



Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Xochimilco

División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Departamento de Sistemas Biológicos


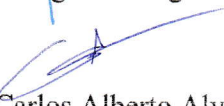
Lic. en Químico Farmacéutico Biólogo

Título del Informe de Servicio Social

Evaluación de trastornos genéticos a través de Cariotipos: Técnicas de
Citogenética Convencional en la Práctica Diagnóstica

Nombre de la alumna: Cynthia Pamela Mora Rodríguez

Matrícula: 22030601011

- 
- Asesor interno: Dr. Norma Angélica Noguez Méndez
No. económico: 17902
 - Asesor externo: Biólogo Carlos Alberto Alvarez Librado
No. de cédula: 09130575
- 

Hospital Regional de Alta Especialidad de Ixtapaluca

Fecha de inicio: 3 de diciembre del 2024

Fecha de término: 3 de junio del 2025

Introducción

Con el desarrollo de metodologías y técnicas a lo largo de estos años en el campo de la genética se ha logrado estudiar a mayor detalle la estructura, tamaño, composición y función de los cromosomas, esto ha permitido detectar anomalías numéricas y estructurales ya que este tipo de alteraciones llevaría a desarrollar diferentes patologías, entre ellos los síndromes, como por ejemplo la presencia de un cromosoma 21 extra, da lugar al síndrome de Down, caracterizado por retraso mental entre moderado y grave. (Esparza, 2017; del Castillo, 2019)

Dichas alteraciones cromosómicas se pueden observar a través del cariotipo humano, el cual está constituido por 22 pares de cromosomas autosómicos y 1 par sexual. Para realizar el análisis del cariotipo y llegar a un diagnóstico oportuno y preciso se necesita pasar por un cuidadoso procesamiento de la muestra (del Castillo, 2019).

Tomando en cuenta esto, el servicio social en el área de citogenética perteneciente al laboratorio de medicina genómica tiene como propósito ofrecer un resultado oportuno y confiable para un mejor diagnóstico en los pacientes que requieran de un cariotipo tanto del área de genética como de hematología principalmente, para llegar a él se involucran diferentes pasos dentro del laboratorio, como por ejemplo participar en la preparación y procesamiento de muestras, hecho que lleva a reforzar y comprender de manera más profunda los conocimientos teóricos adquiridos durante la trayectoria académica. También es importante añadir que esta labor social permite conocer de manera más profunda las normativas y criterios de calidad que rigen el trabajo en un laboratorio de citogenética, permitiendo al mismo tiempo impulsar el desarrollo profesional y ético.

La utilidad de estas actividades en el área de la salud es muy importante ya que a partir de este se puede obtener un diagnóstico de enfermedades genéticas (por ejemplo; casos de ambigüedad genital, estudios de fertilidad) y/o alteraciones hematológicas.

Antecedentes

La citogenética ayuda a comprender diversos aspectos de los cromosomas en los cuales están involucrados su comportamiento, morfología, estructura, patología, y por último su función. Esto fue gracias a partir de 1956, Joe Hin Tjio y Albert Levan demostraron el número total de moléculas de DNA en una célula, obteniendo así 46 cromosomas, posterior a esto se organizaron de acuerdo a sus características morfológicas tomando en cuenta la longitud de los brazos, organizándolos en siete grupos (Tamar, 2008).

A partir de este gran desarrollo, Lejeune en 1959 registró que la causa de síndrome de Down se debía a la presencia de un cromosoma 21 extra. En ese mismo año Ford demostró con una paciente de 14 años que la ausencia de cromatina sexual en células de médula ósea dan origen al síndrome de Turner, durante ese año también la Dra. Patricia Jacobs comprobó que la presencia de un cromosoma X extra en hombres, corresponde al síndrome de Klinefelter.

Otra contribución importante fue en 1979 cuando Torbjom Caspersson realizó una tinción que mostraba el patrón de bandas que era exclusivo para cada cromosoma, esto llevó a la caracterización de aneuploidías, deleciones, duplicaciones, inversiones, translocaciones e

inserciones tanto en anomalías estructurales como en cáncer, además años después permitió el desarrollo de diferentes tipos de bandeos como Q, C, R y G, este último usa microscopía óptica, que muestra datos sobre el número y estructura de los cromosomas (T Mathew. *et al.*, 2024).

El cariotipo y su aplicación en el diagnóstico:

1. El Cromosoma

El cromosoma humano es la estructura en la que está más condensada la cromatina nuclear, estos pueden ser observados en la metafase y consta de dos cromátidas unidas por el centrómero, asimismo en los extremos de cada una se encuentra un telómero (del Castillo Ruíz, 2019).

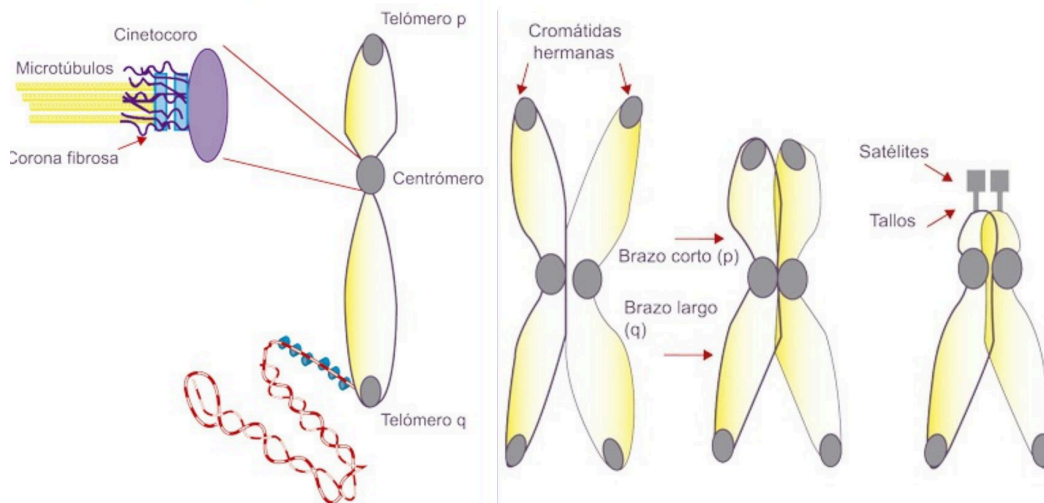


Figura 1. Estructura del cromosoma.

Obtenida de Genética clínica, 2da edición. Editorial el Manual Moderno. (2019)

2. Cariotipo

El cariotipo es el conjunto y organización de los 23 pares de cromosomas en 7 grupos, están ordenados de acuerdo en su tamaño y la posición en la que se encuentra el centrómero, los primeros son los autosomas que van en un arreglo decreciente con respecto a su longitud y por último los cromosomas sexuales, X e Y (Sole Ristol, 2022).

Para formar el conjunto de cromosomas se requieren de metafases, las cuales se obtienen mediante el cultivo de la muestra de elección en diferentes medios en condiciones estériles, pasando el tiempo de cultivo ésta entra a un proceso de cosecha donde se adicionarán diferentes reactivos, como bromuro de etidio, colcemid o colchicina, solución hipotónica y carnoy, en cada paso se involucra la centrifugación para la eliminación de impurezas, además la cosecha tiene como objetivo preparar a los cromosomas para el procedimiento de goteo y bandedo.

Seguido de estos pasos, para poder observar metafases encontradas a través del microscopio, se debe colocar la muestra en portaobjetos mediante la técnica de goteo para posteriormente teñirlo con Giemsa-banding, Tripsina y Giemsa (S. Arsham, 2017; Ozkan,2023).

3. Enfermedades genéticas y neoplasias

Con ayuda del cariotipo y de técnicas de bandeo cromosómico, como el bandeo GTG de metafases objetivos de linfocitos de muestras de sangre periférica u otro tipo de muestra de elección, se pueden detectar anomalías numéricas y estructurales como por ejemplo: (Corral, s.f.)

- Anomalías numéricas: incluyen la ganancia o pérdida de uno o varios cromosomas, implica los cromosomas autosómicos y sexuales.
- Aneuploidías: en este apartado se encuentran las trisomías (trisomía 21, 18, 13) y monosomías (por ejemplo monosomía del cromosoma X).

A. Síndrome de Down: Este padecimiento se genera por la presencia de un cromosoma extra o un segmento del cromosoma 21. Se caracteriza por y déficit intelectual, hipotonía, microbraquicefalia, entre otras anomalías morfológicas.

B. Síndrome de Edwards: se debe a la presencia de un cromosoma 18 extra, su fenotipo se caracteriza por retraso en el crecimiento intrauterino, retraso del desarrollo psicomotor, dolicocefalia y malformaciones mayores.

C. Síndrome de Patau: se genera por la presencia de un cromosoma 13 extra, sus características son el paladar hendido, microftalmia, microcefalia y malformaciones cardíacas.

D. Síndrome de Turner: Este síndrome afecta principalmente a pacientes femeninos, es un padecimiento que se origina por la pérdida de un cromosoma sexual, X o Y. En mujeres se distingue por talla baja y pubertad retrasada, además de linfedema de manos o pies, implantación baja de pabellones auriculares, cuello corto y alado y nevos hiperpigmentados.

E. Síndrome de Klinefelter: la presencia de un cromosoma X en pacientes masculinos se distingue por testículos pequeños, talla alta, problemas de aprendizaje e infertilidad.

Poliploidías: se caracterizan por tener un número de cromosomas múltiplo de 23. (Esparza, 2017;Tamar, 2008)

- Anomalías estructurales: este tipo de anomalías implican uniones entre cromosomas así como rupturas de estos, esto se da entre el mismo cromosoma,

dos o más. Existen dos tipos, anomalías cromosómicas balanceadas y no balanceadas.

- Anomalías cromosómicas balanceadas: no existen deleciones ni duplicaciones del material genético.
 - Anomalías cromosómicas no balanceadas: si existe pérdida o ganancia del material genético, esto puede provocar malformaciones congénitas, desarrollo sexual alterado y discapacidad intelectual.
- A. Síndrome de Wolff-Hirschhorn: existe una deleción distal del brazo corto en el cromosoma 4, la mayoría con este síndrome presentan peso bajo para la edad gestacional, deficiencia en el crecimiento, apariencia de “casco de guerrero griego”, microcefalia, paladar hendido, etc.
 - B. Síndrome Cri-du-chat: En esta condición hay una eliminación en una parte del brazo corto del cromosoma 5, la deleción puede cubrir la mayoría del brazo. Las personas con este síndrome presentan peso bajo al nacer, microcefalia, epicanto, cara redonda, etc.
 - C. Síndrome de microdeleción 22q11.2: esta deleción provoca un extenso espectro clínico, como cara alargada, hipoplasia malar, hipertelorismo, base de la nariz, retraso en el desarrollo psicomotor, dificultades de aprendizaje, trastornos psiquiátricos, entre otras. (Esparza, 2017)

El empleo del cariotipo es de suma importancia en pacientes con neoplasias hematológicas, ya que sirve para el diagnóstico, progresión y seguimiento de la enfermedad. Cabe mencionar que en el caso de las leucemias, síndromes mielodisplásicos, mieloma múltiple y en neoplasias mieloproliferativas, la valoración se debe realizar en la médula ósea (Sole Ristol, 2022; Ozkan, 2023).

5. Utilidad en el diagnóstico

- Diagnóstico prenatal: Durante el embarazo se puede realizar este tipo de pruebas para detectar anomalías cromosómicas en el feto o incluso después del nacimiento, como el síndrome de Down.
- Diagnóstico de enfermedades genéticas: Facilita la identificación de cambios cromosómicos asociados con varias enfermedades, como el síndrome de Klinefelter o el síndrome de Turner.
- Investigación en cáncer: Ciertas enfermedades cancerosas están vinculadas a cambios cromosómicos específicos, como el cromosoma Filadelfia en la leucemia mieloide crónica.
- Análisis de infertilidad: El análisis de cariotipo permite detectar cambios cromosómicos que podrían influir en la capacidad reproductiva, se usa en casos de abortos recurrentes o fallos de implantación (Genetic Alliance, 2009).

Justificación

Una de las trayectorias que puede tomar el profesional Químico Farmacéutico Biológico es en el área clínica, haciendo uso de tecnologías moleculares y genómicas para el diagnóstico de enfermedades genéticas, las cuales representan graves problemas de salud en el país.

Es por lo que en el plan de estudios de QFB se incluye una unidad de enseñanza aprendizaje (UEA) que lleva por nombre Tecnologías Moleculares para el Diagnóstico y la Terapéutica, la cual, permite al estudiante tener un panorama en relación con temas de genética, enfermedades genéticas y el uso de diferentes tecnologías para el diagnóstico.

Además, es relevante mencionar que en los primeros módulos de la licenciatura se cursó otra UEA Procesos Celulares fundamentales, permitiendo profundizar en temas sobre la célula.

De modo que la citogenética es una rama que estudia la estructura y comportamiento de los cromosomas, donde se usan técnicas convencionales para el diagnóstico de anomalías genéticas y hematológicas, es posible que el químico pueda desarrollarse en este campo laboral.

Marco Institucional

- Misión

Brindar servicios de salud con un equipo innovador de profesionales competentes y altamente comprometidos con el usuario, en la resolución de los problemas de salud incluyendo los de alta complejidad, con estructura y tecnología de punta, a través de un modelo de atención único e integrado a la red de servicios que promueve a la formación y desarrollo de recursos humanos y generación del conocimiento.

- Visión

Ser una institución líder en atención de la salud, nacional e internacional, con los más altos estándares de calidad, incorporando los recursos humanos, materiales y nuevas tecnologías, para la mejor atención, basados en la mejor evidencia.

Aporte social

El laboratorio de medicina genómica cuenta con una área en citogenética en la cual se realiza el análisis de cada cariotipo obtenido con el fin de evaluar a detalle todos los cromosomas para detectar anomalías de forma certera y precisa, esto es posible ya que en el Hospital Regional de Alta Especialidad de Ixtapaluca no solo cuenta con esta área, en todos los resultados de los pacientes se hace un diagnóstico integral donde se incluyen áreas como: citometría de flujo e inmunogenética, todo esto con el objetivo de una mejor valoración y análisis de resultados para un diagnóstico oportuno.

Estos resultados que se emiten del laboratorio de diagnóstico molecular tienen la finalidad de una mejor calidad de vida del paciente, ayudando al diagnóstico temprano de anomalías cromosómicas en cualquiera de las edades así como para personas que cuenten con antecedentes de enfermedades genéticas y tengan el riesgo de transmitirlo a su descendencia, además de la mejora de éxito en terapias como la quimioterapia.

Objetivo general

Obtener cariotipos a través de técnicas de citogenética convencional en el diagnóstico de trastornos genéticos para las áreas de Genética y Hematología.

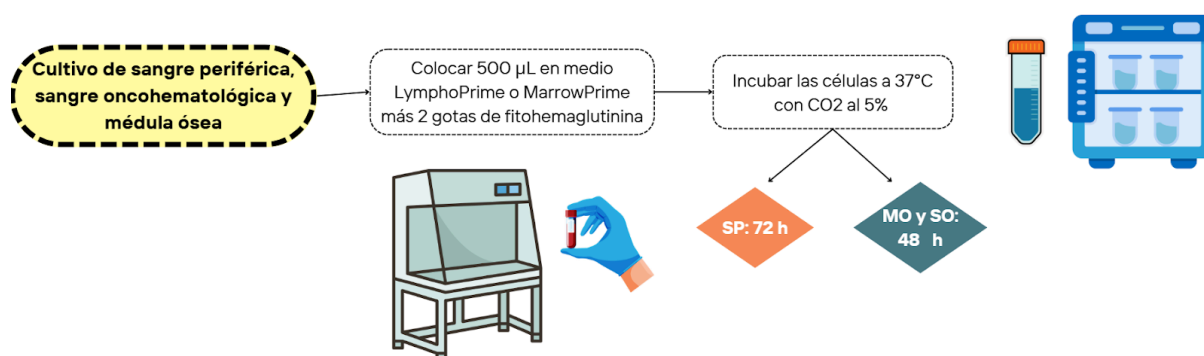
Objetivos específicos

- Conocer las técnicas de cultivo para muestras de sangre periférica (SP), sangre oncohematológica (SO) y médula ósea (MO).
- Aprender a cosechar muestras, para la obtención de células en metafase.
- Aplicar la técnica de goteo y bandeado GTG para extender y fijar los cromosomas en portaobjetos.
- Usar microscopía para localizar y capturar metafases.
- Analizar metafases con el software IKAROS para el diagnóstico de alteraciones genéticas.

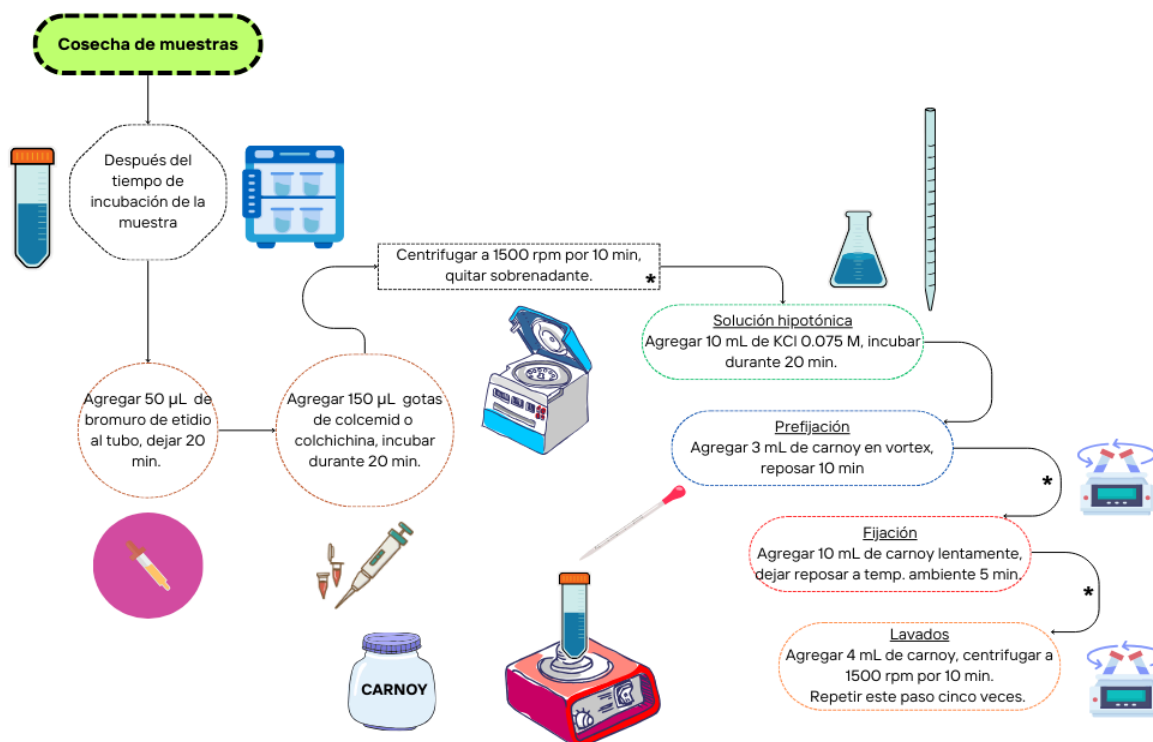
Metodología

Las técnicas aplicadas para la obtención de cariotipos se muestran a continuación en diagramas de flujo:

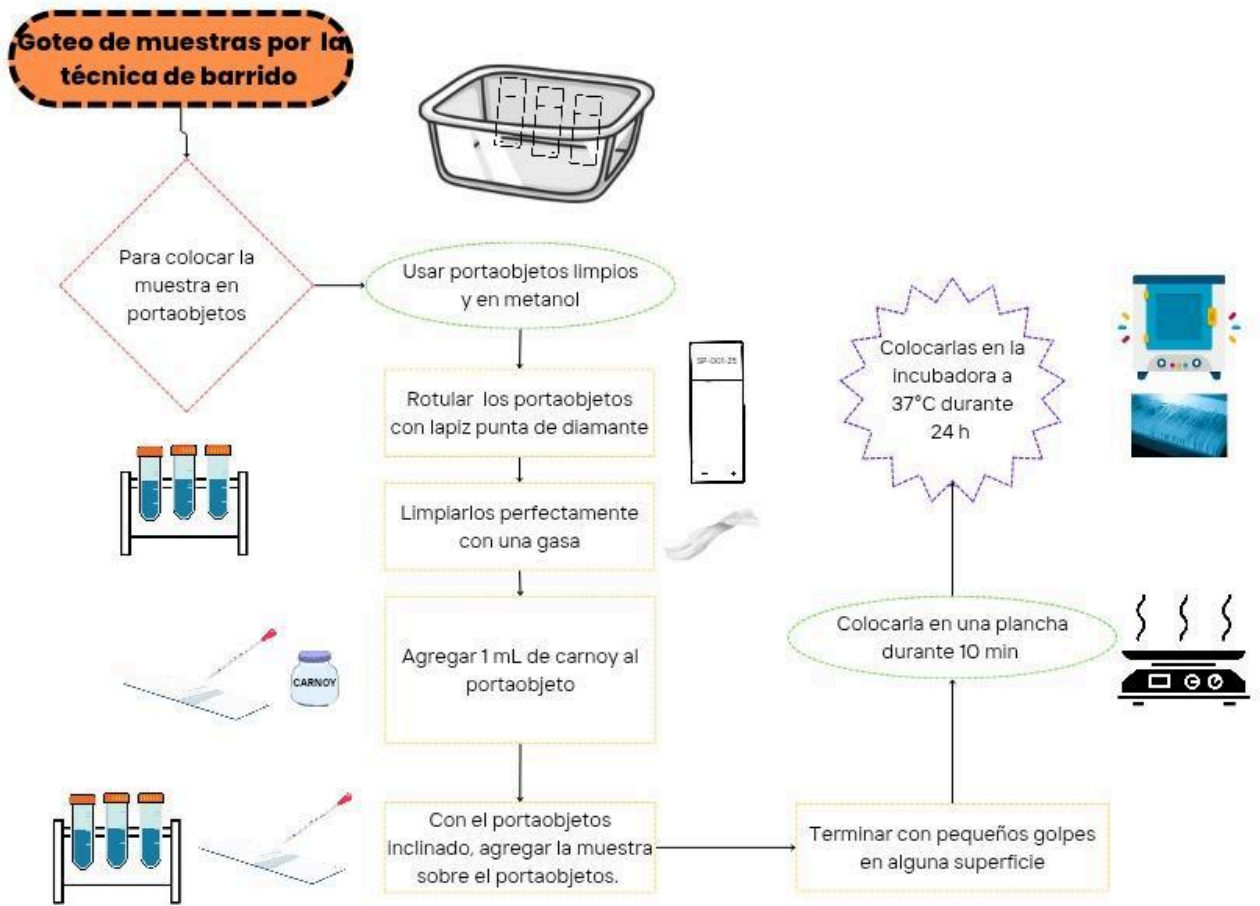
1. Cultivo de sangre periférica, sangre oncohematológica y médula ósea



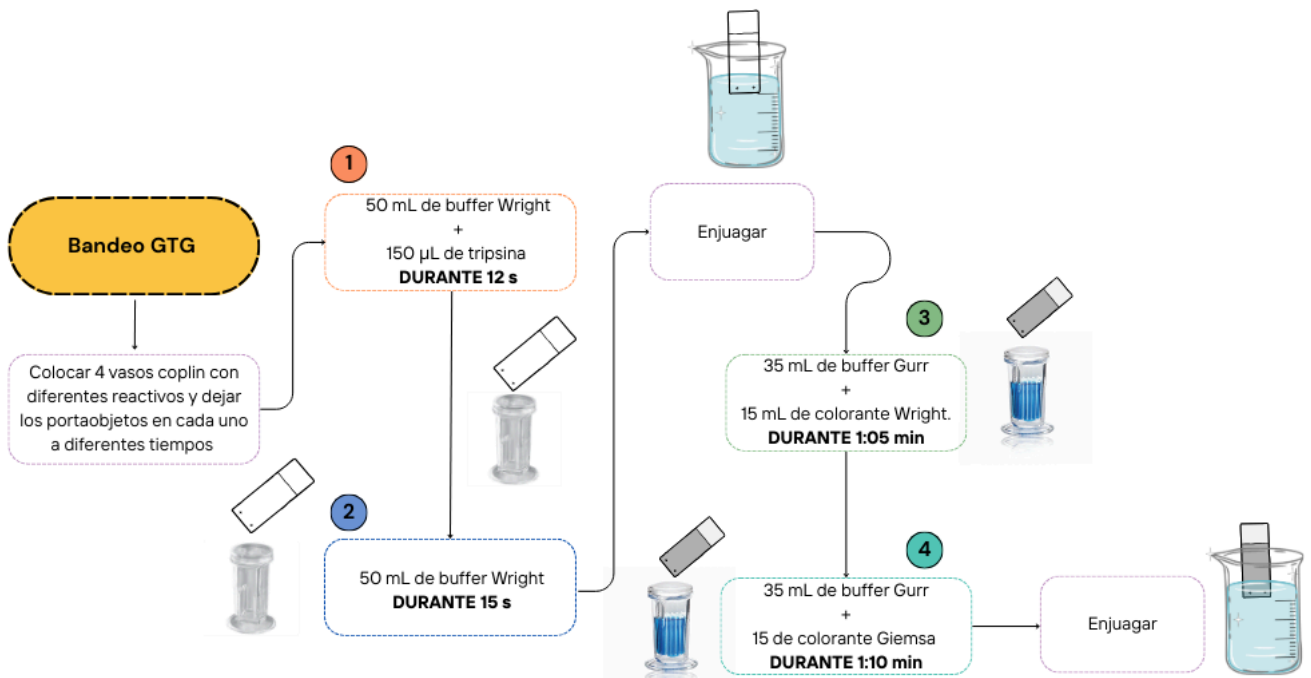
2. Cosecha de sangre periférica, sangre oncohematológica y médula ósea



3. Goteo de sangre oncohematológica y médula ósea



4. Bando GTG



Resultados

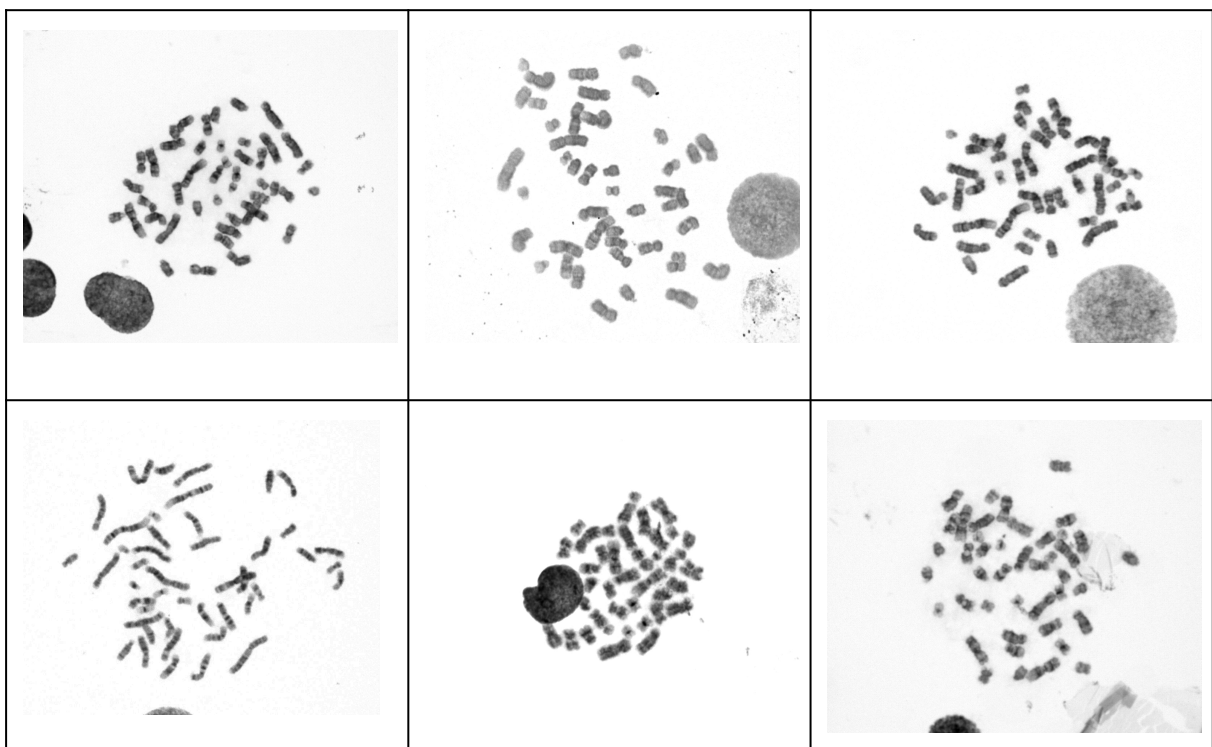
Para la emisión de un resultado de cariotipo de cualquier tipo de muestra ya sea sangre periférica, médula ósea o sangre oncohematológica debe pasar por diferentes procesos, empezando por un registro con un consecutivo interno en el laboratorio, cultivar la muestra en condiciones específicas, cosechar la muestra (obtención de metafases), extensión de metafases mediante goteo, bandeado de laminillas con colorantes, captura de metafases con el software Zeiss Zen y análisis de éstas mediante software Ikaros, a continuación se describe el proceso de estos dos últimos para la formación de un cariograma.

La captura de metafases para las tres diferentes muestras son más de veinte según lo requiera el caso, en este apartado se busca evaluar los siguientes parámetros para elegir metafases óptimas para su análisis:

- A. Índice mitótico: Abundante (A), Moderado (M), Escaso (E) y Ausencia.
- B. Citoplasma: Ausencia (*), Poco (**) y Abundante (***)
- C. Apertura: Buena (B), Regular (R) y Mala (M).
- D. Tamaño: Pequeñas (P), Medianas (M) y Largas (L).

1. Muestra de médula ósea

Para el análisis de una muestra de médula ósea se evaluaron un total de 20 metafases, obteniendo un índice mitótico moderado, con poco citoplasma, apertura regular y con un tamaño que va de pequeñas a medianas, a continuación en el siguiente cuadro se muestran solo como ejemplo algunas de las metafases obtenidas para el análisis.



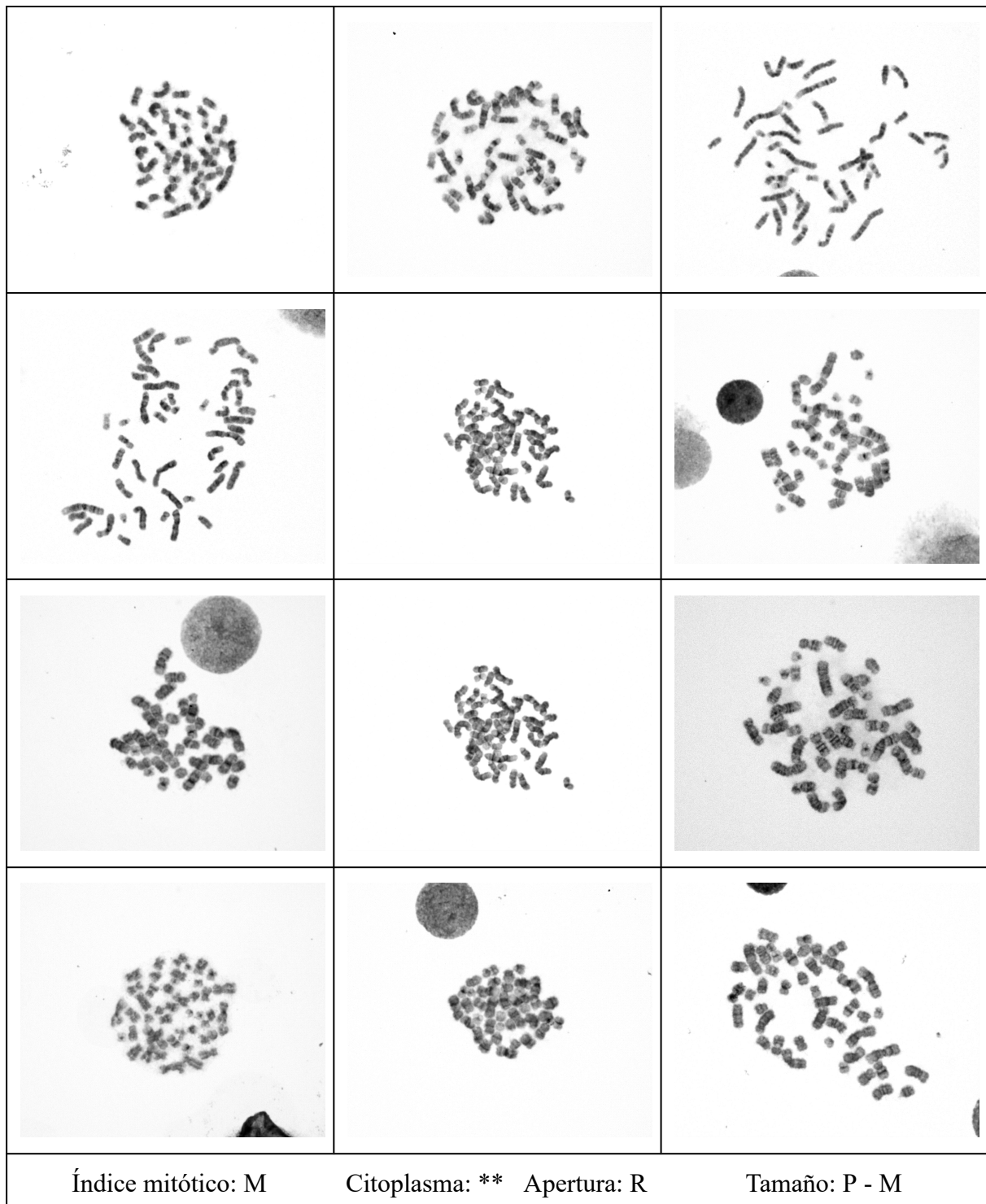


Figura 2. Metafasas capturadas de una muestra de médula ósea.

Las imágenes de las metafases fueron importadas al software IKAROS, el cual está diseñado para agrupar los diferentes cromosomas de acuerdo a su tamaño y patrón de bandas que le corresponde a cada uno, el químico analista responsable debe corroborar que cada cromosoma sea el correcto, se toma como referencia el ISCN como guía para identificar cada cromosoma así como de la nomenclatura que se obtendrá al final y que irá colocada en el resultado.

De cada imagen obtenida se formará un cariotipo, sin embargo se debe seleccionar uno que cuente con una mejor resolución de bandas dado que este será el que se coloque en la hoja de resultados como cariotipo representativo del caso con el fin de una mejor interpretación por el médico genetista (figura 3).

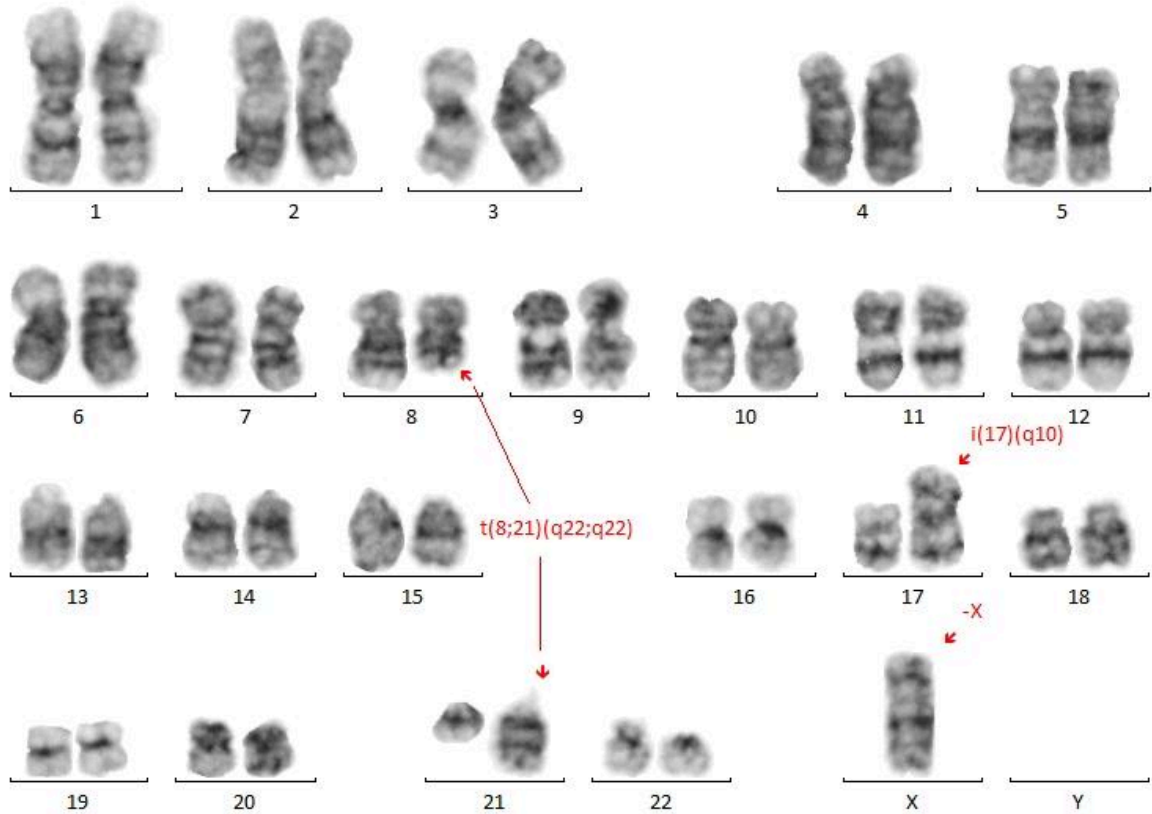
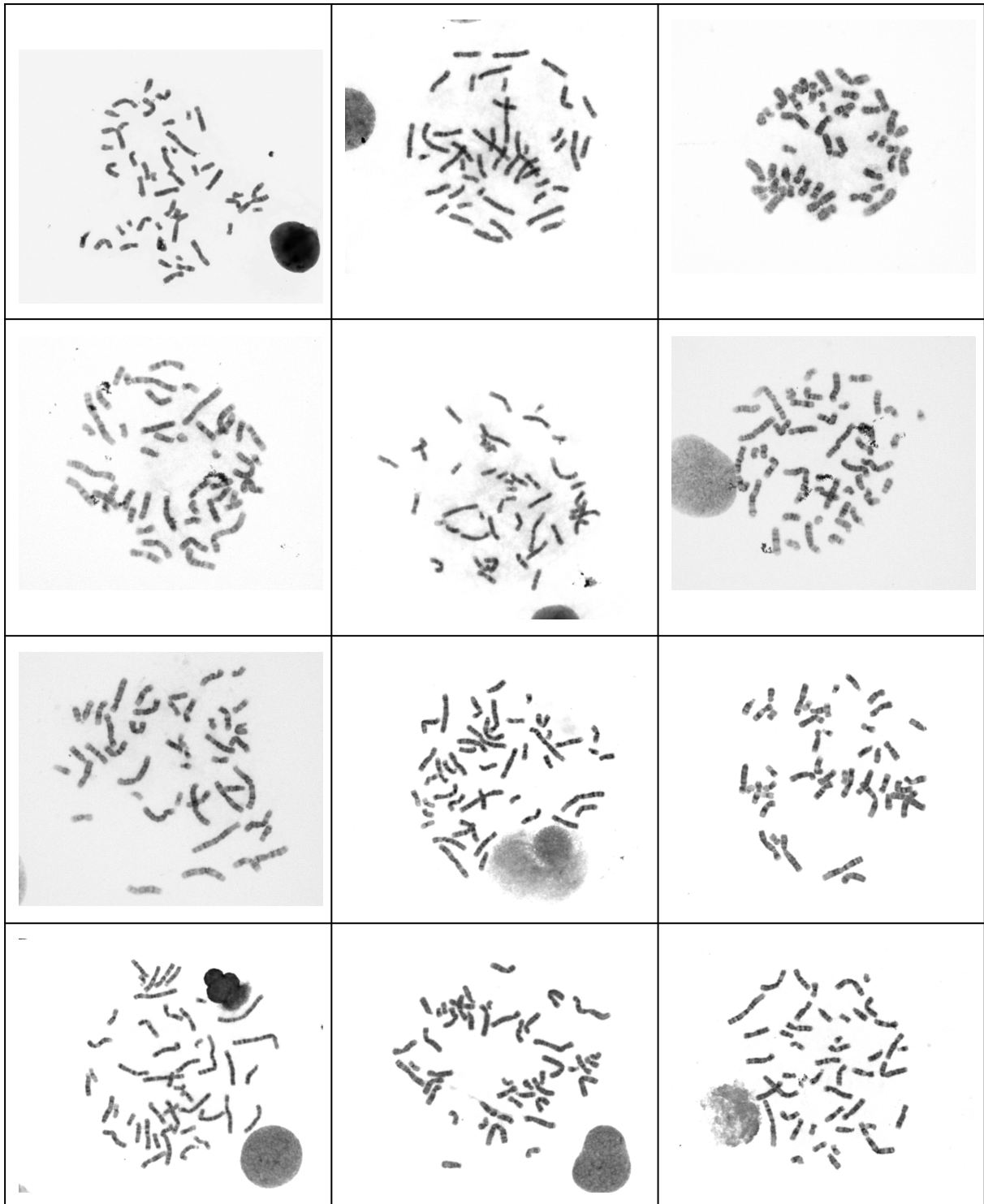


Figura 3. Cariotipo en médula ósea.

El resultado final de la muestra de médula ósea tuvo este cariotipo como imagen representativa (figura 3) donde fueron identificadas anomalías numéricas y estructurales, como la translocación entre un cromosoma 8 y un cromosoma 21, el isocromosoma del brazo largo de un cromosoma 17 y pérdida de un cromosoma X dando como resultado un cariotipo complejo asociado a leucemia de origen linfóide y con un diagnóstico desfavorable. Toda la información generada por el laboratorio de citogenética será validada por el hematólogo especialista para fines diagnósticos y de progresión de la enfermedad, estos mismos pasos se siguieron para la emisión de resultados de sangre periférica y sangre oncohematológica.

2. Muestra de sangre periférica

Para el análisis de una muestra de sangre periférica se evaluaron un total de 20 metafases, obteniendo un índice mitótico escaso a moderado, con poco citoplasma, buena apertura y con un tamaño que va de medianas a largas, a continuación en el siguiente cuadro se muestran solo como ejemplo algunas de las metafases obtenidas para el análisis.



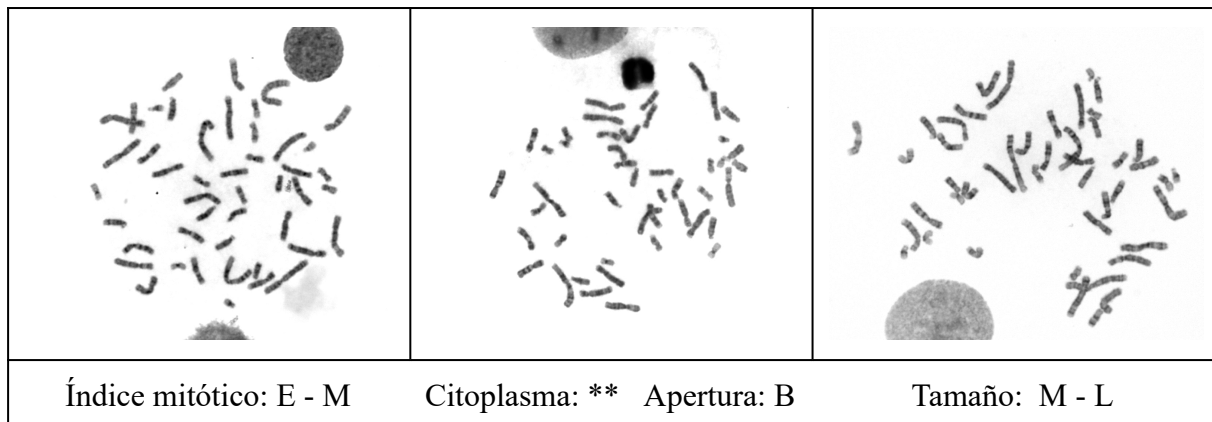


Figura 4. Metafases capturadas de una muestra de sangre periférica.

Las metafases se ingresaron al software IKAROS, eligiendo un cariotipo representativo como se muestra a continuación (figura 5).

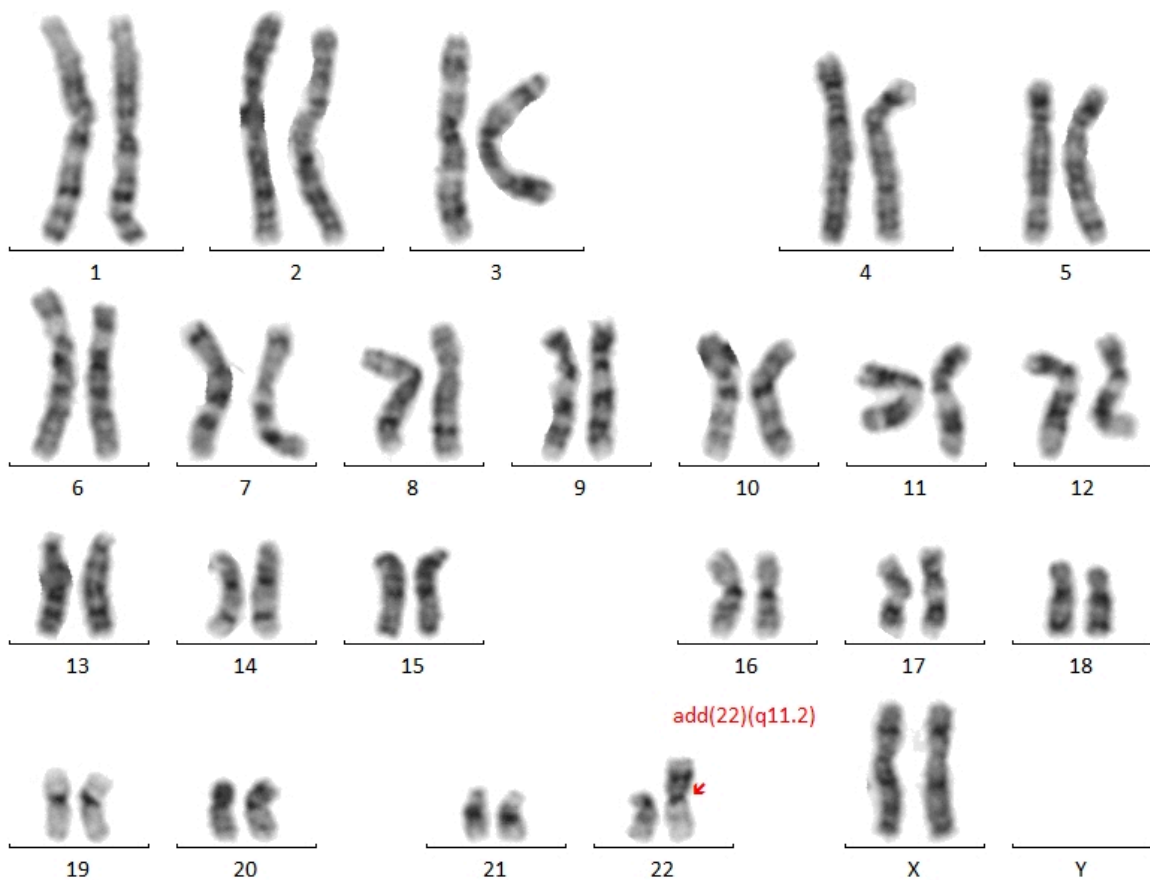
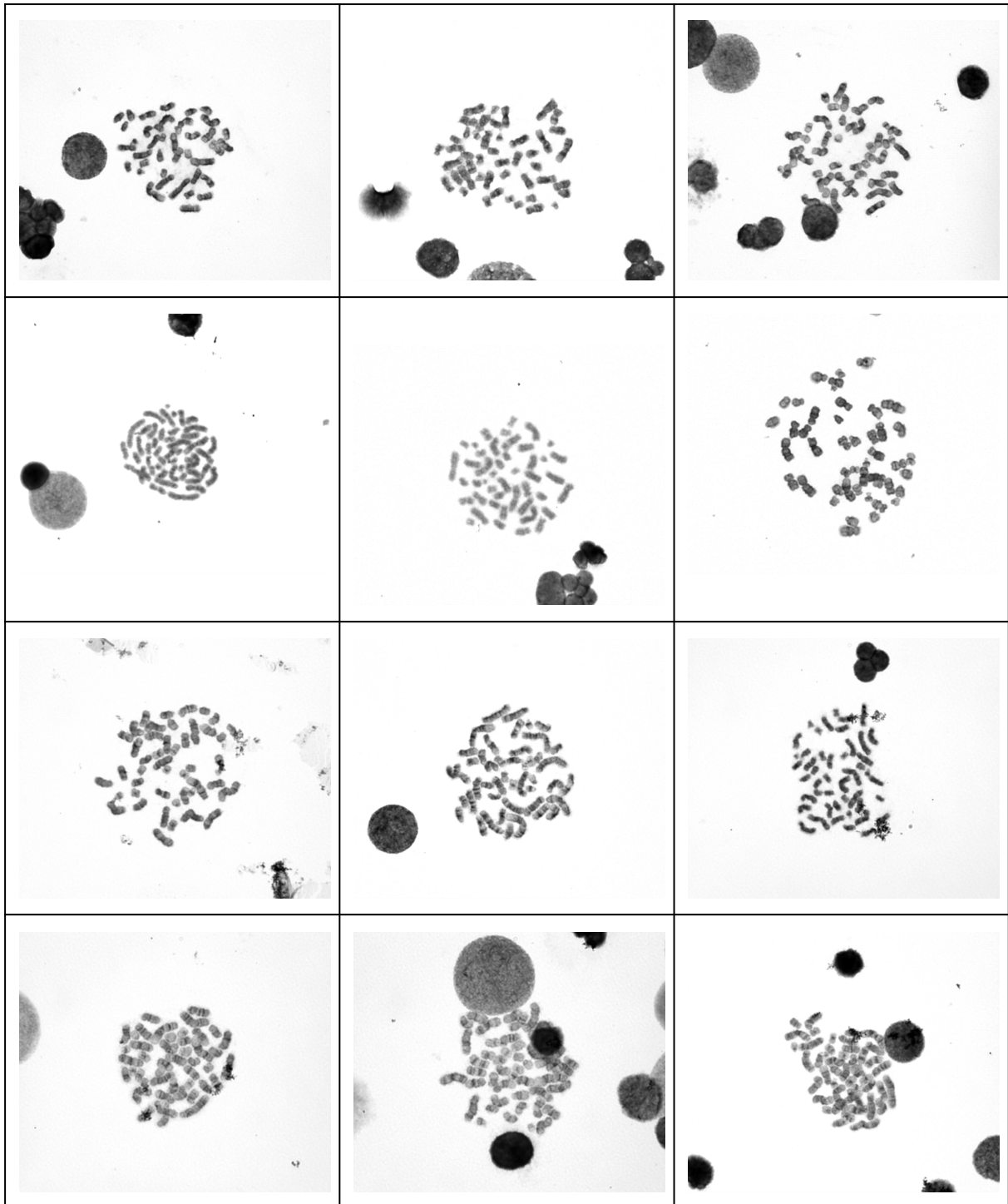


Figura 5. Cariotipo en sangre periférica.

El resultado final de la muestra de sangre periférica tuvo este cariotipo como imagen representativa (figura 5) donde fueron identificadas anomalías estructurales, el 100% de las metafases analizadas presentan adición de materias de origen desconocido en un cromosoma del par 22, con punto de ruptura y de unión en 22q11.2

3. Muestra de sangre oncohematológica

Para el análisis de una muestra de sangre oncohematológica se evaluaron un total de 20 metafases, obteniendo un índice mitótico escaso a moderado, con poco citoplasma, apertura de mala a regular y de tamaño pequeño, a continuación en el siguiente cuadro se muestran solo como ejemplo algunas de las metafases obtenidas para el análisis.



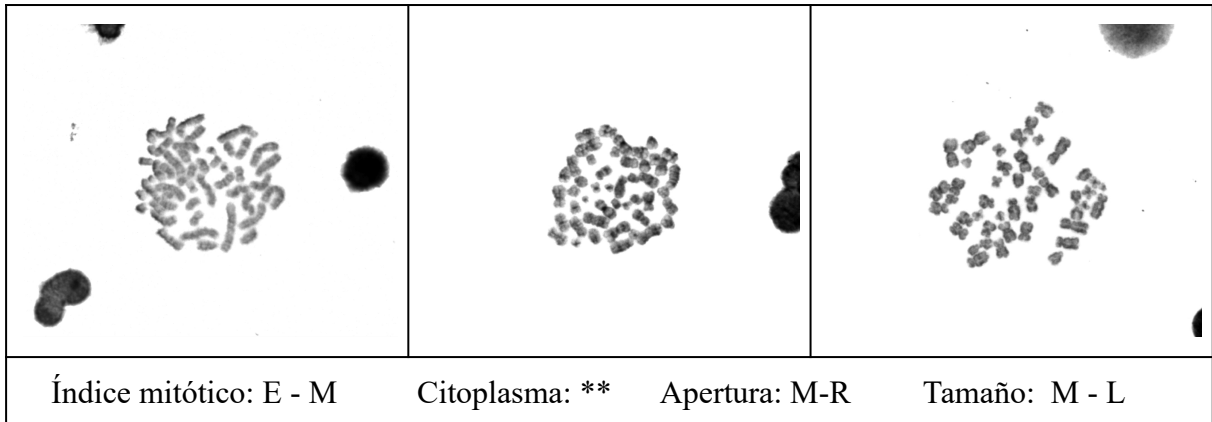


Figura 6. Metafases capturadas de una muestra de sangre oncohematológica.

Las metafases se ingresaron al software IKAROS, eligiendo un cariotipo representativo como se muestra a continuación (figura 7).

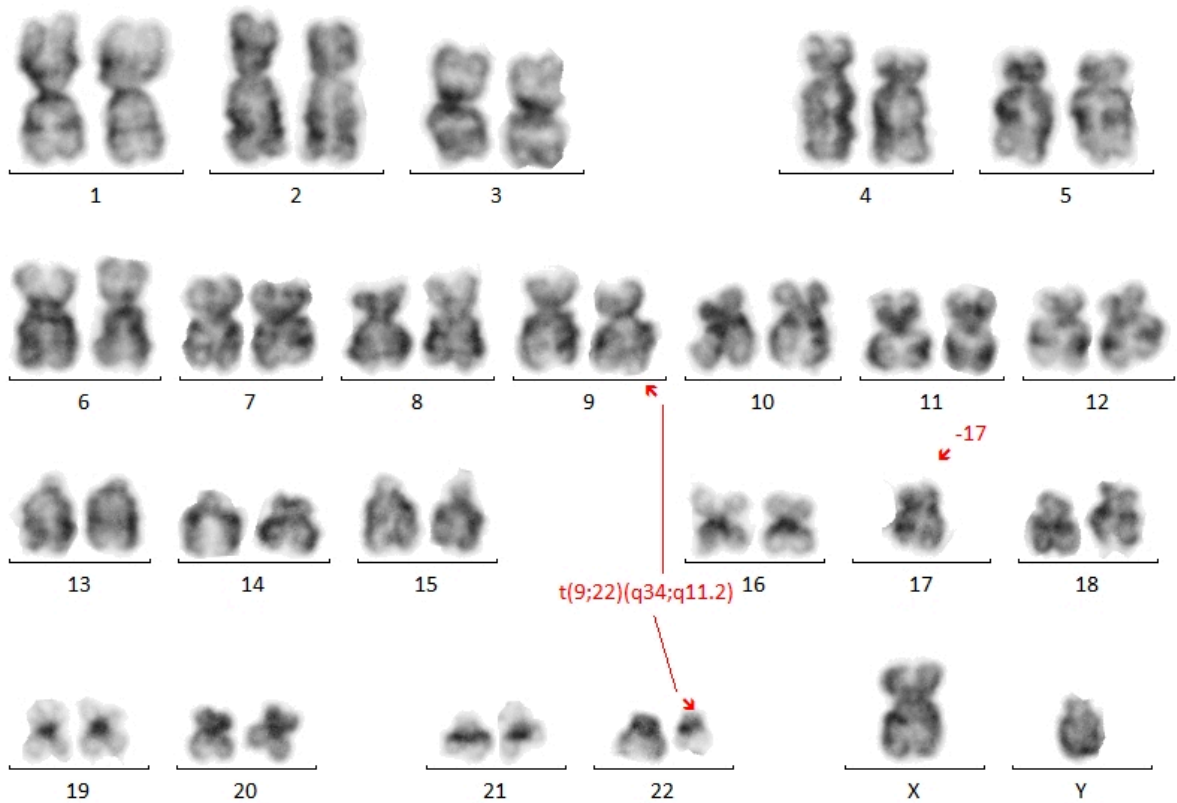


Figura 7. Cariotipo en sangre oncohematológica.

El resultado final de la muestra de sangre oncohematológica tuvo este cariotipo como imagen representativa (figura 7) donde fueron identificadas anomalías numéricas y estructurales, como la translocación entre un cromosoma 9 y un cromosoma 22 y pérdida de un cromosoma 17 dando como resultado un cariotipo complejo asociado a leucemia de origen mielóide.

Conclusiones

El proceso citogenético es una metodología para obtener cromosomas con el fin de evaluarlos y detectar anomalías genéticas según sea el caso.

La calidad de los cromosomas (metafasas) es importante para un análisis eficaz y certero, de ello dependen diferentes factores empezando por la toma de muestra, su conservación, antecedentes del paciente y si éste se encuentra en algún tipo de tratamiento farmacológico.

Cuando la muestra es ingresada al departamento de citogenética implica otro tipo de determinantes, la principal es la técnica que se aplica en el laboratorio la cual debe estar estandarizada para obtener resultados reproducibles misma que está asociada con el personal que realiza dicho procedimiento ya que se tratan de métodos manuales que requieren de mayor precisión y tiempo en cada paso, esto conlleva a que el personal adquiera habilidades a lo largo del tiempo y desarrolle criterio analítico para las diferentes actividades que se realizan durante el procesamiento de la muestra.

Por lo tanto, en conjunto representa una oportunidad para integrarse en el entorno clínico y ganar experiencia directa en un ámbito biomédico, el manejo de casos reales fortaleció competencias técnicas y analíticas en el diagnóstico citogenético.

Bibliografía

- I. Corral, P. (s.f.). Citogenética: breve descripción de las principales técnicas . *Bioanálisis*, 14-18.
- II. del Castillo Ruíz, V., Uranga Hernández , R., & Zafra de la Rosa, G. (2019). *Genética clínica*. Ciudad de México: Manual Moderno.
- III. Esparza García , E., Cárdenas Conejo, A., Huicochea Montiel, J., & Aráujo Solís, M. (2017). Cromosomas. cromosomopatías y su diagnóstico. *Revista Mexicana de Pediatría*, 30-38. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2017/sp171g.pdf>
- IV. Genetic Alliance. (2009). *Cómo entender la genética: una guía para pacientes y profesionales médicos en la región de Nueva York y el Atlántico Medio*. Genetic Alliance.
- V. (2014). *Obtención de cromosomas a partir del cultivo de linfocitos humanos*. Investigación experimental.
- VI. Ozkan, E., & P. Lacerda, M. (8 de August de 2023). *Genetics, Cytogenetic Testing And Conventional Karyotype*. Obtenido de STATPEARLS: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563293/>
- VII. S. Arsham , M., J. Barch, M., & J. Lawce , H. (2017). *The AGT cytogenetics laboratory manual*. WILEY Blackwell.
- VIII. Sole Ristol, F. (2022). Citogenética en el diagnóstico hematológico. En J. Vives Corrons , & J. Nomdedeu Guinot , *Bases del diagnóstico hematológico* (págs. 1-11). Medica Panamericana.
- IX. T Mathew, M., Babcock, M., Claire Hpu, Y.-C., M Hunter, J., L Leung , M., Mei , H., Akkari, Y. (2024). Clinical Cytogenetics: Current Practices and Beyond. *The Journal of Applied Laboratory Medicine*, 61-75.
- X. Tamar Silva , C., Constanza Contreras, N., & Janeth Fonseca, D. (2008). Utilidad de la citogenética en la medicina actual. Visión histórica y aplicación. *Acta Médica Colombiana*, 309-315.

Anexos

BITÁCORA DE SEGUIMIENTO

PROYECTO DE SERVICIO SOCIAL

3/03/2025.

Nombre: Mora Rodriguez Cynthia Pamela
Licenciatura: Química Farmacéutica Biológica
Nombre del Proyecto: Evaluación de trastornos genéticos a través de Cariotipos: Técnicas de Citogenética Convencional en la Práctica Diagnóstica
Fecha de Inicio: 3/12/2024
Fecha de 3/6/2025

Conclusión:

Asesor interno: Norma Angélica Noguez Méndez

Asesor interno:

Asesor externo: Carlos Alberto Álvarez Librado

Para responder por el o la responsable del proyecto

Describe las actividades realizadas en los últimos tres meses: Realicé diferentes actividades en el laboratorio de citogenética, algunas de ellas fueron la cosecha, goteo, bandeado de sangre periférica y medula ósea. También lleve a cabo la identificación de cromosomas acorde a su morfología y bandeado con distintas actividades, una de ellas fue en impresiones de cariotipos para identificar cada cromosoma, así mismo use el software Ikaros con el mismo fin de identificar, ordenar y formar cariotipos. Además, lleve a cabo el protocolo de alta resolución por lo cual para realizar esta actividad se siguieron los siguientes pasos: búsqueda de información en diferentes fuentes de consulta, revisión de esa información, presentación del protocolo para posteriormente aplicarlo en el laboratorio con diferentes ensayos. Por último, realice actividades complementarias como exposiciones, preparación de soluciones en las concentraciones requeridas, etc.

Cuál es el porcentaje de avance de su Proyecto de Servicio Social: 50%



Firma del responsable.

Para responder por el asesor o asesora

Como califica el desempeño de la alumna o del alumno: Excelente () Bueno (Regular () Malo ()

Tiene sugerencias para la alumna o el alumno:



Firma del Asesor Interno

Fecha de reporte: 3/03/2025

BITÁCORA DE SEGUIMIENTO

PROYECTO DE SERVICIO SOCIAL

3/06/2025.

Nombre: Mora Rodriguez Cynthia Pamela
Licenciatura: Química Farmacéutica Biológica
Nombre del Proyecto: Evaluación de trastornos genéticos a través de Cariotipos: Técnicas de Citogenética Convencional en la Práctica Diagnóstica
Fecha de Inicio: 3/12/2024
Fecha de 3/6/2025

Conclusión:

Asesor interno: Norma Angélica Noguez Méndez

Asesor interno:

Asesor externo: Carlos Alberto Álvarez Librado

Para responder por el o la responsable del proyecto

Describe las actividades realizadas en los últimos tres meses: He realizado el cultivo de sangre periférica y médula ósea, así como el procesamiento de éstas lo cual abarca: la cosecha, el goteo y bandedo GTG, de igual forma he preparado soluciones y reactivos que incluyen estos procedimientos. Por otro lado, lleve a cabo protocolos sobre técnicas de alta resolución cromosómica, así como de soluciones con colchicina, preparación de reactivos para tinciones, además he llevado el control del inventario de materiales y reactivos de laboratorio, y por último he asistido a cursos como, por ejemplo: enfermedades raras, metodología de la investigación, etc.

Cuál es el porcentaje de avance de su Proyecto de Servicio Social: 100%



Firma del responsable.

Para responder por el asesor o asesora

Como califica el desempeño de la alumna o del alumno: Excelente () Bueno (X) Regular () Malo ()

Tiene sugerencias para la alumna o el alumno:



Firma del Asesor Interno

Fecha de reporte: 3/06/2025