



Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Xochimilco

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Departamento de Sistemas Biológicos

Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica

Actividades relacionadas con la profesión

Informe del Servicio Social

Análisis de muestras sanguíneas en el laboratorio de Bioquímica
sanguínea 2, bacteriología y virología en el Hospital del ISSSTE “ Centro Médico
Nacional 20 de Noviembre “

Alumno: Gutierrez Carrasco Olimpia Andrea

Matrícula: 2203060595

Asesor Interno

Dra. Norma Angélica Noguez Méndez. No. Eco. 17902

Lugar de realización: Hospital del ISSSTE “ Centro Médico Nacional 20 de Noviembre “

Fecha de inicio: 01 de Marzo del 2024.

Fecha de término : 01 de Septiembre del 2024

INTRODUCCIÓN

La extracción de sangre es un procedimiento clave para el diagnóstico y seguimiento de numerosas enfermedades, además que proporciona información detallada sobre el estado de salud del paciente (García et al., 2020). En la sección de Bioquímica Sanguínea 2, se evalúa parámetros como la glucosa, lípidos y enzimas, que son fundamentales para la detección de padecimientos como la diabetes, enfermedades cardiovasculares y trastornos hepáticos.

En el área de Virología, las muestras de sangre son vitales para identificar agentes infecciosos presentes en el torrente sanguíneo, como bacterias y virus. Estas pruebas son cruciales para lograr un diagnóstico preciso de infecciones y guiar el tratamiento adecuado (Fernández & Rivas, 2019).

La bacteriología desempeña un papel crucial en el diagnóstico de infecciones bacterianas, permitiendo la identificación de microorganismos patógenos. Esto es importante para controlar y prevenir la propagación de enfermedades, elegir el tratamiento más adecuado y combatir la resistencia a los antibióticos, asegurando así un manejo más efectivo de las infecciones (Rodríguez & Sánchez, 2021).

Con base a lo anterior, la habilitación que se adquirirá en la realización de este servicio social será importante en la formación del profesional químico farmacéutico biólogo debido a que brindará elementos importantes para el apoyo en el tratamiento del paciente.

I. ANTECEDENTES

1.1 Evolución de la Microbiología Clínica

La microbiología clínica ha experimentado un notable desarrollo desde el siglo XIX, impulsada por la labor de pioneros como Louis Pasteur y Robert Koch, quienes fueron clave en el descubrimiento de microorganismos patógenos (Taylor, 2017). La introducción de técnicas de cultivo y la tinción de Gram representaron un avance significativo en el diagnóstico de enfermedades infecciosas. A lo largo del siglo XX, la microbiología clínica se consolidó como una disciplina central en la medicina, especialmente con la aparición de antibióticos y métodos para la identificación bacteriana y la evaluación de la sensibilidad a los antimicrobianos, fundamentales para el control de infecciones a gran escala (Stevenson, 2016).

El diagnóstico microbiológico desempeña un papel fundamental en la detección de los agentes causantes de enfermedades infecciosas y en la orientación del tratamiento más adecuado. Actualmente, incluye la identificación de bacterias, hongos, virus y parásitos, siendo crucial en la era de la resistencia a los antimicrobianos (Martínez et al., 2022). Las técnicas microbiológicas tradicionales han sido complementadas por tecnologías moleculares avanzadas como: la PCR y la espectrometría de masas, que han mejorado significativamente la precisión y velocidad del diagnóstico (Jenkins & Williams, 2020).

El Químico Farmacéutico Biólogo (QFB) es una figura clave en los laboratorios clínicos, particularmente en el área de microbiología. Estos profesionales están capacitados para ejecutar técnicas de laboratorio complejas, interpretar resultados y contribuir activamente en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades (López et al., 2021). Su formación multidisciplinaria les permite abordar tanto aspectos bioquímicos como microbiológicos de las enfermedades, convirtiéndolos en elementos esenciales dentro de los equipos de salud.

1.2 Microbiología Clínica

La microbiología clínica se enfoca en estudiar microorganismos que causan enfermedades en humanos, como bacterias, hongos, virus y parásitos. Su objetivo principal es identificar estos agentes para ayudar en el diagnóstico y tratamiento de las infecciones (Núñez & Vargas, 2023). Para lograrlo, se utilizan técnicas como cultivos microbiológicos, tinciones, pruebas bioquímicas y métodos moleculares, que son cruciales para identificar a los patógenos de manera rápida y precisa.

1.2.1 Técnicas de Siembra y Cultivo

Las técnicas de siembra y cultivo son fundamentales para aislar microorganismos a partir de muestras biológicas. Con el uso de medios de cultivo específicos, se puede controlar el crecimiento de estos microorganismos, lo que facilita su aislamiento e identificación posterior (Hernández et al., 2022). Las técnicas más comunes incluyen la siembra por estría, en profundidad y en superficie, todas importantes para identificar con precisión el microorganismo.

1.2.2 Identificación de Microorganismos

La identificación de microorganismos en microbiología clínica se basa en métodos fenotípicos, genotípicos y bioquímicos. Las pruebas fenotípicas incluyen observar las características morfológicas bajo el microscopio y cómo responden a diversas tinciones, como la tinción de Gram (García et al., 2021). Las pruebas bioquímicas, por otro lado, se enfocan en la capacidad de los microorganismos para metabolizar diferentes sustratos, lo que ayuda a diferenciar especies y cepas. Además, los métodos moleculares, como la PCR, se han convertido en herramientas esenciales para una identificación rápida y precisa (Martínez & Herrera, 2020).

1.3 Medios de Cultivo

Cada bacteria que se desea cultivar necesita un entorno bioquímico y biofísico específico. El ambiente bioquímico, que está relacionado con la nutrición, se consigue utilizando medios de cultivo diseñados para satisfacer las necesidades particulares de cada microorganismo. Existe una gran variedad de estos medios, cada uno con diferentes propósitos, como mantener cultivos puros, aislar bacterias o identificar microorganismos basándose en sus propiedades bioquímicas y fisiológicas.

Estos medios de cultivo, que contienen nutrientes en las concentraciones adecuadas y se mantienen bajo condiciones físicas óptimas, son esenciales en los laboratorios de microbiología. Es fundamental asegurar la calidad de estos medios para garantizar que proporcionen un entorno adecuado para el crecimiento de los microorganismos.

1.3.1 Agar McConkey

Este medio es selectivo porque contiene sales biliares y cristal violeta, que inhiben el crecimiento de bacterias Gram positivas y de algunas Gram negativas. Es un medio diferencial porque la lactosa actúa como la única fuente de carbono para el crecimiento bacteriano. Se utiliza principalmente para aislar bacilos Gram negativos, tanto aerobios como

anaerobios facultativos (Caycedo, 2021). Las bacterias de la familia *Enterobacteriaceae* crecen bien en este medio. La degradación de la lactosa requiere de dos enzimas: lactosa permeasa, que transporta el disacárido al interior de la célula, y B-galactosidasa, que descompone la lactosa en glucosa y galactosa. Las bacterias que producen ambas enzimas son fermentadoras rápidas, mientras que aquellas que solo producen B-galactosidasa son fermentadoras lentas. El indicador de pH, rojo neutro, se torna rosa intenso o fucsia en un ambiente ácido, lo que indica una fermentación positiva alrededor de las colonias (Corrales, 2013).

1.3.2 Agar Endo

Este medio sigue siendo utilizado en microbiología clínica y otras áreas para aislar y diferenciar bacterias de la familia *Enterobacteriaceae*. Su selectividad se logra mediante la combinación de sulfito de sodio y fucsina básica, lo que inhibe parcialmente el crecimiento de microorganismos Gram positivos (Caycedo, 2021).

1.3.3 Agar Verde Brillante

Este es un medio selectivo para aislar enterobacterias patógenas, especialmente *Salmonella entérica* (excepto el serotipo *typhi*) a partir de muestras clínicas y alimenticias. La combinación de peptonas y extracto de levadura proporciona nitrógeno, vitaminas, minerales y aminoácidos necesarios para el crecimiento bacteriano. La lactosa y la sacarosa son los carbohidratos fermentables, mientras que el rojo de fenol actúa como indicador de pH, cambiando el color del medio a amarillo en presencia de ácido generado por la fermentación de los carbohidratos. El cloruro de sodio mantiene el equilibrio osmótico, y el verde brillante inhibe el crecimiento de bacterias Gram positivas y la mayoría de las Gram negativas, excepto **Salmonella* spp.*

1.3.4 Agar Tergitol

Este es un medio selectivo y diferencial que se utiliza para detectar y cuantificar *E. coli* y otras enterobacterias en muestras de agua. Su función se basa en la capacidad de los coliformes para fermentar la lactosa y producir ácido láctico, lo que causa un cambio de color en el indicador (Testa, s/f).

1.3.5 Agar Salmonella-Shigella

Este medio de cultivo es selectivo y diferencial, usado para aislar *Salmonella* spp. y algunas especies de *Shigella* spp. en heces, alimentos y otros materiales sospechosos. La selectividad se logra con sales biliares y verde brillante, que inhiben el crecimiento de bacterias Gram positivas, coliformes y *Proteus* spp. La diferenciación se basa en la fermentación de lactosa y la producción de ácido sulfhídrico a partir de tiosulfato de sodio. Las bacterias fermentadoras de lactosa acidifican el medio, formando colonias rosadas o rojas sobre un fondo rojizo, mientras que *Salmonella*, *Shigella* y otros no fermentadores de lactosa forman colonias transparentes. La producción de ácido sulfhídrico se detecta por la formación de colonias con centro negro debido a la presencia de sulfuro de hierro. Para aumentar la selectividad, se recomienda incubar la muestra previamente en caldo de selenito (Rossi, s/f).

1.3.6 Agar XLD

Este medio contiene cloruro de sodio como inhibidor, tres tipos de carbohidratos (xilosa, sacarosa y lactosa), y usa rojo fenol como indicador y tiosulfato de sodio como fuente de azufre. Es selectivo para el aislamiento y diferenciación de bacterias entéricas patógenas

como *Salmonella*, *Shigella* y *Escherichia*, a través de la fermentación de azúcares (Caycedo, 2021).

1.3.7 Agar Hektoen Entérico

Este es un medio de cultivo selectivo y diferencial usado para aislar *Salmonella spp.* y *Shigella spp.* Contiene sales biliares como inhibidor, lactosa, sacarosa y salicina como carbohidratos, azul de bromotimol y fucsina ácida como indicadores, y tiosulfato de sodio como fuente de azufre. La salicina, un glucósido alcohólico, está compuesta por glucosa y alcohol salicílico, unidos por un enlace éter acetálico. La unión del alcohol al azúcar aumenta la solubilidad gracias a la formación de puentes de hidrógeno (Caycedo, 2021).

Los medios de cultivo proporcionan los nutrientes necesarios para que los microorganismos crezcan en un ambiente controlado. Pueden ser generales o específicos, dependiendo del microorganismo que se quiera aislar (López et al., 2019). Algunos de los medios más utilizados en microbiología clínica son:

1.3.8 Agar Sangre

Contiene sangre de cordero y es útil para cultivar bacterias exigentes y observar hemólisis.

1.3.9 Agar Sabouraud

Diseñado para el cultivo de hongos, especialmente levaduras y dermatofitos.

1.3.10 Agar Chocolate

Similar al agar sangre pero con sangre lisada, usado para bacterias exigentes como *Haemophilus influenzae*.

1.3.11 Caldo Tioglicolato

Un medio enriquecido para cultivar bacterias anaeróbicas.

1.4 Micología Clínica

La micología clínica se dedica al estudio de hongos que causan infecciones, que pueden ir desde leves hasta graves, especialmente en personas con sistemas inmunológicos debilitados (Ramírez & Gutiérrez, 2021). El diagnóstico incluye cultivar hongos en medios específicos y observar sus estructuras al microscopio. Las pruebas bioquímicas y moleculares, como la PCR, también son clave para identificar correctamente las especies de hongos (González et al., 2020).

1.4.1 Bioquímica Clínica en Microbiología

La bioquímica clínica es importante para diagnosticar infecciones al detectar y cuantificar productos metabólicos específicos de los microorganismos. Pruebas como la de catalasa, oxidasa, coagulasa y fermentación de azúcares son esenciales para diferenciar entre especies bacterianas y fúngicas (Méndez & Torres, 2019). Además, la automatización en la bioquímica clínica ha mejorado mucho la eficiencia y precisión de estos análisis (López et al., 2018).

1.5 Innovaciones Recientes en Técnicas Microbiológicas

Los recientes avances en las técnicas microbiológicas han revolucionado el diagnóstico en este campo. La adopción de métodos moleculares, como la PCR, ha permitido una detección

y cuantificación de patógenos con una precisión sin precedentes (Smith & Johnson, 2018). Además, la espectrometría de masas ha transformado la identificación de bacterias y hongos, facilitando un proceso más rápido y preciso. También, la automatización en la siembra, cultivo y pruebas de susceptibilidad antimicrobiana ha mejorado la eficiencia y reducido los tiempos de respuesta en los laboratorios clínicos (González et al., 2019).

2.0 Planteamiento del problema y justificación

Planteamiento del problema

En el ámbito de salud, dar un diagnóstico certero es clave para detectar a tiempo y tratar bien las enfermedades. Pero uno de los grandes retos de los hospitales es asegurarse de que todo el proceso, desde tomar las muestras hasta interpretar los resultados, se haga con el máximo cuidado científico y técnico. Tareas como tomar muestras de sangre, hacer análisis en Bioquímica Clínica II, y los estudios en virología y microbiología, son fundamentales para garantizar diagnósticos confiables, y por ende, tratamientos médicos efectivos.

Este problema se complica en hospitales con alta demanda, poco personal especializado, y la necesidad de cumplir con estrictas normas de calidad. Esto puede llevar a que las muestras no se tomen en las mejores condiciones, aumentando el riesgo de contaminación o errores en los resultados. Además, en el análisis de Bioquímica Clínica II, donde se realizan pruebas complejas para evaluar la salud metabólica y funcional de los pacientes, cualquier error puede afectar seriamente la interpretación clínica y las decisiones de tratamiento.

En las áreas de virología y microbiología, la precisión es aún más crucial, ya que se trabaja con muestras para identificar patógenos como virus, bacterias y hongos. Identificar correctamente estos microorganismos es esencial para prevenir y controlar brotes epidémicos, y asegurar que los tratamientos sean específicos y efectivos. En un contexto de salud pública global, donde siempre hay amenazas de nuevas enfermedades infecciosas, cualquier fallo en estos procesos puede tener repercusiones importantes tanto a nivel individual como colectivo.

La falta de personal capacitado y la presión por entregar resultados rápidos también pueden causar errores o inconsistencias que comprometen la calidad del diagnóstico. Estos desafíos destacan la necesidad de una formación continua y sólida para el personal de salud, que les permita no solo realizar estos procedimientos con precisión, sino también adaptarse a los avances tecnológicos y metodológicos que surgen en el campo de la salud.

JUSTIFICACIÓN

El servicio social desempeña un papel crucial en la formación de profesionales de la salud y en el fortalecimiento del sistema sanitario. La ejecución de estas actividades es esencial para garantizar diagnósticos precisos y oportunos en un entorno hospitalario, lo cual es fundamental para la detección temprana y el tratamiento adecuado de diversas enfermedades.

La importancia de contar con diagnósticos de alta calidad no puede subestimarse, ya que estos constituyen la base para un manejo clínico efectivo. Los análisis bioquímicos y

microbiológicos permiten identificar con precisión las condiciones de salud de los pacientes, facilitando la toma de decisiones clínicas que impactan directamente en la reducción de la morbilidad y mortalidad en la población. Además, los estudios virológicos son clave para la identificación de patógenos que podrían desencadenar brotes o epidemias, permitiendo una respuesta rápida y eficiente del sistema de salud.

La participación en estas actividades contribuye significativamente a mejorar la capacidad operativa de los servicios hospitalarios. Al asegurar la calidad y precisión de los diagnósticos, se optimizan los recursos disponibles y se garantiza una atención médica más eficiente y efectiva. Este tipo de trabajo es indispensable para la mejora continua del sistema de salud, apoyando el bienestar de la comunidad y respondiendo a las necesidades clínicas con un alto estándar de calidad.

3.0 Razón Social

Contribución Importante a la Salud Pública y al Bienestar Social mediante la Realización Experta de Procedimientos Diagnósticos Esenciales. Mi trabajo en la recolección de muestras de sangre, los análisis en Bioquímica Clínica II, y en estudios virológicos y microbiológicos de diversas muestras biológicas ha permitido mejorar la precisión y calidad en la identificación y tratamiento de enfermedades. Al asegurar diagnósticos precisos y colaborar en la investigación clínica, he contribuido a optimizar los procesos de atención médica, facilitando un acceso más rápido y eficiente a tratamientos adecuados. Esto ha tenido un impacto positivo directo en la salud y calidad de vida de la comunidad. Esta experiencia ha fortalecido la capacidad del sistema de salud para enfrentar desafíos clínicos y ha apoyado la promoción de la salud pública en beneficio de la sociedad.

Misión visión del hospital

Misión

Ser el semillero de los profesionales de la medicina y ciencias afines del más alto nivel científico y humanístico acordes a las necesidades de la medicina contemporánea; favorecer la investigación dentro de los más altos estándares éticos y con impacto en el conocimiento en las ciencias médicas que coadyuve a resolver los problemas de salud de la institución y del país.

Visión

Ser el Centro de Enseñanza más vanguardista en la Medicina y Ciencias afines en el país y poseer la Unidad de Investigación de avanzada y del más alto nivel con reconocimiento nacional e internacional, con lo que favoreciéramos la mejor atención a los enfermos del ISSSTE y del país.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Fortalecer los conocimientos adquiridos durante la licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo (QFB) en un entorno hospitalario, específicamente en el área de microbiología, con el fin de contribuir al diagnóstico y tratamiento de enfermedades infecciosas.

4.2 Objetivos específicos

- a) Aprender la técnica para la toma de muestras apegada a las normas de bioseguridad.
- b) Aprender el manejo y tratamiento adecuado de las muestras biológicas.
- c) Realizar técnicas de siembra y cultivo para el aislamiento de microorganismos a partir de diversas muestras biológicas.
- d) Identificar microorganismos mediante pruebas microbiológicas y bioquímicas.
- e) Participar en la identificación y análisis de coprocultivos, faríngeos, hemocultivos y muestras micológicas.
- f) Colaborar en la realización de pruebas bioquímicas para la identificación y diferenciación de microorganismos.

5.0 METODOLOGÍA

Las actividades por desarrollar estarán en función del tipo de muestra y el análisis clínico solicitado para el diagnóstico clínico y microbiológico de enfermedades.

- Realizar la siembra y cultivo de diferentes tipos de muestras biológicas, así como su identificación microbiana.
- Identificación de patógenos en el área de micología clínica
- Se realizará la toma de muestra sanguínea para la obtención de suero y el análisis de este tanto en bioquímica clínica como en virología.

Cada actividad será supervisada por el personal a cargo del laboratorio, asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad.

5.1 Recursos y Materiales

5.1.1 Recursos Humanos

- Supervisor de Laboratorio: profesional encargado de supervisar y evaluar el trabajo de los estudiantes.
- Personal Técnico de Laboratorio: técnicos que apoyan en la realización de las actividades diarias.
- Estudiantes en Servicio Social: participantes del servicio social que colaboran con las tareas del laboratorio.

5.2 Equipos y Materiales

- Microscopios Ópticos: Se utilizan para observar muestras biológicas, como tinciones de Gram y preparaciones de hongos.
- Estufas de Incubación: Sirven para el crecimiento controlado de cultivos bacterianos y fúngicos.
- Espectrofotómetro: Instrumento para medir la absorbancia en pruebas bioquímicas.
- Reactivos y Medios de Cultivo: Incluyen agar sangre, agar MacConkey, agar Sabouraud, agar chocolate, y caldo tioglicolato, todos esenciales para cultivar y aislar microorganismos.

- Materiales de Bioseguridad: Incluyen guantes, mascarillas, batas y otros equipos de protección personal.
- Software de Análisis Microbiológico: programas que ayudan a interpretar y almacenar los datos microbiológicos.

6.0 Análisis de resultados

Durante el periodo de servicio social realizado en el Hospital Regional “20 de Noviembre” del ISSSTE, se fortalecieron diversas competencias técnicas en el área de microbiología clínica y bioquímica, permitiendo aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación universitaria en un entorno real y bajo condiciones clínicas.

Uno de los aspectos más importantes fue la toma y el procesamiento de muestras sanguíneas. Se siguieron protocolos establecidos de bioseguridad para evitar errores como hemólisis o contaminación, lo que se tradujo en una baja tasa de rechazo de muestras. Posteriormente, las muestras fueron centrifugadas para la obtención de suero, el cual se utilizó en análisis de bioquímica clínica y pruebas serológicas en el área de virología, empleando métodos automatizados o espectrofotometría, según el parámetro a determinar. Las determinaciones incluyeron glucosa, colesterol, triglicéridos, proteínas totales y fraccionadas, así como enzimas hepáticas como ALT y AST, en concordancia con los lineamientos establecidos en literatura especializada (Tietz, 2018).

En cuanto al área de microbiología, se manejó un flujo constante de muestras clínicas como heces, exudados faríngeos, orina, sangre y muestras micológicas. Cada tipo de muestra fue sembrado utilizando técnicas como siembra por estría, superficie o en profundidad, de acuerdo con el tipo de medio y el microorganismo sospechoso. Para estos procesos, se utilizaron medios de cultivo selectivos y diferenciales como agar MacConkey, agar XLD, SS, Hektoen, agar sangre y chocolate, además de agar Sabouraud para el aislamiento de levaduras y hongos filamentosos. El crecimiento observado permitió la obtención de colonias puras para su posterior análisis.

La identificación de microorganismos se basó en técnicas fenotípicas como la tinción de Gram y una serie de pruebas bioquímicas adaptadas al tipo de patógeno. Entre ellas, destacan la catalasa, coagulasa, oxidasa, indol, TSI, citrato y urea, esenciales para distinguir entre especies bacterianas de interés clínico como **Escherichia coli**, **Salmonella spp.**, **Klebsiella pneumoniae**, **Staphylococcus aureus**, **Pseudomonas aeruginosa** y **Shigella spp.**, entre otras. En el caso de las muestras micológicas, el agar Sabouraud fue el medio principal y se complementa con la observación microscópica.

Una parte importante del proceso fue el respeto estricto a los protocolos de bioseguridad durante la recolección, manejo y procesamiento de las muestras, así como en la disposición de residuos biológico-infecciosos, en cumplimiento con lo establecido en la NOM-087-ECOL-SSA1-2002 (Secretaría de Salud, 2002). El uso correcto del equipo de protección personal, la separación adecuada de residuos y la limpieza continua de las áreas de trabajo ayudaron a mantener condiciones seguras tanto para el personal como para el entorno de trabajo.

La experiencia también permitió observar el impacto directo del laboratorio clínico en el diagnóstico y seguimiento de patologías. Por ejemplo, en los coprocultivos se logró identificar

Salmonella y *Shigella* con el apoyo de medios diferenciales como XLD y SS; mientras que los exudados faríngeos permitieron detectar *Streptococcus pyogenes* por sus características hemolíticas en agar sangre. Los hemocultivos, por su parte, se sembraron en frascos estériles y luego en medios sólidos para la identificación de bacteriemias. Estas acciones, realizadas bajo la supervisión del personal del hospital, permitieron garantizar la trazabilidad y validez de los resultados.

El desempeño del laboratorio durante este periodo fue eficiente: se procesó un número elevado de muestras, con un índice bajo de rechazo, y se observaron patrones microbiológicos congruentes con las patologías más comunes en el ámbito hospitalario. La sistematización del trabajo y la correcta aplicación de las técnicas mejoraron no solo la calidad del servicio, sino también la preparación del estudiante frente a su ejercicio profesional futuro.

7.0 Conclusiones

La realización del servicio social en el Hospital Regional “20 de Noviembre” del ISSSTE permitió al estudiante integrar conocimientos teóricos con habilidades prácticas en un entorno clínico real, consolidando así su formación como profesional en el área de laboratorio clínico. Entre las principales conclusiones se destacan:

Se adquirió y perfeccionó el manejo de técnicas esenciales en microbiología, bioquímica clínica y virología, aplicando procedimientos estandarizados con enfoque en la calidad y bioseguridad.

La participación activa en el procesamiento e identificación de muestras clínicas fortaleció la capacidad diagnóstica y el criterio analítico del estudiante, favoreciendo la interpretación de resultados en relación con el contexto clínico del paciente.

La colaboración en el flujo de trabajo del laboratorio contribuyó directamente a la generación de datos confiables que respaldan decisiones médicas, mejorando la atención y el seguimiento de los pacientes.

El bajo índice de rechazo de muestras y la correcta aplicación de pruebas confirman la competencia técnica alcanzada, así como el cumplimiento de normas oficiales y estándares de calidad institucionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Caycedo Lozano, Liliana, Ramírez, Lucía Constanza Corrales, & Suárez, Diana Marcela Trujillo. (2021). *Las bacterias, su nutrición y crecimiento: una mirada desde la química*. Nova, 19(36), 49-94. Epub January 17, 2021. <https://doi.org/10.22490/24629448.5293>
- Corrales L., Ávila. S., Estupiñán. M., *Bacteriología Teoría y Práctica*. Bogotá- Colombia: Editorial Universidad Colegio Mayor De Cundinamarca; 2013.
- Fernández, L., & Rivas, M. (2019). *Diagnóstico de infecciones virales en laboratorios clínicos*. **Revista de Virología Clínica**, 12(3), 87-95.
- García, P., López, A., & Núñez, C. (2020). *Procedimientos de extracción de muestras sanguíneas y su importancia en el diagnóstico clínico*. **Revista Internacional de Bioquímica Clínica**, 14(2), 122-129.
- González, R., Martínez, S., & Herrera, J. (2019). *Innovaciones en técnicas microbiológicas: un análisis de su impacto en la microbiología clínica*. **Journal of Clinical Microbiology Innovations**, 3(4), 345-362.
- González, T., Morales, H., & Núñez, P. (2020). *Avances en la micología clínica y su impacto en el diagnóstico de enfermedades fúngicas*. **Journal of Clinical Mycology**, 5(1), 112-119.
- Hernández, J., Rodríguez, L., & Sánchez, P. (2022). *Técnicas de siembra y cultivo en microbiología clínica*. **International Journal of Microbiological Techniques**, 8(1), 33-47.
- Secretaría de Salud. (2002). **NOM-087-ECOL-SSA1-2002. Protección ambiental. Residuos peligrosos biológico-infecciosos. Clasificación y especificaciones de manejo**. Diario Oficial de la Federación.
- Forbes, B. A., Sahm, D. F., & Weissfeld, A. S. (2016). **Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology** (14.^a ed.). Elsevier.
- Tietz, N. W. (2018). **Fundamentals of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics** (8.^a ed.). Elsevier.
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). (2023). **Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; 33rd Informational Supplement. CLSI document M100**.
- Jenkins, A., & Williams, M. (2020). *The role of mass spectrometry in clinical microbiology*. **Clinical Microbiology Review**, 12(4), 299-312.