



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Unidad Xochimilco

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

LICENCIATURA EN QUÍMICA FARMACÉUTICA BIOLÓGICA

Proyecto de Servicio Social

Desarrollo de Manual para el trabajo del profesional de QFB en un Laboratorio Clínico

Presenta:

Palafox Alvarez Gloria Guadalupe

Matrícula: 2183026728

Asesor Externo: M. en C. Israel Parra Ortega. Jefe del Dpto. Clínico

No. de cédula: 12826504

Asesor Interno: Dra. Norma Angélica Noguez Méndez. Coordinadora de la Lic. QFB

No. Eco. 17902

Lugar de realización:

Hospital Infantil de México "Federico Gómez"

Fecha de inicio: 17 de octubre del 2022

Fecha de termino: 17 de abril del 2022

1. Introducción

El perfil de egreso de un alumno de la UAM Xochimilco en la carrera de Química Farmacéutica Biológica describe que, al finalizar la carrera, el alumno cuenta con los conocimientos necesarios para ejercer en el campo laboral de la Industria Farmacéutica, sin embargo, a lo largo de la carrera profesional también adquiere aptitudes que le facilitan su introducción a otros campos como lo es el Laboratorio Clínico dentro de un hospital.

La UAM Xochimilco es conocida por su sistema modular y por la interdisciplinariedad que logra relacionar las diferentes carreras que imparte, además de preparar a los alumnos para enfrentarse a los problemas actuales de la sociedad. Uno de ellos, es la situación de la salud en México, en donde se sabe que hay una demanda muy alta, por lo que cada vez se requiere ampliar al personal de la salud y capacitarlo.

Por ello, el presente trabajo tiene como finalidad servir como apoyo e instruir a los estudiantes de la licenciatura en Química Farmacéutica Biológica para la realización de servicio social en un laboratorio clínico, para que relacione y aplique el conocimiento adquirido en la carrera y se involucre y sea reconocido en el área de la salud en México.

2. Objetivos

2.1. General

Elaborar un manual en el área de los análisis clínicos con las técnicas utilizadas que sirva como apoyo a los estudiantes de la licenciatura en Química Farmacéutica Biológica para la realización de servicio social en un laboratorio clínico.

2.2. Específicos

- Conocer la estructura y los contenidos que deben desarrollarse en un manual.
- Realizar una búsqueda bibliográfica sobre las áreas y técnicas utilizadas en el laboratorio clínico del Hospital Infantil de México “Federico Gómez”.
- Registrar en una bitácora las actividades desarrolladas en cada una de las áreas del laboratorio clínico del Hospital Infantil de México “Federico Gómez”.

3. Marco Institucional del Hospital Infantil de México “Federico Gómez”

3.1. Misión

Proporcionar atención médica de alta especialidad con seguridad y calidad a los niños, formar recursos humanos y llevar a cabo investigación científica de excelencia.

3.2. Visión

Ser, en el mediano plazo, un referente internacional en la asistencia, enseñanza e investigación pediátrica.

3.3. Compromiso social

Mantener a la Institución como un centro de conocimientos mediante la investigación biomédica para impulsar el avance de la pediatría, así como la formación de recursos humanos de alta calidad capaces de desarrollar investigaciones, además de proporcionar atención médica de alta especialidad en la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades de la población infantil sin seguridad social y por lo tanto, con los más bajos recursos socioeconómicos.

4. Marco teórico

4.1. Bioseguridad

De acuerdo con la OMS (2019), la bioseguridad es el conjunto de normas y medidas preventivas destinadas a proteger la salud de las personas frente a riesgos biológicos, físicos, químicos y radioactivos, además de la protección del medio ambiente. La bioseguridad presenta un enfoque estratégico que, mediante la implementación de técnicas, principios y prácticas apropiadas (desde el lavado de manos hasta el desecho de los residuos), permiten prevenir la exposición involuntaria a agentes químicos, físicos, patógenos y tóxicos. Se entiende que la bioseguridad es una doctrina de comportamiento que promueve el manejo responsable durante la manipulación tanto de agentes patógenos o infecciosos como de sustancias y residuos.

4.2. Flebotomía

La flebotomía es la extracción de sangre, ya sea por venopunción o punción arterial o capilar. Actualmente, es utilizada constantemente en el campo clínico para comprender lo que sucede con el paciente mediante pruebas clínicas de laboratorio y poder mejorar el diagnóstico, y con ello, dar un tratamiento adecuado. Es una práctica antigua que, hasta el día de hoy, ha mejorado con la invención de nuevas técnicas y equipos, incluso con el conocimiento de la anatomía humana y los de punción más adecuados para llevarla a cabo (Srikanth y Lotfollahzadeh, 2022).

Existen diferentes técnicas, pero las dos más utilizadas son por goteo (sistema abierto) y el método de vacío (cerrado), en el cual se utilizan agujas y tubos especiales. En este

caso, nos centraremos en estas dos ya que fueron las técnicas que se utilizan para pacientes pediátricos en el HIMFG.

4.2.1. Sistema cerrado

Es un método de extracción sanguínea utilizado en pacientes en los cuales las venas del antebrazo se consideran aptas para esta técnica, en donde factores como el grosor, la dirección y la profundidad de la vena son evaluados. Para esta técnica, se utiliza una aguja especial para sistema de vacío, un adaptador y tubos de recolección que extraen la sangre mediante succión por vacío al ser conectados al sistema (OMS, 2010).

4.2.2. Sistema Abierto

Se recomienda utilizar el sistema abierto en pacientes pediátricos siempre que la toma de muestra se vaya a realizar a partir de una vena de la mano; también en caso de que la vena a puncionar en el antebrazo sea delgada y se considere que podría colapsar con el sistema de vacío.

Esta técnica se realiza empleando una aguja de calibre adecuado, colocándola de forma que la parte inferior (caño, pabellón o cubo de la aguja) esté cerca de la boca del tubo de recolección, evitando que lo toque por completo para evitar la contaminación por arrastre de los aditivos. Con el bisel de la aguja, se procede a puncionar la vena seleccionada y se hacen los ajustes necesarios en el ángulo en caso de que el flujo de la sangre no sea el adecuado (OMS, 2010).

4.2.3. Química clínica

Es un área dentro del laboratorio clínico que comprende una actividad analítica central y primordial que concierne a la composición química de materiales y elementos biológicos como sangre, orina, células, tejidos, órganos, secreciones, excreciones, etc., necesaria para el diagnóstico, pronóstico, tratamiento y control del tratamiento de la enfermedad. Dentro de esta área, se analizan los valores de ciertos analitos como glucosa, electrolitos, lípidos y proteínas, entre otros, los cuales se reportan de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y se emiten alertas si estos no están dentro de los rangos normales (Sánchez, 2017).

4.3. Bacteriología

La bacteriología o microbiología clínica estudia los microorganismos responsables de las principales enfermedades infecciosas en los humanos. Estas enfermedades, causadas

principalmente por agentes infecciosos como bacterias y hongos, pueden ser graves, por lo que es importante detectarlas a tiempo para poder dar un tratamiento adecuado, o bien, prevenirlas y tomar las medidas adecuadas para evitar que se propaguen, ya que muchas veces son transmitidas por alimentos o agua contaminados y de fácil contagio (Departamento de Microbiología y Parasitología, 2019).

4.3.1. Medios de cultivo

El objetivo de los medios de cultivo es crear un ambiente propicio para el crecimiento de los microorganismos, simulando las condiciones lo más parecidas posibles a las naturales para asegurar el apropiado funcionamiento de la maquinaria enzimática de los microorganismos. Implica un balance entre los componentes, como pueden ser nutrientes y factores de crecimiento requeridos por cada microorganismo en partículas. Actualmente, se ha desarrollado una variedad de medios de cultivo con diferentes propósitos y uso, de acuerdo con las necesidades de cada microorganismo. Por su estado, se pueden clasificar en sólidos, semisólidos y líquidos (Gómez y Batista, 2006). Los principales medios utilizados en bacteriología se describen a continuación:

4.3.1.1. Agar McConkey

Medio utilizado para el aislamiento de bacilos Gram negativos de fácil desarrollo, aerobios y anaerobios facultativos, además de especies de la familia Enterobacteriaceae. Las peptonas aportan los nutrientes necesarios para el desarrollo bacteriano, la lactosa es el carbohidrato fermentable y las sales biliares y el cristal violeta son los agentes selectivos que inhiben la flora Gram positiva. Debido a la fermentación de la lactosa, el pH disminuye alrededor de la colonia, produciendo un viraje del color rojo (BritaniaLab, 2021).

4.3.1.2. Agar CLED

Es el medio utilizado por excelencia en el procesamiento de urocultivos. Permite el desarrollo de la mayoría de los patógenos urinarios y previene el desarrollo invasor de *Proteus* spp. Es un medio deficiente en electrolitos, en donde la peptona, el extracto de carne y la tripteína aportan los nutrientes, la lactosa es el carbohidrato fermentable, la L-cistina es el agente reductor y el azul de bromotimol es el indicador de pH. Las cepas que fermentan la lactosa acidifican el medio y éste vira de verde a amarillo (Britania Lab, 2011).

4.3.1.3. Agar Sangre

Medio de cultivo utilizado para aislar numerosos microorganismos, permitiendo incluso el crecimiento de microorganismos exigentes y la visualización de reacciones de hemólisis debido a la suplementación de sangre ovina. La alfa hemólisis es la lisis parcial de los eritrocitos, la beta hemólisis se considera una lisis total y la gamma hemólisis es cuando no hay presencia de hemólisis; las tres se pueden observar debido al halo que producen alrededor de las colonias (Britania Lab, 2021).



Figura 1. Hemólisis en agar sangre.

4.3.1.4. Agar SS

Es un medio de cultivo selectivo y diferencial utilizado para el aislamiento de *Salmonella* spp. y de algunas especies de *Shigella* spp. La pluripeptona y el extracto de carne aportan los nutrientes, las sales biliares y el verde brillante inhiben el desarrollo de varias bacterias Gram positivas, de la mayoría de coliformes y el desarrollo invasor de *Proteus* spp. La lactosa es el carbohidrato fermentable, el tiosulfato de sodio permite la formación de SH₂ que se evidencia por la formación de sulfuro de hierro y el rojo neutro es el indicador de pH. En el caso de producción de ácido sulfhídrico, se presentan colonias con centro negro (Britania Lab, 2021).

4.3.1.5. Agar Chocolate

Medio de cultivo que permite el crecimiento de microorganismos exigentes como Streptococcus, Haemophilus y Neisseria, debido a la presencia de peptona, tripteína, extracto de levadura, de corazón y almidón. El agregado de sangre y determinados suplementos aportan nutrientes, vitaminas y minerales adicionales (Britania Lab, 2021).

4.3.1.6. Agar Mueller Hinton

Medio de cultivo nutritivo no selectivo que promueve el desarrollo microbiano. Es recomendando por el Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) para ser utilizado en la realización de antibiogramas en medio sólido debido a que presenta buena reproducibilidad lote a lote en las pruebas de sensibilidad, su contenido en inhibidores de sulfonamidas, trimetoprima y tetraciclina es bajo, la mayoría de los patógenos microbianos crece satisfactoriamente y una gran cantidad de datos adicionales que han sido evaluados y avalados usando este medio de cultivo. Cuando se suplementa con sangre de carnero al 5%, permite realizar las pruebas de sensibilidad a los antimicrobianos en especies de estreptococos. También, con el agregado de sangre puede utilizarse para el cultivo y aislamiento de microorganismos nutricionalmente exigentes (Britania Lab, 2020).

4.4. Onco-hematología e histocompatibilidad

El área de Onco-hematología e histocompatibilidad es un área especial del HIMFG en la cual se realizan diversos procedimientos y técnicas orientadas para el diagnóstico de diferentes tipos de leucemia, la compatibilidad entre donador-receptor en el trasplante renal y de células progenitoras hematopoyéticas y el seguimiento postrasplante de los injertos. Para entender un poco más sobre esta área, se requieren conocimientos previos de biología molecular y genética, principalmente.

4.4.1. Complejo Mayor de Histocompatibilidad

El complejo mayor de histocompatibilidad (MHC por sus siglas en inglés, “major histocompatibility complex”) es una región genética formada por un conjunto de genes polimórficos, alineados en una región grande y continua del genoma que se encuentra en todos los mamíferos, con modificaciones que varían de una especie a otra. En el caso del ser humano, se le conoce como sistema de antígenos leucocitarios humanos (HLA, del inglés “human leukocyte antigens”) (Trujillo et al., 2018).

El sistema HLA se localiza en el brazo corto del cromosoma 6 y comprende un grupo de genes relacionados funcionalmente que se expresan principalmente en células nucleadas. Existen tres regiones: clase I (región más telomérica en donde se ubican los genes de clase I A, B y C), clase II (se localizan cerca del centrómero y se localizan tres locus principales que son DP, DQ y DR) y clase III (se ubica entre las regiones I y II, se encuentra un grupo heterogéneo de genes que codifican a varias proteínas secretadas con funciones inmunes e inflamatorias) (Trujillo et al., 2018).

Si bien entender el sistema HLA es complejo y extenso, se puede resumir en que estos antígenos de histocompatibilidad son polimórficos y se heredan como caracteres autosómicos codominantes, es decir, un individuo hereda un JNA de un cromosoma materno y de uno paterno en forma de haplotipo. Estas moléculas de histocompatibilidad se estudian por su importancia en las reacciones de rechazo de tejidos trasplantados entre individuos de la misma especie, teniendo un impacto en la inducción y regulación de la respuesta inmune, así como de las diferenciaciones entre lo propio y lo ajeno (Trujillo et al., 2018).

4.4.2. Translocaciones

Una traslocación cromosómica es un evento catastrófico a nivel genoma que implica un intercambio entre dos fragmentos de dos cromosomas, el cual puede ser balanceado (no se pierde ni se aumenta el material cromosómico, los portadores de esta translocación puede tener fenotipos normales pero problemas de esterilidad) o desbalanceado (si existe una pérdida o aumento del material cromosómico, por lo que repercute en el fenotipo del individuo de forma variable dependiendo los segmentos cromosómicos implicados) (Roukos y Misteli, 2014).

4.4.3. Reacción en cadena de la polimerasa (PCR)

La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) es una reacción enzimática in vitro que amplifica millones de veces una determinada secuencia de ADN durante varios ciclos repetidos. Esta reacción aprovecha la actividad de la enzima ADN polimerasa de sintetizar naturalmente el ADN celular para obtener millones de copias de una secuencia blanco de ADN. Usualmente se utiliza ADN genómico como sustrato, pero también se puede utilizar ADN complementario (ADNC) proveniente del ARN mensajero; en este caso, la PCR recibe el nombre de PCR de transcripción inversa (RT-PCR). Los elementos

importantes en la reacción son el molde (ADN o ADNc), la enzima, los oligonucleótidos o primers, los desoxirribonucleótidos trifosfatados (dNTP's: adenina, timina, citosina y guanina), el ion magnesio Mg^{+} , una solución amortiguadora o buffer y H_2O , actualmente, se venden kits que en un mix de solución contienen todos los elementos en las cantidades específicas para llevar a cabo la reacción, además de equipos llamados termocicladores que están diseñados para establecer las condiciones de temperatura y tiempos necesarios para cada una de las etapas de la PCR, las cuales son:

- **Desnaturalización:** Las cadenas de ADN son calentadas y separadas a una temperatura de $95^{\circ}C$ durante 20-30 s, dependiendo de la secuencia del templado. Si la cantidad de G-C es alta, será necesario más tiempo para romper el triple enlace que une estas bases, en comparación con la unión A-T, que está formada por un doble enlace.
- **Hibridación:** Los primers se alinean al extremo 3' del templado e hibridan con su secuencia complementaria. La temperatura melting (T_m) generalmente oscila entre $50-60^{\circ}C$ para llevar a cabo la formación del complejo templado-primers (Tamay de Dios, Ibarra y Velasquillo, 2013).
- **Extensión:** En esta etapa, la Taq polimerasa (enzima ADN polimerasa utilizada para llevar a cabo la PCR, proveniente de la especie *Thermus aquaticus* debido a su termoestabilidad) actúa sobre el complejo formado previamente y empieza su actividad catalítica a una velocidad muy rápida, agregando los dNTP's complementarios para crear las cadenas completas de ADN en una dirección 5' a 3'. La temperatura óptima es de $72^{\circ}C$ para que la enzima sea funcional. Al final del ciclo, se habrán formado los amplicones con el tamaño determinado por el número total de pares de bases requerido (Tamay de Dios, Ibarra y Velasquillo, 2013).

4.4.4. Quimerismo

Si bien el concepto de quimerismo aún no está bien esclarecido en el campo científico, tiene sus antecedentes históricos. La quimera de Arezzo es una estatua que se encuentra en Italia, y representa un monstruo "con cabeza de león, cuerpo de cabra y cola de serpiente", por lo que, aplicado en el área de los trasplantes de órganos, "un paciente trasplantado se convierte en una quimera porque posee órganos de dos seres vivos

genéticamente diferentes: el receptor y el donador” (Ruiz-Argüelles et al., 2004). Actualmente, dentro del espectro del quimerismo, se refiere a su dinámica en función de si el porcentaje de células del receptor aumenta, disminuye o se mantiene estable, monitoreando al paciente después de un trasplante (Navarro, 2019).

4.4.5. Electroforesis

El siguiente paso de una PCR es visualizar y analizar los amplicones a través de una electroforesis en geles de agarosa. Esta técnica consiste en la separación de grandes moléculas como los ácidos nucleicos de acuerdo con su tamaño y carga eléctrica a través de una matriz sólida que funciona como un filtro. Esta separación se hace bajo un buffer o tampón que puede ser TAE (tris-acetato-EDTA) o TBE (tris-borato-EDTA). Debido a la carga negativa que el grupo fosfato les proporciona a los ácidos nucleicos, durante la electroforesis, éstos migran hacia el polo positivo (Tamay de Dios, Ibarra y Velasquillo, 2013).

Para preparar el gel, se diluye una determinada cantidad de agarosa en el buffer, se calienta hasta llegar al punto de ebullición y se vacía en un recipiente especial para que se solidifique y se formen los pocillos. También se le agrega bromuro de etidio, una molécula intercalante que se une al ADN de doble cadena y, al ser excitado con luz UV, emite una señal que permite la visualización de los amplicones en forma de bandas. Este compuesto es teratógeno y mutagénico, por lo que debe manipularse con mucho cuidado bajo una campana (Tamay de Dios, Ibarra y Velasquillo, 2013).

La muestra amplificada debe cargarse en cada pocillo del gel, además de ser cargados con un marcador molecular para facilitar la identificación de los amplicones y conocer su tamaño, el cual está dado por el número de pares de bases del amplicón (Tamay de Dios, Ibarra y Velasquillo, 2013).

Finalmente, la visualización de los amplicones se lleva a cabo tomando una foto digital al gel de agarosa expuesto a la luz UV con ayuda de un software especializado que comúnmente viene incluido en los equipos utilizados para interpretar los resultados (Tamay de Dios, Ibarra y Velasquillo, 2013).

4.4.5 Prueba cruzada

Es una prueba que sirve para detectar anticuerpos anti-HLA preformados en contra de las células del donador, presentes en el suero del receptor. El objetivo de esta prueba es

evitar un rechazo hiperagudo o una pérdida temprana del injerto. Si la prueba cruzada es positiva, contraindica la realización del trasplante (de Leo-Cervantes, 2005).

La prueba cruzada es uno de los procedimientos más importantes en el trasplante de órganos, principalmente en el renal. La manera más efectiva para confirmar un resultado es positiva, es tratar el suero del receptor con un agente reductor como el ditiotreitól (DTT), ya que inactiva los anticuerpos tipo IgM que no tienen relevancia durante el trasplante, pero pueden dar un falso positivo (de Leo-Cervantes, 2005).

5. Bitácora

Una bitácora es un cuaderno en el que se reportan los avances, observaciones, detalles, notas, cambios y resultados preliminares de un proyecto de investigación, tratando de reunir los elementos importantes del fenómeno a estudiar. Su uso es rápido, visual, narrativo y sencillo, muchas veces carece de orden y prolijidad debido a que es escrito al momento. Es una especie de borrador utilizado como una herramienta informativa con orden cronológico de acuerdo con el avance del proyecto (Vera, s.f.).

De acuerdo con Raúl Alva (2007), “la bitácora es el diario de trabajo” y su elaboración es un paso imprescindible en el transcurso de una investigación.

5.1. Estructura de la bitácora

Una bitácora puede contener diferentes secciones ya que su estructura depende de lo que el investigador considere importante, pero Martínez (s.f.) propone el siguiente orden:

- a) Portada: Nombre del investigador, laboratorio/lugar, fecha de inicio, nombre del proyecto/actividad.
- b) Tabla de contenido: índice enumerado para revisiones posteriores.
- c) Experimentos: Es la parte medular de la bitácora, todas las páginas deben indicar el nombre del experimento, la fecha, hora, lugar y nombre de quienes participan en el experimento, además de las variables, anotaciones, detalles y observaciones importantes. Su narrativa debe escribirse en primera persona y con un lenguaje simple.
- d) Objetivo, metas o propósito: Se debe explicar la razón para realizar el experimento y qué se busca.

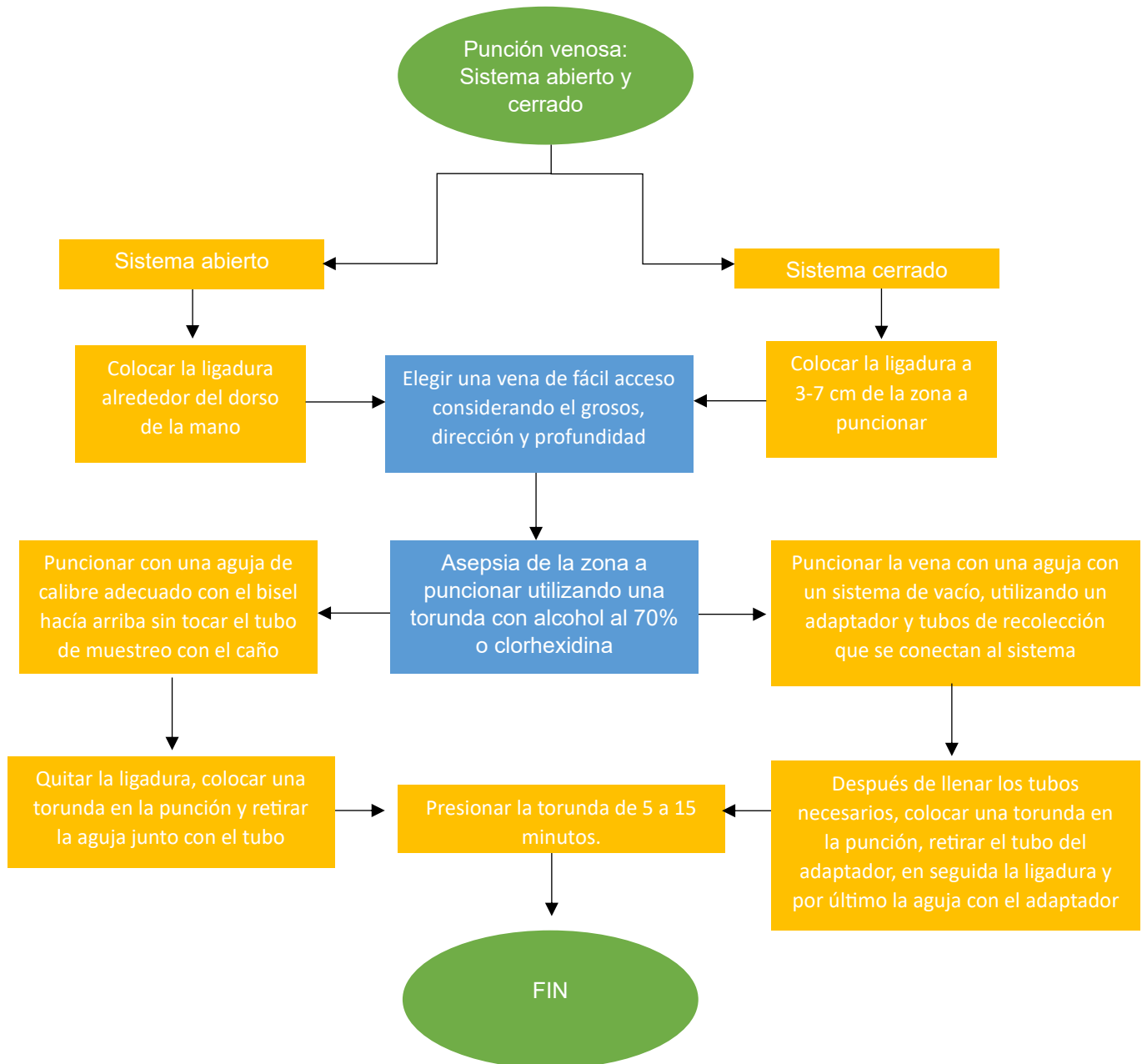
- e) Metodología: Es necesario escribir de forma detallada el procedimiento para realizar el experimento, además de los materiales, equipos, guías y cálculos utilizados.
- f) Resultados: Deberán contener las tablas, gráficas y figuras obtenidas según sea el caso.
- g) Conclusiones: Es un resumen de todo lo aprendido, demostrado y descubierto durante el experimento.

6. Descripción de las actividades realizadas

Las siguientes técnicas se describen de forma breve debido a que los procedimientos son exclusivos del Hospital Infantil de México "Federico Gómez", ya que fueron desarrollados por personal del lugar. De igual forma, estas técnicas pertenecen a las áreas de Química Clínica, Bacteriología y Onco-hematología e histocompatibilidad, pues fueron las áreas de rotación durante un periodo de 6 meses.

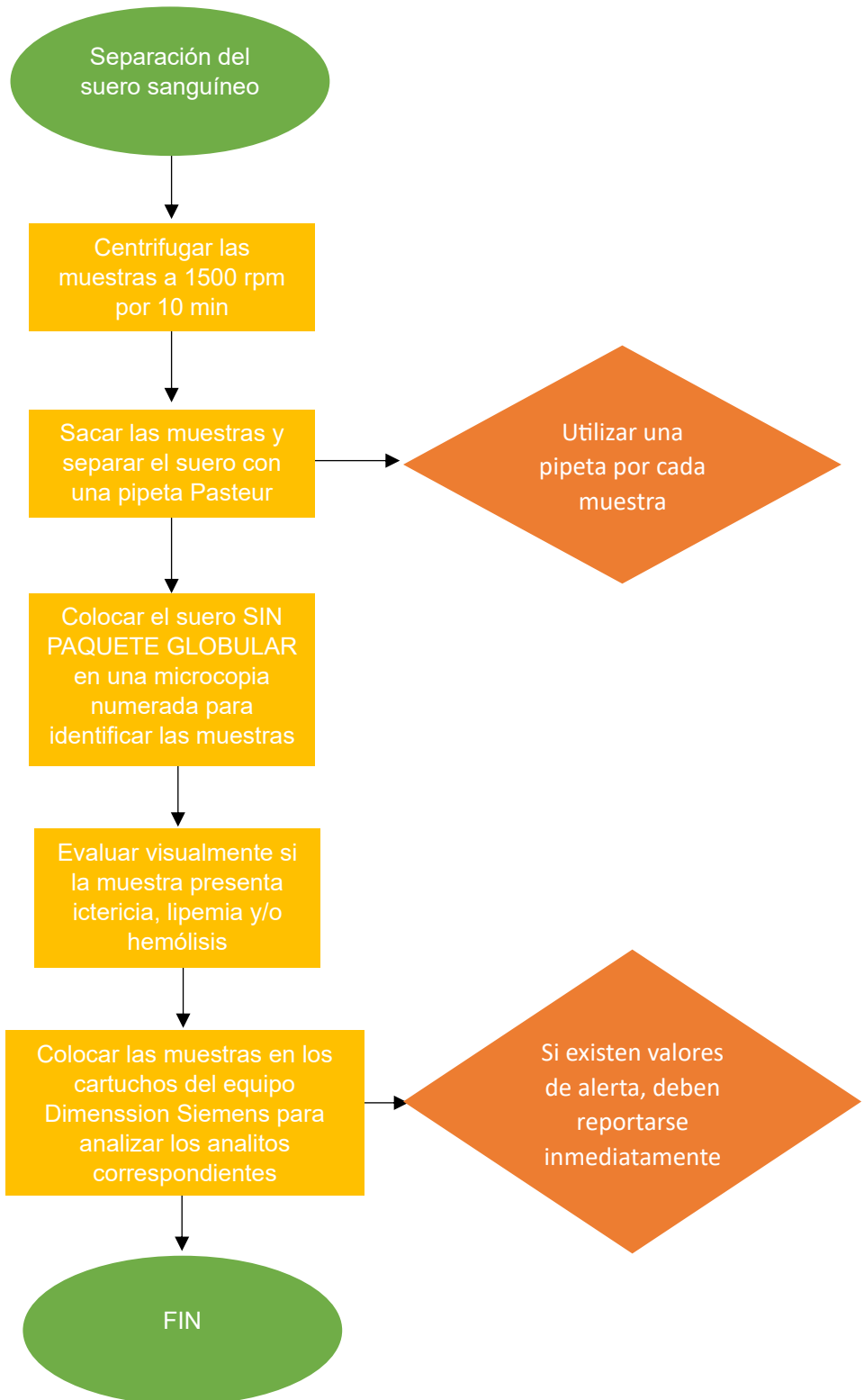
6.1. Flebotomía

6.1.1. Técnicas de punción: Sistema abierto y cerrado



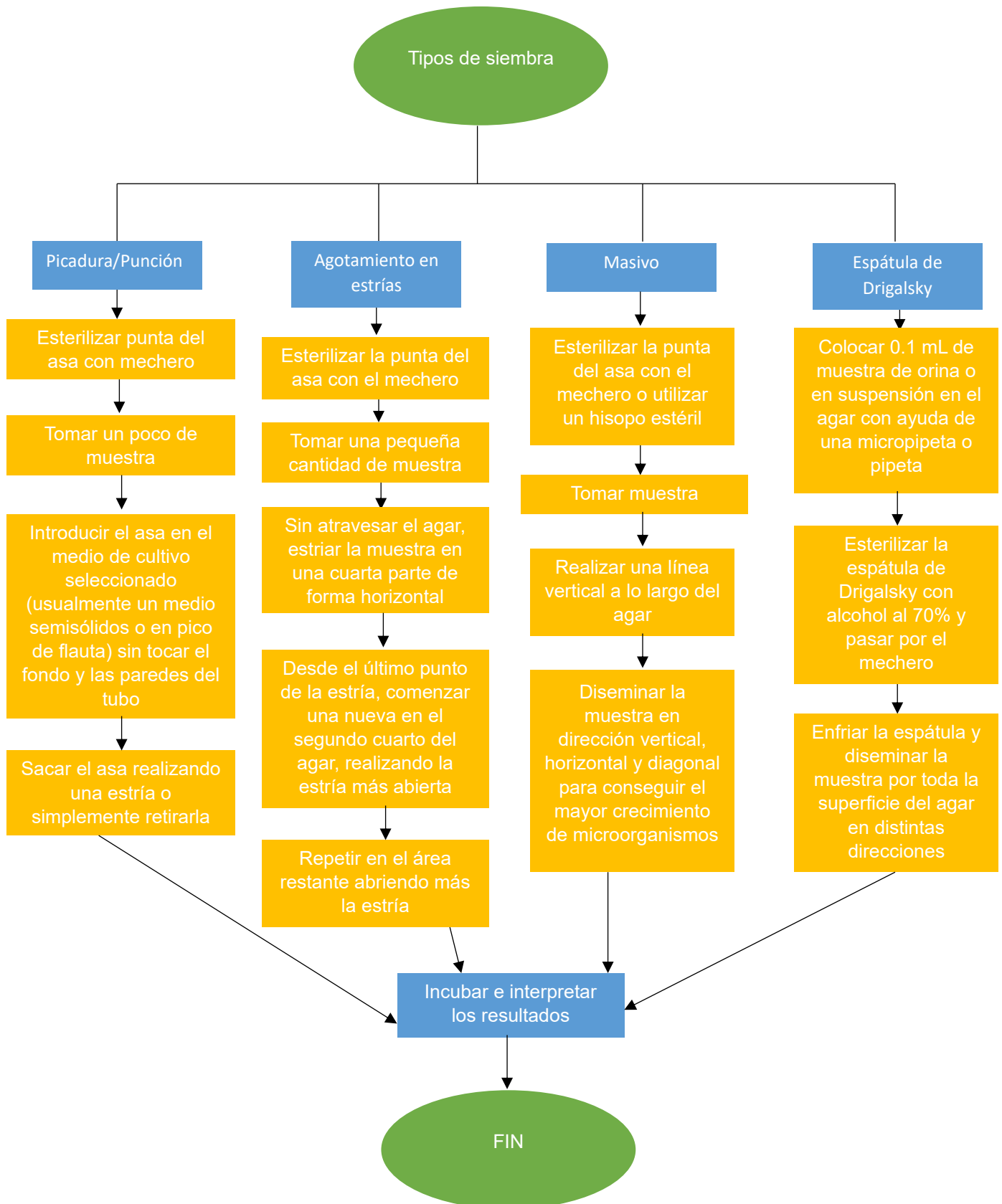
6.2. Química Clínica

6.2.1. Separación del suero sanguíneo

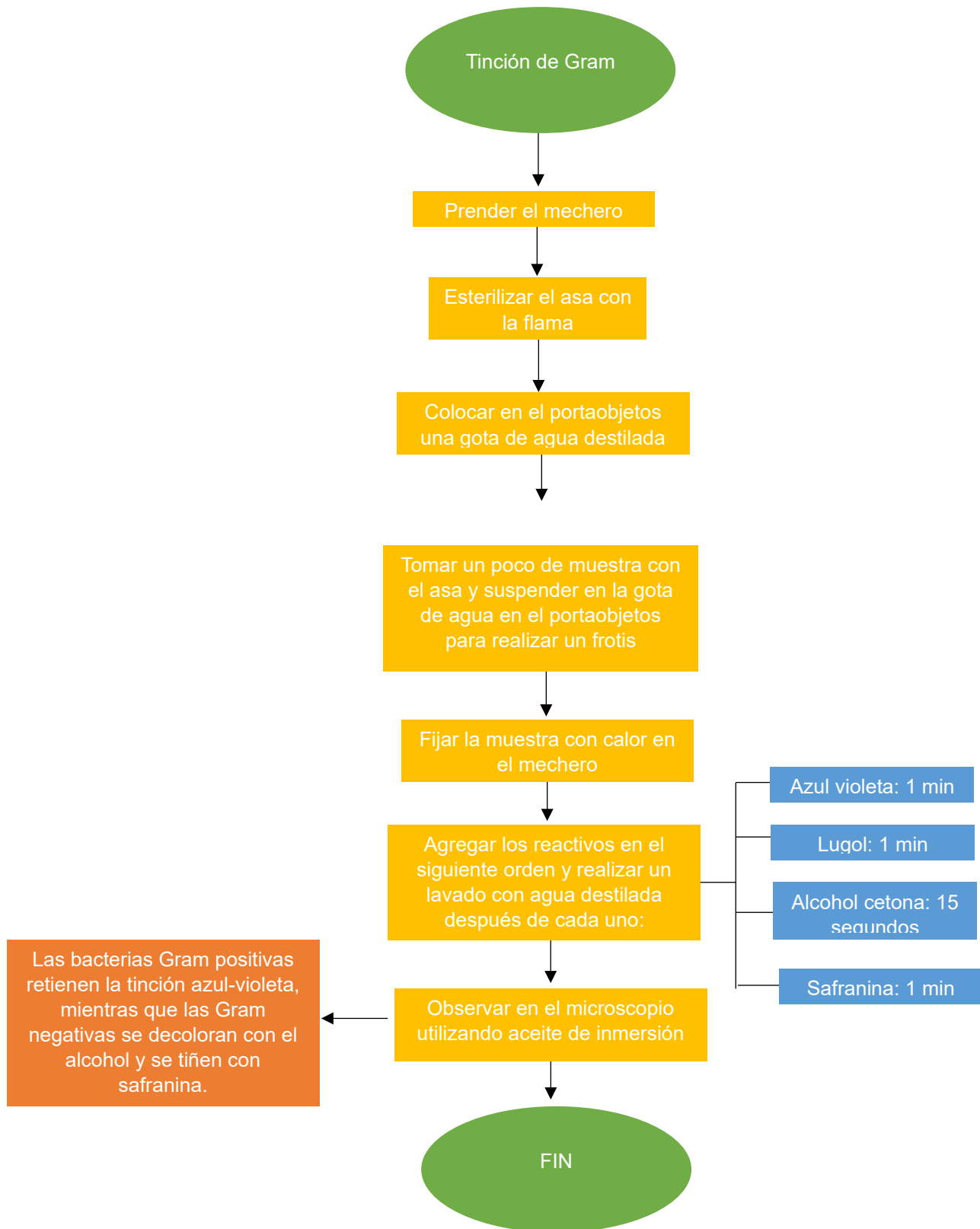


6.3. Bacteriología

6.3.1. Tipos de siembra

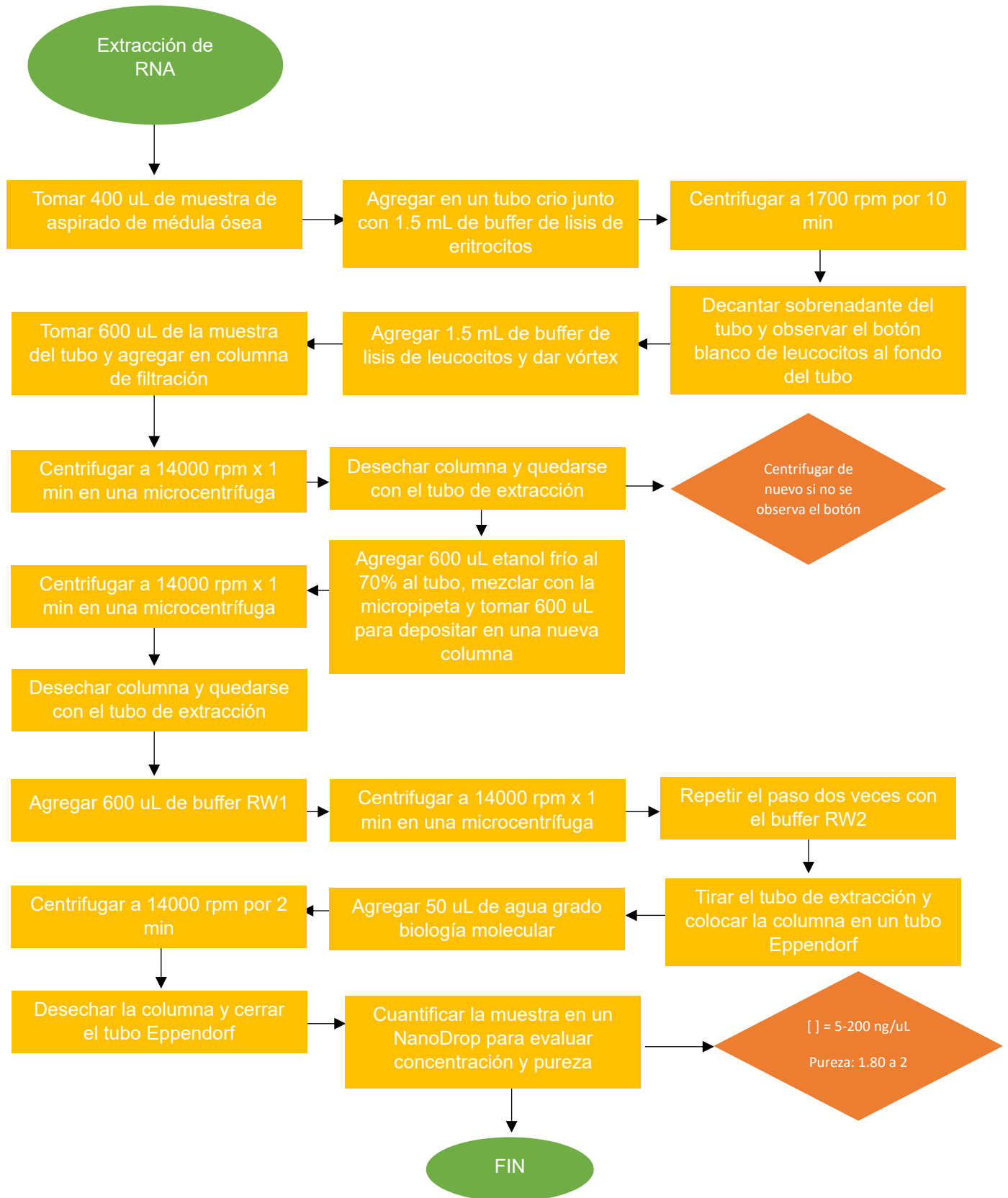


6.3.2. Tinción de gram

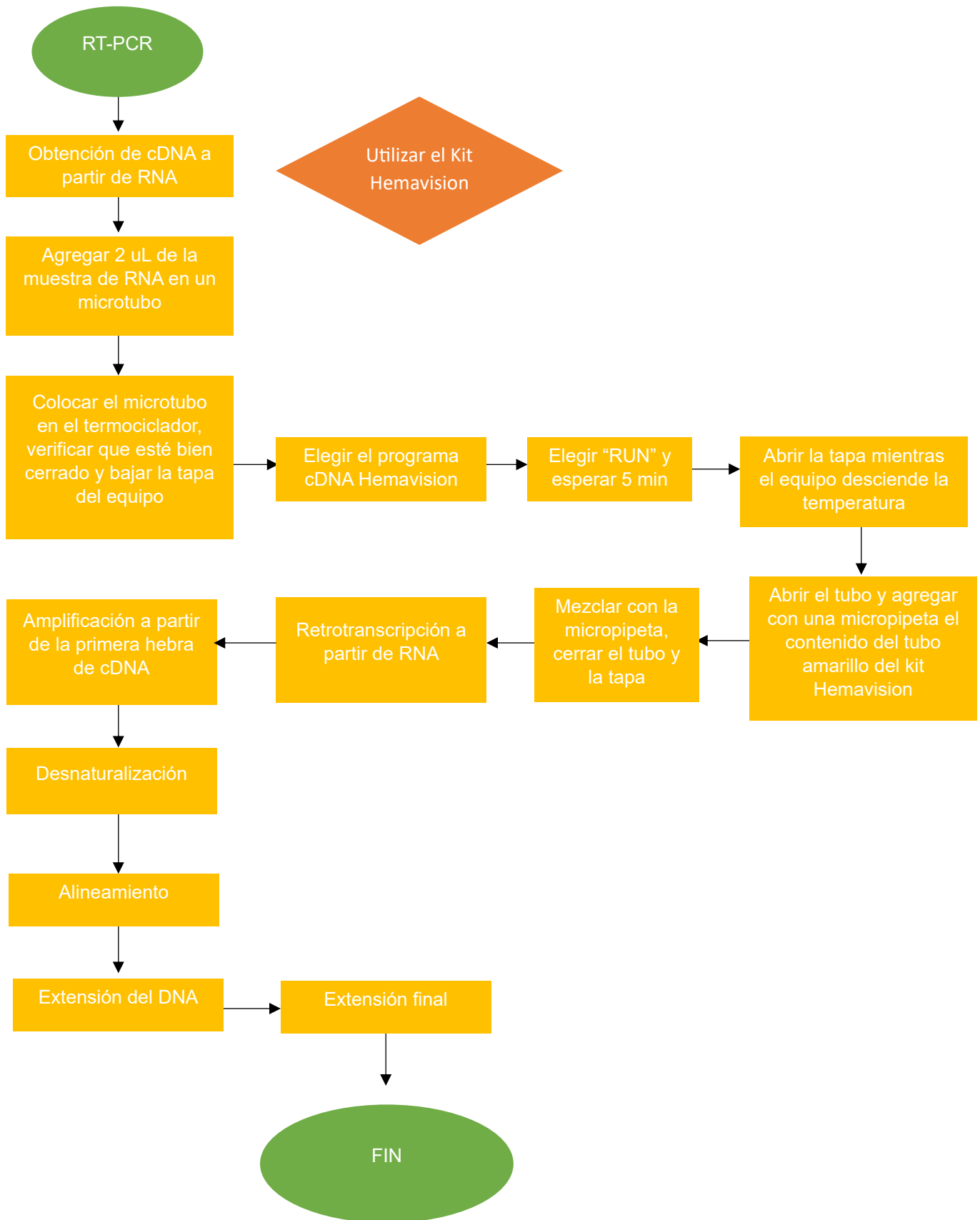


6.4. Onco-hematología e histocompatibilidad

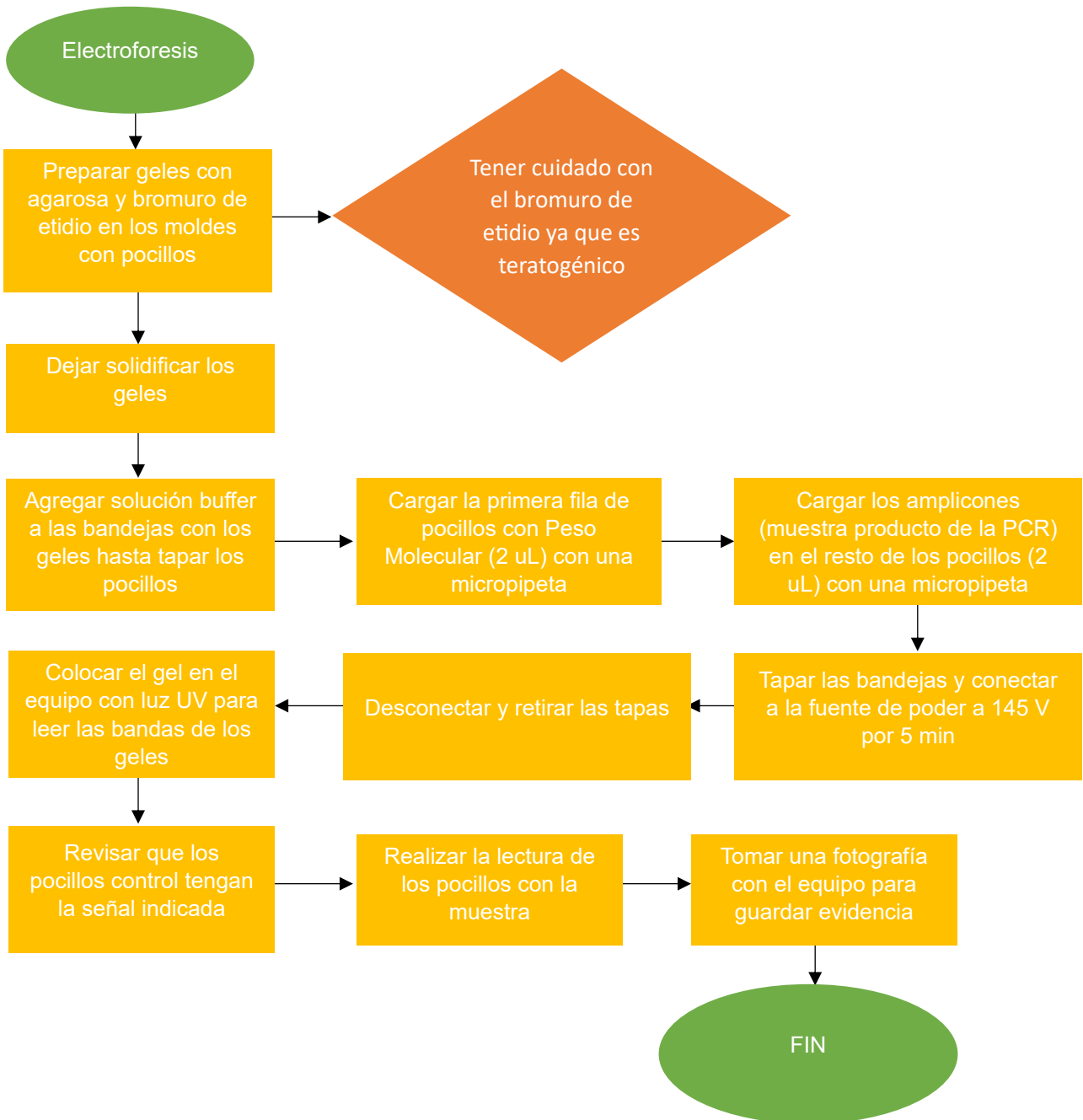
6.4.1. Extracción de RNA



6.4.2. Reacción en cadena de la Polimerasa



6.4.3. Electroforesis



6.5. Áreas

Las áreas de rotación fueron Química clínica, Bacteriología y Onco-hematología e histocompatibilidad, cumpliendo con un periodo de 6 meses en total.

6.6. Flebotomía

En un horario de 6:30 am a 8:00 am, di apoyo a los flebotomistas durante la toma de muestra sanguínea.

6.7. Fase preanalítica

En cada área apoyé con el control de calidad y revisión de las muestras, la recepción y revisión de documentos, además del registro en bitácoras, todo esto con la finalidad de asegurar la confiabilidad y veracidad de los resultados del paciente.

6.8. Equipos utilizados

Los equipos que utilicé durante la estadía fueron:

- Vitek MS
- MALDI-TOF
- Bact Alert
- Termociclador
- Rotor-Gene
- Qubit
- NanoDrop
- QiaCube
- Luminex

6.9. Cursos

Gracias a los programas de apoyo del hospital, tuve la oportunidad de asistir a varias conferencias y cursos de actualización, tanto en línea como presencia. Algunos de ellos fueron:

- Curso de Bacteriología Diagnóstica
- Actualización en toma de muestra
- Curso de Parasitología Diagnóstica
- Bioseguridad y residuos CRETI
- Tamiz Neonatal

6.10. Difusión científica

Tuve sesiones estudiantiles los jueves de cada mes para debatir temas científicos, exposiciones y artículos del hospital, además de la presencia de diversos ponentes expertos en diferentes temas. De igual forma, fui pionera en la difusión científica a través de plataformas digitales como TikTok (@labclinhimfg), ya que creamos cápsulas y vídeos informativos acerca de las actividades que se realizan en un laboratorio clínico. Además, en conjunto con compañeros y en coordinación del jefe departamental Israel Parra Ortega y la Dra. Carmen Gómez de León, se realizó un artículo científico que próximamente será publicado en una revista científica.

7. Objetivos y metas alcanzados

Durante la estadía en el Hospital Infantil de México “Federico Gómez”, cumplí los objetivos establecidos en el presente trabajo. Registré las actividades realizadas en una bitácora, además de describir las técnicas de laboratorio utilizadas y su fundamento para que sirva como una guía para los futuros prestadores de servicio social en un laboratorio clínico de tercer nivel, sobre todo en estas áreas.

8. Conclusión

Los conocimientos adquiridos gracias al plan de estudios de la carrera de QFB en la UAM Xochimilco son aplicables en el campo clínico, no sólo en la industria farmacéutica, ya que nos dan las bases para entender determinados conceptos y teoría particular del área del laboratorio clínico. Además, el sistema modular característico de la Unidad orienta al alumno en el deber ser de la investigación, a recolectar información y a buscar soluciones ante dudas y problemas, lo que es de gran ayuda y soporte para que el egresado se desarrolle en un campo que no domina del todo.

9. Recomendaciones

- Investigar las técnicas utilizadas para el diagnóstico de enfermedades en el laboratorio clínico.
- Revisar la normatividad que rige el laboratorio clínico, como la NOM-007-SSA3-2011.
- Asistir a las conferencias tanto en línea como presenciales que el Hospital y otros centros de salud ofrecen para estar actualizados en lo que se refiere a las actividades realizadas en un laboratorio clínico.

- Repasar temas vistos en el módulo II, X y XI, ya que ayudan en las áreas de Bacteriología y Biología Molecular.
- Reforzar el hábito de ser autodidacta y tener curiosidad sobre lo que se realiza dentro del laboratorio clínico.
- Conocer las normas de bioseguridad.
- Tener un lavado de manos adecuado con la técnica apropiada.
- Tener el hábito de preguntar ante cualquier duda, ya que los resultados impactan directamente en la salud del paciente.
- Tener ética profesional.

10. Referencias

Alva, Raúl. (2007). Diseño de notas de laboratorio. LA BITÁCORA. Consultado el 10 de febrero del 2023. Obtenido de: <http://investigacion.izt.uam.mx/alva/bitacora.html>

De Leo-Cervantes, C. (2005). Pruebas de histocompatibilidad en el Programa de Trasplantes. *Rev. Invest. clín.*, 57(2): 142-146.

Gómez, G. y Batista, C. (2006). Optimización de medios de cultivo para microorganismos, una valiosa estrategia para la producción de biopreparados de interés agrícola. *Cultivos Tropicales*, 27(3): 17-24.

MacConkey Agar (2021). SDS No. B0211405. Britania Lab, Argentina.

Mueller Hinton Agar (2021). SDS No. B0413784. Britania Lab, Argentina

Chocolate Agar Suplementado (2021). B2325131. Britania Lab, Argentina.

Sangre Agar Base. (2021). B0214905. Britania Lab, Argentina.

Salmonella Shigella Agar (2021). B0213805. Britania Lab, Argentina.

C.L.D.E. Medio (2011). B0411984. Britania Lab, Argentina.

Navarro, A. (2019). Dinámica del quimerismo en sangre periférica, médula ósea y linajes leucocitarios en el trasplante alogénico de progenitores hematopoyéticos.

[Tesis Doctoral para optar al grado de Doctor]. Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

Organización Mundial de la Salud, OMS. (2005). Manual de Bioseguridad en el laboratorio, 3ª ed.

Organización Mundial de la Salud, OMS. (2010). WHO Guidelines on drawing blood: best practices in phlebotomy. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. 9789241599221.

Rodríguez, P. y Arenas, R. (2018). Hans Christian Gram y su tinción. *Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica*, 16(2): 166-167.

Roukos V, Misteli T. (2014). The biogenesis of chromosome translocations. *Nat Cell Biol.*, 6(4):293-300. doi: 10.1038/ncb2941

Sánchez, M. (2017). Manual de laboratorio de química clínica. Universidad Nacional Autónoma de México.

Srikanth, K. y Lotfollahzadeh, S. (2022). Phlebotomy. StatPearls Publishing LLC.

Trujillo, Y., Arce, S., Viguera, R., Martínez, I. y White, V. (2018). El complejo mayor de histocompatibilidad. Organización genética, estructura, localización y función. *Panorama Cuba y Salud*, 13(1): 53-57.

Vera, L. (s.f.). La bitácora, una estrategia didáctica que desarrolla las competencias de los estudiantes del siglo XXI. Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. *Tendencias y desafíos en la innovación educativa: un debate abierto*, 807-815.