa los componentes de la muestra y luego los identifica mediante la espectrometría de masas. Es especialmente útil para la detección de drogas como cannabinoides, anfetaminas y opiáceos. En comparación con la espectrometría de Absorción Atómica (AAS) que se utiliza para la detección de elementos metálicos como plomo, cadmio y mercurio que pueden estar presentes en sustancias ilegales. es decir, este estudio puede proporcionar información sobre la contaminación por metales pesados en drogas (17, 18, 19).

Tabatabaei MS, Ahmed M en su estudio menciona que los ensayos inmunológicos, como ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay), son utilizados para la detección de sustancias específicas. Pueden ser rápidos y sensibles, pero a veces pueden dar falsos positivos debido a la similitud estructural con otras sustancias. El método es una técnica inmunológica ampliamente utilizada para la detección y cuantificación de diversas sustancias, incluidas aquellas sujetas a fiscalización, en muestras biológicas como el cabello humano (20).

Aunque ELISA es una técnica útil, en algunos casos se pueden requerir métodos adicionales de confirmación, como cromatografía de gases o espectrometría de masas, para aumentar la especificidad y la confianza en los resultados, especialmente en situaciones legales o forenses.

### Conclusiones

Posterior a la revisión bibliográfica y documental con respecto a Determinación de sustancias sujetas a fiscalización en cabello humano., se puede concluir que:

- Sintetizando el estudio de los diferentes autores la muestra idónea actualmente para la detección de sustancias ilícitas es el cabello, ya que se conservan mejor en cada hebra, pudiendo determinar cualquier sustancia toxica en años posteriores a su exposición, siempre que se conserve el cabello, es decir, que no sea cortado o sometido a un tratamiento cosmetológico que altere su estructura. Es importante

destacar que este proceso debe llevarse a cabo en laboratorios especializados por personal capacitado. Además, la interpretación de los resultados debe considerar factores como la posible contaminación ambiental, el uso de productos capilares, y la variabilidad en la tasa de crecimiento del cabello. Este tipo de análisis se utiliza comúnmente en contextos legales, como pruebas de drogas en el ámbito forense.

- Por consiguiente, su alto costo a diferencia de otros métodos de detección con diferentes muestras hace que no sea usado como las demás pruebas. Su consumo no mira clases sociales, género o edad; dependiendo el país donde se encuentre cada persona/ sujeto; obtendrá la sustancia de acuerdo con su ubicación geográfica, el cannabis tiene mayor incidencia en algunos países eso no quiere decir que no se consuma otras drogas conocidas. La mayor población que consume es joven y de género masculino, se estima que 284 millones de personas tienen problemas de drogadicción a nivel mundial
- Para finalizar la determinación de sustancias sujetas a fiscalización en cabello humano mediante diversos métodos de detección es un proceso forense crucial que ofrece una ventana única para evaluar el historial de consumo de drogas de un individuo a lo largo del tiempo. La combinación de técnicas analíticas avanzadas permite identificar y cuantificar sustancias específicas.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

### Referencias bibliográficas

1. Ávila R, Ramírez J. Análisis de los factores relacionados con el tráfico de sustancias catalogadas sujetas a fiscalización. Dominio Las Cienc [Internet]. 26 de enero de 2022 [citado el 7 de marzo de 2024];8(1):610-33. Disponible en: <https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2515>
2. Ley orgánica de prevención integral. Fenómeno socio económico drogas. Quito; Reforma 13 de agosto de 2020. [citado 7 de marzo de 2024] Disponible en: [https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/Ley-Organica-de-Prevencion-Integral-del-Fenomeno-Socio-Economico-de-las-drogas-y-de-regulacion-y-control-del-uso-de-sustancias-catalogadas-sujetas-a-fiscalizacion\\_Ley-0.pdf](https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/Ley-Organica-de-Prevencion-Integral-del-Fenomeno-Socio-Economico-de-las-drogas-y-de-regulacion-y-control-del-uso-de-sustancias-catalogadas-sujetas-a-fiscalizacion_Ley-0.pdf)

3. Hidalgo P. Ingeniería química aplicada en Laboratorio de Criminalística. Revista Skopein [Internet]. 1 de diciembre de 2021 [citado 7 de marzo de 2024];(22). Disponible en: <https://skopein.org/ojs/index.php/1/article/view/152>
4. Usman M, Naseer A, Baig Y, Jamshaid T, Shahwar M, Khurshuid S. Forensic toxicological analysis of hair: a review. Egypt J Forensic Sci [Internet]. 27 de abril de 2019 [citado 7 de marzo de 2024];9(1):17. Disponible en: <https://ejfs.springeropen.com/articles/10.1186/s41935-019-0119-5>
5. Muñoz G, M A. Análisis de tóxicos en el pelo asociados a adicción en la Región de Murcia. Proyecto de investigación. España: Universidad de Murcia [Internet]. 6 de septiembre de 2021 [citado 7 de marzo de 2024]; Disponible en: <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/111588>
6. Cardoso M, Lanaro R, Dolores R, Morais D, Arantes A, Oliveira K, et al. Determination of Drugs of Abuse in Hair by LC-MS-MS: Application to Suicide Attempts Investigation. J Anal Toxicol [Internet]. 20 de mayo de 2022 [citado 7 de marzo de 2024]; 46(5):577-81. Disponible en: <https://academic.oup.com/jat/article/46/5/577/6288373?searchresult=1>
7. Shin D, Kim S, Suh S, Kim J. Simultaneous determination of ethyl glucuronide, cocaine, cocaethylene, and benzoylecgonine in hair by using LC-MS/MS. J Anal Sci Technol [Internet]. 1 de marzo de 2024 [citado 7 de marzo de 2024];15(1):8. <https://jast-journal.springeropen.com/articles/10.1186/s40543-023-00412-2>
8. Cáceres V, Vázquez C, Lucena M, Sánchez F. Tricología Forense. Primera edición. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2021. [citado 7 de marzo de 2024]. Disponible en: [http://obsinvestigacion.unach.edu.ec/obsrepositorio/libros/portadas/71/TRICOLOGIA\\_FORENSE.pdf](http://obsinvestigacion.unach.edu.ec/obsrepositorio/libros/portadas/71/TRICOLOGIA_FORENSE.pdf)
9. Oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el delito UNODC. Informe mundial sobre las drogas. Nueva York: León Addie; 2022 [citado 7 de marzo de 2024] Disponible en: [https://www.unodc.org/res/wdr2022/MS/WDR22\\_Booklet\\_2\\_spanish.pdf](https://www.unodc.org/res/wdr2022/MS/WDR22_Booklet_2_spanish.pdf)
10. Viscardi N, Tenenbaum Gabriel. Violencias, territorios y tráfico de drogas en América Latina. Scielo [Internet]. 01 de diciembre de 2023 [citado 10 de marzo de 2024]; 36(53), 7-14. Disponible en: [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0797-55382023000200007](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0797-55382023000200007)

11. Ji J jiao, Xu D, Yan H, Xiang P, Shen M. LC–MS-MS Determination of 88 Psychotropic Drugs in 1,865 Hair Samples from Addicts in Drug Abstinence. *J Anal Toxicol* [Internet]. 1 de enero de 2023 [citado 10 de marzo de 2024]; 47(1):52-8. Disponible en: <https://academic.oup.com/jat/article/47/1/52/6571670?searchresult=1>
12. Esparza J. El pelo como matriz toxicologica. *Gaceta Internacional de Ciencias Forenses* [Internet]. 2019 [citado 10 de marzo de 2024]; (30),11. Disponible en: [https://www.uv.es/gicf/3R1\\_Esparza\\_GICF\\_30.pdf](https://www.uv.es/gicf/3R1_Esparza_GICF_30.pdf)
13. Matey JM, López-Fernández A, García-Ruiz C, Montalvo G, Moreno MD, Martínez MA. Potential of High-Resolution Mass Spectrometry for the Detection of Drugs and Metabolites in Hair: Methoxetamine in a Real Forensic Case. *J Anal Toxicol* [Internet]. 1 de enero de 2022 [citado 10 de marzo de 2024]; 46(1):e1-10. Disponible en: <https://academic.oup.com/jat/article/46/1/e1/5940493?searchresult=1>
14. Wang X, Cui J, Zhuo Y, Shen B, Zhang S, Liu W, et al. A Retrospective of Prevalence of Drugs of Abuse by Hair Analysis in Shanghai using LC–MS-MS. *J Anal Toxicol* [Internet]. 7 de junio de 2020 [citado 10 de marzo de 2024]; 44(5):482-9. Disponible en: <https://academic.oup.com/jat/article/44/5/482/5722306?searchresult=1>
15. Burgueño M, Sánchez S, Castro M, Mateos-CR. Drogas y consumo de alto riesgo: patrón epidemiológico a partir de análisis de cabello en el contexto forense. *Scielo* [Internet]. 2019 [citado 10 de marzo de 2024];93. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57272019000100027](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272019000100027)
16. Collaguazo E, Lucena M. Matrices no convencionales como las faneras (pelos) en la detección de drogas de abuso con fines de investigación toxicológica forense. *Ciencia Digital* [Internet]. 5 de julio de 2023 [citado 10 de marzo de 2024];7(3):25-37. Disponible en: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2585>
17. López Castillo D, Martínez Brito D, Correa Vidal T, Montes de Oca Porto R. Implementación de una técnica de Cromatografía de Gases-Espectrometría de Masas Triple Cuadruplo para detectar compuestos xenobióticos en muestras de orina para el control del dopaje. *Rev CENIC Cienc Quím* [Internet]. 2020 [citado el 11 de marzo de 2024];51(1):35–48. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2221-24422020000100035&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2221-24422020000100035&lng=es&tlng=es)

18. Miranda L, Alejandra K. Caracterización y análisis de evidencias forenses mediante técnicas no destructivas y análisis multivariado. Chile: Universidad de Chile. 2020 [citado el 11 de marzo de 2024]; Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/185748>
19. Ruiz Salgado S, Rodriguez Lugo V. Arqueología Forense, Quimiometría y el Método Científico. *Tópicos De Investigación En Ciencias De La Tierra Y Materiales* [Internet]. 2023 [citado el 11 de marzo de 2024];10(10):53–66. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.29057/aactm.v10i10.11311>
20. Tabatabaei MS, Ahmed M. Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA). *Methods Mol Biol* [Internet]. 2022 [citado el 11 de marzo de 2024];2508:115-134. Disponible en: <https://europepmc.org/article/med/35737237>

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

