



**Universidad Autónoma Metropolitana  
Unidad Xochimilco.**

División de Ciencias Biológicas y de la Salud  
Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica

Título del informe de servicio social:

**Análisis del Consumo de Cocaína en la Ciudad de México.**

Presenta: Joanna Vazquez Andrade

Matricula: 2192035379

Asesor Interno: M. en C. Francisco López Naranjo

Núm. Económico: 18198

Asesor Externo: Q.F.B. Claudia Korber Soto

Lugar de realización: Fiscalía General de Justicia Ciudad de  
México

Fecha de inicio: 30/11/23

Fecha de término: 30/05/24

**CDMX Septiembre 2024**

## Índice

<b>Introducción.....</b>	<b>2</b>
<b>Descripción de Actividades.....</b>	<b>3</b>
Apoyo en el rastreo hemático de indicios.....	3
Apoyo en la detección de metabolitos de drogas de abuso en muestras biológicas.....	5
Apoyo en la descripción de indicios.....	5
Apoyo en la realización de la prueba de rodionato de sodio.....	6
Apoyo en la realización de la prueba de Walker.....	7
Apoyo en el análisis químico de presuntas sustancias ilícitas mediante espectroscopía infrarroja.....	7
<b>Análisis de cocaína en la población de la Ciudad de México.....</b>	<b>9</b>
<b>Descripción del vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos de formación.....</b>	<b>11</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>12</b>
<b>Vo. Bo. Asesores.....</b>	<b>13</b>

## Introducción

La fiscalía general de justicia de la Ciudad de México (FGJ CDMX) es una institución que tiene como objetivo representar legalmente los intereses de los habitantes de la Ciudad de México (CDMX), a través de la implementación de acciones eficaces y eficientes en la investigación de delitos, la persecución de los imputados, los cuales son personas que presuntamente participaron en un delito y en contra de quienes el Ministerio Público realiza una acusación ante un juez y la procuración de justicia con respeto irrestricto a los Derechos Humanos, a efecto de fortalecer la confianza y seguridad en la convivencia de los habitantes. Además, se compromete a ser una Fiscalía con rostro humano, de excelencia en su servicio y con alto compromiso social, integrada por servidores públicos altamente capacitados que empleen tecnología de vanguardia para la investigación del delito y la persecución de los imputados en forma ágil, confiable, transparente y científica. Como parte de la misma institución, se encuentra la coordinación de investigación forense y servicios periciales la cual se encarga de apoyar al ministerio público y demás autoridades a aclarar hechos presuntamente delictivos. Para ello se realizan estudios y peritajes basados en técnicas especializadas para obtener un resultado confiable que sea de utilidad para el ministerio público (FGJCDMX, 2024).

En el caso del laboratorio de química, el cual pertenece a la coordinación de investigación forense y servicios periciales, se emplean diversos métodos y técnicas de química forense. Dicha que se define como, una rama de la química que contribuye al esclarecimiento de hechos delictivos a través de análisis cualitativos y cuantitativos de compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en una escena de crimen. Algunos de los métodos y técnicas son: pruebas colorimétricas, espectroscopia, métodos inmunológicos como pruebas ELISA, etc. Los prestadores de servicio social apoyan a los peritos químicos a obtener un resultado verídico para que finalmente puedan realizar un dictamen de las pruebas solicitadas por el ministerio público (INCIFO, s.f).

Teniendo como base lo anterior, los objetivos generales del presente escrito son:

- Describir las actividades desarrolladas durante el servicio social
- Describir el vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos de formación del plan de estudios
- Analizar el consumo de cocaína en la población de la Ciudad de México mediante la identificación de sustancias ilícitas en la Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México.

## Descripción de Actividades

Como se mencionó anteriormente, durante el servicio social se llevaron a cabo diversas pruebas y métodos con la finalidad de apoyar al ministerio público a esclarecer los hechos de algún caso. Dichas actividades se describen a continuación:

### Apoyo en la determinación de grupo sanguíneo

Partiendo de muestras biológicas, telillas con sangre, prendas de vestir o artículos como cuchillos, navajas, cascos, etc. era necesario determinar el grupo sanguíneo de la sangre presente. Lo anterior se llevaba a cabo mediante el método de tipificación ABO, el cual permite clasificar la sangre en 4 tipos: A, B, AB y O. Se emplean antisueros A, B y D (Rh) con la finalidad de observar la ausencia o presencia de una aglutinación cuando la sangre interactuaba con los antisueros, dicha aglutinación indicaba que grupo sanguíneo era (Figura 1). Por ejemplo, la presencia de aglutinación con antisueros A y Rh indican un resultado de sangre A+.

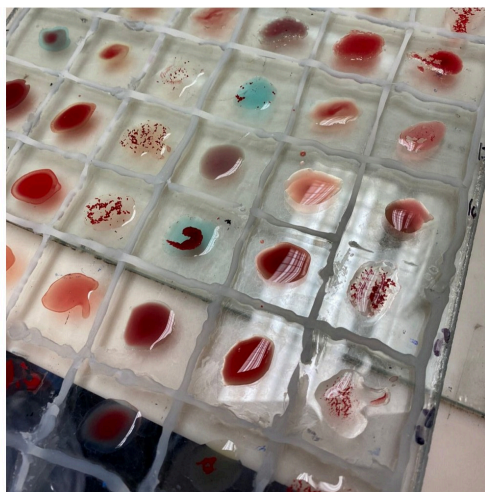


Figura 1. Determinación de grupo sanguíneo.

### Apoyo en el rastreo hemático de indicios

Se realizaba un rastreo hematológico en indicios como prendas, telas, cuchillos, navajas, celulares, mochilas, cascos, etc. con el objetivo de descubrir los residuos de sangre presentes. En ocasiones, era posible identificar el residuo a simple vista y se adiciona sobre la sangre peróxido de hidrógeno para producir una reacción. Cuando el peróxido se pone en contacto con la catalasa, una enzima presente en la sangre, se



descompone rápidamente produciendo el oxígeno, el responsable de la aparición de espuma, la cual confirma la presencia de sangre.

**Resultados:** Se obtiene un resultado positivo si se observa la aparición de espuma en el indicio instantes después de la adición de peróxido de hidrógeno. Por el contrario, el resultado es negativo.

#### **Apoyo en la elaboración de pruebas de VIH**

La detección de la presencia del virus de inmunodeficiencia humana (VIH) en muestras biológicas se realizaba mediante la prueba de enzimoimmunoanálisis de adsorción (ELISA). Dicha prueba mide el nivel de anticuerpos que produce el cuerpo en respuesta al virus (HIVinfo., 2024).

#### **Apoyo en la determinación de alcoholes en muestras biológicas**

El método comúnmente utilizado para la determinación de alcoholes en sangre es la cromatografía de gases, sin embargo, durante la primera etapa del servicio social el equipo dejó de funcionar. Por lo anterior, se comenzó a emplear el fundamento detrás del método de microdifusión de Conway.

#### **Procedimiento:**

1. Se añaden 100 mL de sangre problema en un vial de vidrio.
2. Se coloca una gota de dicromato de potasio en la parte inferior externa de un tubo de ensayo.
3. Se inserta el tubo de ensayo dentro del vial de vidrio de forma que este actúe como una tapa. Es importante que la gota de dicromato de potasio no entre en contacto con la sangre.
4. Se coloca el vial junto con el tubo de ensayo en una parrilla de calentamiento.
5. Se repite el mismo procedimiento para todas las muestras.

**Resultados:** La interacción entre la sangre, dicromato de potasio y una fuente de calor pueden ocasionar un cambio colorimétrico. Si se detecta un cambio de color de naranja a azul del dicromato de potasio en la muestra problema antes de la muestra control, significa un resultado positivo. La falta de cambio de coloración indica un resultado negativo. Cabe mencionar que esta prueba solo da un resultado presuntivo ya que únicamente indica la presencia de un alcohol pero no cuál alcohol se encuentra en la sangre.

### Apoyo en la detección de metabolitos de drogas de abuso en muestras biológicas

Para la detección de metabolitos de drogas de abuso en muestras biológicas se utilizaba el equipo automatizado VIVA-E. El equipo lleva a cabo reacciones antígeno-anticuerpo utilizando estándares como control y muestras biológicas como soluciones problema para posteriormente cuantificar dicha unión por espectroscopia UV-VIS (Siemens Healthineers México., 2019).

### Apoyo en la descripción de indicios

Una vez recibidos indicios para analizar es necesario describir si tienen algún orificio, rasgadura o anomalía presente. Estos rasgos se describen en tres pasos.

#### Procedimiento:

1. Se coloca el indicio sobre una superficie plana y en caso de contener alguna rasgadura se intenta reconstruir la pieza lo más posible.
2. Se identifica el lado en el que se sitúan dichos rasgos. Puede ser en la parte frontal (parte anterior) o la parte trasera (parte posterior).
3. Se describe el cuadrante donde se encuentra, dichos cuadrantes son: parte superior derecha, parte superior izquierda, parte inferior derecha y parte inferior izquierda (Figura 2). El indicio se debe describir como si lo tuvieras puesto.
4. Utilizando una cinta métrica, se debe obtener una medida aproximada en centímetros de donde se ubican tomando como referencia alguna costura o borde.



Figura 2. División de una prenda en 4 cuadrantes.

De esta manera una descripción adecuada queda de la siguiente manera, “parte anterior superior izquierda a 1 cm del borde lateral y 6 cm de la costura superior”.

### Apoyo en la realización de la prueba de rodizonato de sodio

Se emplea la prueba de rodizonato de sodio (Harrison Gildroy) para la detección de residuos de elementos metálicos como plomo y bario, derivados del disparo de un arma de fuego. Dicha prueba permite al perito químico identificar si una persona disparó un arma de fuego o estuvo en contacto con ella.

#### Procedimiento:

1. Sobre una placa de cristal se colocan las telillas de muestra separando aquellas que son de la mano izquierda de las de la mano derecha.
2. Se impregnan las telillas con un buffer de tartratos a un pH de 2.7.
3. Se humedecen las telillas con una solución saturada de rodizonato de sodio. Este último, actúa como un agente reductor oxidando los metales. El plomo se torna un color rojo escarlata, mientras que, el bario un color violeta (Figura 3A).
4. Se analizan las telillas bajo un microscopio óptico buscando una mejor visualización del cambio de color.

**Resultados:** Si se observa bajo el microscopio puntos de color rojo escarlata o violeta, la prueba es positiva (Figura 3B). Si no hay presencia de un cambio de color, la prueba es considerada negativa.

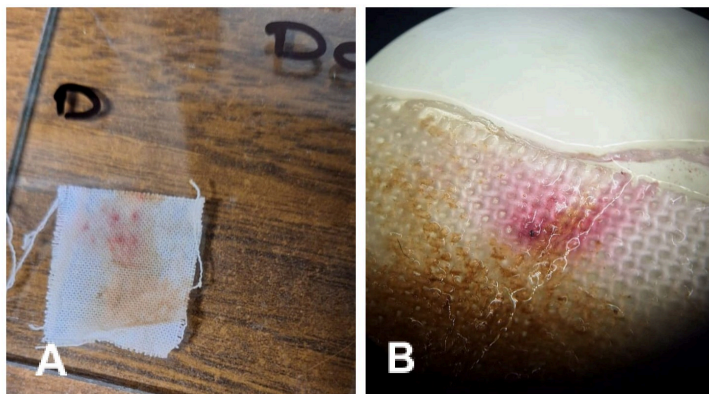


Figura 3. Ejemplo de un resultado positivo en la prueba Harrison Gildroy.  
(A) Telilla sobre una placa de cristal. (B) Visualización de telilla bajo un microscopio óptico.

### **Apoyo en la realización de la prueba de Walker**

Se lleva a cabo la prueba de Walker para detectar sobre la ropa o telas la presencia de nitritos provenientes de la deflagración de pólvora resultante de un disparo por arma de fuego. Se realiza alrededor del orificio de entrada del proyectil de arma de fuego para determinar si el disparo fue a larga o corta distancia con respecto a la víctima. Con este tipo de información es posible diferenciar entre un homicidio y un suicidio (Varela., 2018).

#### **Procedimiento**

1. Se desensibiliza el papel fotográfico aplicando primero 4 capas de ácido sulfanílico al 10% y posteriormente 4 capas de  $\alpha$ -naftilamina al 10% con el objetivo de hacer el papel reactivo a los nitritos.
2. Sobre este papel ya desensibilizado se coloca el orificio en la tela y se marca con un lápiz para obtener una referencia sobre el papel.
3. Sobre la tela se coloca una gasa humedecida con ácido acético y encima de ésta una hoja de papel; se plancha durante dos minutos a la temperatura máxima de la plancha. Los vapores del ácido acético penetran en el papel fotográfico y se lleva a cabo la reacción entre los nitritos y los químicos contenidos en el papel fotográfico.

**Resultados:** Si se observan puntos de color rojizo o rosado en el papel fotografico, la prueba se considera positiva. Si no existe un cambio de color, la prueba es negativa

### **Apoyo en el análisis químico de presuntas sustancias ilícitas mediante espectroscopia infrarroja.**

Esta actividad involucra el manejo de varias sustancias de abuso, de las cuales se destaca la cocaína. Sin embargo, para todas las sustancias se requiere el mismo procedimiento de pesaje.

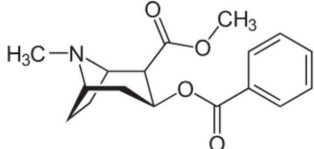
#### **Procedimiento:**

1. Se describe el material que conforma el envoltorio o empaque del indicio, si se encuentra en una bolsa de material sintético transparente, bolsa de material sintético negra, etc. y las características físicas del indicio.
2. Se procede al pesaje de los indicios en balanzas analíticas Ohaus. Se deben de obtener 4 pesos: peso bruto recibido (PBR), peso neto recibido (PNR), peso para analizar (PPA), peso neto entregado (PNE) y peso bruto entregado (PBE).
3. Para obtener el PBR, se pesa el indicio exactamente como llegó. Esto quiere decir que no se retiran etiquetas, bolsas, ni envoltorios.

- Para obtener el PNR, se procede a retirar la sustancia a analizar de sus envoltorios y bolsas. Se obtiene únicamente el peso de la sustancia recibida y después se coloca en una bolsa nueva. Los envoltorios y bolsas provenientes del indicio igualmente se colocan en una bolsa nueva.
- Del PNR se toman 0.2g de sustancia y este será el PPA.. Dicha cantidad es la que se utilizará posteriormente para realizar las pruebas necesarias y obtener un resultado.
- El PNR restante se convierte en el PNE, debido a que se modifica la cantidad de sustancia a entregar.
- El PBE se obtiene pesando la sustancia, las bolsas y etiquetas nuevas. Este peso debe ser el peso final del indicio.
- Una vez obtenidos los pesos, se lleva a cabo el análisis del indicio utilizando el PPA en el equipo infrarrojo Frontier, el cual habitualmente dará un porcentaje de similitud entre la muestra y las bibliotecas de datos propias del equipo.

La espectroscopía infrarroja (IR) mide la absorción de radiación infrarroja por parte de una muestra y proporciona información sobre los grupos funcionales presentes. Se fundamenta en el hecho de que la mayoría de las moléculas absorben la luz en la región infrarroja del espectro electromagnético, convirtiéndola en vibración molecular (Skoog et al., 2008). Esta absorción es dependiente de los enlaces químicos presentes en una muestra. Con un espectrómetro, esta absorción se mide en función a una longitud de onda. El resultado es un espectro IR que actúa como una huella dactilar para cada molécula y es utilizada para identificar muestras (Méndez et al., 2020).

En el caso de la cocaína hay dos presentaciones comúnmente analizadas, la cocaína base y el clorhidrato de cocaína. En términos de sus espectros, se diferencian por las longitudes de onda correspondientes a sus grupos funcionales (Tabla 1).

Sustancia	Longitud de Onda (cm-1)	Grupo Funcional
<p><b>Cocaína Base</b></p>  <p>The chemical structure shows cocaine base, which consists of a tropane ring system (8-azabicyclo[3.2.1]octane) with a methyl group on the nitrogen atom. It is substituted with a methyl ester group (-COOCH3) and a benzoyloxy group (-O-CO-C6H5).</p>	<p>726 1040 1110 1280 1453 1710 1740 2945</p>	<p>C-H C-O y C-N C-O y C-N C-O y C-N C≡C Anillo aromático C=O C=O C-H, sp3 y sp2</p>

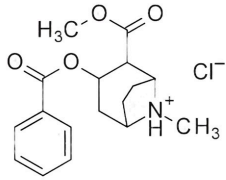
Clorhidrato de Cocaína		
	736	C-H
	1030	C-O y C-N
	1270	C-O y C-N
	1489	C≡C Anillo aromático
	1713	C=O
	1732	C=O
	2540	N-H

Tabla 1. Posiciones de las principales bandas de vibración de los espectros IR en las diferentes formas de la cocaína (Méndez et al.,2020).

**Resultados:** Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente, los espectros IR correspondientes a la cocaína base y clorhidrato de cocaína (Figura 4 y 5) se caracterizan por tener dos picos intensos en la región de 1500 a 2000  $\text{cm}^{-1}$ . Además, en el espectro del clorhidrato de cocaína se debe visualizar un pico en la región de 2500  $\text{cm}^{-1}$  por el enlace N-H.

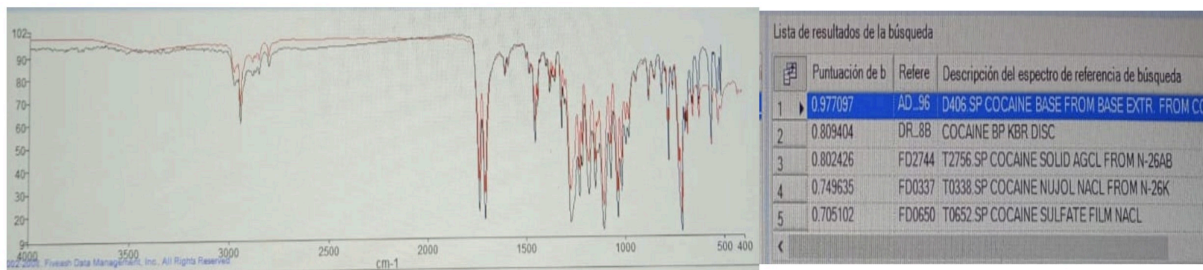


Figura 4. Espectro IR de la cocaína base.

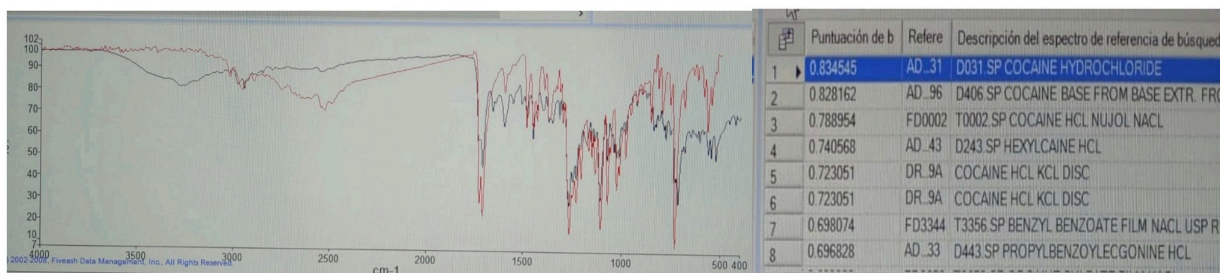


Figura 5. Espectro IR del clorhidrato de cocaína.

## Análisis de cocaína en la población de la Ciudad de México

Durante el periodo de 6 meses del servicio social se analizaron personalmente en promedio 3 muestras diarias de presuntas sustancias ilícitas. En total se analizaron 390 muestras en posesión de habitantes de la CDMX, 176 de ellas dieron un resultado positivo a



una de las presentaciones de cocaína (45%), 144 de ellas un resultado positivo para cannabis (37%), 51 de ellas un resultado positivo a metanfetaminas (13%) y 19 de ellas un resultado para una sustancia no ilícita, es decir un resultado negativo (5%) (Figura 6). Resaltando el análisis de cocaína, de las 176 muestras analizadas, 111 eran cocaína base (63%) y 65 clorhidrato de cocaína (37%) (Figura 7).

### Sustancias Analizadas

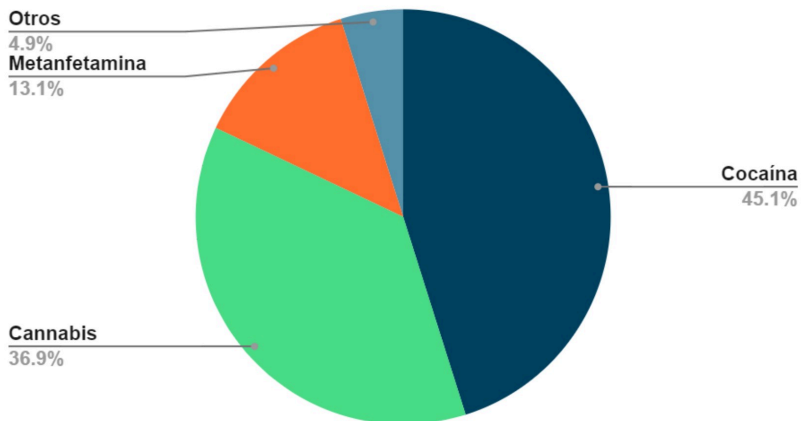


Figura 6. Esquema de sustancias analizadas.

### Sustancias de Cocaína Analizadas

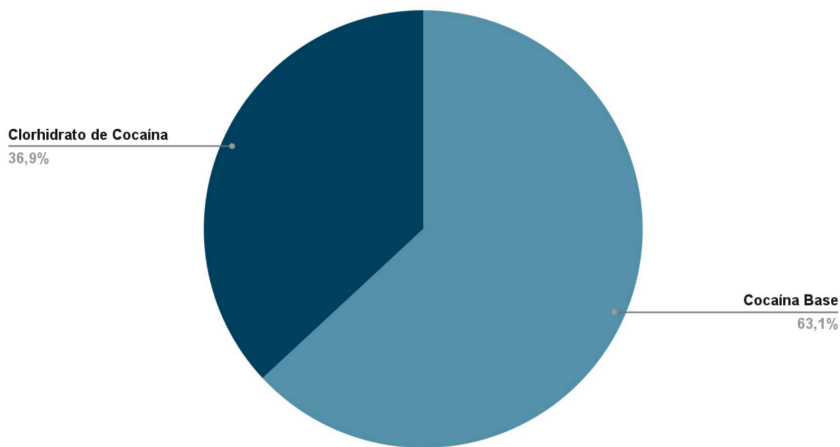


Figura 7. Esquema de sustancias de cocaína analizadas.

A partir de los resultados recabados se puede observar que la sustancia más analizada fue alguna presentación de cocaína en un 45%. Sin embargo, es importante destacar que con los datos recolectados no es posible saber con exactitud si la droga era para consumo

personal o para venta ilegal. Por otra parte, al ser la cocaína base la presentación más analizada se puede inclinar más la balanza hacia un uso para venta ilegal. Lo anterior, debido a que el consumo de la cocaína base es más costoso y generalmente requiere de tratamientos previos. No obstante, el porcentaje de clorhidrato de cocaína analizada también es una cifra significativa. Ambas indican que el consumo de cocaína predomina sobre otras drogas en la Ciudad de México. Es de gran relevancia su análisis porque un consumo rutinario de cocaína puede ocasionar una dependencia severa e incluso la muerte.

### **Descripción del vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos de formación.**

Las actividades desarrolladas en la Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México se vincularon con los objetivos establecidos en el plan de estudios de la carrera Química Farmacéutica Biológica de diversas formas. Por ejemplo, durante la realización de pruebas de Walker y rodizonatos de sodio se lleva a cabo la identificación de compuestos químicos, como lo son, plomo y bario en las prendas de los occisos o telillas relacionados a presuntos sospechosos de un crimen. Por otro lado, la identificación de tóxicos tales como alcoholes, venenos, medicamentos y metabolitos de drogas de abuso dio la oportunidad de trabajar con diversas muestras biológicas siendo las más destacadas sangre y orina de forma rutinaria. De esta forma, se obtuvo un aprendizaje nuevo en el área hematológica. De igual manera, se lograron implementar conocimientos de química orgánica y analítica mediante el análisis de presuntas drogas ilícitas. El servicio social fue una herramienta para la sociedad dado que facilitaba el procesamiento de indicios y de esta forma no alargaba la entrega de resultados para obtener un dictamen correspondiente.

### **Conclusión**

En conclusión, mediante el presente escrito se logró describir las actividades desarrolladas durante el servicio social y el vínculo de las mismas con los objetivos de formación del plan de estudio. De la misma manera, mediante la identificación de sustancias ilícitas en la Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México se dio a conocer que la cocaína era la droga que se encontraba en posesión de los habitantes de la Ciudad de México con mayor frecuencia. Lo anterior generó una conciencia social de la habitualidad en la que esta droga puede estar disponible para todos los grupos poblacionales, destacando la vulnerabilidad de la población juvenil. Los resultados demuestran una necesidad de implementar acciones eficaces para disminuir la demanda de la cocaína y programas de apoyo para facilitar que personas con dependencia a la droga asistan a tratamientos especializados.

## Bibliografía

- Fiscalía General de Justicia de la CDMX (FGJCDMX) [Internet]. Consultado el día 21 de Febrero del 2024 en <https://www.fgjcdmx.gob.mx/storage/app/media/Transparencia/Normatividad%20FGJCDMX/codigoeticafgj2022-1.pdf>
- HIVinfo (2024) Visión general de la infección por el VIH [Internet]. Consultado el día 21 de Julio del 2024 en <https://hivinfo.nih.gov/es/understanding-hiv/fact-sheets/pruebas-de-deteccion-del-vih>
- Instituto de Servicios Periciales y Ciencias Forenses (INCIFO). (s.f) Ciencia Forense. [Internet] Consultado el día 27 de Agosto en <https://www.incifocdmx.gob.mx/quimica-forense-3/>
- Mendez-Hernandez J., Chaparro-García A., Rivera M. (2020) Espectroscopia Vibracional Como Una Alternativa Para La Discriminación De Drogas Ilícitas Incautadas En La Ciudad De Cúcuta.. Respuestas, vol. 25, no. S1, pp. 36-42, 2020.
- Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC). (2022) Informe mundial sobre las drogas 2022.
- Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC). (2023) Informe mundial sobre las drogas 2023.
- Siemens Healthineers México (2019) Sistema VIVA-E [Internet]. Consultado el día 21 de Julio del 2024 en <https://www.siemens-healthineers.com/mx/drug-testing-diagnostics/viva-drug-testing/viva-e-drug-testing-system>
- Skoog D., Holler F., Crouch S.(6 Ed.) (2008) Principios de análisis instrumental. Cengage Learning Editores.
- Thermo Fisher Scientific - MX. (s.f). Conceptos básicos de FTIR [Internet] Recuperado el 27 de Agosto del 2024 de <https://www.thermofisher.com/mx/es/home/industrial/spectroscopy-elemental-isotope-analysis/spectroscopy-elemental-isotope-analysis-learning-center/molecular-spectroscopy-information/ftir-information/ftir-basics.html>
- Varela Ruiz J., Castellanos Ramírez H., García Escobar J., Gracida Ramírez L., Mijangos Morales J., Quevedo Centeno J. (2018) Análisis químico comparativo de disparos de arma de fuego de cartuchos de 9mm de diferentes marcas en prendas. Visión Criminológica-Criminalística.

**Vo. Bo. Asesores**



---

M. en C. Francisco López Naranjo  
Asesor Interno  
No. económico: 18198



---

QFB. Claudia Korber Soto  
Asesor Externo