INACIF
INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS FORENSES DE GUATEMALA

VERDAD Y JUSTICIA,
NUESTRO COMPROMISO

Laboratorio de Toxicología

Dra. Ingrid Johana Romero Escribá. Administración 2022-2027

OTD-DTC-LAB-061 Versión 01

Esta guía será de utilidad para autoridad competente con el fin de realizar las solicitudes de análisis y remisión de indicios conforme a los servicios que presta la institución actualmente.

La información de este documento se basa en la guía identificada como OTD-DTC-LAB-61 versión 01.

Laboratorio de Toxicología

Índice

Presentación 7
1. Toxicología 9
2. Toxicología Forense 9
3. Laboratorio de Toxicología 9
4 Servicios que ofrece el laboratorio 10
4.1. Detección, identificación y cuantificación de sustancias volátiles 10
4.2. Detección e identificación de drogas terapéuticas y/o de abuso 10
4.2.1. Análisis presuntivo de drogas por Inmunoensayo Tescard 10
4.2.2. Análisis presuntivo de drogas por inmunoensayo por Quimioluminiscencia 10
4.2.3. Análisis confirmatorio de drogas terapéuticas y/o de abuso por Cromatografía de Gases acoplado a Masas (GC/MS) 10
4.2.4. Análisis confirmativo de drogas terapéuticas y/o de abuso y tóxicos por Cromatografía Líquida acoplado a espectrometría de masas tipo Q-TOF (cuadrupolo tiempo de vuelo) 11
4.3. Detección e identificación de plaguicidas 11
4.4. Detección de herbicidas tipo bipiridilo 11
4.5. Detección de fosfuros 11
4.6. Detección de derivados cumarínicos 12
4.7. Detección e identificación de carboxihemoglobina 12
4.8. Detección e identificación de solventes orgánicos y acelerantes 12
5. Análisis que no realiza el laboratorio 12
6. Requisitos para solicitar servicios 13
7. Tiempo de análisis 13
8. Glosario 13

Presentación

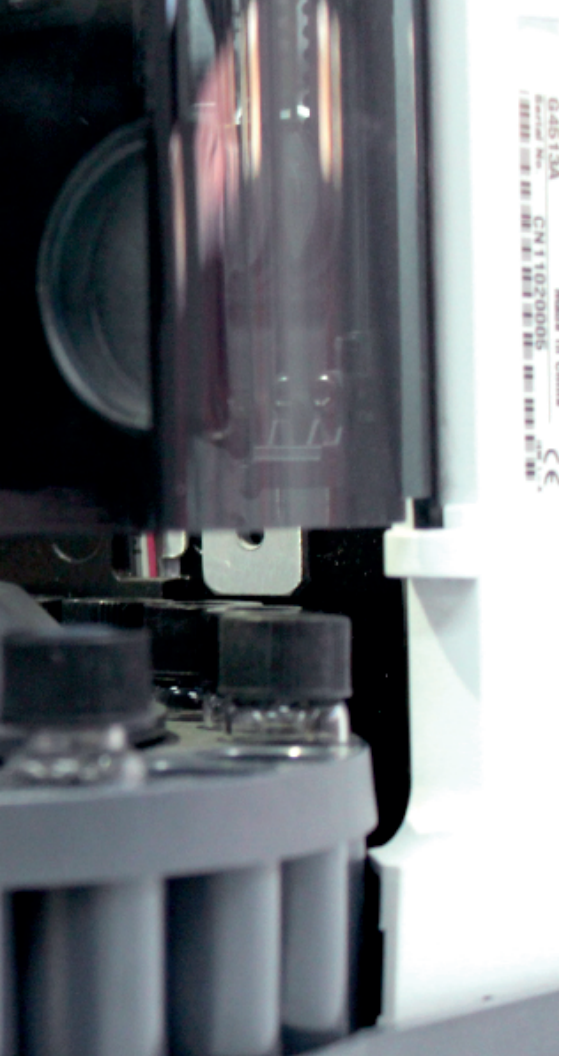
El Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala -INACIF- presenta esta versión actualizada de la *Guía de Servicios del Laboratorio de Toxicología*, como una herramienta útil a la autoridad competente que realiza requerimientos a dicho laboratorio, en el marco de una investigación penal.

Asimismo, esta versión incluye los servicios de análisis toxicológicos relacionados a: Detección, identificación y cuantificación de sustancias volátiles; detección e identificación de drogas terapéuticas y/o de abuso; análisis presuntivo de drogas por Inmunoensayo; análisis presuntivo de drogas por Inmunoensayo por Quimioluminiscencia; análisis confirmatorio de drogas terapéuticas y/o de abuso por Cromatografía de Gases acoplado a Masas (GC/MS); Análisis confirmativo de drogas terapéuticas y/o de abuso y tóxicos por Cromatografía Líquida acoplada a espectrometría de masas tipo Q-TOF (cuadrupolo tempo de vuel): detección e identificación de plaguicidas; detección de herbicidas tipo bipiridilo; detección de fosfuros; detección de derivados cumarínicos; detección e identificación de carboxihemoglobina; detección e identificación de solventes orgánicos y Acelerantes.

Uno de los servicios que actualmente presta el Laboratorio de Toxicología del INACIF (Detección, identificación y cuantificación de sustancias volátiles) cuenta con una metodología acreditada bajo la Norma de Calidad Internacional ISO/IEC 17025:2017. Esta acreditación demuestra la estandarización de los procedimientos analíticos para la obtención de los resultados y evidencia la competencia técnica y operativa del área.

Adicionalmente, la presente guía es útil como fuente de información para personas individuales y entidades afines, que deseen conocer la gama de servicios con la que cuenta el Laboratorio de Toxicología del INACIF y que evidencia el compromiso de la institución de poner a disposición del Sector Justicia, investigación científico forense de calidad internacional.

Es importante tomar en cuenta que el trabajo conjunto entre Organismo Judicial, Ministerio Público, INACIF y demás instituciones del sector justicia, es determinante para generar un sistema oportuno y adecuado a las necesidades del país. En ese sentido, es básico el intercambio de información y la generación de guías y otros documentos que permitan establecer las directrices y los requisitos idóneos para su funcionamiento.



1. TOXICOLOGÍA

Toxicología (del griego toxikon, veneno, y logos discurso). Es la ciencia que estudia los tóxicos y las intoxicaciones. Comprende el estudio del agente tóxico, su origen y propiedades, mecanismos de acción, las consecuencias de sus efectos lesivos, los métodos analíticos, cualitativos y cuantitativos, los procedimientos para evitar la contaminación ambiental y lugares de trabajo; las medidas profilácticas de la intoxicación y el tratamiento en general.

2. TOXICOLOGÍA FORENSE

Rama de la Toxicología que se relaciona con los aspectos médico-legales ocasionados por las sustancias químicas ingeridas por los seres humanos. En algunos casos permite establecer la causa de muerte.

3. LABORATORIO DE TOXICOLOGÍA

El Laboratorio de Toxicología del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala forma parte de los Laboratorios de Criminalística. Tiene la responsabilidad de los análisis toxicológicos sobre indicios procedentes de las diferentes sedes de patología y clínicas del país.

Para esto se aplican procedimientos analíticos tienen por objeto el aislamiento, identificación y de ser necesario cuantificación de sustancias (etanol y otras sustancias volátiles, carboxihemoglobina, drogas de abuso o terapéuticas, así como la detección de otras sustancias tóxicas dentro de las que se encuentran plaguicidas (organoclorados, carbamatos, fosfuros, herbicidas, entre otros) que se presume fueron las causantes de provocar una intoxicación homicida, suicida o accidental, o bien, que la persona se encontraba bajo efectos de una sustancia en el momento de un hecho delictivo. Cuenta con equipo instrumental de alta tecnología y alto valor que se mantiene en óptimas condiciones de calidad mediante un constante mantenimiento.

Las solicitudes de análisis que ingresan en el Laboratorio pertenecen principalmente a víctimas que sufrieron agresiones sexuales, agresiones físicas, accidentes automovilísticos o intoxicaciones, siendo estos los más comunes, o bien, sospechosos de cometer el delito.

4. SERVICIOS QUE OFRECE EL LABORATORIO

4.1. Detección, identificación y cuantificación de sustancias volátiles

La identificación y cuantificación de sustancias volátiles (etanol, metanol, acetona e isopropanol), se realiza por medio de cromatografía de gases acoplado a *Headspace* con doble columna y doble detector de ionización de llama.

La cromatografía de gases acoplada a Headspace es una técnica utilizada en el ámbito forense que se basa en el calentamiento de la muestra aproximadamente a una temperatura de 70ºC hasta alcanzar equilibrio, analizándose el vapor obtenido que es transportado por el gas acarreador.

El sistema de Cromatografía está acoplado a un detector de ionización de llama (FID) que utiliza una llama de aire-hidrógeno para producir iones. Conforme eluyen los compuestos de la columna del cromatógrafo de gases, pasan a través de la llama produciendo iones. Es una técnica rápida, específica y sensible para el análisis de compuestos orgánicos que presentan uniones carbono-hidrógeno.

Este procedimiento se aplica a fluidos biológicos tomados a personas vivas o fallecidas.

4.2. Detección e identificación de drogas terapéuticas o de abuso

Se denominan drogas de abuso a las sustancias administradas en un organismo vivo, que producen cambios en el estado de percepción y comportamiento; la persona llega a presentar una sintomatología psíquica o dependencia dado que crean hábito de consumo.
Las drogas terapéuticas son las sustancias que tienen la propiedad de prevenir, diagnosticar, tratar, aliviar o curar enfermedades o síntomas asociados a ellas.

Para establecer la presencia de las drogas en general se aplican los siguientes procedimientos analíticos presuntivos y confirmatorios:

4.2.1. Análisis presuntivo de drogas por inmunoensayo Tescard

Consiste en la detección presuntiva de drogas o sus metabolitos en muestras de orina y de sangre a través de inmunocromatografía. Esta es una técnica moderna y sencilla basada en el principio de uniones competitivas. La droga que puede estar presente en la orina compite frente al conjugado de ellas en los puntos de unión del anticuerpo por migración capilar.

Los grupos de drogas que generalmente se detectan son los siguientes: anfetaminas, barbitúricos, benzodiazepinas, cocaína, opiáceos, fenciclidina, metadona, oxicodona, antidepresivos tricíclicos y tetrahidrocanabinol (THC).

4.2.2. Análisis presuntivo de drogas por inmunoensayo por Quimioluminiscencia

Consiste en la detección presuntiva de drogas o sus metabolitos mediante el inmunoanálisis competitivo por quimioluminiscencia; utiliza un sustrato quimioluminiscente. Los resultados se obtienen mediante la obtención de una señal lumínica generada en cada una de las zonas de análisis del biochip.

4.2.3. Análisis confirmatorio de drogas terapéuticas o de abuso por Cromatografía de Gases acoplado a Masas (GC/MS)

Este análisis de índole confirmatorio permite la detección de drogas. El fundamento de esta técnica se basa en que un cromatógrafo de gases presenta una interface con un detector de masas. En el

cromatógrafo se lleva a cabo la separación de la muestra y en el espectrómetro de masas las moléculas son bombardeadas con electrones generando fragmentos iónicos. Los iones son filtrados basados en su relación masa/carga, lo que identifica la molécula detectada.

4.2.4. Análisis confirmativo de drogas terapéuticas o de abuso y tóxicos por Cromatografía Líquida acoplado a espectrometría de masatipo Q-TOF (cuadrupolo tiempo de vuelo)

A través de este equipo se detectan trazas de drogas y algunos plaguicidas. Su fundamento se basa en la separación del analito de la muestra a través de una fase líquida, donde luego este es bombardeado con electrones generando fragmentos iónicos que son lanzados al vacío para ser detectados según el tiempo de vuelo y la relación masa/carga.

4.3. Detección e identificación de plaguicidas

La detección e identificación de plaguicidas organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides, entre otros resultantes de la posible ingestión accidental, homicida o con fines suicidas. Se realiza mediante una extracción en contenido gástrico, para su posterior análisis confirmatorio por Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas.

Las muestras objeto de análisis provienen de salas de necropsias y la identificación de estas sustancias puede respaldar los hallazgos del médico forense y apoyar la hipótesis sobre la causa de muerte o intoxicación de un individuo.

4.4. Detección de herbicidas tipo bipiridilo

Los herbicidas son sustancias utilizadas para eliminar hierbas que se consideran dañinas para los cultivos. De estos, los herbicidas tipo bipiridilo no selectivos como el paraquat y el diquat son los de mayor interés toxicológico debido a su alta toxicidad para el ser humano y su amplio uso en plantaciones agrícolas en Guatemala.

El análisis para la detección en muestras biológicas, idealmente contenido gástrico, orina y riñón.
Para la confirmación se requiere la separación del herbicida del fluido biológico, lo cual se realiza utilizando la técnica de cromatografía de intercambio iónico y finalmente el análisis instrumental por medio de espectrofotometría ultravioleta /visible.

Esta técnica es utilizada ampliamente para detección de sustancias que en su estructura química poseen un núcleo aromático que absorbe la luz en la región visible, obteniéndose el espectro de absorción característico para cada sustancia en particular.

4.5. Detección de fosfuros

Estas sustancias son de importancia toxicológica por la incidencia de muertes causadas por la ingesta accidental, homicida o suicida y ha sido el tóxico con mayor detección en el Laboratorio de Toxicología. El fosfuro al ser ingerido reacciona con el agua y el ácido clorhídrico del contenido gástrico produciendo fosfuro de hidrógeno o fosfamina que por su carácter gaseoso afecta principalmente las vías respiratorias.

El fluido idóneo para realizar el análisis es el contenido gástrico. La identificación se realiza por medio de cromatografía de gases acoplado a headspace y detector de nitrógeno y fósforo (NPD).

Esto permite identificar compuestos que contengan nitrógeno o fósforo dentro de su molécula, la cual consiste en hacer pasar la muestra a través de un plasma de hidrógeno-aire, ionizando los compuestos orgánicos de nitrógeno o fósforo; por ello, se dice que es un detector altamente selectivo.

4.6. Detección de derivados cumarínicos

Estos se encuentran regularmente en sustancias utilizadas para combatir plagas de roedores. La detección de estas sustancias se realiza a través espectrofotometría UV/VIS posterior al proceso de extracción de la sustancia de la matriz biológica que la contiene

4.7. Detección e identificación de carboxihemoglobina

El monóxido de carbono es un gas incoloro, inodoro, insípido y no irritante que se origina de la combustión incompleta de materia orgánica, o bien la reducción del anhídrido carbónico procedente de la combustión completa de material carbonoso como los combustibles sólidos (carbón mineral y vegetal), combustibles líquidos (hidrocarburos derivados del petróleo, propano, butano), y explosivos.

El complejo monóxido de carbono-hemoglobina (carboxihemoglobina) es utilizado como bioindicador de intoxicación por este gas. Es de importancia en escenas de crimen, en las cuales se presume ocurrió un incendio, o se cree que exista suicidio. Para su detección se utiliza el método de espectrofotometría UV/VIS, y la muestra idónea para realizar el análisis es sangre con preservante y anticoagulante.

4.8. Detección e identificación de solventes orgánicos y acelerantes

La detección e identificación de solventes orgánicos -tolueno, xileno, thinner-, y acelerantes -gasolina, diésel y keroseno-, resultante de la inhalación o ingestión se realiza en fluidos biológicos principalmente contenido gástrico y sangre, a través de la técnica de cromatografía de gases con detector de masas.

Asimismo en casos en los que las víctimas indican que les han colocado un pañuelo o trapo y que han perdido el conocimiento, se realiza la búsqueda de los solventes éter dietílico, cloroformo y diclorometano por medio de Cromatografía de Gases acoplado a *Headspace* con detector de Ionización de llama (FID); sin embargo, muchas veces no es posible detectarlos debido a que poseen vidas medias relativamente cortas.

5. ANÁLISIS QUE NO REALIZA EL LABORATORIO:

- Interpretación de resultados de análisis practicados por otras entidades.
- Análisis sobre muestras no idóneas.
- Establecer la hora del consumo de la sustancia y forma y manera en que se hizo.
- Detección de venenos provenientes de la picadura o mordedura de cualquier clase de animal (serpientes, arañas, entre otros).
- Detección de sustancias tóxicas provenientes de la posible ingesta de alimentos contaminados microbiológicamente, por ejemplo: frijoles descompuestos, pollo contaminado microbiológicamente, entre otros).
- Detección de sustancias tóxicas provenientes de la ingesta de productos vegetales tóxicos (hongos, hierbas curativas, entre otros).
- Detección y cuantificación de sustancias tóxicas subproductos de alguna intoxicación y que en condiciones normales también son producidas de manera endógena por el cuerpo humano (hormonas, enzimas, taurina, entre otros).
- Cuantificación de drogas en orina y otros fluidos diferentes a la sangre.
- Cuantificación de plaguicidas.

6. REQUISITOS PARA SOLICITAR SERVICIOS

- Ser tomada por peritos del área de Medicina Forense de INACIF.
- En personas vivas la muestra deberá ser tomada en un lapso que no supere la eliminación del agente tóxico que se sospecha, ya que la detección de la sustancia depende en gran medida del tiempo transcurrido desde la ingestión hasta la toma de la muestra.
- En caso de personas fallecidas se recomienda el envío de muestras según historia o causa de muerte.

7. TIEMPO DE ANÁLISIS

El tiempo requerido para emitir un dictamen por el Laboratorio de Toxicología es de 30 días, aproximadamente, a partir de que el caso sea asignado al perito correspondiente.

8. GLOSARIO

Absorbancia: es la cantidad de intensidad de luz que absorbe una sustancia.

Alcohol etilico o etanol: es una sustancia de gran importancia toxicológica por su creciente y universal consumo, es un depresor del Sistema Nervioso Central, dado que disminuye la actividad de diversos centros nerviosos. La intoxicación común es el resultado de la ingestión de bebidas alcohólicas en cantidad variable, ya sea en forma esporádica o en forma habitual; puede dar lugar a accidentes tóxicos agudos, o bien, a intoxicaciones crónicas.

Anfetaminas: drogas de abuso que causan estimulación en el sistema nervioso central por ser simpaticomimético derivado de feniletilamina. Dentro de este grupo encontramos a la anfetamina, la metanfetamina y la metilendioximetanfetamina (Extasis -MDMA).

Antidepresivos tricíclicos: los antidepresivos tricíclicos son un tipo de medicamentos que tratan la depresión con una estructura molecular de tres anillos. Estos fármacos bloquean la recaptación de noradrenalina y serotonina.

Barbitúricos: son sustancias derivadas del ácido barbitúrico o malonil urea; tienen acción sedante, hipnótica y anticonvulsionante.

Benzodiazepinas: sedantes hipnóticos más importantes que reducen la ansiedad y ejercen un efecto calmante, y pueden producir somnolencia y estimular el inicio y mantenimiento de un estado de sueño.

Biochip: sustrato sólido que contiene una matriz de regiones de prueba discreta que consta de diferentes anticuerpos inmovilizados específicos para diferentes clases de drogas.

Carboxihemoglobina (COHb): forma combinada de monóxido de carbono y hemoglobina.

Cocaína: alcaloide que se extrae de la hoja de Erythroxilon coca. Es un estimulante del Sistema Nervioso Central. Tiene la capacidad de producir farmacodependencia. Las sobredosis de cocaína suelen ser rápidamente letales, pues las víctimas pueden morir de arritmias, depresión respiratoria o convulsiones.

Droga: toda sustancia que introducida en un organismo vivo puede modificar una o varias de sus funciones, sea susceptible de crear dependencia, y pueda a la vez causar tolerancia.

Fosfina: producto de acción del agua o de la humedad sobre el fosfuro metálico, que por hidrólisis libera fosfuro de hidrógeno gaseoso.

Herbicidas tipo bipiridilo: herbicidas, muy solubles en agua que contienen en su estructura anillos bipiridilo.

Metabolito: es la sustancia producida en el transcurso de las reacciones metabólicas de un fármaco o droga por parte del cuerpo y por lo general no produce efecto sobre el organismo

Metadona: es un analgésico sintético derivado del opio tiene un perfil muy similar al de la morfina, pero su acción es un poco más prolongada.

Muestra idónea: son indicios que reúnen las condiciones necesarias para ser utilizadas según la metodología establecida para la detección de una sustancia determinada dentro del Laboratorio de Toxicología.

Opiáceos: sustancias que se usan para el tratamiento del dolor o para producir sueño. Los opiáceos se derivan del opio. Se unen a los receptores de opioides en el sistema nervioso central. La codeína, la heroína y la morfina pertenecen a este grupo.

Oxicodona: es un analgésico opioide con propiedades analgésicas de acción breve, para el alivio del dolor leve a moderado. Produce farmacodependencia por lo que debe prescribirse con receta médica retenida y su uso es reportado al Departamento de Regulación y Control de Productos Farmacéuticos y Afines como estupefaciente.

Plaguicidas: cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio.

Rodenticidas anticoagulantes: sustancia derivada de la cumarina y la inandiona que son utilizadas para el control de roedores; deprimen la síntesis hepática de las sustancias esenciales para la coagulación de la sangre, con lo cual el efecto definitivo es la inducción de una hemorragia interna generalizada.

Tetrahidrocanabinol (THC): se clasifica como una sustancia estimulante y alucinógena. Es considerada una droga peligrosa, según el Artículo 69 del Reglamento de Control de Medicamentos, Estupefacientes y Psicotrópicos.

Tóxico: Sustancia capaz de causar efectos nocivos o dañinos a la salud.

SÍGUENOS EN NUESTRAS REDES

inacifgt

@INACIFGT

inacifgt

Inacif Guatemala

14 Calle 5-49 zona 1 Edificio Nasa
PBX: 2327-3100
Correo electrónico : inacif@inacif.gob.gt
www.inacif.gob.gt