



**Rev Mex Med Forense, 2021, 7(1):103-124**  
**DOI: <https://doi.org/10.25009/revmedforense.v7i1.2949>**  
**ISSN: 2448-8011**

## **Detección, recolección y embalaje de la cocaína en el peritaje médico**

**Artículo De Revisión**

Detection, collection and packaging of cocaine in medical expertise

**Perezcampos Mayoral, Carlos.<sup>1</sup>, Martínez Helmes, Rocío.<sup>1</sup>, Pérez Campos, Eduardo.<sup>2</sup>,  
Hernández García, Mayte.<sup>1</sup>, Marín Martínez, Vicente.<sup>1</sup>**

Recibido: 27 mayo 2021; aceptado: 6 julio 2021; Publicado: 15 enero 2022

1. Facultad de Derecho y Ciencias Sociales, UABJO, Oaxaca, México

2. Facultad de Medicina, Centro de Investigación UABJO-UNAM, Oaxaca, México.

Corresponding author: Carlos Perezcampos Mayoral - [cpmcarlos@hotmail.com](mailto:cpmcarlos@hotmail.com)

**Revista Mexicana de Medicina Forense y Ciencias de la Salud.**  
**Editorial Universidad Veracruzana**  
**Periodo enero-junio 2022**

## RESUMEN

*La cocaína es un alcaloide y un potente estimulante de origen natural, extraída de las hojas de la planta de coca (Erythroxylum coca). En el cuerpo humano actúa como un agonista adrenérgico indirecto, es decir, produce efectos similares a los simpaticomiméticos. Es considerada una droga ilegal que tras su consumo trae consecuencias graves a nivel orgánico, psiquiátrico y social.*

*Palabras Clave: Cocaína, Peritaje, Detección, Embalaje.*

## SUMMARY

*Cocaine is an alkaloid and a powerful stimulant of natural origin, extracted from the leaves of the coca plant (Erythroxylum coca). In the human body it acts as an indirect adrenergic agonist, that is, it produces effects similar to sympathomimetics.*

*Key Words: Cocaine, Medical Expertise, Detection, Packaging.*

## INTRODUCCIÓN

Comercialmente se le llama cocaína al clorhidrato de cocaína y sulfato de cocaína, estos son los productos más puros resultado del proceso de refinación de Erythroxylum Coca (Lizasoain et al. 2001).

Su fórmula química es C<sub>17</sub>H<sub>21</sub>NO<sub>4</sub>, una forma ácida (Ibidem).

Algunos otros nombres por los cuales se conoce a la cocaína son “talco”, “blanca”, “nieve”, “farlopa”, “lady”, “snow”, “flake”, “perico” (Ryan, 2019).

Para su producción se auxilian de otras sustancias llamadas “precursores” como éter, gasolina, ácido sulfúrico entre otras. El producto final casi siempre es mezclado con sustancias adulterantes como talco, maicena, anfetaminas, quinina, estricnina, detergentes, formol, entre otras. Según sea el proceso de refinación se obtendrán diferentes sustancias (Casale, & Klein, 1993).

El producto intermedio del proceso de refinación de la coca es una sustancia semisólida, blanca o parda denominada basuco, también conocida como “crack” o “freebase” esta contiene restos de las otras sustancias empleadas como metanol, éter, acetona, permanganato de K<sup>+</sup>, ácido benzoico, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico entre otras (Singh, 2000).

Esta es más consumida que las sales de cocaína por su menor costo debido a la menor refinación y es potencialmente peligrosa y debido a su rápida absorción ya que su eliminación ocurre aproximadamente en 5 minutos (Washton, & Stone-Washton, 1990). Las drogas con mayor capacidad adictiva son las que se eliminan con mayor rapidez.

## DESARROLLO

### Cinética

La cocaína es una droga que se absorbe bien por las mucosas nasal, oral, gastrointestinal, rectal, vaginal y tras la inhalación a través de los alvéolos pulmonares, una vez dentro del organismo sigue la misma vía metabólica (Gossop, et al. 1992).

Su consumo aproximado es por vía oral 100-200 mg, nasal 60-250 mg, pasta de base 60-250 mg (Hoffman, 1992).

### Propiedades

La cocaína tiene un efecto vasoconstrictor que prolonga la velocidad de su absorción y retrasa su efecto máximo (Teeters, 1963).

Al fumarla su biodisponibilidad es de un 90%, a través de inhalación (vía intranasal) es de un 80%, siendo menor tras su ingestión.

Su metabolismo produce 3 metabolitos principales (Madden, & Powers, 1990):

- Benzoilecgonina (BE) formada por hidrólisis espontánea (>50%), responsable de la toxicidad de la cocaína y potente agonista adrenérgico directo.
- Éster metílico de ecgonina (EME) formado por pseudocolinesterasa plasmática (32 a 49%).
- Norcocaína formada por metabolismo por el sistema p450 (N-desmetilación) (5%).

Se elimina máximo un 10% sin cambios por la orina.

### Cinética de la Cocaína (Jatlow,1988):

Vía de Administración	Inicio de Acción	Acción Máxima	Duración de la Acción
Intravenoso	<1 minuto	3-5 minutos	30-60 minutos
Nasal	1-5 minutos	20-30 minutos	60-120 minutos
Fumado	<1 minuto	3-5 minutos	30-60 minutos
Gastrointestinal	30-60 minutos	60-90 minutos	Desconocido

### Efectos

Son tres los mecanismos principales por los cuales son manifestados los efectos tras el consumo de cocaína (Brodie, & Dunwiddie, 1990; Vongpatanasin et al. 1999):

#### 1) Bloquea la recaptación de aminas biógenas:

Al bloquear la recaptación presináptica de éstas, permanecen en el espacio sináptico aumentando el tiempo de activación de los receptores adrenérgicos posinápticos y a su vez su biodisponibilidad, esto ocurre en neuronas con serotonina y catecolaminas.

La cocaína estimula los receptores  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta_1$  y  $\beta_2$  adrenérgicos mediante el aumento de la NE>EPI.

La inhibición de la recaptación de serotonina es la causante del comportamiento eufórico en el consumidor. Y la inhibición de la recaptación de dopamina es la responsable de la adicción a esta.

#### 2) Bloqueo de Canales de Na<sup>+</sup>:

Disminuye la velocidad o bloqueo de la conducción nerviosa. Altera la repolarización e hiperpolarización de los canales de Na<sup>+</sup> neuronales comportándose como un anestésico local.

La cocaína puede ralentizar el paso de Na<sup>+</sup> en los miocitos cardíacos. En una sobredosis grave, estos efectos se manifiestan con una prolongación del complejo QRS en el estudio con ECG y clínicamente con inotropismo negativo.

### 3) Estimula los Aminoácidos Excitadores:

El glutamato es el principal neurotransmisor excitador, la cocaína aumenta la concentración de este y también del aspartato en el cerebro, especialmente en el núcleo accumbens. También aumenta la liberación de los neurotransmisores excitadores norepinefrina, serotonina y dopamina.

Su acción sobre los receptores de dopamina D2 facilita la dependencia a la cocaína, pero al consumirla de forma crónica estos receptores reducen su expresión.

### **Efectos facilitadores de la Cocaína para cometer actos ilícitos.**

Los efectos en el cuerpo son dosis dependiente principalmente sobre la frecuencia cardíaca y la presión arterial. Hay aumento en la excitación, mejora el estado de alerta y vigilia además de acompañar con una sensación de autoconfianza, euforia y bienestar. Sin embargo, son más los efectos dañinos en todos los órganos.

### **Efectos Psiquiátricos**

El consumo de cocaína ya sea de forma aguda o crónica causa y precipita cuadros de ansiedad, compulsiones, ideas paranoides, psicosis, delirio. Está fuertemente asociado a comorbilidad con enfermedades mentales y con el consumo de otras sustancias psicoactivas.

La psicosis paranoide es el síntoma característico, su aparición ocurre de los 25 a 57 meses del inicio de su consumo, donde los consumidores muestran agresividad, agitación, delirios paranoides celotípicos y alteraciones en la esfera afectiva (Morton, 1999).

Las personas que consumen drogas ilícitas son más propensas a cometer actos que violan las leyes (Grogger, & Willis, 2000). Algunos estudios sostienen que el consumo de drogas como la cocaína, el crack y la heroína tienen mayor relación con conductas delictivas. Sin embargo, no todos los que abusan del consumo de drogas son violentos o cometen actos criminales.

En un estudio realizado en Mérida, en el 2018 mencionan que las drogas de inicio más frecuentes son el tabaco (52.5%), seguido de marihuana (27.7%), alcohol (17.5) y al último los estimulantes (2.5%).

Algunos factores que se consideran posibles predictores de su consumo son el pandillerismo, conflictos previos, la edad (15-65 años aproximadamente), se ha visto que se

consume más en jóvenes adultos y adultos más que en adolescentes y mayormente en hombres que en mujeres (Kerridge, 2019).

Los mismos consumidores de cocaína han informado que presentan trastornos del control de impulsos, baja autoestima y depresión con sentimientos de fracaso, decepción, culpa, castigo y autocrítica. Reportan tener relaciones familiares violentas, antecedentes de violencia física, emocional o sexual que se han asociado a conductas violentas y actividades delictivas (Bolla, 1998; Ackerman et al. 2010).

Las conductas violentas no solo son por el consumo de drogas, también intervienen factores culturales, ambientales, económicos y aspectos físicos, psicológicos o psiquiátricos.

En otros aspectos el tráfico de drogas para algunos jóvenes resulta atractivo, este puede ser un motivo para el abandono de sus estudios, lo cual se relaciona con el crimen y la violencia (Mayes, 1996).

“Se ha encontrado que el abuso de la cocaína se asocia con un incremento en la probabilidad de perpetrar un crimen violento, y específicamente, en el caso del crack, se ha documentado el efecto psicofarmacológico de este y su relación con el aumento en la portación de armas” (Del Bosque et al. 2014).

También se ha documentado que existe mayor riesgo de victimización para los consumidores de drogas debido a la pérdida de la capacidad para defenderse y de responder a situaciones de peligro.

## **Importancia de la detección del consumo de cocaína en el peritaje médico**

Desde el punto de vista médico legal es importante tener un conocimiento general de las drogas, su uso y abuso, en este caso de la cocaína, el proceso de su elaboración, las variantes del resultado del mismo (freebase, crack, sales de cocaína, etc), las dosis tóxicas, su metabolismo, los efectos secundarios, las manifestaciones clínicas (los síntomas y los signos), a través de lo cual podemos diagnosticar a una persona como consumidora o adicta a la misma, o sospechar el uso de esta en personas fallecidas.

## **Dosis tóxica**

Por vía endovenosa, en el adulto 1 gramo es una dosis mortal por acción directa sobre el miocardio (Tazelaar, 1987). Un aproximado de la dosis de abuso por vía inhalatoria u oral es entre 8.7 y 14mg. Cada línea de cocaína tiene de 15 a 25 mg, la dosis de consumo letal es entre 0.5 y 1.5 g.

Por inhalación su efecto eufórico máximo es a los 15 o 20 min tras la misma, por ingestión el efecto ocurre a los 3 a 5 min y alcanza niveles máximos en sangre entre los 50 y 90 min, fumada la euforia se produce entre los 6 y 11 min y por vía endovenosa aparece unos minutos antes (Garro Vargas, 2011). Su metabolismo ocurre en el hígado donde es convertida a benzoilecgonina.

Por vía oral su vida media es aproximadamente de 45 min, se elimina por vía renal con varios metabolitos de la ecgonina y con una pequeña cantidad de cocaína libre, se inactiva rápidamente y su efecto es muy efímero, lo que explica la corta duración de su acción.

### Formas de abuso

- Hojas de coca:

Frecuentemente se consume mascada. Pasta de coca (sulfato de cocaína o pasta base): es el producto en bruto, sin un proceso de refinamiento, obtenida directamente de las hojas de coca, esta contiene de 40-85% de sulfato de cocaína y se administra de manera fumada (Sánchez Thevenet, & Haro Cortés, 2017).

- Clorhidrato de cocaína:

Es la sal de coca formada con ácido clorhídrico, son cristales escamosos blancos, más o menos adulterada. Su consumo es principalmente por vía intranasal, esnifada o por vía parenteral (inyectada), es de absorción rápida, con efectos que duran de 20 a 40 min (Ibídem).

Por vía endovenosa se combina con heroína (speed ball) para evitar los efectos de rebote de la cocaína, sus efectos son inmediatos (30 seg) con duración breve (10 a 20min), posteriormente se manifiesta un intenso crash (disforia, irritabilidad y alteraciones gastrointestinales).

- Cocaína base:

Para su elaboración se mezcla el clorhidrato de cocaína con una solución básica, los consumidores la ingieren por 2 formas:

1. Inhalando los vapores de base libre (free base) para lo que necesitan un mechero de propano.
2. El crack o rock se inhala en recipientes calentados o se fuma pulverizado y mezclado con otras sustancias (marihuana, tabaco). La cocaína base (crack)

generalmente se fuma ya que la base es más volátil, el nombre proviene del ruido de crepitación que producen los cristales cuando se calientan (Ibídem).

El crack se difunde rápidamente de los pulmones al cerebro con efectos a los 5 segundos de su consumo y muy intensos que desaparecen a los 4 minutos aproximadamente, esto causa un uso compulsivo y cada vez más frecuente, por lo que algunos suelen llamarlo “el sueño del traficante y la pesadilla del adicto”, una vez que se ha consumido varias veces se vuelven fuertemente dependientes (Lizasoain, et al. 2002).

- Base de cocaína o Basuco:

Esta forma de presentación la consumen fumada. Sus efectos varían según su aspecto (claro u oscuro), la dosis, la frecuencia en su consumo, la cantidad de impurezas y sus adulterantes (Tortajada Navarro, 2008).

La suspensión brusca de cualquiera de estas puede causar una sintomatología parecida al síndrome de abstinencia.

Para poder identificar un fenómeno tóxico de la cocaína nos debemos enfocar en un interrogatorio minucioso para conocer primeramente la escena, posteriormente el estilo de vida de la persona consumidora, en la exploración física buscar cambios anatómicos que orienten a si es una persona consumidora, adicta o no, y en caso de un conflicto, orientarnos si esta pudo ser la causante del evento violento o accidente y en los peores casos del deceso.

## Signos y síntomas del consumo de cocaína

Independientemente de la vía de administración de la cocaína, su duración es de 20 minutos a 1 hora aproximadamente, por lo que se debe consumir nuevamente para mantener los efectos y generar, rápidamente dependencia y tolerancia. Los signos y síntomas que van a presentar las personas que consumen en forma reciente o antigua cocaína son:

### Agudos

Los efectos derivados de la euforia, principalmente durante los primeros 30 minutos son la hiperestimulación, la sensación de menos cansancio y un estado de mayor alerta mental. (Heard, Palmer, & Zahniser, 2008)

- Vasoconstricción, midriasis, hipertermia, taquicardia e hipertensión.
- Dilata las pupilas y reduce el apetito.
- Estimula el sistema nervioso central.
- Produce un aumento de energía y reducción pasajera de la fatiga.
- Genera falsas ideas de grandeza.
- Existe el riesgo de contraer VIH y hepatitis, si se usa vía intravenosa.



- Impulsividad o escaso juicio para la toma de decisiones.
- Incrementa la agresividad, lo cual puede llevar a conductas violentas.

En dosis altas puede causar:

- Ansiedad extrema.
- Muerte súbita por sobredosis.
- Psicosis, delirios, alucinaciones y paranoia.

## Crónicos

Los efectos frecuentes a mediano y largo plazo son: afecciones vasculares cerebrales, convulsiones, cefalea, náusea, dolor abdominal, anorexia y desnutrición (Washton, & Gold, 1984).

- Insomnio, pérdida de peso y desnutrición.
- Alteraciones del ritmo cardíaco, dolor torácico con infarto miocárdico y otras enfermedades del corazón.
- Complicación en vías e insuficiencia respiratorias.
- La vía intranasal puede ocasionar: epistaxis, anosmia, perforación del tabique, disfonía y disfunción en la deglución.
- En su forma de crack, causa dolor crónico o quemaduras de labios, lengua y garganta.
- Impotencia en hombres e infertilidad en mujeres.
- Deterioro en la memoria y en la concentración.
- Trastornos del estado de ánimo.

## Recolección y embalaje

El objetivo es obtener una muestra que sea enteramente representativa del material del que haya sido extraído y que sirva para el análisis químico correcto.

Por consiguiente, existen cinco formas de recolección de la muestra:

- Muestreo de polvo o material vegetal.
- Muestreo de material que contenga partículas grandes o sólidos.
- Muestreo de material en estado líquido.
- Muestreo de comprimidos, cápsulas o preparados comerciales y lícitos.
- Muestreo de sustancias químicas.
- Muestreo de polvo o material vegetal.

A criterio del autor, el producto debe sacarse de su envase o envoltura y colocarse en un recipiente plástico limpio, registrándose su peso neto, el producto debe homogeneizar perfectamente antes de someterlo a los correspondientes ensayos químicos.

También puede aplicarse la técnica del cuarteo por acotamiento, para lo cual se mezcla el producto de muestra, agitándolo o removiéndolo. De ser necesario los fragmentos grandes se reducen y el material se vierte a continuación sobre una superficie plana hasta formar un cono. El cono se aplasta y el material se divide en ángulos rectos formando cuatro partes. Las cuatro partes opuestas se toman como muestra, y el resto del material se devuelve al recipiente del cual fue sacado.

El analista debe examinar visualmente el contenido de todos los envases considerando lo siguiente:

- a) Si todos los paquetes contienen el mismo material.
- b) Si uno de dos paquetes contiene material diferente de la mayoría de los paquetes. El indicador más sencillo es el aspecto físico. Si el contenido de uno o más paquetes difieren claramente deberán separarse y someterse a análisis individual.

Con el producto contenido en varios envases o paquetes se procede de la siguiente manera:

1. Si hay menos de diez paquetes, todos ellos deberán someterse a muestreo.
2. Si hay entre 10 y 100 paquetes deberán seleccionarse al azar 10 paquetes.
3. Si hay más de 100 paquetes deberá seleccionarse al azar un número de ellos igual a la raíz cuadrada del número total de paquetes redondeado al número entero inmediato superior.

Si todos los paquetes son iguales deberá entonces procederse a combinar el contenido de varios paquetes; y el material combinado puede homogeneizarse y tomarse la muestra (Hawthorne, 1998; Lee, & Ladd, 2001; Huttunen et al. 2007; Ballou et al. 2013; Lee, & Pagliaro, 2013; Touroo, & Fitch, 2018; Rao et al. 2020)..

### **Muestreo de material que contenga partículas grandes o sólidos.**

En el caso de que la partícula pueda reducirse a polvo fácilmente, deberá utilizarse este método y el procedimiento de muestreo antes indicado. Si, por el contrario, el material no puede disgregarse fácilmente, deberá extraerse entonces partículas aleatorias de por lo menos tres partes diferentes del producto. Debe reunirse como mínimo un gramo del producto.

### **Muestreo de material en estado líquido.**

Bustamante señala que se procederá en primer lugar a la homogeneización de la muestra y luego se tomará la muestra. Cuando existen varios envases, se debe separar los envases de acuerdo con sus características físicas y procederá tomar una muestra de por lo menos 10 ml para el análisis.

### **Muestreo de comprimidos, cápsulas, preparados comerciales y lícitos.**

Cuando se trata de un envase único, con contenidos de 1 a 50 unidades de dosificación, seleccionar al azar la mitad del número total de unidades hasta un máximo de veinte. Se debe determinar el peso medio de la siguiente manera: De 51 a 100 unidades de dosificación seleccionar al azar 20 unidades determinando el peso medio. De 101 a 1000 unidades de dosificación seleccionar al azar 30 unidades determinando el peso medio. Más de 1000 unidades de dosificación seleccionar al azar un número de unidades igual a la raíz cuadrada del total presente. Si la raíz no es exacta se debe redondear el resultado al número entero inmediato superior. Y cuando se trata de envases múltiples, hay que separar los envases por números de lote y obtener una muestra de 20 unidades por cada grupo y determinando su peso exacto.

### **Sustancias químicas.**

Son sustancias que, no siendo precursores químicos, pueden utilizarse en los procesos químicos de producción, fabricación, extracción y/o preparación de sustancias estupefacientes, psicotrópicas o sustancias de efectos semejantes. Se debe tomar muestra de todos los envases (tanques, canecas, sacos, etc.) de las evidencias encontradas, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) No oler, probar o manipular ninguna sustancia química.
- b) Si se trata de mezclar líquidos no miscibles, previamente homogeneizar la muestra y proceder a la recolección.

Es importante seguir los pasos que el método de la investigación criminalística permite, para el correcto desarrollo analítico de las sustancias que se encuentran durante una acción de los entes de investigación establecidos en ley.

Para la identificación de cocaína en una persona sospechosa se puede recurrir a las siguientes sustancias para su muestra:

## **Análisis en Sangre.**

Los análisis de sangre son los únicos que permiten estimar los valores correspondientes en el momento en que se recogieron las muestras, hasta el momento del accidente, de forma que se puede establecer una hipótesis sobre la concentración de la droga en sangre en el momento que nos interesa.

Para la toma de muestra se desinfectará la piel con alcohol, excepto en el caso de determinación de alcoholemia.

Ante la sospecha de una intoxicación de origen desconocido se deberá recoger la muestra de sangre en dos tubos, uno de ellos con anticoagulante (fluoruro de sodio al 1 por ciento, que también es preservador antibacteriano) y el otro sin anticoagulante. El volumen mínimo recomendable en cada caso será de 10 mL (tomar 20 mL de sangre con una jeringa y dividir el contenido en ambos tubos) (Manual de Toma y Transporte de Muestras del Laboratorio Clínico, 2020).

Los recipientes que se envían deben ser tubos de polipropileno o similar con cierre hermético, de tapa rosca y sellado con cinta adhesiva. Es preferible utilizar material nuevo o virgen, para evitar contaminaciones.

Al obtener la muestra no debe quedar espacio vacío en el recipiente, es decir, se debe evitar la formación de una cámara de aire, que produce pérdidas importantes no sólo de etanol sino de cualquier otro tóxico volátil, para evitar esto, el recipiente debe ser llenado al ras, bien tapado y si es posible sellado. La conservación de la muestra se hará en hielera a 4°C.

Las muestras deben rotularse y sellarse correctamente en frente de la persona sometida a examen (si se trata de paciente vivo), con datos apropiados mínimos y legibles, que correspondan al hecho (identificación de la víctima o imputado, juzgado o fiscalía interviniente, fecha, hora de toma de muestra y número de causa), que no den lugar a confusión, utilizando marcadores de tinta indeleble, iniciando inmediatamente la cadena de custodia (Ibidem).

## **Análisis en Orina.**

Es idónea para realizar un estudio de búsqueda rápida en el caso de no conocer el origen de la intoxicación ya que todo medicamento o droga es excretado en mayor o menor parte por vía renal, ya sea en forma de compuesto inalterado o en forma de diversos metabolitos.

Generalmente, se emplea en la detección de consumo de sustancias ilícitas en trabajadores o en casos de dopaje en el deporte. Sin embargo, un resultado positivo sólo indicará el consumo de la sustancia detectada, independientemente del nivel obtenido. Las ventajas de esta muestra es que la concentración del analito puede ser mayor que en sangre, además la orina está exenta de proteínas, con lo cual se tienen menos interferencias, y es una muestra abundante, fácil de recolectar y de conservar.

Durante el proceso de recolección, algunos individuos tratan de falsificar la muestra mediante el agregado de diferentes sustancias como, por ejemplo: sales, disolventes, sustancias enmascarantes (Hayes, & Fox, 2021).

Con el fin de asegurar la autenticidad de la muestra, la persona efectuará la micción ante la presencia directa del responsable del proceso, y se evaluará el aspecto de la muestra. También se practicarán pruebas para controles de temperatura, el pH y densidad urinaria, que permitan detectar la adulteración de la muestra.

Se deberá recoger un volumen de orina no inferior a 30 mL, en un frasco de toma de muestra de polipropileno o similar con cierre hermético, de tapa rosca y sellado con cinta adhesiva, es conveniente conservarla a -20°C, pero se acepta la refrigeración a 4°C, si el análisis se practica dentro de las 24 a 48 horas posteriores a la toma de muestra. No agregar ninguna sustancia como conservante (Ibidem).

### **Líquido pericárdico.**

Es un ultrafiltrado del plasma y puede constituir una muestra alternativa post-mortem cuando no haya disponibilidad de sangre, existen estudios que han validado métodos de extracción de cocaína y sus metabolitos en esta muestra, así como morfina y codeína (Barajas-Calderón, 2020). También, se realizó un estudio del comportamiento post-mortem de la actividad hidrolítica de las enzimas Acetilcolinesterasa (AChE) y Butirilcolinesterasa (BChE) en este líquido, con la finalidad de estudiar la factibilidad de utilizar estos parámetros bioquímicos como “biomarcadores post mortem” y establecer el diagnóstico de muerte por intoxicación con sustancias inhibitoras de las enzimas colinesterasas (Ibidem).

Muestras requeridas en una toxicológica general sistemática. Existen casos en que no hay sospechas o pistas acerca de lo que se quiere investigar en el cadáver, por lo que debe realizarse una sistemática toxicológica general, para lo cual es preciso remitir al laboratorio las siguientes muestras post-mortem (Ibidem):

- Un frasco bocal con estómago y su contenido, además de vómitos y lavado gástrico.
- Un frasco seco con sangre limpia (aprox. 100 mL), algunos protocolos recomiendan 10 mL como mínimo.
- Un frasco con orina (el máximo volumen posible) o en su defecto pared de la vejiga. Un frasco bocal con aprox. 100 g de riñón, esta cantidad deberá

aumentarse ante la sospecha de intoxicación por mercurio, cadmio, manganeso, fósforo, etc.

- Un frasco bocal con aprox. 100 g de hígado y vesícula biliar, necesarios para la investigación de tóxicos orgánicos y metálicos. Además, un frasco bocal con aprox. 500 g de cerebro especialmente indicado en intoxicaciones por disolventes orgánicos, productos de limpieza en seco, anestésicos y plaguicidas orgánicos fosforado y clorados.
- Humor vítreo: todo lo que se disponga.
- Cuando se sospeche de intoxicaciones por arsénico, plomo, berilio, talio, estroncio, uranio, y flúor deberán remitirse muestras de uñas, cabellos o huesos

## Métodos de detección

### Ensayos presuntivos de detección de cocaína

Los ensayos presuntivos son procedimientos rápidos diseñados para facilitar la presencia o ausencia de determinadas sustancias, pero no se consideran suficientes, ya que pueden arrojar un porcentaje de falsos negativos en su identificación por lo que es necesario confirmar los resultados mediante otros ensayos de laboratorio.

### Ensayos de solubilidad.

La solubilidad de una pequeña cantidad del material en agua, etanol y metanol puede proporcionar una indicación de la forma en que está presente la droga. El clorhidrato de cocaína es soluble en agua y en etanol, mientras que la cocaína base, al igual que muchos adulterantes, es soluble en etanol y casi insoluble en agua. La presencia de material insoluble y su proporción pueden dar una idea de la pureza que cabe esperar, ya que los diluyentes azucarados son en gran medida insolubles en etanol (Regenjo Vázquez, 2020).

### Etapas de Ensayos de Solubilidad

Etapa 1: Disolver una muestra (aproximadamente 1 g) del polvo o del material de que se trate en unos 5 ml de agua destilada o desionizada. En el caso de incautaciones pequeñas deberán utilizarse 0,1 g de sustancia y 0,5 ml de agua.

Etapa 2: Disolver una muestra (aproximadamente 1 g) del polvo o del material de que se trate en unos 5 ml de etanol. En el caso de incautaciones pequeñas deberán utilizarse 0,1 g de sustancia y 0,5 ml de etanol. Esto revelará la presencia de cualquier sustancia insoluble en etanol, en el que los carbohidratos son poco solubles.

Etapa 3: Disolver una muestra (aproximadamente 1 g) del polvo o del material de que se trate en unos 5 ml de metanol. En el caso de incautaciones pequeñas deberán utilizarse 0,1 g de sustancia y 0,5 ml de metanol. Esto revelará la presencia de cualquier sustancia insoluble en metanol, en el que los carbohidratos son poco solubles.

Después de haber realizado estos ensayos, registrar los resultados para reportar en el respectivo informe pericial químico. (UNODC, 2020)

### **Ensayos de precipitación con reactivos generales para alcaloides**

Los alcaloides junto con otras drogas básicas de interés tienen un comportamiento análogo frente a un grupo de reactivos de precipitación que permiten sospechar su presencia. Los alcaloides forman sales dobles con compuestos de mercurio, oro, platino, bismuto, iodo. Estas sales dobles suelen obtenerse como precipitados, considerada así este ensayo como reacción de identificación para alcaloides. (Ibídem)

#### **Etapas de ensayos de precipitación:**

Etapa 1: Disolver una pequeña cantidad de material incautado aproximadamente un gramo en 5 ml de una solución de HCL 0.1N, en un tubo de ensayo, realizar por duplicado.

Etapa 2: Agregar 3 gotas del Reactivo de Wagner a uno de los tubos de ensayo, la formación inmediata de un precipitado marrón indica que el ensayo es positivo para alcaloides.

Etapa 3: Agregar 3 gotas del Reactivo Mayer al tubo de ensayo restante, la formación inmediata de un precipitado blanco indica que el ensayo es positivo para alcaloides.

## **Ensayo del color.**

Las reacciones del color se deben a compuestos que tienen una estructura química concreta. El color obtenido en un determinado ensayo puede variar en función de las condiciones en que se realiza, la cantidad de sustancia empleada y la presencia de material extraño en la muestra. Los reactivos que vayan a utilizarse en ensayos del color deberán comprobarse con sustancias conocidas en el momento de su preparación. Debe realizarse un primer ensayo de prueba para evitar falsos resultados positivos. Hay que subrayar que en los ensayos del color los resultados positivos no son más que indicios de la posible presencia de cocaína. Los ensayos del color utilizados para determinar la cocaína son especialmente propensos a dar falsos positivos. Cierta número de esas otras sustancias son o bien drogas sujetas a fiscalización y que suelen presentarse en forma de polvo blanco (por ejemplo, la metacualona), o bien los anestésicos sintéticos locales con que frecuentemente se sustituye a la cocaína en el tráfico ilícito. Los analistas deben confirmar esos resultados mediante el empleo de otras técnicas.

## **Ensayo de Scott.**

Etapa 1: Colocar una pequeña cantidad (no más de 1 mg) del material sospechoso en un tubo de ensayo. Añadir cinco gotas del reactivo Scott y agitar el tubo de ensayo durante diez segundos. La cocaína y sustancias conexas producen un precipitado azul y una solución azul.

Etapa 2: Añadir una gota de ácido clorhídrico concentrado y agitar la mezcla durante algunos segundos. La solución azul debería volverse rosa. Si el color azul no varía, añádase otra gota. Si el color sigue sin alterarse, repetir el ensayo con una muestra más pequeña de material sospechoso.

Etapa 3: Añadir cinco gotas de cloroformo y agitar. Si hay cocaína presente, la capa inferior de cloroformo se volverá de un intenso color azul, mientras que la capa superior adquirirá una tonalidad rosa.

## **Resultados:**

Para considerar que un ensayo para la determinación de cocaína ha dado un resultado positivo es necesario que se haya obtenido un resultado positivo en cada una de las etapas.



Son pocas las drogas, sujetas o no a fiscalización, que producen una secuencia de color similar.

Ensayo de Marquis: éste ensayo se realiza para deliberar posibles mezclas con opiáceos, heroína, por ejemplo.

Etapas 1: Colocar una pequeña cantidad (no más de 1 mg) del material sospechoso en una placa de toque. Añadir cinco gotas del reactivo de Marquis.

### **Resultados:**

Para considerar que un ensayo para la determinación de posibles mezclas de cocaína y heroína, la muestra deberá dar un color morado intenso, que es positivo para opiáceos.

### **Espectrofotometría ultravioleta (UV).**

Etapas 1: Colocar una pequeña cantidad (no más de 1 mg) del material sospechoso en un tubo de ensayo de 10 ml, disolver con ácido clorhídrico 0.1N.

Etapas 2: Realizar la lectura de la muestra en el Espectrofotómetro UV/Vis, de acuerdo al instructivo del manejo del equipo.

Resultado: La cocaína en medio acuoso ácido muestra los siguientes picos de absorción: 233 nm y 275 nm.

### **Ensayos confirmatorios de determinación de cocaína.**

Se refieren a las pruebas que establecen o identifican con certeza la sustancia que se busca determinar, los cuales están relacionados a otros parámetros como la sensibilidad, especificidad, el valor predictivo, así como con el tipo de población en la que se aplica la prueba. Estos son los siguientes (Ramos et al. 2013; Álvaro Perrote, 2015; Villanueva, & Zelaya, 2016; Pérez Alfonso, 2017):

### **Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR).**

La identidad de una sustancia puede confirmarse mediante la FTIR. Puede conseguirse la identificación inequívoca de la cocaína mediante la comparación con espectros únicos, que se encuentran en las librerías incorporadas en el equipo.

## **Resultados:**

Los principales picos se registran en los siguientes números de onda ( $\text{cm}^{-1}$ ), que se enumeran por orden de magnitud de la absorbencia. Conviene tener presente que la secuencia puede variar de una muestra a otra.

## **Espectroscopia RAMAN.**

La identidad de una sustancia puede confirmarse mediante RAMAN. Puede conseguirse la identificación inequívoca de la cocaína mediante la comparación con espectros únicos, que se encuentran en las librerías incorporadas en el equipo.

## **Resultados:**

### **Ensayos aniónicos (ensayos complementarios).**

En los ensayos aniónicos con fines forenses se recurre habitualmente a las solubilidades en combinación con determinadas reacciones, en las que los resultados se basan en la presencia o ausencia de un precipitado y su solubilidad. La cocaína en forma de clorhidrato es la más frecuente, mientras que, en productos de cocaína, con excepción de la pasta de coca, raramente se encuentran sulfatos.

### **Cloruros (Ensayo del nitrato de plata).**

Disolver una pequeña cantidad de material sólido en agua destilada. Determinar el pH mediante papel indicador y, en caso necesario, acidular con unas gotas de ácido nítrico. Añadir una o dos gotas de reactivo y observar si se produce precipitación. Si se obtiene un precipitado blanco o amarillo, añadir amoníaco hasta que la disolución se vuelva básica.

#### **Resultados:**

Las soluciones de cloruros, cuando se tratan con una solución de nitrato de plata, dan un precipitado blanco y de aspecto gelatinoso insoluble en ácido nítrico. Una vez lavado con agua, el precipitado es soluble en una solución de amoníaco, de la que puede volver a precipitarse mediante la adición de ácido nítrico.

### **Sulfatos (ensayo del cloruro de bario):**

Disolver una pequeña cantidad de material en agua destilada, acidular con unas gotas de ácido clorhídrico diluido y añadir una o dos gotas de reactivo

#### **Resultados:**

Cuando las soluciones de sulfatos se tratan con una solución de cloruro de bario, dan un precipitado blanco insoluble en ácido clorhídrico.

## **Cromatografía de capa fina.**

Las condiciones para esta técnica de análisis están dadas por la Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito en el documento: "Métodos Recomendados para la Identificación y el análisis de cocaína en materiales incautados" (Ibídem).

Principio: Identificación de la presencia de cocaína en muestras biológicas mediante cromatografía de capa fina.

Preparación de la muestra:

1. Se recibe la evidencia en las instalaciones de los Laboratorios del Sistema.
2. Se verifica la información documentada adjunta a la evidencia (cadena de custodia, orden de fiscal, acta de posesión de perito, formato de solicitud de análisis en el caso de muestras recibidas en los laboratorios del Sistema).
3. Se registra gráfica y textualmente las condiciones de la recepción de la muestra.
4. Una vez designado el código alfanumérico a las muestras.
5. Proceder a realizar el respectivo análisis.
6. Disponer de 5 ml de muestra biológica de sangre.
7. Disponer de 25 ml de muestra biológica de orina (cantidad suficiente).
8. Seguir el procedimiento para Screening de drogas.
9. Colocar la muestra de sangre y orina en un matraz Erlenmeyer.
10. Colocar 1 ml de amoníaco a las muestras biológicas.
11. Alcalinizar las muestras biológicas colocando 20 ml de cloroformo (cantidad suficiente a la muestra).
12. Agitar las muestras con un agitador magnético por 30 minutos.
13. Filtrar directamente las muestras biológicas colocando en un vaso tapado, matraz Erlenmeyer con un papel filtro que tiene polvo de  $\text{SO}_4\text{Na}_2$  anhidro
14. Evaporar totalmente las muestras biológicas en una sorbona a sequedad.
15. Retomar las muestras biológicas con cloroformo en un vaso de precipitación, en un balón Erlenmeyer de boca estrecha, mediante el uso de capilares
16. Sembrar en una placa cromatográfica de sílica gel las muestras biológicas retomadas empleando capilares.
17. Colocar la placa cromatográfica sembrada en un medio cromatográfico o cubeta cromatográfica preparado previamente (Metanol-Amóníaco)

18. Revelar la placa cromatográfica con el reactivo de Iodo platinato
19. Secar la placa cromatográfica
20. Observar la formación de maculas directamente o con ayuda de una lámpara ultravioleta
21. Reportar las pruebas en una bitácora personal y en el respectivo informe pericial.

NOTA: Para cuantificar los metabolitos en estos ensayos cualitativos se utilizará la técnica de cromatografía de líquidos/gases con espectrometría de masas.

## DISCUSIÓN

El consumo de drogas ha ido incrementando en nuestra población, la cocaína es una de las sustancias psicoactivas más empleadas, con mayor adicción y efectos letales sobre los diferentes órganos y sistemas del cuerpo a corto y a largo plazo, asociado a alteraciones psiquiátricas y mentales, entre otras.

Existe una estrecha relación entre la delincuencia y el consumo de drogas, debido a que es uno de los factores más importantes en la aparición de la actividad delictiva, por ello es de gran utilidad la identificación, el uso de sustancias estimulantes en sujetos acusados de la comisión de algún delito. En esto radica la importancia de la correcta recolección y embalaje de sustancias sospechosas en la aprobación de un delito.

Es importante y necesario que el perito médico sospeche del uso reciente o antiguo de sustancias psicoactivas, en caso de que los sujetos intenten mentir sobre su consumo, cuando los primeros no cuenten con las pruebas confirmatorias necesarias sobre su uso, principalmente la cocaína ya que frecuentemente es una de las más utilizadas en el país.

Además, se debe tomar en cuenta que, en el contexto en el que se desarrollan los actos delictivos, muchas veces no es posible encontrar una muestra, y debemos basarnos en pruebas de laboratorio que nos confirmen su uso tanto en forma reciente como antigua.

## REFERENCIAS

1. Ackerman, J. P., Riggins, T., & Black, M. M. (2010). A review of the effects of prenatal cocaine exposure among school-aged children. *Pediatrics*, 125(3), 554-565.

2. Álvaro Perrote, C. (2015). Métodos de determinación de cocaína ilícita en presencia de adulterantes.
3. Ballou, S. M., Kline, M. C., Stolorow, M. D., Taylor, M. K., Williams, S. R., Bamberger, P. S., ... & Ostrom, B. (2013). *The biological evidence preservation handbook: best practices for evidence handlers*.
4. Barajas-Calderón, HI; García-Hinojosa, CA; Salas-Cruz, VA (2020). Toxicología forense. Red Internacional de Divulgación Científica Forense. Recuperado en 02 de junio de 2020, de [https://drive.google.com/file/d/1GinDr\\_spknrTLS36B\\_pcmABaph-8OEing/view](https://drive.google.com/file/d/1GinDr_spknrTLS36B_pcmABaph-8OEing/view)
5. Bolla, K. I., Cadet, J. L., & London, E. D. (1998). The neuropsychiatry of chronic cocaine abuse. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 10(3), 280-289.
6. Brodie, M. S., & Dunwiddie, T. V. (1990). Cocaine effects in the ventral tegmental area: evidence for an indirect dopaminergic mechanism of action. *Naunyn-Schmiedeberg's archives of pharmacology*, 342(6), 660-665.
7. Casale, J. F., & Klein, R. F. X. (1993). Illicit production of cocaine. *Forensic Science Review*, 5, 95-95.
8. Del Bosque, J., Mairena, A. F., Díaz, D. B., Espínola, M., García, N. G., Abdalá, A. L., ... & Vázquez, L. (2014). La cocaína: consumo y consecuencias. *Salud mental*, 37(5), 381-389.
9. Garro Vargas, K. (2011). Cocaína: actualización médico legal. *Medicina Legal de Costa Rica*, 28(2), 57-62.
10. Gossop, M., Griffiths, P., Powis, B., & Strang, J. (1992). Severity of dependence and route of administration of heroin, cocaine and amphetamines. *British journal of addiction*, 87(11), 1527-1536.
11. Hawthorne, M. R. (1998). *First unit responder: A guide to physical evidence collection for patrol officers*. CRC Press.
12. Hayes, J., & Fox, K. (2021). Urine drug screening: A guide to monitoring Tx with controlled substances. *THE JOURNAL OF FAMILY PRACTICE*, 70(3).
13. Heard, K., Palmer, R., & Zahniser, N. R. (2008). Mechanisms of acute cocaine toxicity. *The open pharmacology journal*, 2(9), 70.
14. Hoffman, R. S., Henry, G. C., Howland, M. A., Weisman, R. S., Weil, L., & Goldfrank, L. R. (1992). Association between life-threatening cocaine toxicity and plasma cholinesterase activity. *Annals of emergency medicine*, 21(3), 247-253.
15. Huttunen, J., Austin, C., Dawson, M., Roux, C., & Robertson, J. (2007). Physical evidence in drug intelligence, Part 1: rationale based on hierarchic distribution of drugs using pyrolysis gas chromatography–mass spectrometry as an example. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 39(2), 93-106.
16. Grogger, J., & Willis, M. (2000). The emergence of crack cocaine and the rise in urban crime rates. *Review of Economics and Statistics*, 82(4), 519-529.
17. Jatlow, P. (1988). Cocaine: analysis, pharmacokinetics, and metabolic disposition. *The Yale journal of biology and medicine*, 61(2), 105.
18. Kerridge, B. T., Chou, S. P., Pickering, R. P., Ruan, W. J., Huang, B., Jung, J., ... & Hasin, D. S. (2019). Changes in the prevalence and correlates of cocaine use and cocaine use disorder in the United States, 2001–2002 and 2012–2013. *Addictive behaviors*, 90, 250-257.

19. Lee, H. C., & Ladd, C. (2001). Preservation and collection of biological evidence. *Croatian medical journal*, 42(3), 225-228.
20. Lee, H. C., & Pagliaro, E. M. (2013). Forensic evidence and crime scene investigation. *Journal of Forensic Investigation*, 1(2), 1-5.
21. Lizasoain, I., Moro, M. A., & Lorenzo, P. (2001). Cocaine: Pharmacologia Aspects. *Adicciones*, 13(2).
22. Lizasoain, I., Moro, M. A., & Lorenzo, P. (2002). Cocaína: aspectos farmacológicos. *Adicciones*, 14(1), 57-64.
23. Madden, J. A., & Powers, R. H. (1990). Effect of cocaine and cocaine metabolites on cerebral arteries in vitro. *Life sciences*, 47(13), 1109-1114.
24. Mayes, L. C. (1996). Exposure to cocaine: Behavioral outcomes in preschool and school-age children. *Behavioral studies of drug-exposed offspring: methodological issues in human and animal research*. NIDA Research Monograph, (164), 211-29.
25. Morton, W. A. (1999). Cocaine and psychiatric symptoms. *Primary care companion to the Journal of clinical psychiatry*, 1(4), 109.
26. Pérez Alfonso, C. M. (2017). Determinación de cocaína por espectrometría vibracional.
27. Ramos, J. C., Luna, A. E. V., & Lima, C. M. O. (2013). Espectroscopia Raman y sus aplicaciones. *Opt. Pura. Apl*, 83-95.
  
28. Rao, P. K., Pandey, G., & Tharmavaram, M. (2020). Biological Evidence and Their Handling. *Technology in Forensic Science: Sampling, Analysis, Data and Regulations*, 35-53.
29. Regenjo Vázquez, M. (2020). Evaluación de la presencia de psicofármacos y drogas de abuso en muestras biológicas y ambientales mediante nuevas metodologías analíticas.
30. Ryan, S. A. (2019). Cocaine Use in Adolescents and Young Adults. *Pediatric Clinics*, 66(6), 1135-1147.
31. Sánchez Thevenet, P., & Haro Cortés, G. R. (2017). Evaluación del consumo de cannabis, cocaína y alcohol en trabajadores del sector del espectáculo y eficacia de una intervención motivacional breve de enfermería/tesis doctoral presentada por Isabel Almodóvar Fernández; dirigida por [la] Dra. Dña. Paula Sánchez Thevenet y el Dr. D. Gonzalo Rafael Haro Cortés.
32. Singh, S. (2000). Chemistry, design, and structure– activity relationship of cocaine antagonists. *Chemical reviews*, 100(3), 925-1024.
33. Tazelaar, H. D., Karch, S. B., Stephens, B. G., & Billingham, M. E. (1987). Cocaine and the heart. *Human pathology*, 18(2), 195-199.
34. Teeters, W. R., Koppányi, T., & Cowan, F. F. (1963). Cocaine tachyphylaxis. *Life Sciences*, 2(7), 509-518.
35. Tortajada Navarro, S. (2008). Cocaína y conductas violentas. Un estudio cualitativo desde una perspectiva de género.

36. Touroo, R., & Fitch, A. (2018). Crime Scene Findings and the Identification, Collection, and Preservation of Evidence. In *Veterinary Forensic Pathology, Volume 1* (pp. 9-25). Springer, Cham.
37. UNODC. Métodos recomendados para la identificación y el análisis de cocaína en materiales incautados. Viena, Austria: United Nations publication; 2020.
38. UVCLIN, M. D. L. C. (2020). Manual Toma y Transporte de Muestras del Laboratorio Clínico (Doctoral dissertation, Universidad de Valparaíso).
39. Villanueva, J., & Zelaya, M. M. (2016). Ciencias Forenses y Pruebas Presuntivas. Suicidio por arma blanca Muerte súbita del adulto de origen cardiovascular, 45.
40. Vongpatanasin, W., Mansour, Y., Chavoshan, B., Arbique, D., & Victor, R. G. (1999). Cocaine stimulates the human cardiovascular system via a central mechanism of action. *Circulation*, 100(5), 497-502.
41. Washton, A. M., & Gold, M. S. (1984). Chronic cocaine abuse: Evidence for adverse effects on health and functioning.
42. Washton, A. M., & Stone-Washton, N. (1990). Outpatient treatment of cocaine addiction: suggestions to increase its effectiveness. *International journal of the addictions*, 25(sup12), 1421-1429.



**Revista Mexicana de Medicina Forense  
y Ciencias de la Salud**