

**Universidad Autónoma Metropolitana**

**Unidad Xochimilco**

**División de Ciencias Biológicas y de la Salud**

**Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica**

**Informe de conclusión “Actividades relacionadas con la profesión” de Servicio Social**

**Programa: “Mejora Continua en los Procesos Jurídicos, Administrativos, Económicos, Tecnológicos y de Comunicación de la Fiscalía General de la República”**

Presenta:

**Rivera Beristain Diana Laura**

**2203020699**

**Asesores**

---

**Asesor Interno**

Dra. Liliana Schifter Aceves

Jefa del Departamento de  
Sistemas Biológicos

No. Económico: 33389

---

**Asesor Externo**

Lic. Irma González Hernández

Unidad de Laboratorios  
Criminalísticos (Laboratorio de  
Química)

Cédula Profesional: 3372323

**Lugar y periodo de realización: Centro Federal Pericial Forense, del 16 de febrero al 16 de agosto de 2024 (comprendiendo un periodo de 6 meses o el equivalente a 480 horas)**

## Contenido

INTRODUCCIÓN .....	3
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
METODOLOGÍA UTILIZADA.....	4
Conceptos clave .....	4
Características y propiedades fisicoquímicas de los solventes utilizados.....	5
Fundamentos.....	6
ACTIVIDADES REALIZADAS.....	9
METAS ALCANZADAS .....	9
RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	10
RECOMENDACIONES .....	12
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	12
FIRMAS DE APROBACIÓN .....	13

## INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene como objetivo presentar las conclusiones obtenidas durante el periodo de servicio social, realizado en el Centro Federal Pericial Forense perteneciente a la Agencia de Investigación Criminal de la Fiscalía General de la República, comprendido en un periodo del 16 de febrero y el 16 de agosto del 2024. Durante este periodo se lograron llevar a cabo diversas actividades encaminadas a el fortalecimiento y adquisición de nuevos conocimientos relacionados con la licenciatura de Química Farmacéutica Biológica y en este caso específico relacionado con casos de investigación criminal, así mismo, la participación y desempeño en actividades administrativas, las cuales permitieron el desarrollo de habilidades, técnicas y estrategias humanas, dedicadas a la adquisición de una experiencia practica dentro del campo actual.

A lo largo de este informe, se detallan los logros alcanzados, la metodología utilizada, las competencias desarrolladas y las recomendaciones futuras que pueden estar destinadas a la implementación del servicio social en esta institución. Se ofrece una visión muy general del impacto generado a nivel personal, institucional; así como la consideración del servicio social como parte de una formación profesional y contribución personal.

## OBJETIVO GENERAL

- Mejorar los conocimientos adquiridos durante la carrera de QFB, mediante la contribución, investigación y realización de diferentes actividades a través del uso de equipos de análisis cuantitativo y cualitativo.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar las buenas prácticas de laboratorio en las actividades desempeñadas.
- Implementar el uso de técnicas de análisis cualitativo y cuantitativo.
- Investigar los conceptos, fundamentos y técnicas de los métodos generales de análisis disponibles en la FEUM.
- Desempeñar las actividades solicitadas de manera responsable y mediante una ética adecuada.

## METODOLOGÍA UTILIZADA

Durante la estancia en el servicio social dentro del Centro Federal Pericial Forense, se requirió de la búsqueda, investigación y análisis de los fundamentos de equipos cualitativos y cuantitativos, así como el conocimiento de las propiedades de distintos solventes o reactivos utilizados para la calibración y uso de estos equipos. Los cuales se describen a continuación

### Conceptos clave

- **Curva de calibración:** es una representación grafica en donde se relaciona una señal en función de la concentración de un analito, dando como resultado un intervalo que es preciso y exacto, siempre y cuando este haya sido validado y documentado. Existe una etapa de calibración analítica en donde se realiza un ajuste matemático al número de datos correspondiente, la cantidad mínima de puntos dentro de una curva de calibración para determinar la concentración de un analito es mínimo de 5 puntos.
- **Estándar de referencia:** son productos de uniformidad reconocida, utilizadas en comprobaciones físicas o químicas, se caracteriza por tener un alto nivel de pureza en relación con la muestra de análisis con el fin de determinar la concentración e identidad. (*Estándares De Referencia Para Equipos Analíticos*, n.d.)
- **Estándar externo e interno:** el estándar externo permite la creación de una curva de calibración de diferentes niveles de concentraciones conocidas del analito, mientras que el estándar interno se encuentra dentro de la muestra de análisis con el analito de interés, con el fin de realizar una medición de manera simultánea; generando un factor de respuesta proporcional a la concentración. (*Internal Standards for Quantitative Analysis*, n.d.)
- **Derivatizante:** Sustancia química que permite transformar o derivatizar una molécula en otra con propiedades más estables o adecuadas para su análisis. En Cromatografía de gases es necesario derivatizar algunos compuestos, principalmente los que tienen grupos funcionales polares (hidrógenos activos) con el fin de mejorar su volatilidad, su estabilidad térmica y en algunos casos la sensibilidad en la detección. (*Reactivos De Derivatización - ITW Reagents*, n.d.)
- **Compuesto Volátil:** sustancia química con alta presión de vapor que se evapora fácilmente a temperatura ambiente; es decir, que

pasa del estado líquido o sólido al estado gaseoso fácilmente por lo cual presentan un punto de ebullición muy bajo.

- **Adulterante:** sustancia farmacológicamente activa con propiedades similares al principio activo utilizado, permiten compensar la pérdida de potencia generada por la dilución, un ejemplo muy común es la cafeína. (Pascale, A. y cols. 2020)
- **Diluyente:** compuesto inerte, de estructura diferente que se añade a una formulación con el fin de incrementar su volumen y reducir la cantidad de principio activo del producto. Tienen características similares de color, consistencia y sabor; principalmente se usan azúcares como manitol, lactosa, dextrosa, etc). (Pascale, A. y cols. 2020)

## Características y propiedades fisicoquímicas de los solventes utilizados

### • Metanol

Características	Iconos de seguridad
1. Fórmula: $\text{CH}_3\text{OH}$ 2. Peso molecular: 32.04 3. Familia: Alcoholes 4. Apariencia: Líquido transparente volátil 5. Olor: característico 6. Punto de ebullición: $64^\circ\text{C}$	Clasificación de riesgo NFPA  Clase de peligro: 0 – Mínimo; 1 - Leve; 2 - Moderado; 3 - Serio; 4 – Grave. Legend: Inflamabilidad (Red) Salud (Blue) Reactividad (Yellow) Peligro especial (White)
Bibliografía: Hoja de Seguridad Alcohol Metílico. 2015. Reactivos Meyer. Disponible en: <a href="https://reactivosmeyer.com.mx/datos/pdf/reactivos/hds_0410.pdf">https://reactivosmeyer.com.mx/datos/pdf/reactivos/hds_0410.pdf</a>	

### • Cloroformo

Características	Iconos de seguridad
1. Fórmula: $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 2. Peso molecular: 119.37 3. Familia: Halogenuro de alquilo 4. Apariencia: Líquido 5. Olor: característico 6. Punto de ebullición: $61^\circ\text{C}$	Clasificación de riesgo NFPA  Clase de peligro: 0 – Mínimo; 1 - Leve; 2 - Moderado; 3 - Serio; 4 – Grave Legend: Inflamabilidad (Red) Salud (Blue) Reactividad (Yellow) Peligro especial (White)
Bibliografía: Hoja de Seguridad Cloroformo. 2016. Reactivos Meyer. Disponible en: <a href="https://reactivosmeyer.com.mx/datos/pdf/reactivos/hds_1050.pdf">https://reactivosmeyer.com.mx/datos/pdf/reactivos/hds_1050.pdf</a>	

• **Diclorometano (Cloruro de metileno)**

Características	Iconos de seguridad
1. Fórmula: CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> 2. Peso molecular: 84.93 3. Familia: N/D 4. Apariencia: Líquido 5. Olor: característico 6. Punto de ebullición: 39.8-40°C 7. Solubilidad: 13.2 g/l a 25°C	Clasificación de riesgo NFPA  Clase de peligro: 0 – Mínimo; 1 - Leve; 2 - Moderado; 3 - Serio; 4 – Grave Inflamabilidad Salud Reactividad Peligro especial
Bibliografía: Hoja de Seguridad Diclorometano. 2018. Reactivos Meyer. Disponible en: <a href="https://reactivosmeyer.com.mx/datos/pdf/reactivos/hds_1725.pdf">https://reactivosmeyer.com.mx/datos/pdf/reactivos/hds_1725.pdf</a>	

• **Acetato de etilo**

Características	Iconos de seguridad
1. Fórmula: CH <sub>3</sub> COOCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> 2. Peso molecular: 88.11 3. Familia: Ester 4. Apariencia: Líquido 5. Olor: Aromático 6. Punto de ebullición: 77°C 7. Solubilidades: 60-80 g/l	Clasificación de riesgo NFPA  Clase de peligro: 0 – Mínimo; 1 - Leve; 2 - Moderado; 3 - Serio; 4 – Grave Inflamabilidad Salud Reactividad Peligro especial
Bibliografía: Hoja de Seguridad Acetato de Etilo. 2018. Reactivos Meyer. Disponible en: <a href="https://reactivosmeyer.com.mx/datos/pdf/materias/hds_6055.pdf">https://reactivosmeyer.com.mx/datos/pdf/materias/hds_6055.pdf</a>	

• **Agua HPLC**

Características	Iconos de seguridad
1. Fórmula: H <sub>2</sub> O 2. Peso molecular: 18.015 3. Familia: Óxidos 4. Apariencia: Líquido 5. Olor: Inodoro 6. Punto de ebullición: 100°C	Clasificación de riesgo NFPA  Clase de peligro: 0 – Mínimo; 1 - Leve; 2 - Moderado; 3 - Serio; 4 – Grave Inflamabilidad Salud Reactividad Peligro especial
Bibliografía: Hoja de Seguridad Agua HPLC. 2017. Reactivos Meyer. Disponible en: <a href="https://reactivosmeyer.com.mx/datos/pdf/reactivos/hds_0347.pdf">https://reactivosmeyer.com.mx/datos/pdf/reactivos/hds_0347.pdf</a>	

**Fundamentos**

**1. Cromatografía**

Técnica analítica que permite la separación de sustancias presentes en una mezcla. Es un proceso de migración diferencial, en donde los componentes se transportan por una fase móvil (gas o líquido) y son retenidos selectivamente por una fase

estacionaria (líquido o sólido). Existen diferentes tipos de cromatografía de acuerdo a las fases involucradas y los mecanismos de separación (FEUM,2014).

### 1.1 Cromatografía de gases (CG)

Es una técnica que separa mezclas complejas en componentes individuales. Permite identificar los componentes y medir sus respectivas concentraciones.

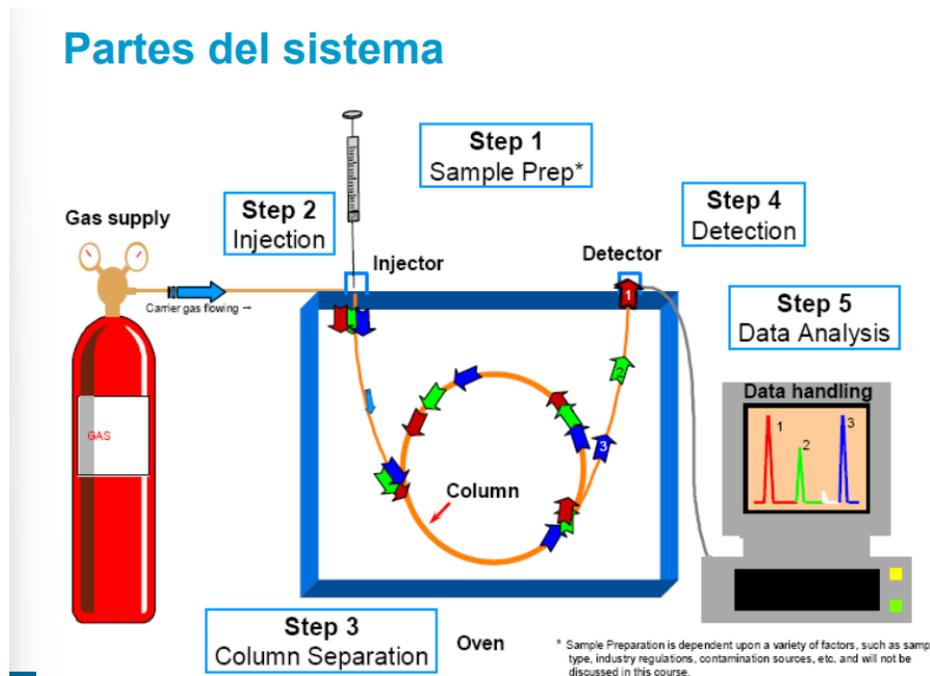
**Fase móvil:** induce a los analitos en la columna y a través del sistema, se utilizan gases inertes (gas portador).

**Fase estacionaria:** los componentes se separan debido a la diferencia de afinidad con la fase estacionaria

- Sólido: (cromatografía gas-líquido): el proceso de separación se da por absorción entre el gas que transporta al soluto y el soporte: alumina, sílice gel, carbón, etc.
- Líquido: (cromatografía gas-líquido): la partición se lleva a cabo entre la fase estacionaria líquida que cubre.

#### Condiciones o requisitos esenciales para la GC:

1. Sustancias volátiles
2. Libre de residuos
3. Estabilidad Térmica

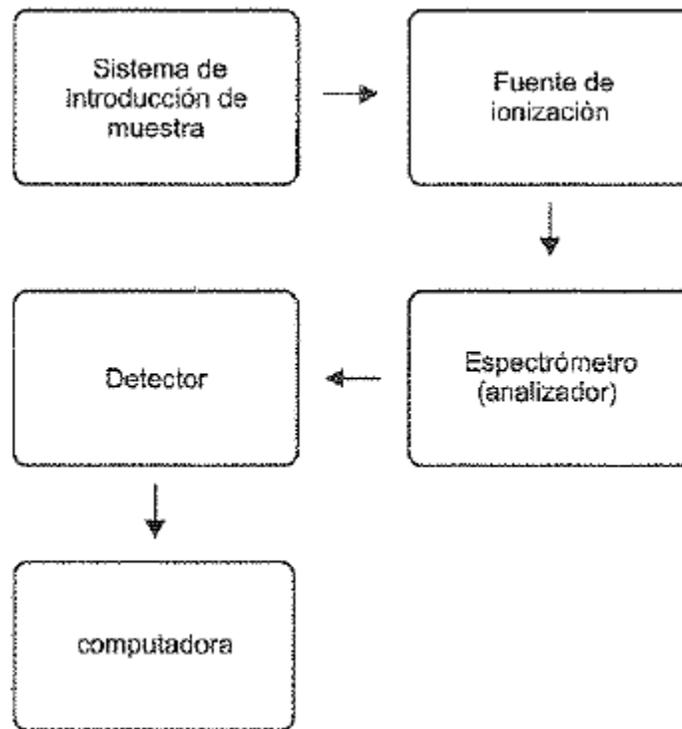


**Figura 1.** Esquema general de las partes de un equipo de cromatografía de gases, recuperado de: (Análisis Químico, Ciencias Biológicas Y Diagnóstico | Agilent, n.d.)

## 1.2 Cromatografía de gases acoplada a masas (CG-MS)

Es una técnica analítica que nos permite separar, caracterizar y cuantificar diversas moléculas con relación a su masa/carga ( $m/z$ ). estas moléculas deben ser introducidas en estado gaseoso y deben ionizarse. Se separan mediante la acción combinada de radiofrecuencias y diferencias de potencia eléctrico o voltaje (FEUM,2014).

Su forma ionizada es captada por un detector que transforma la frecuencia e intensidad de choques en un impulso eléctrico que es posteriormente procesado por un software que proporciona una señal o pico.



**Figura 2.** Sistema de espectrometría de masas, recuperado de FEUM, 2014.

Un sistema de inducción de muestras acoplado a un espectrómetro de masas depende de la naturaleza de la molécula a analizar, así como el estado físico de la muestra. La inducción a un cromatógrafo de gases fue de las primeras y la inyección directa de la muestra o su fase de vapor, puede ingresar directamente a la fuente de ionización y posteriormente al analyzer. Lo cual la hace una técnica de análisis muy eficiente (FEUM,2014).

## ACTIVIDADES REALIZADAS

Durante el periodo de realización del servicio social, el cual comprende 6 meses, se realizaron actividades en diferentes ámbitos relacionados con la química y procesos administrativos. A continuación, se describen las actividades realizadas durante este periodo.

- Preparación de soluciones buffer y estándar interno, mediante la previa investigación de las propiedades y el proceso de elaboración, así como los cálculos necesarios para la preparación de determinada cantidad de solución.
- Apoyo en el acomodo de suministros y reactivos o solventes como: metanol, cloroformo, cloruro de metileno, acetato de etilo y agua en dispensadores adecuados.
- Revisión y aplicación del procedimiento de limpieza de material de laboratorio, apoyo con el lavado de material de cristal utilizado en el laboratorio de química: matraces, vasos de precipitado, propipetas, morteros, pistilos, placas de porcelana, etc.
- Conocimiento de los fundamentos y manejo de equipos de cromatografía de gases, cromatografía de gases acoplado a masas e Infrarrojo.
- Actividades administrativas como escaneo, archivado, copiado, engrapado y acomodo de diferentes archivos.
- Apoyo en la implementación de sistemas de gestión de calidad.

## METAS ALCANZADAS

Durante este periodo, se logró la adquisición de nuevos conocimientos relacionados principalmente con el uso de equipos actuales e innovadores enfocados en el análisis cualitativo y cuantitativo de nuevas moléculas o compuestos. Lo cual resulta de gran relevancia con el fin de aplicar estos conocimientos en las diferentes áreas de empleo, ya sea a nivel de la industria farmacéutica, análisis clínicos, investigación o desarrollo de nuevos medicamentos, áreas fundamentales para el desempeño y aplicación de los conocimientos adquiridos durante la carrera de QFB. Así mismo el respeto, la honestidad, responsabilidad, trabajo en equipo y compañerismo son valores fundamentales que se lograron aplicar y desarrollar durante mi estancia. La asesoría y el compartir de la experiencia y conocimientos de profesionales experimentados, genera el desarrollo de nuevas aptitudes y características propias de un futuro profesionalista.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Entre los principales conocimientos adquiridos y como se ha mencionado anteriormente, la manipulación y uso de equipos como la cromatografía de gases acoplado a masas, representa uno de los mayores beneficios y aportaciones de la realización del servicio social en el Centro Federal Pericial Forense.

Se logro conocer y aplicar el fundamento del equipo en el enfoque del tipo de análisis que se desea realizar:

En el caso de análisis cuantitativo, el uso del equipo de cromatografía de gases resulta indispensable, a continuación, se describen algunas de las observaciones sobre los conocimientos adquiridos para este equipo.

- De manera general y como se mencionó en la metodología, se deben considerar ciertas características de las moléculas para poder utilizar este equipo como lo son: compuestos volátiles, estabilidad molecular o del compuesto.
- El uso de un **estándar interno** sirve como referencia para cuantificar un analito determinado, este debe contar con ciertas características de pureza elevada, así como cierta similitud molecular y de propiedades al analito de análisis. El uso de un estándar interno permite cuantificar de manera simultanea el analito.

Los diferentes componentes del equipo son fundamentales:

- El **inyector**: permite inyectar la muestra (previamente preparada) dentro del sistema, esta inyección se realiza a un volumen previamente establecido, actúa como vaporizador para muestras liquidas y permite el paso de la muestra a la columna.
- La **columna** se encuentra dentro de un horno que permite el control de la temperatura, en esta la muestra es transportada por medio de un gas acarreador como puede ser helio o nitrógeno (fase móvil), el tipo de columna mas utilizada es la columna capilar y de acuerdo a las características de la molécula, en la columna (fase estacionaria) se irán separando los componentes de la muestra de análisis, de acuerdo a su afinidad por la columna, su peso molecular, o sus interacciones químicas específicas.
- Posterior a la separación dentro de la columna, se pasa a un **detector** el cual tiene la función de producir una señal eléctrica estable, el detector mas usado es el detector de ionización de flama o FID, los detectores suelen ser, sensibles, selectivos y presentan un rango dinámico.
- Una vez que se detecto la muestra se emite un **cromatograma** que esquematiza los picos del analito y el estándar interno, el cual a su vez cuenta con el método de análisis y de procesamiento mediante el uso de un software que nos permite cuantificar la cantidad de analito de interés.

En el caso de la **cromatografía de gases acoplado a masas** (GC-MS), este equipo sigue las mismas consideraciones descritas anteriormente, pero presenta ciertas variaciones en la preparación de la muestra, según el tipo de análisis que se desee realizar.

En este caso, el uso de un equipo de GC-MS nos permite obtener características cualitativas y cuantitativas de un analito de interés, la identificación de compuestos desconocidos y poder elucidar la estructura química de ciertas moléculas.

Al seguir las mismas consideraciones mencionadas anteriormente, una vez que la muestra pasa por la columna y el detector, existe una conexión directa con la espectrometría de masas, en la cual:

- Se fragmentan las moléculas de análisis mediante electricidad, es decir, la presencia de electrones en el medio que permiten fraccionar la molécula, dependiendo del tipo de enlaces presentes y el lugar donde sea más fácil fraccionar una molécula.
- Este fraccionamiento se lleva a cabo por la incisión de 70 electrovolts, que permiten el fraccionamiento de esta molécula.
- Cada molécula o compuesto tiene un patrón de fragmentación específico, lo cual permite la identificación de los compuestos, comparándolos con una biblioteca previamente establecida en el software del equipo.

Es importante destacar que dentro de esta institución existen procedimientos normalizados de operación y cada proceso y equipo se encuentran validados y certificados.

Otro de los aspectos fundamentales de la realización del servicio social, es observar el **sistema de gestión de calidad** que se maneja, ya que permite ampliar la idea y visualización de como funciona un sistema de gestión de calidad, desde el flujo de las áreas, los protocolos aplicados a cada aspecto o área del centro, la aplicación de auditorías y sobre todo la acreditación bajo la **Norma ISO-IEC-17025-2017 y la Norma ISO-9001-2015**, lo cual garantiza un excelente sistema de gestión de la calidad.

Finalmente el periodo de servicio social llevado a cabo dentro de las instalaciones del Centro Federal Pericial Forense, no solo impulso a mejorar los conocimientos adquiridos, sino que también permitió la implementación de nuevos conocimientos y experiencias que resultan fundamentales para la aplicación en otras instituciones o aspectos académicos. Generando un desarrollo completo de conocimientos y habilidades necesarias que cumplen con la misión y visión de la carrera de QFB.

## RECOMENDACIONES

La implementación de programas como los que ofrece la FGR, resultan fundamentales en la Preparación de estudiantes de licenciatura de cualquier carrera, ampliando un gran campo laboral y sobre todo fortaleciendo las habilidades y aptitudes de los involucrados, generando egresados mejor preparados, que desde mi punto de vista la divulgación de estos programas y su implementación resultan fundamentales y es importante aprovecharlos al máximo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Análisis químico, ciencias biológicas y diagnóstico | Agilent. (n.d.). [https://www.agilent.com/?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjwzva1BhD3ARIsADQuPnXEjnScCGADs1749Mc6toE-Zp6OO6iSZ7XT2bPTfiezLU042IjJcvlaAiRtEALw\\_wcB&gclidsrc=aw.ds](https://www.agilent.com/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwzva1BhD3ARIsADQuPnXEjnScCGADs1749Mc6toE-Zp6OO6iSZ7XT2bPTfiezLU042IjJcvlaAiRtEALw_wcB&gclidsrc=aw.ds)
- *Estándares de Referencia para Equipos Analíticos*. (n.d.). <https://consumiblesparaequiposanaliticos.com.mx/estandares-referencia-equipos-analiticos.html>
- Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos, 11a Edición, 2014.
- *Internal Standards for Quantitative analysis*. (n.d.). [Video]. Analytical Chemistry | JoVe. <https://app.jove.com/v/10225/internal-standards?trialstart=1>
- Pascale, A. y cols. 2020. Adulterantes de las drogas y sus efectos en la salud de los usuarios. Una revisión Crítica. Organización de los Estados Americanos. Disponible en: <https://febract.org.br/portal/wp-content/uploads/2020/04/ADULTERANTES-DROGAS-CICAD.pdf> consultada el 11 de agosto de 2024.
- *Reactivos de Derivatización - ITW Reagents*. (n.d.). <https://www.itwreagents.com/iberia/es/sc-gc-reactivos-derivatizantes>

## FIRMAS DE APROBACIÓN

---

Dra. Liliana Schifter Aceves

**Asesor Interno**

Jefa del Departamento de  
Sistemas Biológicos

No. Económico: 33389

---

Lic. Irma González Hernández

**Asesor Externo**

Unidad de Laboratorios  
Criminalísticos (Laboratorio de  
Química)

Cédula Profesional: 3372323

---

Rivera Beristain Diana Laura

**Alumna**

Licenciatura en Química  
Farmacéutica Biológica

Matricula: 2203020699