



**ACTUALIZACIÓN DE LA
SEVERIDAD DEL CONSUMO DE
ESTUPEFACIENTES EN EL SUR DE
ESPAÑA Y ESTUDIO DE SU
EVOLUCIÓN DURANTE EL
PERÍODO 2010-2020 MEDIANTE EL
ANÁLISIS DE MUESTRAS DE
CABELLO**

Laura Pigne Pareja

Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla



TRABAJO FIN DE GRADO

**ACTUALIZACIÓN DE LA SEVERIDAD DEL
CONSUMO DE ESTUPEFACIENTES EN EL
SUR DE ESPAÑA Y ESTUDIO DE SU
EVOLUCIÓN DURANTE EL PERÍODO 2010-
2020 MEDIANTE EL ANÁLISIS DE MUESTRAS
DE CABELLO**

**DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y BROMATOLOGÍA, TOXICOLOGÍA Y
MEDICINA LEGAL**

ÁREA DE TOXICOLOGÍA

GRADO EN FARMACIA

Laura Pigne Pareja

Tutoras: Isabel María Moreno Navarro

Teresa Soriano Ramón

TFG experimental

SEVILLA, JUNIO 2022

RESUMEN

La muestra de cabello se ha convertido en la tercera matriz biológica para investigaciones en Toxicología Forense, después de sangre y orina. De las distintas aplicaciones que presenta el análisis del pelo, por su gran interés en toxicología y su directa aplicación en la interpretación de los resultados obtenidos, este trabajo se centra en el estudio de la **severidad del consumo**, que permite calificarlo como **alto, moderado o bajo**.

El método más empleado para establecer la severidad es el **estudio estadístico**. Para que la interpretación de los resultados sea correcta, **cada laboratorio debe establecer sus propios rangos, basados en su experiencia y población**. Es conveniente que se **revisen periódicamente** por las posibles variaciones que se pueden producir.

El objetivo del presente trabajo es **actualizar la clasificación de la severidad del consumo** de metadona y las drogas de abuso más frecuentes, en el sur de España (cocaína, cannabis, heroína y anfetamina y MDMA). Se estudia la incidencia del consumo de estas sustancias y los parámetros estadísticos que permiten establecer la severidad en el consumo (mediana, mínimo, máximo y percentiles 25, 75), así como la evolución a lo largo del periodo comprendido entre 2010 y 2020.

Se ha realizado un estudio observacional, descriptivo y retrospectivo a partir del análisis de 5039 muestras de pelo procedentes de casos forenses del INTCF de Sevilla. Se ha usado la Base de Datos LIMS Labware del INTCF y el Software Microsoft Office.

Según los resultados, la cocaína es la droga con mayor incidencia, seguida del cannabis.

Se han observado variaciones significativas en las concentraciones que se emplean para establecer la severidad del consumo en todos los analitos de los que existían datos previos (cocaína, tetrahidrocannabinol y 6-monoacetilmorfina), por lo que se han actualizado y se han calculado las concentraciones para establecer dicha severidad en metadona, anfetamina y MDMA. Estos nuevos rangos de severidad serán de gran utilidad en la interpretación de los resultados analíticos del INTCF de Sevilla.

PALABRAS CLAVE

Cabello, drogas, severidad, incidencia

ABREVIATURAS

ICR: Incorporation rate

SoHT: Society of Hair Testing

LIMS: Laboratory Information Management System

BE: Benzoilecgonina

EBE: Etilbenzoilecgonina

6-MAM: 6-Monoacetilmorfina

THC: Δ^9 -Tetrahidrocannabinol

CBN: Cannabinol

CBD: cannabidiol

MDA: 3,4-metilendioxfanfetamina

MDMA: 3,4-metilendioximetanfetamina

EDDP: 2-etiliden-1,5-dimetil-3,3-difenilpirrolidina

GC-MS: cromatografía de gases-espectrometría de masas

LC-MS/MS: cromatografía de líquidos-espectrometría de masas en tándem

INTCF: Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses

DOA: controles de drogas de abuso

GC-MS/EI: espectrometría de masas con ionización por impacto electrónico

SIM: monitorización de iones seleccionados

IS: estándares internos

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETIVOS	10
3. MATERIAL Y MÉTODOS	11
3.1Diseño del estudio:	11
3.2Analitos objeto de estudio	11
3.3Muestras	12
3.4Procedimiento analítico y criterios de interpretación.	13
3.5Tratamiento de datos y análisis estadístico.	16
A) Tratamiento de datos.....	16
B) Análisis estadístico.....	19
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1Distribución de las muestras objeto de estudio por año y por analito investigado	21
A) Distribución por año.....	21
B) Distribución por analito.....	22
4.2Incidencia en el consumo de metadona y drogas de abuso y su evolución entre 2010 y 2020	23
A) Incidencia en el consumo.....	23
B) Evolución en la incidencia del consumo de metadona y drogas de abuso entre 2010 y 2020	24
C) Comparación de la incidencia en el consumo de drogas obtenida en nuestro estudio con la observada en la población general.....	25
4.3Evolución y actualización en la severidad del consumo de metadona y drogas de abuso entre 2010 y 2020	26
A) Evolución en la severidad del consumo.....	26
B) Actualización de la severidad en el consumo.....	29
C) Comparación de los percentiles calculados en este estudio con los obtenidos en el año 2013	31
5. CONCLUSIONES	32
6. BIBLIOGRAFÍA	33

1.INTRODUCCIÓN

El consumo de drogas es un grave problema, no solo desde el punto de vista de la salud, sino también social y judicial. Para un diagnóstico correcto de este consumo se requiere la realización de análisis toxicológicos. Estos análisis se pueden realizar en cualquier tipo de fluido o tejido biológico; cada una de las matrices posee unas características especiales, que nos proporcionan una información diferente y tienen, por tanto, sus ventajas e inconvenientes.

En los últimos años la muestra de cabello se ha convertido en la tercera matriz biológica para investigaciones en Toxicología Forense, después de sangre y orina, siendo a veces imprescindible ya que cada muestra aporta una información diferente y complementaria (Jurado, 2015)

El uso del cabello con fines judiciales para acreditar el consumo crónico de sustancias estupefacientes es muy habitual en los laboratorios forenses. El hecho de que se produzca un consumo abusivo durante mucho tiempo puede llevar a dependencia, por tanto, el análisis del pelo sería un factor fundamental a la hora de establecer si una persona presenta dependencia o no a drogas de abuso, pero el diagnóstico final de la dependencia es clínico, y por tanto habría que considerar otros factores (Jurado and Soriano, 2016)

El pelo es una parte muy compleja de nuestra anatomía y crece por elongación de las células de centro germinativo de la papila, situado en la base del folículo piloso (Jurado, 1998). En la *Figura 1*, se observa que los folículos están rodeados de diversas capas de tejido en las que se encuentran situadas tres glándulas importantes (glándula sudorípara, glándula apocrina y glándula sebácea) cuyas secreciones bañan el pelo, además de una sofisticada red de vasos sanguíneos.

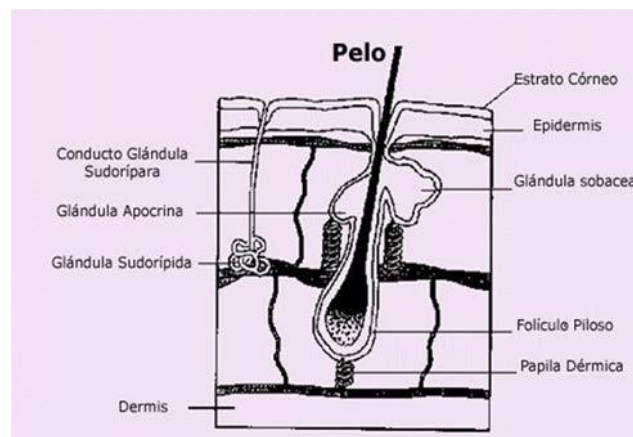


Figura 1.- Diagrama del folículo piloso (Tomado de: Tesis Doctoral Carmen Jurado, 1998.)

Las diferencias interindividuales radican fundamentalmente en el color, la cantidad y la textura.

El crecimiento del pelo no es continuo y se alternan períodos de crecimiento activo (**fase anágena**), de reposo (**fases catágena y telógena**) y de caída (**fase exógena**) (Higgins et al., 2009; Stenn and Paus, 2001). Debido a la intensa actividad metabólica que se produce en la fase anágena, se piensa que es en esta fase donde se incorporan las distintas sustancias al pelo (Jurado, 1998). La zona occipital del cuero cabelludo es la que presenta menos variabilidad en la velocidad de crecimiento y en la que el número de folículos en fase anágena es más constante, además de estar menos sujeta a variaciones derivadas de la edad o del sexo, por lo que es la zona de elección para la toma de muestra (Jurado Montoro, 2007)

Se han realizado numerosos estudios para explicar los mecanismos de **incorporación de las drogas en el pelo**, pero en general se acepta que existen, al menos, tres mecanismos. En primer lugar, hay que considerar la difusión desde la sangre que nutre la papila dérmica, otra posibilidad es a través del sudor y otras secreciones que bañan el pelo y, por último, las drogas que se encuentran en el ambiente, que también pueden depositarse en el pelo. La contaminación externa no indica consumo, por ello debe eliminarse mediante lavados previos al análisis (Jurado, 1998; Lendoiro Belío, 2015).

No se conoce el mecanismo concreto por el que las drogas quedan retenidas en el pelo, pero se pueden considerar distintos factores que influyen en la incorporación y en la retención de las drogas, que dependen tanto de las características del pelo (componentes morfológicos y estructurales, cantidad de melanina, etc.) como de las drogas que se incorporan (estructura de la molécula, lipofilia, afinidad por la melanina o capacidad de penetración de membrana) (Jurado, 1999). Experimentalmente se ha determinado la capacidad incorporativa (ICR) (incorporation rate) de distintas drogas, comparando la concentración hallada en la sangre con la presente en el pelo. Según estos estudios las drogas se pueden clasificar en tres grupos según su capacidad incorporativa sea alta (cocaína, PCP, THC, etc.), media (MDMA, MDA, LSD, metanfetamina, 6-MAM, anfetamina, etc.) o baja (morfina, benzoilecgonina, THC-COOH, etc.) (Nakahara et al., 1995).

Tras la incorporación de las sustancias al interior del pelo, éstas quedan retenidas y forman complejos muy estables y permanentes.

Son muchas las aplicaciones y las ventajas del análisis de pelo. Entre las aplicaciones se incluyen (Jurado Montoro, 2007; Lendoiro Belío, 2015):

1. Seguimiento de los programas de desintoxicación
2. Determinación de la exposición a drogas durante la gestación

3. Aplicaciones en investigaciones forenses y criminales (casos de divorcio y custodia de hijos, control de consumo en presos, delitos contra la Salud Pública, etc.)
4. Verificación de la historia del consumo de drogas
5. Control anti-doping
6. Sumisión química
7. Control abusivo de alcohol

En cuanto a las ventajas destacan:

1. Toma de muestra fácil y no invasiva.
2. En algunos casos (postmortem), puede ser la única muestra disponible para el análisis toxicológico (Bermejo Barrera and Tabernero Duque, 2011).
3. Amplia ventana de detección. Los analitos permanecen inalterados en esta matriz queratínica. Por ello, la principal ventaja del pelo frente a las matrices clásicas, como sangre u orina, es que su ventana de detección es mucho mayor (*Figura 2*), estando únicamente limitado por la longitud del pelo (Lendoiro Belío, 2015) pudiendo llegar, como puede apreciarse en la figura, a detectarse los compuestos varias semanas, meses o incluso años después del consumo.

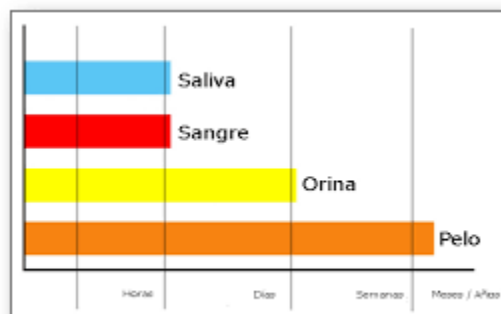


Figura 2.- Ventana de detección según diferentes matrices biológicas. (Tomado de: Huarte Arregui and García San Martín, 2019).

4. Estudio del perfil cronológico de consumo. Al poder fraccionar el mechón en distintos segmentos y analizarlos por separado se puede obtener la variación del consumo a lo largo del tiempo, teniendo así la posibilidad de establecer el perfil cronológico. La velocidad a la que crece el pelo y el tiempo que permanece cada folículo en cada fase del ciclo de crecimiento es lo que determina la disposición de las drogas incorporadas en el pelo. Por ello, para una correcta interpretación de resultados analíticos en la determinación de drogas de abuso en casos forenses la *Society of Hair Testing* (SoHT) recomendó aceptar que el cabello crece 1 cm al mes (Society of Hair Testing, 2004).

5. **Información sobre la severidad del consumo.** Aunque la correlación cuantitativa entre las concentraciones de drogas halladas en el cabello y la cantidad de droga consumida no es posible, sí que proporciona información sobre **la asiduidad o severidad del consumo de drogas**, permitiendo calificar el consumo como alto, moderado o bajo.

Pero, aunque sea un análisis muy ventajoso y de gran utilidad, también presenta una serie de limitaciones a tener en cuenta a la hora de interpretar los resultados. Entre ellas se incluyen (Jurado Montoro, 2007):

1. La concentración de las drogas presentes en el pelo está influenciada por el color de este y por los tratamientos cosméticos a los que puede someterse.
2. Esta matriz no permite conocer si una persona se encuentra bajo la influencia de sustancias tóxicas en un determinado momento, ni tampoco el consumo reciente.
3. No es posible determinar la cantidad de droga consumida mediante la concentración hallada en el pelo.

Por su gran interés en toxicología y su directa aplicación en la interpretación de los resultados obtenidos nos vamos a centrar en este trabajo en el estudio de la **severidad del consumo**.

En la bibliografía existen diversos métodos para establecer la severidad del consumo en función de la concentración de droga hallada en pelo:

1. El método de Pepin y Gaillard establece dicho rango en función del consumo informado por los implicados en el estudio, pero presenta la limitación de que pueden falsear las dosis consumidas y que se desconoce la pureza de la droga (Pépin and Gaillard, 1997).
2. Un segundo método se basa en estudios poblacionales retrospectivos, en el que los resultados positivos se comparan con la distribución normal de las concentraciones de los compuestos analizados. En ellos, se asigna el rango medio a la incidencia más alta y concentraciones por debajo y por encima, corresponderían al rango bajo y alto, respectivamente (Jurado, 1998; Jurado Montoro, 2007; Kintz and Mangin, 1995).
3. En la actualidad, los más utilizados son los **estudios estadísticos**, (Burgueño et al., 2019; Jurado, 2015; Lee et al., 2009) en los que a partir de los valores calculados de valor mínimo y máximo, mediana y percentiles 25 y 75, de las concentraciones halladas en pelo, se establecen los distintos rangos de consumo.

Este último método es el que se va a aplicar en este estudio.

Para que la interpretación de los resultados, derivada de estos estudios, sea correcta, se recomienda que **cada laboratorio tenga sus propios valores, basados en su experiencia y población**. Además, es conveniente que se **revisen periódicamente** para detectar variaciones en las concentraciones de las distintas drogas (Jurado, 2015).

2. OBJETIVOS

El objetivo principal del presente trabajo es **actualizar la clasificación de la severidad del consumo** de metadona y las drogas de abuso (cocaína, cannabis, heroína y anfetamina y MDMA) más frecuentes, en la población que abarca el Departamento de Sevilla del Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses (INTCF) que corresponde a las Comunidades Autónomas de Andalucía y Extremadura y a las Ciudades Autónomas de Ceuta y Melilla.

Para conseguir este objetivo, se llevarán a cabo los siguientes objetivos secundarios:

1. Estudio de la evolución en la prevalencia del consumo de metadona y las drogas de abuso más frecuentes en nuestra zona (cocaína, cannabis, heroína y anfetamina y MDMA) a lo largo del periodo comprendido entre 2010 y 2020.
2. Estudio de la evolución en los parámetros estadísticos que permiten establecer la severidad en el consumo (mediana, mínimo, máximo y percentiles 25, 75) de metadona y las drogas de abuso más frecuentes en nuestra zona (cocaína, cannabis, heroína y anfetamina y MDMA) a lo largo del periodo comprendido entre 2010 y 2020.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

- Software Microsoft Office
- Base de Datos LIMS Labware (Laboratory Information Management System) del INTCF. Los datos y resultados analíticos de cada muestra se registran en el sistema LIMS Labware de gestión de la información del INTCF. Las consultas del sistema LIMS se han realizado utilizando el módulo de Data Explorer, y después de filtrar los casos correspondientes a muestras de cabellos del Servicio de Química se consultaron los siguientes parámetros para llevar a cabo nuestro estudio:
 - Número de expediente
 - Analitos detectados
 - Concentración de cada uno de los analitos seleccionados

3.1Diseño del estudio: Se ha realizado un estudio de tipo observacional, descriptivo y retrospectivo sobre consumo de drogas durante el período 2010-2021, a partir de análisis de muestras de pelo procedentes de casos forenses, llevados a cabo por el Servicio de Química del Departamento de Sevilla del INTCF, cuyo ámbito territorial corresponde a las comunidades autónomas de Andalucía y Extremadura y las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla.

De los casos del año 2021 únicamente están incluidas en este estudio las muestras analizadas hasta el 28 de febrero de 2022 y sólo se van a usar para establecer la severidad en el consumo, no para el estudio de la evolución de los distintos parámetros, ya que al no disponer de la totalidad de la muestra correspondiente a dicho período pueden deducirse conclusiones erróneas.

3.2Analitos objeto de estudio: En las muestras de cabellos analizadas por el Servicio de Química del Departamento de Sevilla del INTCF se determinan los compuestos que se detallan a continuación, siguiendo las recomendaciones de la SoHT que recogen que además del principio activo se deben identificar determinados metabolitos u otros componentes que lo acompañen (*Tabla 1*).

- **Compuestos cocaínicos:** Cocaína y sus principales metabolitos Benzoilecgonina (BE) y Etilbenzoilecgonina (EBE), que se forma en el organismo cuando hay consumo simultáneo de cocaína y alcohol etílico. La **cocaína** es el analito que se utiliza como marcador del consumo.
- **Compuestos opiáceos:** 6-Monoacetilmorfina (6-MAM, principal metabolito de heroína), morfina y codeína. La **6-MAM** es el analito utilizado como marcador del consumo de heroína.

- **Compuestos cannábicos:** Δ^9 -Tetrahidrocannabinol (**THC**), cannabinol (CBN) y cannabidiol (CBD). El **THC** es el analito empleado como marcador del consumo de cannabis.
- **Compuestos anfetámnicos:** Anfetamina, metanfetamina, 3,4-metilendioxfanfetamina (MDA) y 3,4-metilendioximetanfetamina (MDMA). De ellos, en este estudio, sólo se han incluido **anfetamina y MDMA**, ya que no se dispone de una casuística suficientemente alta de MDA y metanfetamina.
- **Metadona** y su principal metabolito EDDP (2-etiliden-1,5-dimetil-3,3-difenilpirrolidina, siendo la metadona el compuesto empleado como marcador del consumo.

3.3 Muestras: Se han analizado 5039 muestras de cabello, todas ellas procedentes de casos judiciales (*Figura 3*).

1	NAME	SAMPLE	SAMPLE_TYPE	Anfetamina	Cocaína	MDMA	Metadona	Monoacetilmo	Tetrahidrocannabinol
5029	S21-05482-S_Q00	3158036	CABELLO	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	0,18
5030	S21-05483-S_Q00	3158038	CABELLO	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	
5031	S21-05484-S_Q00	3158049	CABELLO	No detectado	16,46	No detectado	No detectado	No detectado	0,86
5032	S21-05494-S_Q00	3157601	CABELLO						No detectado
5033	S21-05533-S_Q00	3161700	CABELLO	No detectado	26,14	No detectado	No detectado	3,45	0,19
5034	S21-05698-S_Q00	3169974	CABELLO	No detectado	5,75	No detectado	No detectado	No detectado	0,05
5035	S21-05829-S_Q00	3178738	CABELLO	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	0,18
5036	S21-06186-S_Q00	3198147	CABELLO	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado
5037	S21-06243-S_Q00	3200097	CABELLO	No detectado	681,69	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado
5038	S21-06245-S_Q00	3200101	CABELLO	No detectado	201,36	No detectado	No detectado	No detectado	0,1
5039	S21-06328-S_Q00	3205555	CABELLO	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado
5040	S21-06330-S_Q00	3205564	CABELLO	No detectado	7,79	No detectado	No detectado	No detectado	0,16
5041									
5042									
5043									

Figura 3.- Número de muestras de cabello objeto de estudio

El criterio para analizar unas drogas u otras es responder a lo solicitado en el formulario de la Autoridad Judicial.

- Si se solicita una o varias drogas en concreto, únicamente se investigarán estas (*Figura 3*).
- Si indica análisis de drogas, sin especificar cuáles, se analizan todos los compuestos citados anteriormente, siempre y cuando haya muestra suficiente para ello. Si no hay muestra para llevar a cabo todos los análisis, se priorizan los compuestos cocaínicos-opiáceos-metadona, seguidos de los cannabinoides y finalmente los anfetámnicos. El orden a seguir se debe a que la cocaína y el cannabis son las drogas más consumidas habitualmente (Consejería de Igualdad y Políticas Sociales. Junta de Andalucía, 2018) y entre ellas dos, se prioriza la cocaína porque existe una mayor relación entre esta droga y la comisión de delitos, que con el cannabis (Valenzuela and Larroulet, 2010).

3.4 Procedimiento analítico y criterios de interpretación.

En el año 2012 la SoHT estableció una guía para realizar los análisis toxicológicos en pelo (Society of Hair Testing, 2012) que ha sido revisada y aprobada en Consenso en 2021 (Society of Hair Testing, 2021), en las que se establece las distintas etapas que hay que llevar a cabo:

1. **Recogida de muestras y almacenamiento.** Generalmente un mechón de cabello de la zona occipital, del grosor de un lápiz e identificando las zonas proximal y distal de dicho mechón. No requiere condiciones especiales de almacenamiento.
2. **Segmentación del mechón.** Los pelos deben estar perfectamente alineados para que no haya error en los periodos que se van a analizar.
3. **Eliminación de la contaminación externa.** Paso previo al análisis de pelo y se lleva a cabo haciendo lavados sucesivos con disolventes orgánicos y acuosos en el mechón de pelo.
4. **Extracción de los analitos de la matriz.** Esta etapa es necesaria para liberar todas las drogas presentes en la muestra. Consta de dos pasos, la homogenización de la muestra, que se realiza cortando el pelo en fragmentos de 1-3 mm o pulverizándolo y la solubilización o digestión de la misma. Tras la extracción de los analitos y previo al análisis, en algunos casos, puede requerirse una etapa de purificación (extracción líquido-líquido o extracción en fase sólida).
5. **Análisis instrumental.** Los analitos presentes en el pelo deben cuantificarse e identificarse de forma inequívoca. Esto, unido a la baja concentración de muchos de ellos, hace que se requieran técnicas muy sensibles y selectivas, siendo las más empleadas la cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) y la cromatografía de líquidos-espectrometría de masas en tándem (LC-MS/MS).
6. **Controles de calidad interno y externo.** Uso material de referencia certificado y participación en controles interlaboratorio.

El procedimiento analítico que emplea el Servicio de Química del INTCF de Sevilla para este tipo de muestras es una modificación del método desarrollado por Jurado (Jurado et al., 1995) y sigue las recomendaciones de la SoHT señaladas anteriormente. El INTCF es centro de referencia en los controles de drogas de abuso (DOA) organizados por la SoHT.

Dicho procedimiento consiste en un lavado previo del cabello, para eliminar la contaminación externa, y posterior identificación y cuantificación de analitos mediante cromatografía de gases-

espectrometría de masas con ionización por impacto electrónico (GC-MS/EI) en modo SIM (monitorización de iones seleccionados). El método para analizar los compuestos cocaínicos, opiáceos y metadona, consiste en la incubación de la muestra en disolución ácida durante toda la noche (previa adición de estándares internos (IS) deuterados) purificación por extracción en fase sólida y derivatización. Para los otros dos grupos de analitos, tras añadir los IS deuterados, se lleva a cabo una digestión básica, seguida de extracción líquido-líquido para los compuestos cannábicos y extracción en fase sólida y derivatización para los compuestos anfetamínicos.

Para la correcta interpretación de los resultados obtenidos, la SoHT establece unos **cut-off o niveles de corte**, que corresponden a aquella concentración de analito a partir de la cual se puede establecer que existe un consumo crónico y que su presencia no se debe a contaminación externa. Debemos tener en cuenta que resultados por debajo de estos valores no descartan un posible consumo ocasional. En la *Tabla 1* se muestran los cut-off actuales establecidos por la SoHT para las distintas drogas en pelo (Society of Hair Testing, 2021).

Tabla 1.- Analitos y cut-off establecidos por la SoHT (Society of Hair Testing, 2021)

Drug group Analyte	Cut-off pg/mg	Comments
Opiates group		
Morphine, Codeine, Dihydrocodeine	200	Heroin consumption must be differentiated from codeine or morphine use by the presence of 6-acetylmorphine and/or heroin
6-Monoacetylmorphine, Heroin	200	
Cocaine group		
Cocaine	500	The presence of benzoylecgonine, norcocaine , cocaethylene, hydroxyl-cocaines or hydroxy-benzoylecgonine must be considered to confirm use. For crack cocaine use, anhydroecgoninemethylester must be considered
Amphetamine group		
MDMA, MDEA, MDA, methamphetamine, amphetamine	200	
Canabinoids		
THC	50	Detection of THC-COOH strongly supports THC use/intake (*)
CBD	50	
Opioids group		
Tramadol	200	Confirmation of desmethyltramadol definitively proves the use of tramadol
Oxycodone	100	
Methadone		
Methadone	200	Confirmation of EDDP definitively proves the use of methadone
Buprenorphine		
Buprenorphine	10	Confirmation of norbuprenorphine definitively proves the use of buprenorphine
Ketamine		
Ketamine	200	Confirmation of norketamine definitively proves the use of Ketamine

For metabolites, additional cut-offs can be established according to scientific knowledge

* For the confirmation of THC-COOH the minimum required LOQ is 0.2 pg/mg

La SoHT también establece que en los casos de sumisión química y en el análisis de cabellos de niños, no se considerarán estos cut-off y además el laboratorio tendrá que disponer de equipos muy sensibles, con bajos límites de cuantificación, para poder detectar las concentraciones de analito presentes en estos casos.

En el caso de los análisis realizados por el Servicio de Química del INTCF de Sevilla en muestras de cabello los resultados analíticos se han interpretado teniendo en cuenta dichos cut-off, así como los límites de cuantificación y detección de los métodos utilizados. Los criterios que han empleado para considerar un caso positivo de consumo crónico de drogas han sido los siguientes:

- Cannabis: THC $\geq 0,04$ ng/mg e identificación de CBN y CBD
- Cocaína: cocaína $\geq 0,50$ y BE $\geq 0,05$ ng/ mg de cabello
- Heroína: MAM y morfina, ambos $\geq 0,20$ ng/mg de cabello
- Anfetamina y compuestos relacionados: $\geq 0,20$ ng/mg de cabello
- Metadona: $\geq 0,20$ ng/mg de cabello

Los resultados negativos no descartan el consumo esporádico de las sustancias analizadas en el período de tiempo estudiado.

3.5 Tratamiento de datos y análisis estadístico.

A) Tratamiento de datos. Tras obtener los resultados de la consulta realizada en la Base de Datos LIMS en formato Excel, los datos se someten al siguiente tratamiento:

1. Separar en diferentes hojas de Excel cada uno de los analitos de interés (cocaína, THC, 6-MAM, metadona, anfetamina y MDMA), mediante el empleo de filtros.

1	NAME	GROUP_N	SAMPLE_T	SAMPLE_T	NAME	ENTRY	STATUS
4140	S21-05125-S_S_QUIMICA	CABELLO	3143254	)	Metadona	No detectad	E
4141	S21-05184-S_S_QUIMICA	CABELLO	3144775	)	Metadona	No detectad	E
4142	S21-05207-S_S_QUIMICA	CABELLO	3147658	)	Metadona	No detectad	E
4143	S21-05207-S_S_QUIMICA	CABELLO	3147660	)	Metadona	No detectad	E
4144	S18-06561-S_S_QUIMICA	CABELLO	2583241	)	Metadona	trazas	E
4145	S21-05460-S_S_QUIMICA	CABELLO	3157580	)	Metadona	No detectad	E
4146	S21-05462-S_S_QUIMICA	CABELLO	3157583	)	Metadona	No detectad	E
4147	S21-05462-S_S_QUIMICA	CABELLO	3157583	)	Metadona		M
4148	S21-05479-S_S_QUIMICA	CABELLO	3157593	)	Metadona	No detectad	E
4149	S21-05481-S_S_QUIMICA	CABELLO	3157755	)	Metadona	No detectad	E
4150	S21-05482-S_S_QUIMICA	CABELLO	3158034	)	Metadona	No detectad	E
4151	S21-05482-S_S_QUIMICA	CABELLO	3158036	)	Metadona	No detectad	E
4152	S21-05483-S_S_QUIMICA	CABELLO	3158038	)	Metadona	No detectad	E
4153	S21-05484-S_S_QUIMICA	CABELLO	3158049	)	Metadona	No detectad	E
4154	S21-05533-S_S_QUIMICA	CABELLO	3161700	)	Metadona	No detectad	E
4155	S21-05698-S_S_QUIMICA	CABELLO	3169974	)	Metadona	No detectad	E
4156	S21-05829-S_S_QUIMICA	CABELLO	3178738	)	Metadona	No detectad	E
4157	S21-06186-S_S_QUIMICA	CABELLO	3198147	)	Metadona	No detectad	E
4158	S21-06243-S_S_QUIMICA	CABELLO	3200097	)	Metadona	No detectad	E
4159	S21-06245-S_S_QUIMICA	CABELLO	3200101	)	Metadona	No detectad	E
4160	S21-06328-S_S_QUIMICA	CABELLO	3205555	)	Metadona	No detectad	E
4161	S21-06330-S_S_QUIMICA	CABELLO	3205564	)	Metadona	No detectad	E

Figura 4.- Filtro por tipo de analito y resultado obtenido tras aplicarlo (Ej. Metadona)

2. Filtrar y rechazar, para cada uno de los analitos objeto de estudio, las celdas vacías o no analizadas, obteniendo así el **número total de muestras analizadas** para cada uno de ellos.

1	NAME	GROUP_N	SAMPLE_T	NAME	ENTRY	STA
4140	S21-05125-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4141	S21-05184-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4142	S21-05207-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4143	S21-05207-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4144	S18-06561-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4145	S21-05460-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4146	S21-05462-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4147	S21-05462-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4148	S21-05479-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4149	S21-05481-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4150	S21-05482-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4151	S21-05482-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4152	S21-05483-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4153	S21-05484-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4154	S21-05533-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4155	S21-05698-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4156	S21-05829-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4157	S21-06186-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4158	S21-06243-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4159	S21-06245-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4160	S21-06328-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4161	S21-06330-S	S_QUIMICA	CABELLO			E
4162						E
4163						E

1	NAME	GROUP_N	SAMPLE_T	NAME	ENTRY
4120	S21-05482-S	S_QUIMICA	PELO	j) Metadona	No detectado
4121	S21-05483-S	S_QUIMICA	CABELLO	j) Metadona	No detectado
4122	S21-05484-S	S_QUIMICA	CABELLO	j) Metadona	No detectado
4123	S21-05533-S	S_QUIMICA	CABELLO	j) Metadona	No detectado
4124	S21-05698-S	S_QUIMICA	CABELLO	j) Metadona	No detectado
4125	S21-05829-S	S_QUIMICA	CABELLO	j) Metadona	No detectado
4126	S21-06186-S	S_QUIMICA	CABELLO	j) Metadona	No detectado
4127	S21-06243-S	S_QUIMICA	CABELLO	j) Metadona	No detectado
4128	S21-06245-S	S_QUIMICA	CABELLO	j) Metadona	No detectado
4129	S21-06328-S	S_QUIMICA	CABELLO	j) Metadona	No detectado
4130	S21-06330-S	S_QUIMICA	CABELLO	j) Metadona	No detectado
4131	S16-05201-S	S_QUIMICA	CABELLO	j) Metadona	No detectado
4132	S21-00641-S	S_QUIMICA	CABELLO	j) Metadona	No detectado
4133	S10-05629-S	S_QUIMICA	CABELLO	j) Metadona	Trazas
4134	S16-01235-S	S_QUIMICA	CABELLO	j) Metadona	Trazas
4135	S18-06553-S	S_QUIMICA	CABELLO	j) Metadona	Trazas
4136	S18-06556-S	S_QUIMICA	CABELLO	j) Metadona	Trazas
4137	S18-06558-S	S_QUIMICA	CABELLO	j) Metadona	Trazas
4138	S18-06559-S	S_QUIMICA	CABELLO	j) Metadona	Trazas
4139	S18-06561-S	S_QUIMICA	CABELLO	j) Metadona	Trazas
4140					
4141					
4142					
4143					

Figura 5.- Filtro para obtener el número de muestras analizadas (Ej. Metadona)

3. Los datos correspondientes a cada uno de estos analitos se someten a nuevos filtros y se obtienen los casos positivos y negativos. Se han considerado como **resultados positivos** todos los valores superiores al cut-off que establece la SoHT (Figura 6), exceptuando los valores de THC, que debido a la casuística del INTCF se considera un caso positivo cuando $THC \geq 0.04$ ng/mg de pelo, siempre y cuando se detecte CBD y CBN. Y se han considerado como **negativos** aquellos valores por debajo de dicho cut-off y los no detectados (Figura 7).

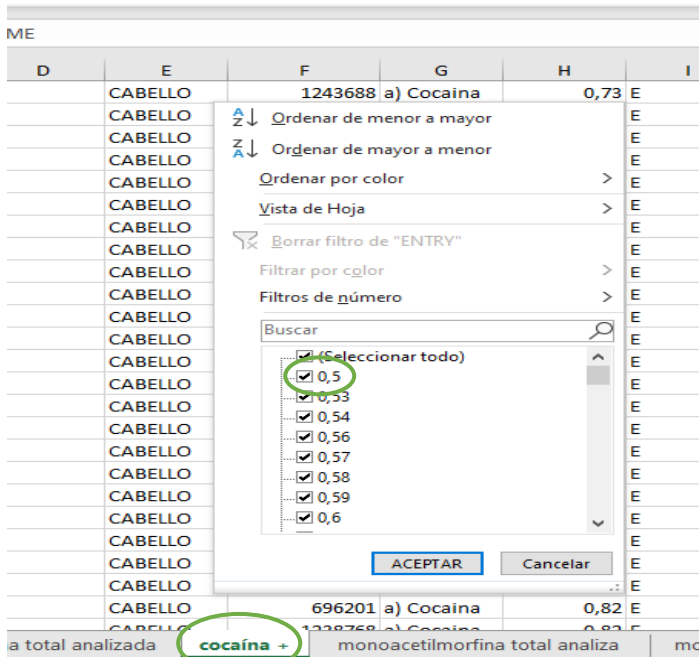


Figura 6.- Filtro empleado para obtener las muestras positivas (Ej. Cocaína)

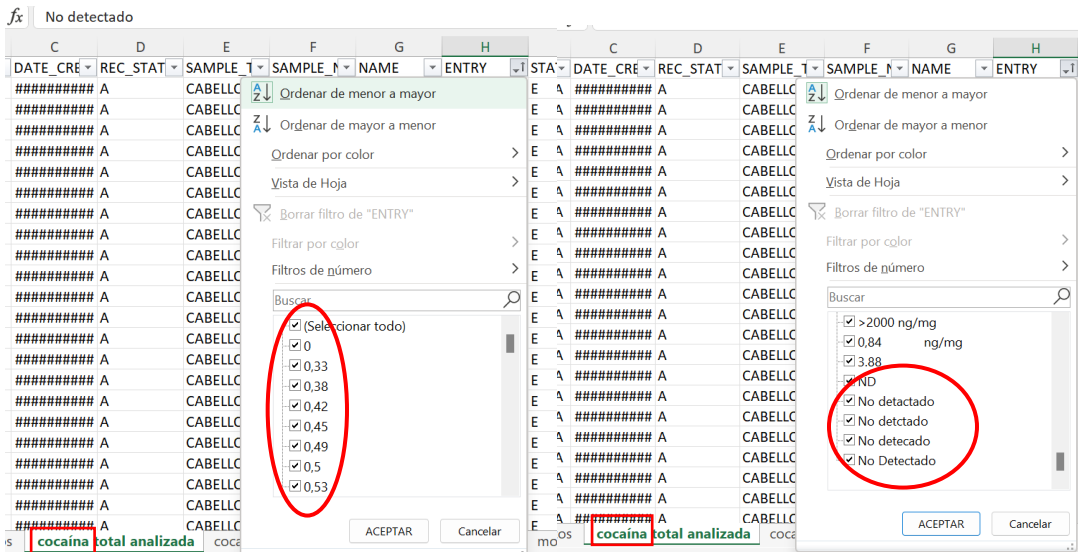


Figura 7.- Filtros usados para obtener las muestras con resultado negativo (Ej. Cocaína)

4. Los resultados positivos de cada uno de los analitos se filtran por año y se obtienen los valores que posteriormente se emplearán para establecer la **evolución de la prevalencia del consumo** de drogas a lo largo del período de once años establecido para este estudio.

A	CABELLO	g) Tetrahidro
U	3122553	g) Tetrahidro
U	3134211	g) Tetrahidro
U	3118384	g) Tetrahidro
U	3145580	g) Tetrahidro
A	2992864	g) Tetrahidro
U	3039737	g) Tetrahidro
P	3168733	g) Tetrahidro
U	3179286	g) Tetrahidro
A	222132	g) Tetrahidro
A	274615	g) Tetrahidro
A	275976	g) Tetrahidro
A	277773	g) Tetrahidro
A	277865	g) Tetrahidro
A	279495	g) Tetrahidro
A	297633	g) Tetrahidro
A	328910	g) Tetrahidro
A	393230	g) Tetrahidro
A	400542	g) Tetrahidro
A	451936	g) Tetrahidro
A	470631	g) Tetrahidro

441 S11-02029-S_S_QUIMICA ##### A CABELLO 451936 g) Tetrahidro

442 S11-02029-S_S_QUIMICA ##### A CABELLO 470631 g) Tetrahidro

THC +

Figura 8.- Valores positivos de cada analito filtrados por año

B) Análisis estadístico.

1. Los resultados positivos de cada uno de los analitos se someten a un análisis estadístico descriptivo. Utilizando la fórmula “cuartil.inc” se calculan el valor de la mediana, percentiles 25 y 75 y valores máximo y mínimo, correspondiendo este último con los valores establecidos por la SoHT, exceptuando los valores de THC como se ha indicado anteriormente, en el apartado 3.5.A.3.

Estos datos se emplearán para establecer la **severidad en el consumo**.

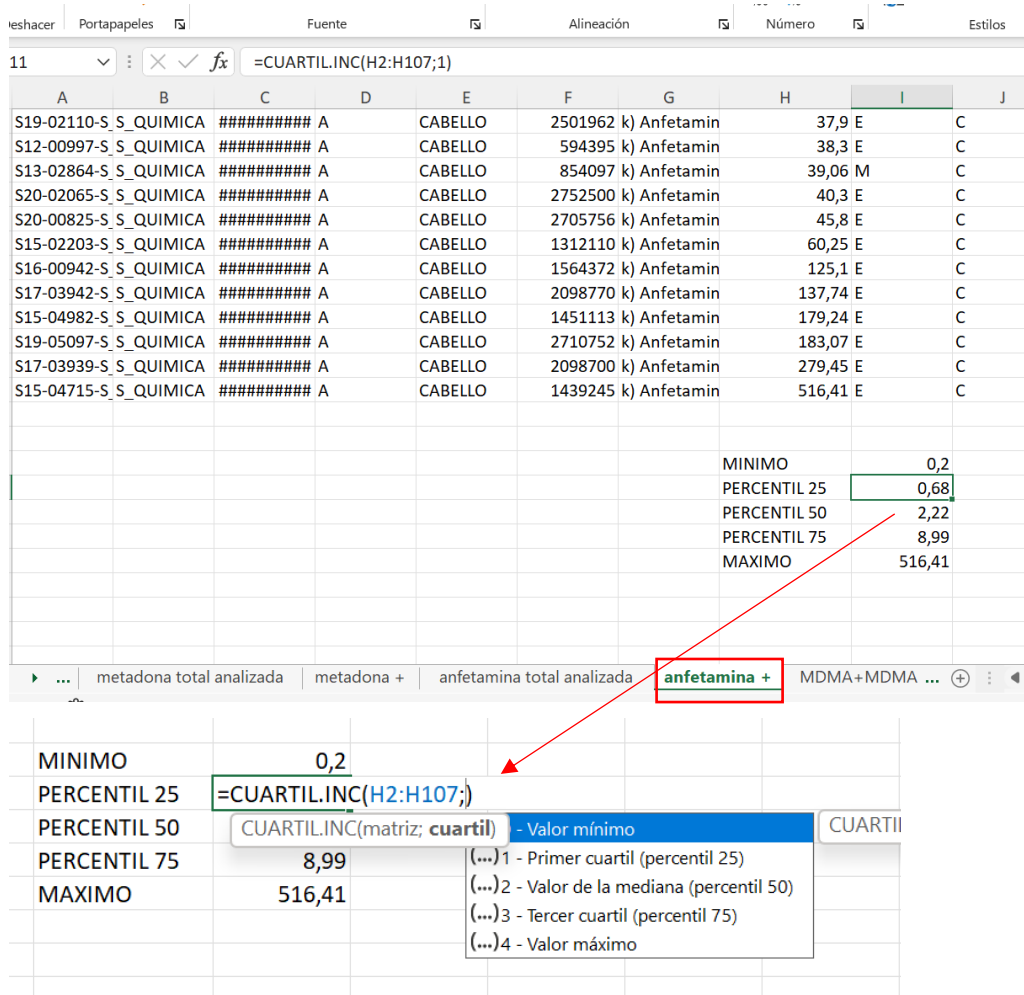


Figura 9.- Obtención de máximo, mínimo, mediana y percentiles 25 y 75 teniendo en cuenta los valores positivos de cada sustancia.

- Se establece un filtro por años y se vuelven a calcular los parámetros indicados en el apartado anterior (3.5.B.1), para cada uno de los analitos durante los 10 años objeto de estudio, obteniendo de este modo los resultados que nos permitirán establecer la variación de la severidad en el consumo a lo largo de dicho periodo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Distribución de las muestras objeto de estudio por año y por analito investigado

Como resultado de la consulta realizada en la Base de Datos LIMS se han obtenido **24113** **entradas en Excel** (Figura 10), correspondientes al total de determinaciones realizadas de los diferentes analitos investigados en las **5039** **muestras** de cabello objeto de este estudio.

1	A	B	D	E	F	G	H	I	ST
NAME	GROUP_NAM	REC_STATUS	SAMPLE_TYP	SAMPLE_NUI	NAME	ENTRY	STATUS		
24098	S21-06186-S	S_QUIIMICA	P	CABELLO	3198147	j) Metadona	No detectado	E	C
24099	S21-06243-S	S_QUIIMICA	P	CABELLO	3200097	a) Cocaína	681,69	E	C
24100	S18-05224-S	S_QUIIMICA	A	CABELLO	2258755	e) Monoacetilmorfina		M	P
24101	S21-06243-S	S_QUIIMICA	P	CABELLO	3200097	g) Tetrahidrocannabinol	No detectado	E	C
24102	S21-06243-S	S_QUIIMICA	P	CABELLO	3200097	j) Metadona	No detectado	E	C
24103	S21-06245-S	S_QUIIMICA	P	CABELLO	3200101	a) Cocaína	201,36	E	C
24104	S20-00152-S	S_QUIIMICA	A	CABELLO	2702166	e) Monoacetilmorfina		M	P
24105	S20-02984-S	S_QUIIMICA	A	CABELLO	2774560	g) Tetrahidrocannabinol		M	P
24106	S21-06245-S	S_QUIIMICA	P	CABELLO	3200101	j) Metadona	No detectado	E	C
24107	S21-06328-S	S_QUIIMICA	P	CABELLO	3205555	a) Cocaína	No detectado	E	C
24108	S20-03050-S	S_QUIIMICA	A	CABELLO	2774638	e) Monoacetilmorfina		M	P
24109	S21-06328-S	S_QUIIMICA	P	CABELLO	3205555	g) Tetrahidrocannabinol	No detectado	E	C
24110	S21-06328-S	S_QUIIMICA	P	CABELLO	3205555	j) Metadona	No detectado	E	C
24111	S21-06330-S	S_QUIIMICA	P	CABELLO	3205564	a) Cocaína	7,79	E	C
24112	S21-03384-S	S_QUIIMICA	U	CABELLO	3193191	e) Monoacetilmorfina		M	P
24113	S20-03901-S	S_QUIIMICA	A	CABELLO	2817470	g) Tetrahidrocannabinol		M	P
24114	S21-06330-S	S_QUIIMICA	P	CABELLO	3205564	j) Metadona	No detectado	E	C
24115									
24116									
24117									
24118									
24119									
24120									
24121									

datos iniciales | **datos analito de trabajo** | cocaína total analizada | cocaína + | monoacetilmorfina tot: ...

Listo Accesibilidad: es necesario investigar

Figura 10.- Número total de entradas en Excel correspondiente a los analitos objeto de estudio

A) Distribución por año. La evolución del **número de muestras de cabello analizadas** por el Servicio de Química del Departamento de Sevilla del INTCF durante el periodo comprendido entre 2010 y 2021* se representa en la *Figura 11*.

***Nota:** En el año 2021 no se han incluido todas las muestras en las que se ha solicitado análisis de pelo, sino aquellas que se habían analizado a fecha 28 de febrero de 2022.

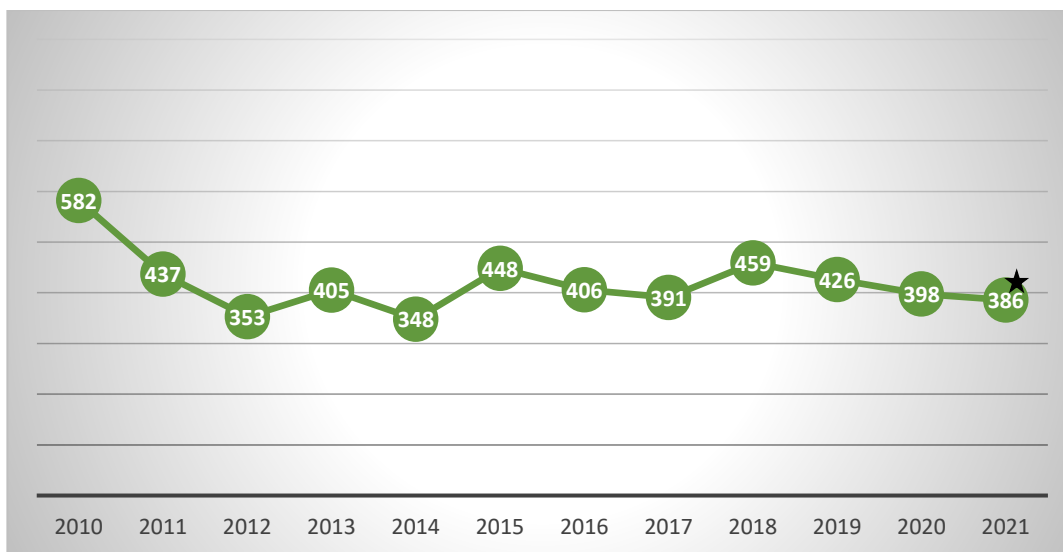


Figura 11.- Evolución del número de muestras de cabello analizadas durante 12 años por el Servicio de Química el INTCF de Sevilla

★ Muestras de cabello correspondientes al año 2021 analizadas a fecha 28 de febrero

En esta gráfica queda reflejada la amplia casuística del INTCF, siendo el número de muestras por año es siempre superior a 348, llegando incluso a 582 en el año 2010. El número de muestras analizadas se mantiene prácticamente constante a lo largo del periodo estudiado, sin tener en cuenta el año 2010, oscilando entre 350 y 450 anuales. En consecuencia, los resultados obtenidos por el tratamiento de estos datos nos proporcionarán una información válida, desde el punto de vista estadístico.

B) Distribución por analito. Como ya habíamos indicado, no en todas las muestras se investigan todos los analitos, por tanto, el número **total de muestras analizadas** para cada uno de los analitos es diferente y queda representado en la *Figura 12*.

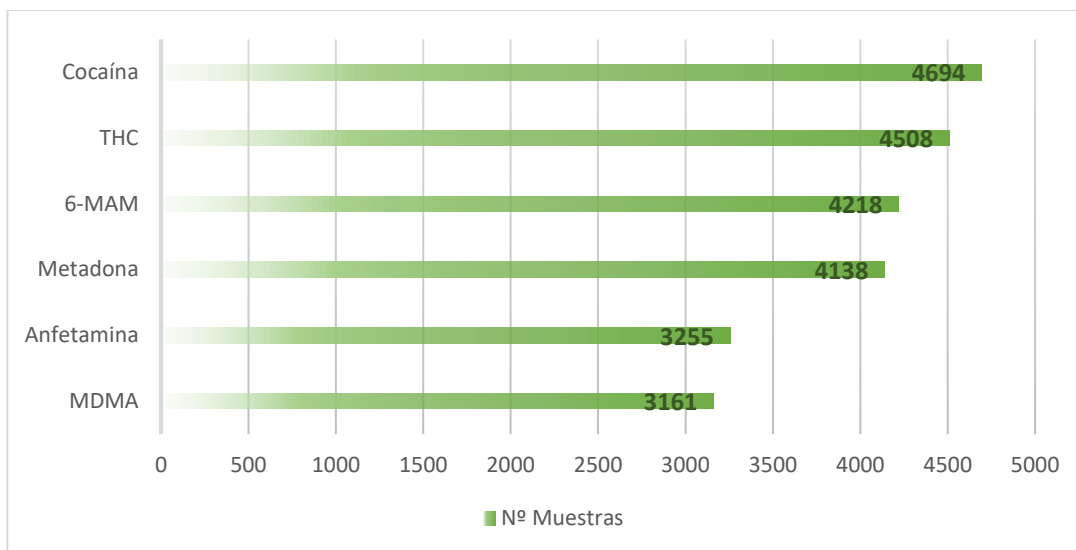


Figura 12.- Número total de muestras analizadas distribuidas por analito (2010-2021)

En esta figura se puede observar que la investigación de compuestos cocaínicos y cannábicos es la que se ha realizado en un mayor número de muestras de cabello, seguidos por los opiáceos y la metadona, mientras que las anfetaminas se han investigado en un menor número de muestras. Por su mayor implicación en la comisión de delitos, la investigación de compuestos cocaínicos, cannábicos y opiáceos son las más solicitadas y también a las que se da preferencia en el INTCF cuando no hay muestra suficiente para llevar a cabo la determinación de todas las drogas de abuso, como ya se indicó en el apartado 3.3.

4.2 Incidencia en el consumo de metadona y drogas de abuso y su evolución entre 2010 y 2020

A) Incidencia en el consumo. En la *Figura 13* podemos ver el porcentaje de muestras positivas frente al de negativas, separadas por analito.

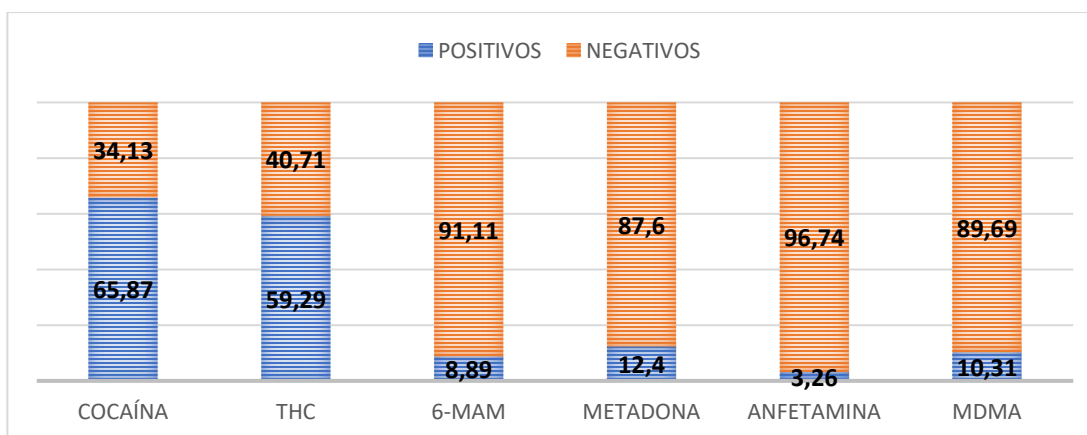


Figura 13.- Porcentaje de resultados positivos y negativos para cada analito (2010-2021)

Estos resultados reflejan que la cocaína es la droga que mayor incidencia presenta en las muestras de cabello analizadas por el Servicio de Química del INTCF, seguida por el cannabis. La incidencia es mucho menor en el resto de las drogas.

B) Evolución en la incidencia del consumo de metadona y drogas de abuso entre 2010 y 2020

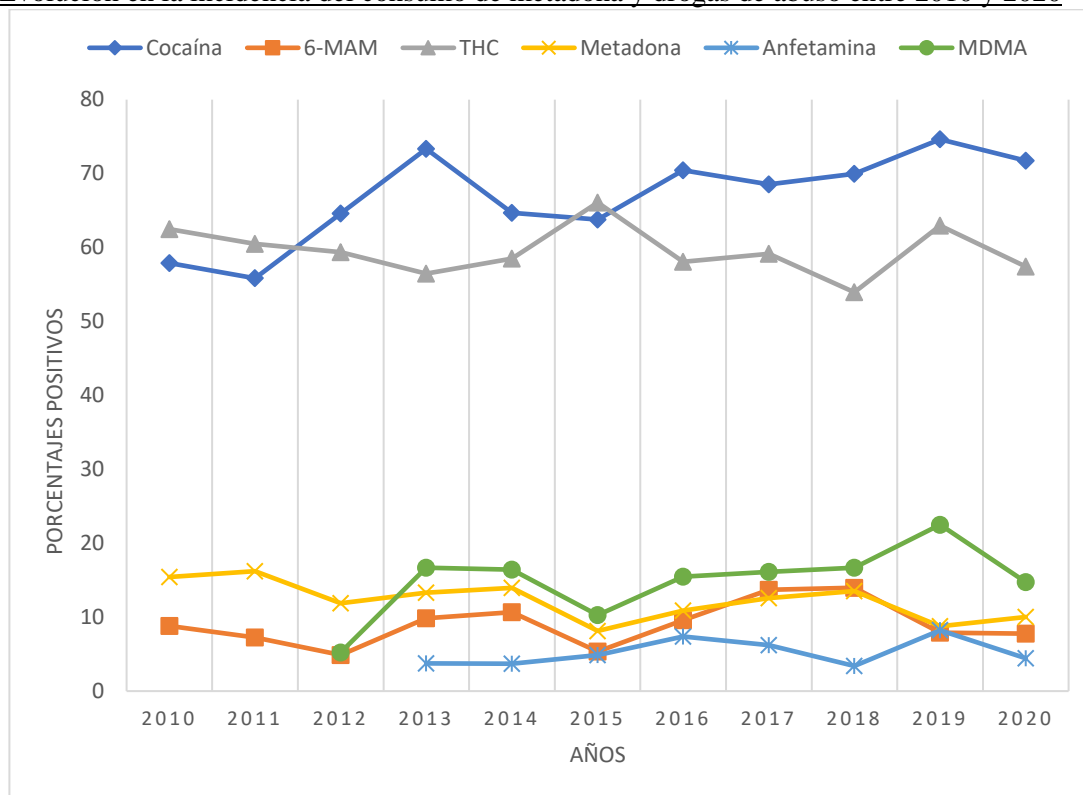


Figura 14.- Evolución en la incidencia del consumo de metadona y drogas de abuso en el período 2010 - 2020

En la *Figura 14* se puede apreciar que:

- Las incidencias de cocaína y cannabis (THC) han sido muy superiores a las del resto de las drogas de abuso y de la metadona durante todo el período estudiado.
- Durante el año 2020, se ha producido una disminución en la incidencia de la mayoría de las drogas de abuso, salvo en opiáceos que ha permanecido prácticamente constante, y en metadona, en la que ha aumentado ligeramente. Este hecho podríamos relacionarlo con los meses más duros de la pandemia.
- La incidencia de **cocaína** aumentó considerablemente hasta 2013, a partir de ese momento, aunque ha habido algunas oscilaciones, prácticamente ha permanecido constante hasta el año 2019, donde se obtuvo el resultado más elevado. Aunque en el año 2020 se ha producido una ligera disminución, si consideramos el período de estudio completo, podemos observar que

la incidencia ha aumentado en un 14%. Es la droga que presenta mayor incidencia de todas las estudiadas.

- La incidencia de **cannabis**, aunque con algunas oscilaciones, se ha mantenido prácticamente constante a lo largo de todo el período estudiado. En el año 2015 se obtuvo la incidencia más alta, llegando incluso a superar ligeramente a la cocaína. En el cómputo global la incidencia del cannabis ha disminuido un 5% durante los once años estudiados.
- La incidencia del consumo de **heroína** (6-MAM) y de **metadona** presentan una evolución muy similar. Aunque inicialmente la metadona presentaba una incidencia superior a la de la heroína, ha ido disminuyendo ligeramente a lo largo de los años hasta situarse ambas, en 2016, prácticamente iguales. La metadona presenta una disminución en la incidencia de aproximadamente un 5% entre 2010 y 2020, mientras que en la heroína esta variación es inferior al 1%.
- En cuanto a la incidencia de **anfetamina** y **MDMA**, cabe destacar que durante los primeros años objeto de estudio no disponíamos de datos suficientes. En 2013 se produce un aumento considerable, que con ciertas oscilaciones ha permanecido más o menos estable en el tiempo hasta 2019, en el que se produce su mayor incidencia. La incidencia de anfetamina no ha variado significativamente a lo largo de los ocho años de los que disponemos de datos y al igual que el MDMA también alcanza su máximo en el año 2019.

C) Comparación de la incidencia en el consumo de drogas obtenida en nuestro estudio con la observada en la población general.

Según el informe “la población andaluza ante las drogas XIV” de la Junta de Andalucía (Consejería de Igualdad y Políticas Sociales. Junta de Andalucía, 2018) el **cannabis** es la droga ilegal más consumida en Europa, España y Andalucía. Sin embargo, atendiendo a la *Figura 14*, se ve claramente que, en la mayoría de los años, la droga más consumida por nuestra población de estudio es la cocaína. Esto refuerza la importancia de que cada laboratorio realice su propio estudio ya que, al ser las poblaciones diferentes, la incidencia también puede variar.

El consumo de **cocaína** en España y Andalucía aumenta de manera sostenida desde finales de los noventa (Isorna Folgar et al., 2021). De la *Figura 14*, se puede deducir que la evolución que sigue esta droga en nuestra población de estudio es muy similar a la de la población general.

El consumo de **MDMA** y otros derivados de la feniletilamina en España aumentó desde mediados de la década de los noventa hasta 2003 (Isorna Folgar et al., 2021). En Andalucía, el incremento del consumo de MDMA comienza a detectarse varios años más tarde que en el resto de España,

a partir del año 2000; además, se produce de forma más lenta. Desde 2005 se frena este incremento y se inicia una estabilización del consumo de MDMA en niveles similares a los detectados en el resto de España desde principios de esa década (Consejería de Igualdad y Políticas Sociales. Junta de Andalucía, 2018). Desde que comenzamos a disponer datos en el año 2012, como podemos ver en la *Figura 14*, se observa que la evolución en el consumo es similar a la de la población en general.

Aunque la evolución que presentan las distintas drogas objeto de nuestro estudio es similar a la observada en la población general, MDMA (Consejería de Igualdad y Políticas Sociales. Junta de Andalucía, 2018) la incidencia es considerablemente mayor en el caso de cocaína y cannabis y ligeramente superior en el caso de MDMA. Las demás drogas no presentan variaciones tan significativas.

4.3Evolución y actualización en la severidad del consumo de metadona y drogas de abuso entre 2010 y 2020

A) Evolución en la severidad del consumo. Los valores máximo y mínimo, la mediana, y los percentiles 25 y 75 correspondientes al período comprendido entre 2010-2020 y distribuidos por analito se representan en la *Tabla 2*.

Tabla 2.- Evolución de percentiles por año y analito

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Min	0,83	0,58	0,62	0,5	0,56	0,54	0,59	0,95	0,64	0,92	0,57	COCAÍNA
P25	1,94	1,99	2,59	1,80	1,99	1,75	2,79	4,36	7,13	4,49	5,36	
Med	3,93	5,42	9,66	6,09	6,24	4,28	8,11	13,39	24,23	15,58	16,69	
P75	10,80	22,23	40,11	23,23	18,20	22,16	35,4	51,67	69,32	47,53	71,31	
Max	456,73	673,37	1293,4	1226,2	156,21	603,18	2636,5	3106,8	1819,31	1131,9	3780,2	
Min	0,84	0,86	0,51	0,20	0,28	0,51	1,00	0,76	1,08	0,43	0,26	6-MAM
P25	2,47	1,60	2,11	1,30	1,57	1,35	2,27	1,89	1,90	1,44	2,42	
Med	4,26	4,43	7,14	2,25	2,24	2,38	3,22	3,65	3,51	5,74	5,36	
P75	7,11	9,06	11,13	5,02	3,96	4,24	9,95	7,76	9,63	11,22	9,63	
Max	35,12	69,33	127,91	112,1	52,16	10,51	34,01	39,84	90,23	96,75	248,9	
Min	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	THC
P25	0,13	0,11	0,12	0,09	0,09	0,18	0,12	0,16	0,16	0,15	0,16	
Med	0,3	0,21	0,27	0,26	0,23	0,45	0,27	0,43	0,43	0,43	0,43	
P75*	0,63	0,50	0,62	0,69	0,56	1,37	0,80	1,32	1,29	1,67	1,48	
Max	20,01	11,4	24,66	5,84	4,52	19,43	128,83	18,85	85,88	62,78	55,09	

Min	0,59	0,49	0,58	0,25	0,60	0,69	0,22	1,22	0,32	0,73	0,61	METADONA
P25	3,09	3,02	3,14	3,48	3,92	2,28	2,33	2,88	1,64	1,74	1,70	
Med	9,88	8,71	6,08	8,20	7,67	5,14	6,05	7,34	4,94	4,43	4,62	
P75	20,53	15,23	12,12	13,7	15,3	8,31	9,02	10,75	8,60	9,07	1383	
Max	73,49	61,87	53,78	43,46	50,69	228,2	45,07	27,17	653,9	19,52	60,97	
Min				0,33	0,94	0,22	0,23	0,21	0,35	0,20	0,49	ANFETAMINA
P25				1,42	2,78	1,17	0,62	0,65	0,98	0,51	0,96	
Med				3,08	4,14	2,76	1,63	1,06	2,37	3,05	2,91	
P75				12,44	7,97	60,25	9,08	4,67	7,18	6,15	18,18	
Max				39,06	33,7	516,41	125,1	279,45	13,08	183,07	45,8	
Min			0,39	0,20	0,25	0,37	0,22	0,23	0,23	0,20	0,22	MDMA
P25			0,78	0,72	0,55	0,88	1,44	0,50	0,60	0,55	0,53	
Med			1,05	1,01	1,21	2,42	2,71	1,53	1,87	1,11	1,28	
P75			3,74	3,88	8,57	5,60	5,84	4,64	4,09	2,85	5,90	
Max			12,80	56,96	284,62	150,06	39,42	605,25	42,59	48,7	226,35	

* Nota: Cabe destacar la tendencia ascendente observada en el percentil 75 de THC en los últimos años.

En la *Figura 15* se representan las concentraciones-mediana de los distintos analitos durante el período 2010-2020.

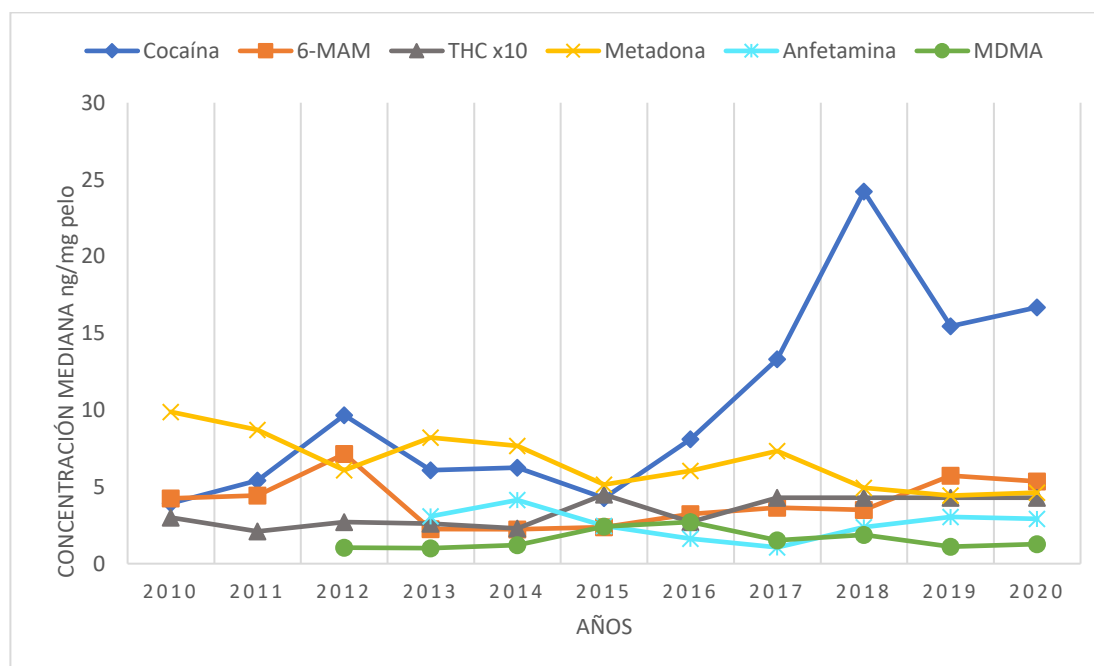


Figura 15.- Evolución de la concentración-mediana para metadona y cada droga objeto de estudio en el período 2010-2020

Debido a la gran diferencia en las concentraciones de cocaína con respecto a metadona y demás drogas de abuso, en la *Figura 16* se representa la evolución de la concentración-mediana sin la presencia de dicha sustancia.

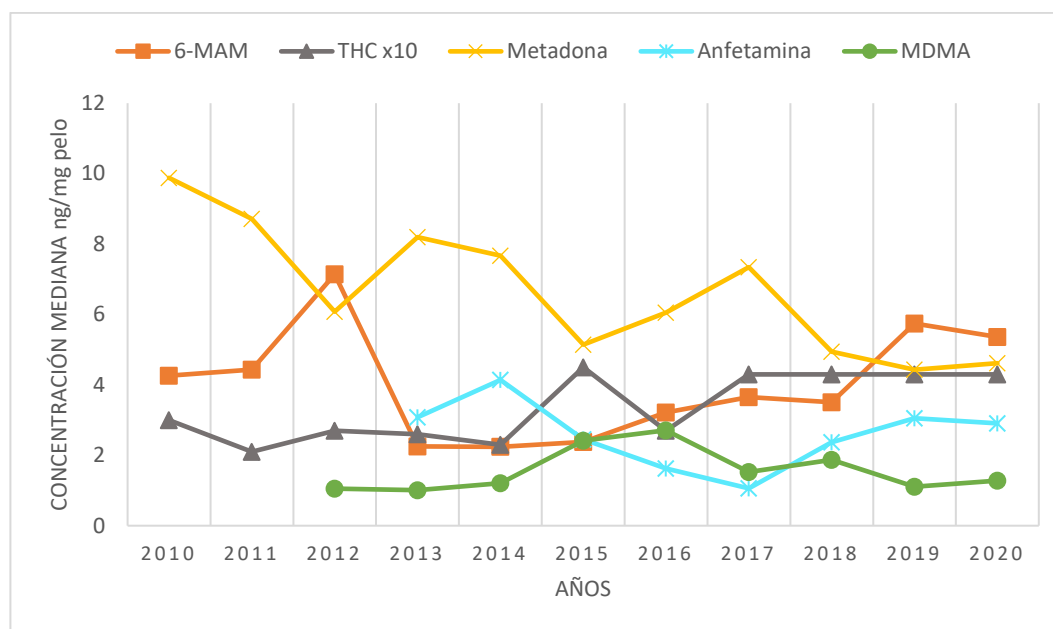


Figura 16.- Evolución de la concentración-mediana para metadona y cada droga objeto de estudio en el período 2010-2020, exceptuando la cocaína.

En la *Figura 15* se puede observar que:

- La concentración-mediana de **cocaína** permanece prácticamente constante desde el inicio hasta el año 2015, en el que empieza a aumentar considerablemente, hasta alcanzar su máximo en 2018. Posteriormente, aunque sufre una importante disminución, cabe destacar que dicha concentración-mediana sigue muy por encima de los valores que se habían obtenido en 2017 y que es la única droga que presenta una subida significativa en el año 2020.
- Las concentraciones-mediana de cannabis (**THC**) permanecen prácticamente constantes durante los primeros cinco años del presente estudio. A partir de 2015 sufren un aumento considerable y se vuelven a mantener estables hasta 2020.
- Las concentraciones-mediana de heroína (**6-MAM**) presentan una tendencia al alza desde el comienzo del estudio hasta 2012, donde se alcanza su máximo. A partir de ese año, dichas concentraciones sufren una gran disminución, permaneciendo sin muchas oscilaciones a lo largo de varios años, hasta que en 2019 vuelven a sufrir un aumento considerable. En el año 2020 se han alcanzado prácticamente los valores que teníamos al inicio del período de estudio.

- En las concentraciones-mediana de **metadona** durante los once años de estudio se observa una tendencia descendente. Aunque han sufrido algunas oscilaciones en dientes de sierra, nunca han alcanzado el valor máximo que se obtuvo en 2010. En los últimos tres años esta concentración se ha mantenido prácticamente constante.
- La evolución de las concentraciones-mediana de **MDMA** y **anfetamina** es prácticamente constante. A excepción del intervalo 2015-2016, en el que se observa un aumento de dichas concentraciones para el MDMA y un descenso en las de anfetamina.

B) Actualización de la severidad en el consumo.

En las *Tablas 3* y *4* podemos ver los resultados obtenidos tras el tratamiento de datos para posteriormente poder establecer la **severidad en el consumo**.

Tabla 3.- Concentraciones obtenidas a partir de estudios estadísticos de los análisis de drogas en pelo a lo largo del período **2010-2021**, expresados en ng/mg

	Cocaína	THC	6-MAM	Metadona	Anfetamina	MDMA
Mínimo	0,50	0,04	0,20	0,22	0,20	0,20
Percentil 25	2,66	0,12	1,73	2,49	0,68	0,64
Mediana	8,57	0,31	3,39	6,15	2,22	1,40
Percentil 75	34,46	0,89	7,92	12,70	8,99	4,35
Máximo	3780,22	128,83	248,98	653,9	516,41	605,25

Para realizar una correcta comparación con el último estudio de severidad (Jurado, 2015) en el que ya estaban incluidos los resultados de cocaína, THC y 6-MAM hasta 2012 y a la vista de los resultados obtenidos en la evolución de la concentración mediana de cocaína (*Figura 15*) y percentil 75 de THC (*Tabla 2*), que como hemos comentado anteriormente, han sufrido un considerable aumento en los últimos años, se ha procedido a recalcular los parámetros estadísticos en el período 2013-2021 para estas drogas. Con esto, además de evitar el solapamiento de períodos, hemos tenido en cuenta el aumento que se ha producido en las concentraciones de dichas drogas en los últimos años.

Sin embargo, el resto de los analitos se mantienen en el periodo completo por no existir datos previos.

Tabla 4.- Concentraciones de cocaína, THC y 6-MAM obtenidas a partir de estudios estadísticos de los análisis de drogas en pelo a lo largo del período **2013-2021**, expresados en ng/mg

	Cocaína	THC	6-MAM	Metadona	Anfetamina	MDMA
Mínimo	0,50	0,04	0,20	0,22	0,20	0,20
Percentil 25	3,05	0,13	1,69	2,49	0,68	0,64
Mediana	10,32	0,34	3,25	6,15	2,22	1,40
Percentil 75	41,14	1,09	7,32	12,70	8,99	4,35
Máximo	3780,22	128,83	248,98	653,9	516,41	605,25

En la *Tabla 5* se muestran los intervalos utilizados para establecer la severidad en el consumo considerando **consumidor bajo** cuando la concentración es mayor al mínimo e inferior al percentil 25, **consumidor medio** cuando la concentración se encuentra en el rango entre el percentil 25 y 75, y **consumidor alto** cuando la concentración supera el percentil 75. El consumidor medio al tener un rango más amplio se puede dividir a su vez en dos, consumidor medio-bajo desde el percentil 25 hasta el percentil 50 (mediana) y, consumidor medio-alto cuyos valores se encuentran desde la mediana hasta el percentil 75.

Tabla 5.- Severidad en el consumo

Droga analizada	Rango bajo	Rango medio		Rango alto
		Medio-Bajo	Medio-Alto	
Cocaína	0,5 - 3,05	3,05 - 10,32	10,34 - 41,14	>41,14
THC	0,04 - 0,13	0,13 - 0,34	0,34 - 1,09	>1,09
6-MAM	0,20 - 1,69	1,69 - 3,25	3,25 - 7,32	>7,32
Metadona	0,22 - 2,49	2,49 - 6,15	6,15 - 12,70	>12,70
Anfetamina	0,20 - 0,68	0,68 - 2,22	2,22 - 8,99	>8,99
MDMA	0,20 - 0,64	0,64 - 1,40	1,40 - 4,35	>4,35

C) Comparación de los percentiles calculados en este estudio con los obtenidos en el año 2013

Tabla 6.- Comparación de las concentraciones obtenidas en este estudio para establecer la severidad en el consumo con las que se obtuvieron en 2013

	Cocaína	THC	6-MAM	
Mínimo	0,5	0,05	0,20	Jurado and Soriano*
Percentil 25	2,2	0,13	1,80	
Mediana	9,5	0,30	7,10	
Percentil 75	38,5	0,63	11,10	
Máximo	815,8	24,7	127,9	
Mínimo	0,50	0,04	0,20	Resultados obtenidos en la Tabla 4
Percentil 25	3,05	0,13	1,69	
Mediana	10,32	0,34	3,25	
Percentil 75	41,14	1,09	7,32	
Máximo	3780,22	128,87	248,98	

*Resultados presentados en el “18th Meeting of the Society of Hair Testing”. Ginebra, Suiza; 2013

Al comparar ambos resultados podemos observar:

- En el caso de la cocaína se produce un aumento en todos los parámetros estudiados, salvo en el valor mínimo que es el que establece la SoHT (Society of Hair Testing, 2021). Estas variaciones afectarán a los valores establecidos para calificar el consumo, pasando a ser **consumo bajo** de 2,2 a 3,05 ng/mg, **moderado** de 9,5 a 10,32 ng/mg y **alto** de 38,5 a 41,14 ng/mg.
- Para el cannabis la concentración que sufre una mayor variación es la que corresponde al percentil 75. Este cambio supone que ahora se considerará consumidor **alto** a aquellos sujetos que presenten una concentración de THC en cabello superior a 1,09 ng/mg mientras que hasta ahora el rango alto se establecía a partir de 0,63 ng/mg.
- La 6-MAM presenta una disminución en todos los valores estudiados. Estas variaciones afectarán a los valores establecidos para calificar el consumo, pasando a ser **consumo bajo** de 1,80 a 1,69 ng/mg, **moderado** 7,10 a 3,25 ng/mg de y **alto** de 11,10 a 7,32 ng/mg.

5. CONCLUSIONES

1. Ha quedado confirmada la necesidad de que cada laboratorio haga su propio estudio debido a las diferencias encontradas entre la población objeto del INTCF y la población general.
2. En nuestra población de estudio la droga de mayor incidencia es la cocaína, seguida del cannabis.
3. Necesidad de revisar periódicamente los estudios de severidad para detectar posibles variaciones en las concentraciones, como se ha visto en el aumento de la mediana de la concentración de cocaína y THC.
4. Se han observado variaciones en los rangos de concentraciones que definen la severidad del consumo de cocaína, cannabis y heroína.
5. Se ha establecido la severidad del consumo de metadona, anfetamina y MDMA lo que va a permitir interpretar los resultados analíticos de las muestras de cabello a estas sustancias, que anteriormente estaba limitada únicamente a cocaína, cannabis y heroína.
6. La utilidad práctica inmediata en la interpretación de los resultados analíticos en las muestras de cabello analizadas por el Servicio de Química del Departamento de Sevilla del INTCF.

6. BIBLIOGRAFÍA

✓ BIBLIOGRAFÍA REFERENCIADA

- Bermejo Barrera AM, Taberero Duque MJ. Determinación de drogas de abuso en pelo. *Rev Esp Med Leg* 2011;37:59–66. [https://doi.org/10.1016/S0377-4732\(11\)70064-5](https://doi.org/10.1016/S0377-4732(11)70064-5).
- Burgueño MJ, Sánchez S, Castro MÁ, Mateos-Campos R. Drogas y consumo de alto riesgo: patrón epidemiológico a partir de análisis de cabello en el contexto forense. *Rev Esp Salud Pública* 2019;93:0–0.
- Consejería de Igualdad y Políticas Sociales. Junta de Andalucía. La población andaluza ante las drogas XIV 2018:154.
- Higgins CA, Westgate GE, Jahoda CAB. From telogen to exogen: Mechanisms underlying formation and subsequent loss of the hair club fiber. *J Invest Dermatol* 2009;129:2100–8. <https://doi.org/10.1038/jid.2009.66>.
- Huarte Arregui E, García San Martín MD. Libro electrónico de Toxicología clínica. Generalidades 2019:1–21.
- Isorna Folgar M, Arias Horcajadas F, Martín del Moral M, Lorenzo- Fernández P, OEDA, Sicras- Mainar A, et al. Observatorio Español de las Drogas y las Adicciones. Informe 2021. Adicciones 2021;xx:43–52.
- Jurado C. FOrensic applications of hair analysis. 2015. <https://doi.org/10.4324/9781003068884-10>.
- Jurado C. El pelo como matriz biológica en el diagnóstico toxicológico 1998.
- Jurado C, Giménez MP, Menéndez M, Repetto M. Simultaneous quantification of opiates, cocaine and cannabinoids in hair. *Forensic Sci Int* 1995;70:165–74. [https://doi.org/10.1016/0379-0738\(94\)01624-E](https://doi.org/10.1016/0379-0738(94)01624-E).
- Jurado C, Soriano T. Limitaciones de los análisis de pelo para determinar las circunstancias que atenúan o eximen de la responsabilidad criminal. *Cuad Med Forense* 2016;22:46–8.
- Jurado Montoro C. Análisis de drogas de abuso en muestras de pelo. Diagnóstico del consumo crónico. *Trastor Adict* 2007;9:172–83. [https://doi.org/10.1016/S1575-0973\(07\)75644-1](https://doi.org/10.1016/S1575-0973(07)75644-1).
- Kintz P, Mangin P. What constitutes a positive result in hair analysis: proposal for the establishment of cut-off values. *Forensic Sci Int* 1995;70:3–11. [https://doi.org/10.1016/0379-0738\(94\)01621-B](https://doi.org/10.1016/0379-0738(94)01621-B).
- Lee S, Cordero R, Paterson S. Distribution of 6-monoacetylmorphine and morphine in head and pubic hair from heroin-related deaths. *Forensic Sci Int* 2009;183:74–7. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2008.10.015>.
- Lendoiro Belío E. El pelo como matriz biológica alternativa y su uso en la determinación de la

exposición intraútero a drogas ilícitas y fármacos 2015:27–68.

Nakahara Y, Takahashi K, Kikura R. Hair Analysis for Drugs of Abuse. Effect of Physicochemical Properties of Drugs on the Incorporation Rates into Hair. *Biol Pharm Bull* 1995;18:1223-1227WEB.

Pépin G, Gaillard Y. Concordance between self-reported drug use and findings in hair about cocaine and heroin. *Forensic Sci Int* 1997;84:37–41. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(96\)02046-4](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(96)02046-4).

Society of Hair Testing. Consensus on drugs of abuse testing in hair 2021:1–4.

Society of Hair Testing. Society of Hair Testing guidelines for drug testing in hair. *Forensic Sci Int* 2012;218:20–4. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2011.10.024>.

Society of Hair Testing. Recommendations for Hair Testing in Forensic Cases Society of Hair Testing Criteria for mass spectrometric analysis. *Forensic Sci Int* 2004;145:83–4.

Stenn KS, Paus R. Controls of hair follicle cycling. *Physiol Rev* 2001;81:449–94.

<https://doi.org/10.1152/physrev.2001.81.1.449>.

Valenzuela E, Larroulet P. La relación droga y delito. *Estud Públicos* 2010.

<https://doi.org/10.38178/cep.vi119.391>.

✓ BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Bello López M.A. et al., 2004. Curso de formación complementaria en Analítica Forense y Criminalística. Facultad de Química Univ. Sevilla.
- Jurado C, Soriano T. Changes in patterns of drug-abuse consumption evidenced by hair analysis: study over the last decade. Presented at 18th Meeting of the Society of Hair Testing. Geneva, Switzerland; 2013.
- Kintz P. Hair analysis. En: Moffat AC, Osselton MD, Widdop B, Watts J (eds.). *Clarke's Analysis of Drugs and Poisons*. Cuarta edición. London, UK: Pharmaceutical Press (2011): 323-333.
- Rapaka R. Membranes and Barriers: Targeted Drug Delivery. Monografía National Institute on Drug of Abuse (1995). Disponible en:
<https://archives.drugabuse.gov/pdf/monographs/154.pdf>
- www.soh.org/consensus