

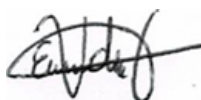
“Realización de trabajo clínico en el laboratorio clínico del hospital general Dr. Manuel Gea González”

Proyecto final del servicio social

Servicio social en el Hospital General Dr. Manuel Gea Gonzales

Del 02/02/2023 al 02/08/2023

PRESENTA LA ALUMNA



Erandi Berenice Victoria Pérez

Matricula: 2183072659

ASESORES



Dra. Julia Pérez Ramos

9814

Departamento de sistemas biológicos



Dr. Jesús Cruz Martínez

2819991

Jefe de la división de educación médica
continua

Índice

1. Introducción	4
2. Objetivo General	7
3.1 Objetivos Particulares	7
3. Metodología	8
6. Áreas de trabajo en el laboratorio clínico	11
6.1 Área de hematología	11
6.1.1 Biometría hemática (BH).....	11
6.1.2 Velocidad de sedimentación globular.....	13
6.1.3 Recuento de reticulocitos (RET)	13
6.1.4 Procalcitonina (PCT).....	14
6.2 Área de coagulación.....	19
6.3 Área de inmunología	26
6.3.1 Pruebas automatizadas	27
6.3.1.1 Equipo Cobas e 411	27
6.3.1.1.1 El virus de la rubéola.....	28
6.3.1.1.2 El citomegalovirus (CMV).....	28
6.3.1.1.3 Toxoplasmosis.....	29
6.3.1.1.4 El virus del herpes simple 1 y 2 (VHS-1 y VHS-2).....	29
6.3.1.1.5 Sífilis.....	29
6.3.1.1.6 IgE.....	30
6.3.1.1.7 Anticuerpos Anti-Péptido Cíclico Citrulinado (Anti-PCC)	30
6.3.1.1.8 Hepatitis B.....	30
6.3.1.2 Equipo Architect Plus	31
6.3.1.2.1 Hepatitis A	32

6.3.1.2.2	SARS-CoV-2	32
6.3.2	Pruebas manuales	33
6.3.3	VDRL (Venereal Research Disease Laboratory).....	33
6.3.4	Anticuerpos antinucleares (ANA)	34
6.3.5	Anticuerpos contra ácido desoxirribonucleico (Anti-DNA).....	34
6.3.6	Anti-MPO y Anti-PR3 (IgG)	35
6.3.7	Rosa de bengala.....	36
6.3.8	Reacciones febriles o antígenos	37
6.4	Área de microbiología.....	38
6.4.1	Siembras.....	38
6.4.2	Parasitología.....	40
6.4.3	Exudados vaginales.....	41
6.4.3.1	Exudado vaginal.....	41
6.4.3.2	Clamidia	42
6.4.3.3	Micoplasma y ureaplasma urogenitales.	43
6.4.4	Lectura de placas e identificación de microorganismos.....	44
6.5	Área de uroanálisis.....	45
6.5.1	Examen general de orina (EGO).....	45
6.5.2	Sedimento urinario (SU)	46
6.6	Bioquímica clínica.....	47
7.	Bibliografía	53

1. Introducción

La formación académica adquirida por un Q.F.B. en la UAM Xochimilco permite aplicar conocimientos relacionados con actividades de la profesión, ya que contamos con la capacidad analítica, crítica y concisa para resolver problemas de la salud en el ámbito hospitalario. De esta manera podemos desarrollar competencias en el ambiente laboral. Un claro ejemplo son las actividades efectuadas en un laboratorio clínico, el cual está constituido por diversas áreas como química sanguínea, hematología, coagulación, inmunología, microbiología y uroanálisis. Estas áreas están estrechamente relacionadas con el plan de estudios, ya que gracias al módulo de “Energía y consumo de sustancias fundamentales” podemos interpretar estudios de química sanguínea y alteraciones en el equilibrio de los componentes bioquímicos que la integran como moléculas esenciales de la vida, por ejemplo, los minerales que se clasifican en macro y micronutrientes, carbohidratos, lípidos y proteína, pudiendo causar problemas patológicos de suma importancia clínica.

Así mismo con los conocimientos adquiridos en el módulo “Los fármacos como modificadores de funciones biológicas” podemos efectuar e interpretar estudios de uroanálisis, ya que la fase de eliminación del proceso ADME nos ayuda comprender la fisiología renal, algunos problemas renales ocasionados por la toxicidad de diversos fármacos que producen metabolitos tóxicos para el ser humano y la excreción de orina. También dicho módulo nos ayudó a comprender el proceso de coagulación, pues al momento de analizar la farmacodinamia de los medicamentos anticoagulantes podemos comprender que la cascada de coagulación tiene diversos efectos en la homeostasis del individuo y al existir alguna alteración en la deficiencia en alguno de los factores de coagulación podría desencadenar graves problemas de salud al individuo (Moraleda, 2017).

La microbiología es una disciplina fundamental en el laboratorio clínico, pues permite realizar un diagnóstico oportuno de enfermedades infecciosas para un correcto tratamiento evitando el uso inadecuado de antibióticos. Con los conocimientos sobre las características estructurales, funcionales y los

mecanismos de patogenicidad de los principales agentes microbianos que fueron adquiridos en el módulo de “Prevención y control de la propagación microbiana”, podemos aislar e identificar microorganismos de importancia clínica usando medios de cultivo de enriquecimiento, selectivos y diferenciales. En esta área la técnica de tinción de Gram es muy utilizada ya que nos ayuda a identificar la presencia de bacterias y como complemento se realizan pruebas bioquímicas para tener un resultado más certero sobre el microorganismo que ocasiona la infección del paciente. También en este módulo se adquirieron conocimientos sobre la respuesta inmunitaria pero principalmente la inmunidad humoral, nos permite comprender las pruebas que son realizadas en el área de inmunología porque se realizan reacciones antígeno anticuerpo mediante la técnica de tipo ELISA, permitiéndonos determinar la presencia de inmunoglobulinas de tipo M y de esta manera poder diagnosticar algunas infecciones como el virus de VIH (García et al., 2011).

En el área de hematología se aplican los conocimientos que fueron adquiridos en el módulo de “Prevención y control de la propagación microbiana” debido a que consiste en comprender como se originan las células sanguíneas y cuál es su funcionamiento, ya que a partir de una célula madre hematopoyética que da origen a progenitores mieloides que producen neutrófilos, basófilos, eosinófilos, monocitos, eritrocitos, plaquetas y a progenitores linfoides que originan células naturales Killer, linfocitos B y T. Por ende, al realizar el conteo o el porcentaje de cada célula sanguínea nos ayudan a diagnosticar si el paciente cuenta con alguna enfermedad.

Como resultado, la formación académica de un QFB es muy completa y cuenta con los conocimientos necesarios para llevar a cabo su servicio social en un laboratorio clínico, ya que contribuirá de manera significativa a la sociedad, debido a que el 80 % de las decisiones clínicas que son tomadas en un hospital dependen de los resultados de los estudios clínicos, siendo estos de gran utilidad para poder confirmar o descartar un diagnóstico de una enfermedad y a su vez poder orientar al médico para establecer un tratamiento correcto (Díaz & Santoyo, 2019).

Por esta razón, al realizar este servicio social pretendo apoyar a los químicos del laboratorio clínico del Hospital General Dr. Manuel Gea González en la realización de pruebas de diagnóstico y análisis de muestras con la finalidad de que los médicos puedan diagnosticar e indicar un tratamiento oportuno para el paciente para evitar complicaciones graves en su salud. Así mismo, al agilizar el proceso de obtención de resultados y reducir tiempos de espera, se contribuirá directamente a mejorar la atención medica brindada a los pacientes con diagnósticos más rápidos y precisos, generando la prevención de enfermedades, la detección temprana, la selección del tratamiento correcto y retrasar o controlar la progresión de la enfermedad, por lo tanto, se obtendrá un beneficio para la salud de las personas (Sikaris, 2017). También pretendo generar conciencia a las personas que asistan a sus exámenes clínicos en el hospital para que sepan la importancia que tiene la detección temprana de enfermedades, así como brindarles las indicaciones correctas previo a la realización de sus estudios, con la finalidad de obtener resultados precisos y confiables que permita evaluar el estado real del paciente.

2. Objetivo General

Desempeñar actividades de la profesión respecto al papel del Q.F.B en el laboratorio clínico del Hospital General Dr. Manuel Gea González.

3.1 Objetivos Particulares

- Analizar e interpretar los estudios de la biometría hemática (BH), velocidad de sedimentación globular (VSG) y cuantificación de la procalcitonina (PCT) en células.
- Comprender e interpretar los tiempos de coagulación para prevenir patologías relacionados con la cascada de coagulación.
- Comprender y analizar las principales metodologías empleadas en los estudios clínicos de inmunología para el diagnóstico de alteraciones del sistema inmunitario.
- Analizar las principales técnicas empleadas en la microbiología médica para identificar microorganismos de importancia clínica que atenten contra la salud del paciente.
- Observar y estudiar los principales componentes que integran el examen general de orina (EGO) para el diagnóstico de enfermedades del tracto urinario.
- Estudiar los elementos que conforman la química sanguínea (QS) para el diagnóstico de patologías que provocan alteraciones bioquímicas en el cuerpo humano.

3. Metodología

El laboratorio clínico del Hospital general Dr. Manuel Gea González se divide en seis áreas de trabajo como hematología, coagulación, inmunología, microbiología, uroanálisis y bioquímicas, por lo tanto, estaré un mes por área durante seis meses realizando las actividades que se lleven a cabo, lo que equivale a mi estadía del servicio social.

1. Febrero del 01 al 28: área de hematología

Aquí se realizan estudios de biometría hemática (BH), velocidad de sedimentación globular (VSG), recuento de reticulocitos (RET) y procalcitonina (PCT) con equipos automatizados para poder diagnosticar las enfermedades provocadas por los desequilibrios de las células.

2. Marzo del 01 al 31: área de coagulación.

En esta área se realizan cinco pruebas rutinarias que es el tiempo de protrombina (TP), tiempo de tromboplastina parcial activado (TTPa), tiempo de trombina (TT), dímero (DD) y fibrinógeno, sin embargo, los miércoles se realizan siete pruebas especiales como factor de coagulación VII y VIII, factor de Van Willebrand, Antitrombina III (AT) y proteína C y S. Estas pruebas se hacen con plasma sanguíneo y en un equipo automatizado para determinar patologías relacionadas con la cascada de coagulación.

3. Abril del 01 al 30: área de inmunología.

Aquí se llevan a cabo pruebas cualitativas como cuantitativas y son realizadas de manera automatizada o manuales. Las pruebas automatizadas es la de TORCH (Toxoplasmosis, Rubéola, Citomegalovirus y el virus del herpes simple), sífilis, IgE, anticuerpos Anti-Péptido Cíclico Citrulinado (Anti-CCP), hepatitis B, hepatitis A y SARS-CoV-2. Las manuales son la VDRL (por sus siglas en inglés, Investigación

de Enfermedades venéreas y es una prueba serológica para la sífilis), anticuerpos antinucleares (ANA), anticuerpos contra ácido desoxirribonucleico (Anti-DNA), antiMPO y anti-PR3 (IgG), rosa de bengala y reacciones febriles o antígenos.

4. Mayo del 01 al 31: área de microbiología.

En esta área se elabora de manera manual o automatizada la siembra de muestras biológicas como secreciones de herida, hemocultivos, coprocultivos, urocultivos, secreciones bronquiales, líquidos de ascitis, cefalorraquídeo, sinovial, pleural y peritoneal, tejidos, abscesos, punta de catéter, entre otros, en sus respectivos medios de cultivo. Al cumplir con su periodo de incubación se realiza la lectura de placas e identificación de microorganismos. También se hacen estudios de coproparasitoscópico por el método directo y de flotación de Faust, sangre oculta en heces (SOH), exudado vaginal, clamidia, micoplasma y ureaplasma urogenitales, tinciones de Gram, Ziehl-Neelsen, Kinyoun o de tinta china y lectura de placas para la identificación de microorganismos causantes de diversas infecciones.

5. Junio del 01 al 30: área de uroanálisis.

Se realiza el examen general de orina (EGO) en el cual consta de un análisis físico del color, aspecto y de la densidad, así como uno químico que comprende el pH, leucocitos, eritrocitos, nitritos, proteínas, glucosa, cetonas, urobilinógeno y bilirrubina. También se analiza de manera microscópica el sedimento urinario para la búsqueda de elementos formes como leucocitos, eritrocitos, bacterias, células epiteliales, cristales, cilindros, levaduras, espermatozoides, entre otros.

A las muestras de las depuraciones de 24 horas se les realiza un análisis de bioquímica de orina donde se analiza la creatinina, ácido úrico, nitrógeno ureico, sodio, potasio, cloro, calcio, magnesio, fósforo, micro albumina y PCR (Proteína C Reactiva).

6. Julio del 01 al 31: área de química sanguínea.

En esta área se efectúan de forma automática estudios de química sanguínea, donde previamente la muestra es centrifugada para poder obtener el suero del resto de las células. Las pruebas que se realizan son glucosa, amonio, ácido úrico, PCR, ferritina, triglicéridos, BUN, iones como sodio, potasio, calcio, cloro, fosforo, magnesio, hierro, cinética de hierro, urea, creatinina, así como la validación de resultados.

6. Áreas de trabajo en el laboratorio clínico

6.1 Área de hematología

La hematología se encarga de estudiar las células sanguíneas como los eritrocitos, leucocitos (monocitos, linfocitos, neutrófilos, eosinófilos y basófilos) y plaquetas, también analiza sus proporciones relativas, el estado general de las células y diagnostica las enfermedades provocadas por los desequilibrios entre ellas (López-Santiago, 2016).

En el área de hematología del laboratorio clínico del Hospital General Dr. Manuel Gea González se realizan los siguientes estudios: biometría hemática (BH), velocidad de sedimentación globular (VSG), recuento de reticulocitos (RET) y procalcitonina (PCT), ya que estos estudios nos ayudan a determinar los principales parámetros hematológicos de la sangre.

6.1.1 Biometría hemática (BH)

Este estudio es el más solicitado y consiste en analizar tres líneas celulares: eritroide (serie roja), leucocitaria (serie blanca) y plaquetaria, por lo tanto, nos ayuda a saber las patologías hematológicas o las enfermedades de diferentes órganos y sistemas del paciente. En la serie roja se evalúan siete pruebas que son clasificadas en índices eritrocitarios primarios y secundarios.

Los primarios son:

1. **Eritrocitos:** es la célula más numerosa de la sangre y se realiza el conteo de eritrocitos en un volumen determinado de sangre total. Su rango normal es de 4.6 a 6.2 $10^6/\mu\text{l}$.
2. **Hemoglobina (Hgb):** es la proteína contenida en el eritrocito y su principal función es el transporte de O_2/CO_2 de los pulmones a los tejidos y viceversa. Es el parámetro más importante para el diagnóstico de anemia. El rango normal en mujeres es de 12 a 16 g/dl y de hombres de 13 a 17 g/dl.

- 3. Hematocrito:** representa la proporción de eritrocitos en el total de la sangre y se mide en porcentaje. El rango normal en mujeres es de 37 a 47% y de hombres de 42 a 53%.

Los secundarios son:

- 1. Volumen corpuscular medio (VCM):** es el tamaño promedio de los glóbulos rojos. El porcentaje normal es de 83 a 100%.
- 2. Hemoglobina corpuscular media (HCM):** Indica la cantidad promedio de hemoglobina en cada eritrocito. Su rango normal es de 28 a 32 fl.
- 3. Concentración media de hemoglobina corpuscular (CMHC):** es la cantidad de hemoglobina relativa al tamaño del eritrocito. Su rango normal es de 32 a 35 g/dl.
- 4. Amplitud de distribución eritrocitaria (ADE):** es una medida de la variación del tamaño de los hematíes. El porcentaje normal es de 11 a 14%.

Estos índices nos permiten orientar la búsqueda etiológica para poder clasificar los tipos de anemias como normocítica-normocrómica, microcítica-hipocrómica, macrocítica, regenerativa o arregenerativa (López-Santiago, 2016; Prieto & Yuste, 2019; Torrens, 2015). Es importante destacar que cada prueba tiene un parámetro establecido, pero cambia según el sexo (masculino o femenino) y la edad del paciente. En la serie blanca se evalúan el recuento total de leucocitos donde el rango normal es de 4000 a 11000 leucocitos/ μ l y el recuento diferencial por tipo de leucocitos (neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos) que se expresa con valores porcentuales (relativos) que se obtienen al contar 100 leucocitos (Almaguer, 2012). La variación de estos parámetros nos permite valorar los procesos infecciosos locales o sistémicos, ya que los leucocitos (monocitos, eosinófilos y basófilos) forman parte de la inmunidad innata de cada individuo y los linfocitos corresponden a las células que participan en la inmunidad adaptativa, por lo tanto, se encargan de la defensa del organismo frente a agresiones externas (López-Santiago, 2016). Por último, está la serie plaquetaria, las plaquetas son los elementos más pequeños que circulan por la sangre periférica y su valor normal oscila entre 150 000 a 450 000 plaquetas/ μ l. Un nivel mayor de

450 000 se refiere a una proliferación acelerada en la médula ósea (anemias hemolíticas, aumento de destrucción en la circulación) conocida como trombocitosis, mientras uno menor de 150 000 se asocia con reducción en la trombopoyesis conocido como trombocitopenia (Almaguer, 2012).

6.1.2 Velocidad de sedimentación globular

El estudio de VSG se emplea para evaluar los estados inflamatorios sistémicos asociados tanto a infecciones como a enfermedades autoinmunes, por ejemplo, la artritis reumatoide, la arteritis temporal y la polimialgia reumática, por lo tanto, ayuda a controlar el efecto del tratamiento y dar seguimiento a la enfermedad. (Villar-Centeno, Díaz-Quijano, & Martínez-Vega, 2007). El estudio consiste en la velocidad expresada en milímetros, con la que los eritrocitos se precipitan en una hora en una muestra de sangre no coagulada y posee una alta sensibilidad para detectar inflamación sistémica, pero con una baja especificidad. Los valores normales en adultos menores de 50 años son de 0 a 15 mm/hora en hombres y de 0 a 20 mm/hora en mujeres, sin embargo, cuando la persona tiene más de 50 años el valor normal aumenta y se obtiene dividiendo la edad en años por dos. Por lo tanto, mientras más eritrocitos desciendan, mayor será la respuesta inflamatoria del sistema inmunitario y los valores de VSG incrementaran (González & Molina, 2010).

6.1.3 Recuento de reticulocitos (RET)

Los reticulocitos son eritrocitos inmaduros, anucleados, pero en los que persisten algunos organelos citoplasmáticos, como mitocondrias, ribosomas y sistema reticuloendoplásmico con un tamaño superior al de un eritrocito adulto. Estos abandonan la médula ósea y llegan a la sangre periférica, donde permanecen unas 24 h antes de convertirse en eritrocitos maduros, por lo tanto, el estudio de RET en sangre periférica nos ayuda a valorar la producción de eritrocitos en la medula ósea para poder determinar el carácter regenerativo (aumento de la cifra de reticulocitos) o arregenerativo (reticulocitos disminuidos) de una anemia. El porcentaje normal de reticulocitos es de 0.5 a 1.5 % y en

valores absolutos oscila entre 35.000 a 75.000/ μ l (Prieto & Yuste, Hematología clínica, 2019). Un valor alto nos indica una anemia regenerativa que es ocasionado por fallo periférico, la médula ósea intenta compensar produciendo gran cantidad de reticulocitos, ocurre en sangrado, hiperesplenismo y estados hemolíticos. Un valor bajo indica una anemia arregenerativa que es causada por un fallo central, por lo tanto, la médula ósea no puede producir un número suficiente de reticulocitos y eritrocitos, provocando anemias por trastornos en la utilización del hierro, defectos o supresión de la actividad eritropoyética y anomalías en la síntesis del ADN (Lirola, 2003).

6.1.4 Procalcitonina (PCT)

La procalcitonina se considera un biomarcador para el diagnóstico de pacientes con sepsis severa y shock séptico, para diferenciar escenarios que presentan respuesta inflamatoria sistémica y guiar la adecuación o retiro de antibióticos en diferentes escenarios clínicos (Carrillo & Pérez , 2013). La PCT es un polipéptido de 116 aminoácidos y es la prohormona de la calcitonina, se sintetiza fundamentalmente en las células C de la glándula tiroides como consecuencia del estímulo hormonal y en menor medida, en el tejido neuroendocrino de otros órganos como los pulmones y el intestino, su producción aumenta cuando hay citocinas inflamatorias, pero en particular por endotoxinas bacterianas presentes, esto ocurre durante las primeras dos o cuatro horas cuando existe una grave infecciones bacterianas y su nivel persiste hasta la recuperación (Radiometer, 2020). Una concentración de PCT superior a 0.1 ng/ml puede indicar la presencia de una infección bacteriana clínicamente demostrada, que necesita un tratamiento con antibióticos, sin embargo, una concentración superior a 0.5 ng/ml se debe de considerar que el paciente puede desarrollar una sepsis severa o un choque séptico. La sepsis es una reacción excesiva del sistema inmunológico y del sistema de coagulación a una infección (Biomérieux, 2019).

Al tener un conocimiento previo de los estudios que se realizan en el área de hematología, se procede a recibir todas las muestras sanguíneas que llegan en tubos vacutainer con tapa de color lila que contienen EDTA K₂ (Figura 1), el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) actúa como un agente quelante con el calcio sanguíneo haciendo que esté sea un potente anticoagulante, por lo tanto, son útiles para determinaciones hematológicas con sangre total (Segura, et al., 1997). Las muestras sanguíneas provienen de tres áreas distintas del hospital: consulta externa, hospitalización y urgencias, donde se prioriza según la urgencia de los resultados, para las muestras de hospitalización y urgencia deben ser entregados en una hora como tiempo máximo, pero para la entrega de consulta externa es en el transcurso del día.



Figura 1. Tubos de EDTA

Una vez recibidas las muestras, se revisa la etiqueta de los tubos para poder realizar los estudios solicitados e introducirlos en los equipos correspondientes, ya que son utilizados tres:

1. **Analizador de hematología DxH 900:** Es para realizar los estudios de RET y de BH, ya que analiza eritrocitos, leucocitos y plaquetas.
2. **Roller 20 PN:** Es un analizador automático para la determinación de la VSG de la sangre humana en 20 segundos.
3. **Mini VIDAS®:** Es un equipo automatizado que es utilizado para la valoración de la PCT humana en suero.

Cuando son obtenidos los resultados, el químico se encarga de analizarlos para poder validarlos y subirlos al sistema, sin embargo, en los resultados de la BH se identifica si existe un valor crítico para que este sea notificado por vía telefónica en

el área correspondiente, ya que la salud del paciente corre riesgos. Estos valores se encuentran muy elevados o muy bajos del rango normal establecido, por ejemplo, el intervalo normal de la hemoglobina es de 12 a 16 g/dl para mujeres y de 13 a 17 g/dl para hombre, pero se considera un valor crítico cuando es igual o menor a 7 g/dl en ambos sexos (Prieto & Yuste, 2019).

Los estudios de BH que tienen valores de hemoglobina, hematocrito y eritrocito fuera del rango normal establecido se les realiza un frotis sanguíneo, ya que ambos estudios se complementan para establecer el diagnóstico de gran parte de las enfermedades hematológicas. La finalidad de este estudio es evaluar la morfología como el tamaño de los eritrocitos, plaquetas y leucocitos, también nos ayuda a conocer el recuento diferencial de leucocitos, que se obtienen contando 100 leucocitos al microscopio. El frotis consiste en colocar una gota de sangre en un extremo de un portaobjetos, posteriormente con ayuda de otro portaobjetos se extiende con rapidez y suavidad la sangre a lo largo de la base, finalmente se deja secar para poder realizar la tinción de Wright-Giemsa y pueda ser examinado en el microscopio, esta técnica se puede observar en la figura 2 (Jaime & Gómez, 2015).

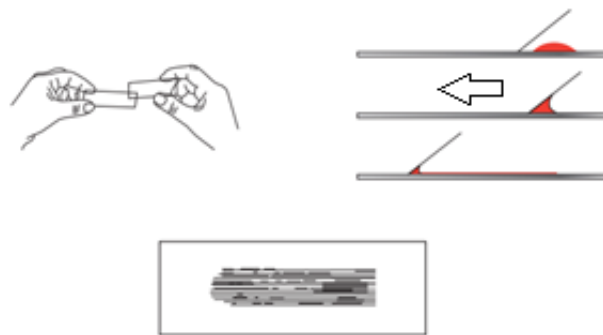


Figura 2. Técnica para la extensión del frotis sanguíneo.

La tinción de Wright-Gimsa se realiza de manera automatizada por el equipo Aerospray Pro, para teñir los portaobjetos se utiliza la mezcla de un colorante básico como el azul de metileno, que tiñe de color azul los componentes ácidos, y uno ácido que es la eosina, donde se tiñen de color rojo los componentes básicos,

de esta manera se crea una amplia gama de colores que caracteriza a cada tipo de célula sanguínea para que pueda ser identificada en el microscopio, sus características son las siguientes:

1. **Eritrocitos:** deben ser de color rosa a Salmon.
2. **Núcleos:** son de color azul oscuro a violeta.
3. **Gránulos citoplasmáticos de los neutrófilos:** son de color lila.
4. **Gránulos citoplasmáticos de los basófilos:** son de color azul oscuro a negro.
5. **Gránulos citoplasmáticos de los eosinófilos:** son de color rojo a anaranjado.
6. El área entre las células debe estar limpias y libre de precipitados de colorante.

Es importante enfatizar que los mejores resultados de la tinción se obtienen a partir de frotis que se hayan realizado en un periodo de dos a tres horas de la recolección de la sangre. Al concluir la examinación del frotis sanguíneo, los resultados obtenidos son anotados, validados y reportados en el sistema del laboratorio clínico (Carr & Rodak, 2009).

Para finalizar se realizó el siguiente diagrama de flujo donde se ejemplifica el procesamiento de las muestras sanguíneas que son recibidas en el área de hematología.

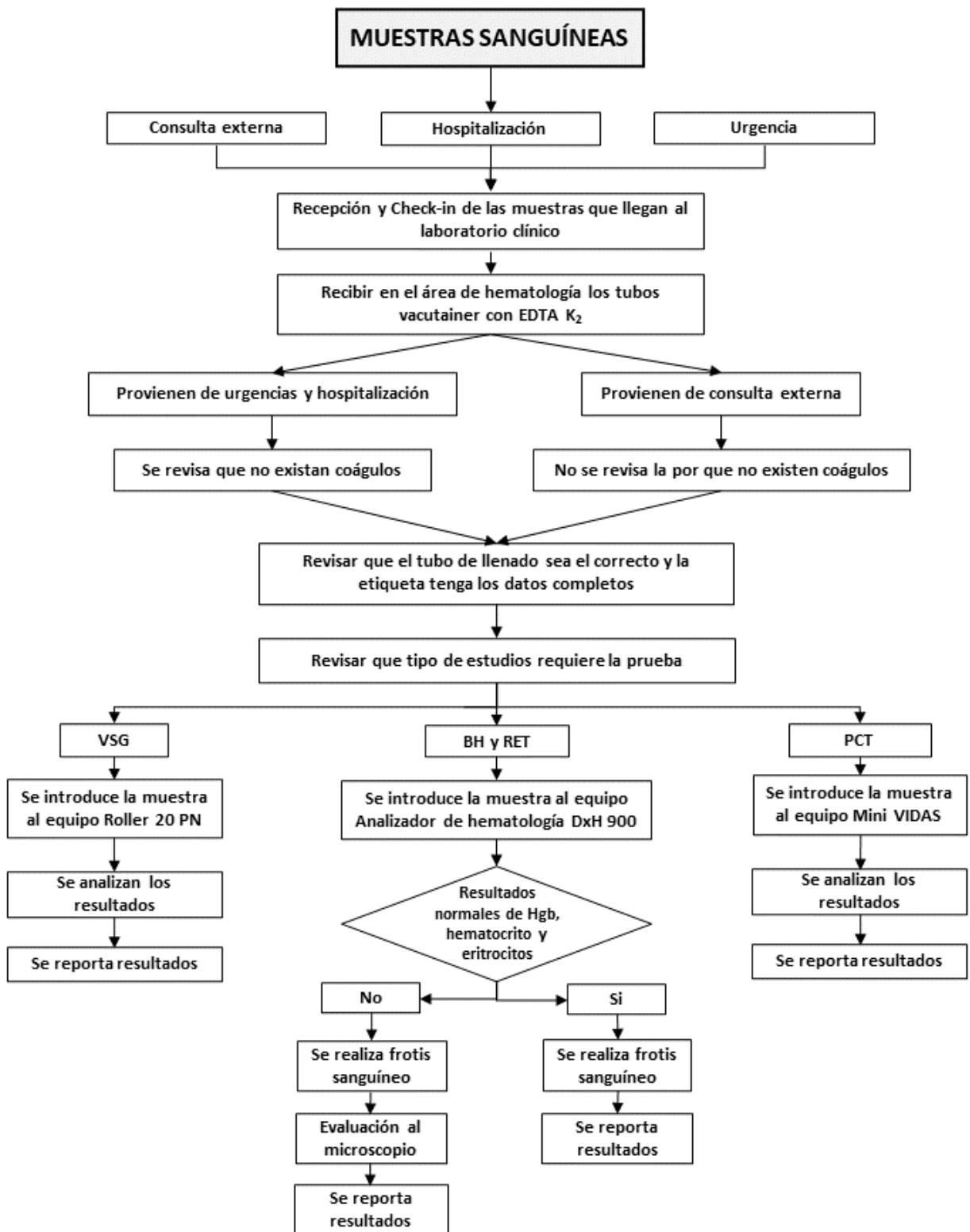


Diagrama 1. Proceso de las muestras sanguíneas en el área de hematología.

6.2 Área de coagulación

La hemostasia es un mecanismo de defensa del organismo, necesario para mantener la integridad de la pared vascular, evitar la pérdida de sangre ante una lesión vascular y restablecer el flujo sanguíneo cuando se ha reparado la lesión. Su mecanismo fisiológico comprende de cuatro fases que ocurren de manera simultánea: la primera es la vasoconstricción que consiste en el estrechamiento de los vasos sanguíneos lesionados para reducir el flujo de sangre, la segunda es la adhesión y agregación plaquetaria sobre la superficie vascular lesionada formando un tapón hemostático primarios o tapón plaquetario, después ocurre la formación de la malla de fibrina que refuerza el trombo plaquetario al cual se le llama tapón hemostático secundario o coágulo de fibrina y por último, la fibrinólisis que es la eliminación de los depósitos de fibrina una vez reparada la lesión vascular. Si ocurre alguna alteración en el mecanismo se impide la formación de un coagulo de calidad y predispone a la hemorragia (Guerrero & López, 2015; Quintero, et al., 2004).

La hemostasia se divide en dos partes: la primaria y la secundaria. La primaria es activada por lesiones pequeñas en los vasos sanguíneos, por lo tanto, se induce la vasoconstricción de la luz de las arteriolas, para minimizar la pérdida de sangre por el lugar de la lesión. Por lo tanto, la superficie subendotelial queda expuesta con componentes altamente trombogénicos, como el colágeno y el factor de Von Willebrand (FvW), que a su vez se encuentran unidos, este último ayuda a que las plaquetas se activen y se adhieran al colágeno. Después ocurre la liberación de diversos mediadores y factores procoagulantes que aseguran la formación del tapón hemostático primarios. Estas moléculas estimulan la coagulación, incrementan el tono vascular y la permeabilidad, facilitando la reparación endotelial y de la herida. Además, las plaquetas desempeñan un papel importante en la defensa antimicrobiana y regulan las reacciones inflamatorias. La hemostasia secundaria es activada por los mecanismos de la hemostasia primaria. Esta fase implica la activación de la cascada de coagulación que conducen a la transformación del fibrinógeno (soluble) en fibrina (insoluble), lo que da estabilidad

al trombo tras la lesión de un vaso. La cascada de la coagulación se divide en dos vías de activación: la intrínseca y la extrínseca, que convergen en la activación del factor X, conocida como la vía común (Moraleda, 2017).

El mecanismo por el cual se inicia la coagulación in vivo en respuesta a la lesión vascular es la vía extrínseca, donde el factor tisular se une al factor VII para ser activado (VIIa), y el complejo enzimático resultante activa los factores IX y X. La vía intrínseca se activa tras el contacto de la sangre con una superficie cargada negativamente, la calicreína activa el factor XII para convertirlo en XIIa, una enzima que actúa sobre el factor XI para generar XIa, que en presencia de iones de Ca^{++} activa al IX. El factor IXa generado junto al VIIIa, iones Ca^{++} y fosfolípidos conforman el complejo "Tenasa Intrínseca", el cual asegura la eficiencia catalítica para activar al FX a la velocidad requerida en el momento de activarse el proceso de la coagulación. Finalmente, en la vía común, convergen las dos vías antes mencionadas, a nivel del factor Xa que conforma junto con el factor Va, activan la protombina (II) para formar la trombina (IIa), la cual actúa sobre el fibrinógeno (I) transformándolo en monómero de fibrina (Ia), esta se polimeriza y se estabiliza por acción del factor XIIIa, formando junto con los elementos formes de la sangre, el tapón hemostático o coágulo (Figura 3) (Espinosa & Reverter, 2001;Guerrero & López, 2015).

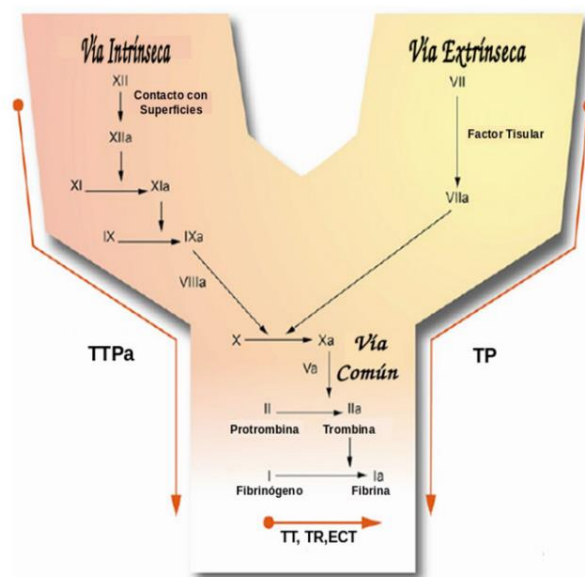


Figura 3. Cascada de la coagulación.

En la tabla 1 se puede observar los factores de coagulación clasificados según su vía correspondiente, donde se indica los niveles normales en sangre y las patologías asociadas (Guerrero & López, 2015).

FACTORES DE COAGULACIÓN	NIVELES NORMALES EN SANGRE	PATOLOGÍAS ASOCIADAS
Vía intrínseca		
Factor VIII (Factor antihemofílico A)	0.5 - 1 mg/dL	Hemofilia A, enfermedad de Von Willebrand, inhibidores contra el factor VIII.
Factor IX (Factor christmas o beta adrenérgico)	0.4 – 0.5 mg/dL	Hemofilia B; enfermedad de christmas.
Factor XI (Factor antihemofílico C)	0.4 – 0.6 mg/dL	Hemofilia c, problemas en las articulaciones, hemorragias.
Factor XII (Hageman)	1.5 – 4.5 mg/dL	Abortos primarios recurrentes, tromboembolismo.
Vía extrínseca		
Factor III (Tromboplastina, factor tisular)	4 mg/dl	Coágulos sanguíneos anormales, (trombos).
Factor VII (Proconvertina, Factor estable)	0.05 – 0.06 mg/dL	Sangrado excesivo, accidente cerebrovascular, problemas articulares.
Vía común		
Factor X (Factor Stuart-Prower)	0.7 – 1.2 mg/dL	Enfermedad hepática, cáncer, déficit de vitamina k.
Factor V (Proacelerina, Factor lábil)	0.4 – 1.4 mg/dL	Trombosis venosa profunda y embolia pulmonar.
Factor I (Fibrinógeno)	200-400 mg/dl	Afibrinogenemia; hipofibrinogenemia/ disfibrinogenemia; inhibidores de trombina.
Factor II (Protrombina)	10 mg/dL	Enfermedad hepática.

Tabla 1. Factores de coagulación.

La cascada de coagulación es útil describir la interacción entre las proteínas con actividad procoagulante y para interpretar las pruebas de laboratorio más utilizadas para la evaluación de desórdenes de la coagulación. Por esta razón, en el laboratorio del Hospital General Dr. Manuel Gea González se realizan cinco pruebas rutinarias: Tiempo de Protrombina (TP) para evaluar la vía extrínseca, el Tiempo de Tromboplastina Parcial activado (TTPa) evalúa la vía intrínseca, el Tiempo de Trombina (TT) que evalúa la vía común, dímero D y Fibrinógeno, esta última prueba solo se realiza en el turno de la mañana. También se realizan siete pruebas especiales que son realizadas el día miércoles, estas son: El factor de coagulación VII y VIII, el factor de Von Willebrand, la proteína C y S, el anticoagulante lúpico tamizaje y la antitrombina III.

Para evaluar estas pruebas se necesitan muestras de sangre colócalas en tubos vacutainer con tapa de color azul que contienen citrato de sodio al 3.2% (Fig. 4), estas provienen de los servicios de urgencias, hospitalización o consulta externa.



Figura 4. Tubos Vacutainer con citrato de sodio al 3.2%.

Cuando las muestras llegan al área de coagulación se debe de revisar que cumplan con los siguientes criterios de aceptación: no tener coágulos, la etiqueta debe de estar colocada correctamente y un volumen de sangre de 2.7 ml. Posteriormente las muestras son centrifugadas a 2500 rpm durante 10 minutos para separar el plasma de los leucocitos, eritrocitos y plaquetas. Después son ingresadas de forma vertical al equipo HemoCELL, su función es retirar el tapón de los tubos y trasladarlos al equipo ACL TOP 750 LAS, en donde se realizan las

pruebas de coagulación que requiere cada muestra. Los resultados obtenidos son analizados, valorados y liberados por los químicos encargados del área de coagulación. A continuación, se muestra una tabla donde se indican las pruebas que se realizan en el laboratorio junto con sus intervalos de referencia y cuando se considera un valor crítico (V.C.) (Moraleda, 2017; Prieto & Yuste, 2019).

PRUEBA	INTERVALO DE REFERENCIA	UNIDADES	V. C.
Tpo. de protombina	9.4 – 12.5	seg	> 50 seg
Tpo. de tromboplastina	23 – 40	seg	< 16 seg > 400 seg
Tpo. de trombina	10.30 – 16.60	seg	No tiene
Dímero - D	100 - 500	ng/ml	> 500 ug/ml
Fibrinógeno	238 - 498	mg/dL	< 70 mg/dL > 100 mg/dl
Factor VII	50 - 129	% de actividad	< 50% > 129%
Factor VIII	50 - 150	%	< 5% > 150%
Fac. de Van Willebrand	Tipo de sangre: A, B, BA: 66.1 – 176.3 / O: 42 - 140.8		< 40% > 180%
Proteína C	70 - 140	% de actividad	< 70% > 140%
Proteína S	63 - 149	% de actividad	< 63% > 149%
Antitrombina III (AT)	83 - 128	% de actividad	< 8% > 128%

Tabla 2. Pruebas de coagulación con sus respectivos intervalos de referencia y valores críticos.

Cada una de estas pruebas tiene una finalidad distinta y son empleadas según lo requiera el paciente:

- **Tpo. de protombina:** evalúa el funcionamiento de la vía extrínseca de la coagulación. Es una prueba empleada para la evaluación prequirúrgica, para el seguimiento de pacientes con hepatopatías o con deficiencias de factores de la coagulación y monitorizar el efecto de los anticoagulantes

orales antagonistas de la vitamina K (acenocumarol, warfarina) (Prieto & Yuste, 2019).

- **Tpo. de tromboplastina parcial activada:** evalúa el funcionamiento de la vía intrínseca y la vía común de la coagulación, detectando la deficiencia de los factores, excepto el VII y el XIII. También es útil para evaluar el tratamiento con anticoagulantes no orales tipo heparina no fraccionada y para rastrear el anticoagulante lúpico (Prieto & Yuste, 2019).
- **Tpo. de trombina:** mide el tiempo de formación de fibrina a partir del fibrinógeno presente en el plasma, en presencia de una cantidad estandarizada de trombina. Se utiliza para determinar la presencia de fibrinógenos anormales (disfibrinogenemias) o bajos niveles de fibrinógeno circulante (hipofibrinogenemias), también se obtienen tiempos prolongados en cuadros de coagulación intravascular diseminada o si existe la presencia de heparina, en hiperfibrinólisis primaria y en presencia de productos de degradación de fibrinógeno/fibrina (Guerrero & López, 2015).
- **Dímero – D:** esta prueba valora la actividad de la plasmina y la trombina, también proporciona una medida con gran especificidad de la proporción de degradación de fibrina que ocurre (Prieto & Yuste, 2019).
- **Fibrinógeno:** se usa para la detección de un aumento o disminución de la concentración de fibrinógeno (factor I) de origen adquirido o congénito. También se emplea para dar seguimiento al tratamiento y la gravedad de la coagulación intravascular diseminada y fibrinólisis. La disminución de los valores de fibrinógeno indica la existencia de una hipofibrinogenemia (congénita o adquirida) o una disfibrinogenemia. Este se comporta como un reactante de fase aguda y aumenta sus cifras en cuadros inflamatorios (Moraleda, 2017).
- **Factor VII y VIII:** estas pruebas sirven para evaluar el déficit de estos factores ya sea de manera congénita o adquirida, mientras que la prueba de factor VIII intenta explicar la prolongación de TTPa, ya que esto es provocado por la deficiencia de este (Prieto & Yuste, 2019).

- **Factor de Van Willebrand:** se emplea para evaluar los episodios de sangrado excesivos o recurrentes en el propio individuo o cuando estos episodios se producen en los familiares. La prueba es útil para diagnosticar la enfermedad de Von Willebrand y para la distinción entre los distintos tipos de FVW. Si después de haber realizado las pruebas de coagulación TP TTP y TT se recomienda medir el tiempo de sangrado, lo cual nos ayudará a indicar si hay deficiencia de este factor (Moraleda, 2017).
- **Proteína C y S:** El sistema de proteína C y S es un inhibidor notable de la coagulación. Con deficiencia de estas proteínas, la trombosis ocurre sin inhibición recurrente en adultos y jóvenes (Prieto & Yuste, 2019).
- **Antitrombina III (AT):** nos indica la deficiencia de la misma, ya sea congénita, hereditaria o adquirida, útil para el diagnóstico del riesgo de trombosis o para definir la etiología en pacientes con episodios previos de tromboembolismo venoso (Moraleda, 2017).

Las pruebas de coagulación nos permiten identificar la deficiencia de los factores de la coagulación, así como la existencia de alguna anomalía en el sistema de la coagulación provocando eventos trombóticos o hemorrágicos. Los resultados de estos estudios permitirán tomar medidas preventivas o correctivas, según cada caso particular de los pacientes.

6.3 Área de inmunología

El sistema inmunitario (SI), a través del sistema inmune innato (SII) y del sistema inmune adaptativo (SIA), tiene la función principal de proteger al organismo de las agresiones externas provocadas por microorganismos, alérgenos y agentes tóxicos. La primera línea de defensa es el SII porque actúa a través de mecanismos preexistentes que se activan de manera rápida y poco específica, por el contrario, el SIA es específico para los distintos antígenos y esta respuesta posee memoria, siendo más eficaz frente a las reexposiciones al mismo agente agresor. La inmunología se encarga de estudiar los componentes del sistema inmune que son moléculas, células, tejidos u órganos, sus interacciones y sus funciones en el control de las infecciones y la homeostasia del medio interno. (Bermejo et al., 2021; Lahera, 2010).

El estudio de enfermedades inmunológicas resulta complejo y requiere pruebas específicas, por esta razón, resulta práctico dividir estas patologías en tres grandes grupos para ser evaluadas:

1. **Inmunodeficiencias:** son enfermedades causadas por defectos genéticos que afectan el desarrollo del sistema inmune y su funcionamiento, mantenimiento y regulación. Aquí se evalúa el recuento de IgG, IgM para diversas enfermedades como virus del herpes simple (VHS), Rubéola (RUB), citomegalovirus (CMV), entre otras (O'Farrill-Romanillos et al., 2017).
2. **Enfermedades autoinmunes:** Son causadas por una respuesta inmune de tipo celular o humoral, contra antígenos propios. La mayoría de estas enfermedades cursan con inflamación que afecta varias partes del cuerpo, como en el caso de la artritis reumatoide, el lupus eritematoso sistémico, la miastenia grave o la enfermedad de Hashimoto. Se realizan pruebas para determinar anticuerpos anti-nucleares (ANA), anticuerpos contra ácido desoxirribonucleico (Anti-DNA), anticuerpos anti-CCP, entre otros (Bastías, 2015).

3. **Enfermedades alérgicas:** La alergia es una respuesta inmune nociva, de tipo inflamatorio, mediada por IgE, que se desencadena en individuos que por predisposición genética, se sensibilizan a antígenos externos llamados alérgenos, los cuales no son patógenos para la mayoría de los individuos, por esta razón, se evalúa el recuento de IgE para el diagnóstico de enfermedades como la fiebre del heno, la bronquitis atópica o la dermatitis (Bastías, 2015).

En el área de inmunología se realizan pruebas cualitativas y cuantitativas, tanto manuales como automatizadas por los equipos Cobas e 411 y Architect Plus.

6.3.1 Pruebas automatizadas

Para realizar las pruebas previamente se centrifugan las muestras de sangre que están contenidas en tubos Vacutainer con tapa amarilla a 300 rpm durante 10 minutos, para después ser introducidas en los equipos correspondientes ya que son utilizados dos.

6.3.1.1 Equipo Cobas e 411

Es un analizador totalmente automatizado que utiliza una tecnología patentada de electroquimioluminiscencia (EQL) para el análisis de inmunoensayo inmunoquímicos cualitativos, semicuantitativos y cuantitativos. Cuenta con un sistema completamente automatizado con acceso aleatorio y carga continua para realizar las pruebas. Las señales de quimioluminiscencia electrogeneradas se obtienen de los estados excitados de un luminóforo generado en la superficie del electrodoméstico durante la reacción electroquímica (ROCHE, 2023).

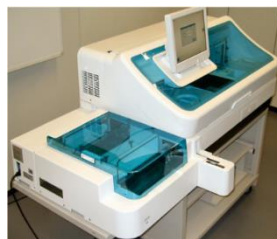


Figura 5. Equipo cobas e 411

En este equipo se realizan ocho pruebas de manera individual, que es sífilis, IgE, anticuerpos Anti-Péptido Cíclico Citrulinado (Anti-CCP), hepatitis B, toxoplasmosis, rubéola, citomegalovirus y el virus del herpes simple, sin embargo, las últimas cuatro se agrupan y se les conoce como TORCH. Esta es una prueba de tamizaje perinatal para la detección de anticuerpos producidos por el sistema inmune frente a estas cuatro infecciones, con mayor frecuencia se les realiza a las mujeres embarazadas y a los recién nacidos, ya que las infecciones se pueden transmitir durante la gestación o en el momento del parto (Cofre et al., 2016).

Antes de realizar las pruebas se necesita colocar todos los reactivos de cada prueba, posteriormente se introducen los controles y calibradores para evaluar los resultados, ya que los valores deben encontrarse en el rango establecido (± 2 D.E.), esto se realiza para garantizar que los resultados obtenidos de las pruebas son confiables.

6.3.1.1.1 El virus de la rubéola

El virus de la rubéola es un virus ARN encuadrado dentro del género *Rubivirus* en la familia *Togaviridae* y es una enfermedad viral contagiosa que ocurre con mayor frecuencia en niños. El virus es transmitido a través de las vías respiratorias, y los síntomas aparecen usualmente a las 2-3 semanas después de la exposición, pudiendo desarrollar una enfermedad cardíaca, retraso del crecimiento, pérdida auditiva, alteraciones sanguíneas, defectos de visión o neumonía. Las alteraciones que pueden presentarse durante la infancia incluyen la enfermedad del sistema nervioso central, trastornos inmunológicos o la enfermedad tiroidea (Sanz & De Ory, 2006).

6.3.1.1.2 El citomegalovirus (CMV)

El CMV es un virus de ADN de doble cadena y es miembro de los herpesvirus. Al contraer la infección las personas sanas pueden ser asintomática, pero en pacientes inmunocomprometido puede poner en peligro la vida. Se puede transmitir a través de productos sanguíneos (transfusiones, trasplante de órganos), lactancia materna, diseminación viral en entornos de contacto cercano,

perinatal y transmisión sexual. Es importante destacar que el feto puede ser infectado durante el parto o por la leche materna. Los niños infectados pueden presentar alteraciones graves como pérdida de audición, trastornos de la visión, retraso mental, neumonía y convulsiones (Calle et al., 2023).

6.3.1.1.3 Toxoplasmosis

Es una infección causada por un parásito llamado *Toxoplasma gondii*, puede provocar infecciones oculares y del sistema nervioso central, así como quistes cerebrales y musculares. También, puede transmitirse de la madre al feto a través de la placenta durante el embarazo provocando un aborto o defectos congénitos, dependiendo del momento en que la madre se infectó. La toxoplasmosis se adquiere por la ingesta de los parásitos cuando se manipulan los excrementos de gatos infectados, a través de la leche de cabra no pasteurizada y, más frecuentemente, por la ingesta de carne contaminada (Chelsea, 2023).

6.3.1.1.4 El virus del herpes simple 1 y 2 (VHS-1 y VHS-2)

Existen dos tipos de virus del herpes simple, VHS-1 y VHS-2. El VHS-1 produce vesículas principalmente alrededor de la cavidad oral y en la boca, mientras que el VHS-2 generalmente produce las lesiones en el área genital, sin embargo, los dos tipos pueden afectar a ambas zonas y se suele adquirir por contacto oral o genital. Los recién nacidos que adquieren el virus, generalmente lo hacen durante el paso por el canal del parto de una madre con infección genital por el VHS. El virus puede extenderse dentro del organismo del recién nacido y afectar a los órganos vitales. La presencia de anticuerpos IgM frente al VHS-1 o VHS-2 indica una infección activa o reciente. Los anticuerpos IgG frente al VHS-1 o al VHS-2 indican una infección en el pasado (OMS, 2023).

6.3.1.1.5 Sífilis

La sífilis es una enfermedad de transmisión sexual, de carácter crónico, que evoluciona en fases clínicas: sífilis primaria, secundaria, latente y terciaria, producida por *Treponema pallidum*, este es una espiroqueta que a través de sus

citocinas tiene la capacidad de tolerar el sistema inmune materno y progresar a una infección en el feto. Se puede transmitir e sexualmente, caracterizándola como sífilis adquirida, verticalmente (congénita), por transfusión de sangre u objetos contaminados (Colina & Manríquez, 2018).

6.3.1.1.6 IgE

La alergia es una respuesta inmune nociva, de tipo inflamatorio, mediada por IgE, que se desencadena en individuos que, por predisposición genética, se sensibilizan a antígenos (Ag) externos llamados alérgenos, los cuales no son patógenos para la mayoría de los individuos. Esta predisposición genética se conoce como atopia. La unión alérgeno-IgE induce la liberación de mediadores que inician un proceso inflamatorio localizado o sistémico provocando alergias. Las alergias pueden afectar cualquier sistema: respiratorio (rinitis, asma), cutáneo (urticaria, dermatitis), ocular (conjuntivitis, queratoconjuntivitis) o múltiples sistemas al mismo tiempo (anafilaxia, síndrome hipereosinofílico) (Galli & Tsai, 2012).

6.3.1.1.7 Anticuerpos Anti-Péptido Cíclico Citrulinado (Anti-PCC)

Son autoanticuerpos específicos de la artritis reumatoide dirigidos contra proteínas citrulinadas y es un biomarcador útil en el diagnóstico y pronóstico de pacientes con artritis reumatoide. La artritis reumatoide (AR) es una enfermedad caracterizada por inflamación crónica y presencia de autoanticuerpos, que afecta las pequeñas articulaciones periféricas con una alta morbilidad y discapacidad (Gómez, 2004).

6.3.1.1.8 Hepatitis B

Es una infección hepática grave causada por el virus de la *hepatitis B* (VHB). El diagnóstico se efectúa normalmente en función de los marcadores serológicos de infección por VHB, en las determinaciones virológicas de replicación (ADN del VHB) y según la evaluación de los marcadores de enfermedad hepática. La comprobación de las proteínas virales en suero, como el HbeAg y el HbsAg, y de

los anticuerpos anti-Hbe y anti-HBs sirve para conocer si se trata de una infección aguda o crónica y si la persona infectada ha logrado la seroconversión de HbeAg o HbsAg. Se considera que un paciente presenta infección crónica por VHB si posee HbsAg durante más de 6 meses. La presencia de HbeAg y de ADN del VHB constituye un indicador de replicación del virus y aumenta el riesgo de progresión de la enfermedad hepática. Esta infección aumenta el riesgo de desarrollar insuficiencia hepática, cáncer de hígado o cirrosis, que consiste en una afección que deja cicatrices permanentes en el hígado (Carretero, 2004).

6.3.1.2 Equipo Architect Plus

El sistema del equipo se puede configurar para procesar muestras utilizando método inmunoanálisis de micropartículas quimioluminiscentes (CMIA) y es un sistema de inmunoanálisis completamente automatizado, que permite el acceso aleatorio y continuo. Utiliza la tecnología de ensayo sándwich no competitiva para medir analitos. La concentración de señal medida es directamente proporcional a la concentración de analito presente en la muestra y procesa ensayos con una duración de 29 minutos para la rutina (Abbott, 2023). En este equipo solo se realizan dos pruebas que es Hepatitis A y SARS-CoV-2.



Figura 6. Equipo Architect Plus

6.3.1.2.1 Hepatitis A

Es una inflamación del hígado debida a la infección por el virus de la hepatitis A (VHA). Se transmite al ingerir agua o alimentos contaminados o por contacto directo con una persona infectada. Los síntomas van de moderado a grave y comprenden fiebre, malestar, pérdida de apetito, diarrea, náuseas, molestias abdominales, coloración oscura de la orina e ictericia (coloración amarillenta de la piel y los ojos). Casi todos los pacientes se recuperan totalmente y adquieren inmunidad de por vida. No obstante, una proporción muy pequeña de las personas infectadas por el VHA puede fallecer a causa de una hepatitis fulminante. Para ejecutar la prueba se realiza la detección cualitativa del anticuerpo IgM frente al virus de la hepatitis A en suero y plasma humano. Este ensayo nos ayuda al diagnóstico de una infección aguda o reciente por el virus de la hepatitis A (OMS, 2023).

6.3.1.2.2 SARS-CoV-2

Es un virus de la gran familia de los coronavirus y es una enfermedad infecciosa. Puede propagarse desde la boca o nariz de una persona infectada en pequeñas partículas líquidas cuando tose, estornuda, habla, canta o respira. Estas partículas van desde gotas de Flügge (partículas diminutas expedidas al hablar, toser, estornudar o respirar) hasta los aerosoles más pequeños. La mayoría de las personas infectadas por el virus experimentarán una enfermedad respiratoria de leve a moderada, sin embargo, algunas son más graves y requerirán atención médica. Los adultos mayores, así como los que padecen enfermedades cardiovasculares, diabetes, enfermedades respiratorias crónicas o cáncer, tienen una mayor probabilidad de desarrollar una enfermedad grave. Esta prueba se realiza mediante una muestra de suero que es obtenida después de centrifugar una muestra sanguínea obtenida de pacientes con signos y síntomas de infección, por lo tanto, se realiza la detección cualitativa de las IgG frente a la proteína de la nucleocápside del virus (Reina, 2020; Matos-Alviso et al., 2021).

6.3.2 Pruebas manuales

6.3.3 VDRL (Venereal Research Disease Laboratory)

Esta técnica se realiza cuando el resultado de la prueba de sífilis sale positivo ya que es de gran utilidad para el seguimiento del tratamiento, por ser el primer examen serológico que disminuye sus títulos de reactividad después de un tratamiento adecuado. Es una técnica reacción antígeno-anticuerpo de floculación en lámina que está estandarizada para que se realice con suero o en líquido cefalorraquídeo (LCR). La finalidad de la técnica es medir anticuerpos inespecíficos contra material lipoidal liberado de las células huésped dañadas, así como material de estructura proteica y posiblemente cardiolipina, liberados desde las treponemas. Los anticuerpos antilipoidales son anticuerpos que se producen no sólo como consecuencia de la sífilis y de otras enfermedades treponémicas, sino también en respuesta a enfermedades de naturaleza aguda y crónica en las cuales se produce daño de los tejidos. Se realizan varias titulaciones para poder observar un resultado negativo o no reactivo, estas titulaciones son por duplicado (1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64). Después de realizar las titulaciones se debe de leer el resultado de la muestra en el microscopio con aumento de 100 x (10x ocular y 10x objetivo). La interpretación de lecturas de floculación microscópica es la siguiente:

Sin grumos o con ligera rugosidad	No Reactivo (NR)
Grumos pequeños	Reactivo débil (Rd)
Grumos medianos a grandes	Reactivo (R)

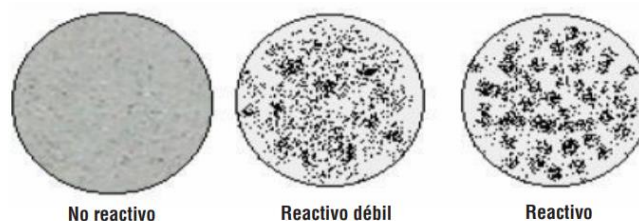


Figura 7. Interpretación de lecturas de floculación microscópica.

El resultado reactivo o positivo se caracteriza habitualmente por grumos grandes o pequeños, pero el tamaño es uniforme como se observa en la figura 7. Al tener el resultado de la prueba se reporta el número de titulaciones que se realizaron para tener un resultado negativo o positivo (Colina & Manríquez, 2018).

6.3.4 Anticuerpos antinucleares (ANA)

Son inmunoglobulinas que reconocen componentes celulares autólogos (nucleares y citoplasmáticos). Estos se presentan en pacientes con enfermedades de origen reumáticas, como el lupus eritematoso sistémico (LES), síndrome de Sjögren (SS), esclerosis sistémica progresiva (ESP) y polimiositis (PM). La detección de ANA debe realizarse mediante inmunofluorescencia indirecta (IFI) en líneas celulares como prueba de tamizado inicial debido a su alta sensibilidad. Una muestra positiva para ANA, detectados mediante IFI deben ser evaluados en base al patrón y al título, también debe confirmarse mediante técnicas más sensibles y específicas. Al finalizar la prueba se debe de observar el resultado en un microscopio a 40x que se ubica en el cuarto oscuro. Si el resultado es positivo se podrá observar un patrón fluórense, pero si es negativo no se observará fluorescencia, esto se puede observar en la figura 8. Es importante resaltar que más del 90% de los ANA detectados se presentan combinados con al menos dos patrones diferentes nucleares o citoplásmicos (Cabiedes & Núñez-Álvarez, 2010).

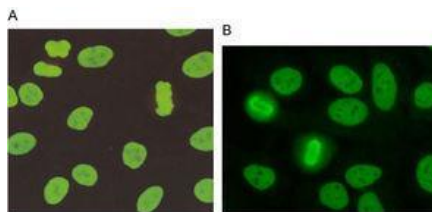


Figura 8. Ejemplos de patrones homogéneos.

6.3.5 Anticuerpos contra ácido desoxirribonucleico (Anti-DNA)

Los anti-dsDNA van dirigidos específicamente contra el material genético (ADN) del núcleo celular. Estos anticuerpos son considerados marcadores de Lupus

Eritematoso Sistémico (LES), se correlacionan con la sintomatología clínica y son muy específicos de esta enfermedad. Se realiza una prueba de inmunofluorescencia indirecta con *Crithidia luciliae*, observándose una tinción fluorescente anular del kinetoplasto que contiene ADN de doble cadena. En algunos casos pueden observarse imágenes fluorescentes en flagelo, membrana y corpúsculo basal, consideradas como falsos positivos. Al finalizar la prueba el resultado es observado en un microscopio con un aumento de 400x. Se considera que un suero es negativo para los anticuerpos anti-ADNn si la fluorescencia del cinetoplasto es igual o inferior a la del pocillo de control negativo. La tinción del núcleo sin tinción del cinetoplasto también se considera negativa para los anticuerpos anti-ADNn, sin embargo, se considera un suero positivo si el cinetoplasto se tiñe de forma discernible con una fluorescencia superior a la del pocillo de control negativo, como se observa en la figura 9 (Griemberg et al., 2006)

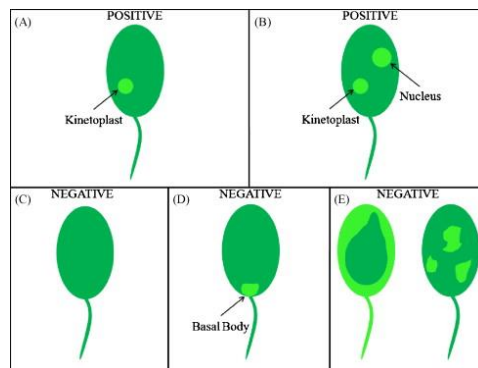


Figura 9. Resultado de inmunofluorescencia con *Crithidia luciliae*.

6.3.6 Anti-MPO y Anti-PR3 (IgG)

Los anticuerpos anti-neutrófilos citoplasmáticos (ANCA) son un grupo de anticuerpos que reacciona con los antígenos citoplasmáticos en los neutrófilos humanos. La detección de los ANCA se realiza habitualmente mediante análisis por inmunofluorescencia indirecta (García-Castro et al., 2008). En esta prueba, se pueden observar diferentes patrones de tinción celular, sin embargo, se han descrito y caracterizado dos patrones principales de tinción:

1. Los anticuerpos que presentan un patrón citoplasmático granular fino, llamado C-ANCA, suelen ir dirigidos contra una serina proteasa, la Proteinasa 3 (PR-3) (Martínez, et al., 2015).
2. El perinuclear o P-ANCA, que normalmente se debe a los anticuerpos dirigidos contra la mieloperoxidasa (MPO), se ha asociado a la vasculitis sistémica y a la glomerulonefritis necrosante idiopática y con semilunas. Al realizar esta técnica, los gránulos citoplasmáticos de los neutrófilos con carga positiva se reordenan alrededor de las cargas negativas de la membrana nuclear. Por tanto, es preciso diferenciar los p-ANCA de los ANA. Para ello suelen emplearse fijadores, como la formalina, que impiden dicho reordenamiento. En otros casos, los p-ANCA se dirigen contra moléculas distintas de la MPO (elastasa, catepsina G, lactoferrina, lisozima, β -glucuronidasa, catalasa y azurocidina), que pueden aparecer en otras enfermedades no vasculitis (García-Castro et al., 2008).

Para realizar esta prueba se realiza mediante tiras de ensayo recubiertas con antígenos purificados, ya que si el resultado es positivo estas cambiarán de coloración al detectar los anticuerpos anti MPO y PR3. Esto nos permite la determinación *in vitro* cualitativa de autoanticuerpos humanos de clase IgG contra los antígenos MPO y PR3 en suero o plasma (Martínez, et al., 2015).

6.3.7 Rosa de bengala

Es una técnica de aglutinación en porta para la detección cualitativa y semicuantitativa de anticuerpos anti-Brucela en suero humano. La suspensión bacteriana y coloreada, es aglutinada por anticuerpos IgG o IgM presentes en el suero del paciente. El diagnóstico de la brucelosis puede establecerse bien sea por el aislamiento de del microorganismo en sangre o heces, o por la demostración de la presencia de anticuerpos específicos en el suero del paciente. El reactivo, debido a su formulación en un tampón de pH ácido, es capaz de

reaccionar con anticuerpos IgG o IgM, por lo que es muy útil para el diagnóstico de individuos en fase crónica de la enfermedad, los cuales presentan un nivel elevado de anticuerpos IgG difícilmente detectables por el método tradicional de aglutinación en tubo. Al finalizar la prueba se debe de colocar en una lampara de luz para observar si existe la presencia o ausencia de aglutinación. La presencia de aglutinación indica una concentración de anticuerpos anti-Brucela, por lo tanto, debe de ser reportado como un resultado positivo, esto se observa en la imagen 10 (Maldonado et al., 2012).



Figura 10. Resultado positivo y negativo de la prueba rosa de bengala.

6.3.8 Reacciones febriles o antígenos

Las reacciones Febriles son un conjunto de pruebas para el diagnóstico de enfermedades que cursan con fiebre como fiebre tifoidea causada por *Salmonella typhi* y *Salmonella enteritidis*, fiebre paratifoidea causada por *Salmonella paratyphi* A y B, brucelosis causada por *Brucella abortus* y el tifo causado por el género *Rickettsia*, esto se realiza con el monitoreo del título de anticuerpos específicos somáticos (O) y flagelares (H) en el suero del paciente. Se utiliza el método de aglutinación en placa el cual consiste en reacciones de aglutinación entre los antígenos de *Salmonella*, *Brucella*, *Proteus* y los anticuerpos contra estos antígenos presentes en el suero del paciente (PROQUIMED, 2021)

6.4 Área de microbiología

En el área de microbiología se lleva a cabo la identificación de microorganismos como bacterias, hongos o parásitos en muestras de origen humano que son de importancia clínica, ya que afectan la salud de los pacientes. Una vez identificados, los doctores pueden determinar que enfermedades infecciosas tiene el paciente para poder dar un tratamiento adecuado. Por esta razón, es importante que la recolección y el manejo de las muestras sea el adecuado para obtener resultados confiables. El área de microbiología se divide en 5 subáreas o mesas de trabajo, estas son siembras, parasitología, exudados vaginales, lectura de placas e identificación de microorganismos y reporte de resultados.

Todas las muestras que lleguen al laboratorio se les realiza Check-in dentro del área, posteriormente se reparten a cada una de las subáreas correspondientes donde se revisa de manera específica que cuente con las condiciones adecuadas para poder llevar a cabo el estudio solicitado, de manera general es importante que las muestras no se encuentren contaminadas y que tengan un etiquetado correcto donde se ubique el nombre completo del paciente, el folio y el tipo de estudio que solicitan. A continuación, se describen las actividades que son realizadas en cada una de las subáreas de microbiología.

6.4.1 Siembras

Aquí se reciben la mayoría de las muestras como secreciones de herida, hemocultivos, coprocultivos, urocultivos, secreciones bronquiales, líquidos de ascitis, cefalorraquídeo, sinovial, pleural y peritoneal, tejidos, abscesos, punta de catéter, entre otros. Se revisa que todas las muestras se encuentren en condiciones óptimas y en el medio de transporte adecuado de lo contrario serán rechazadas, sin embargo, los urocultivos que son ingresados en el turno de la noche y deben ser procesados en el turno de la mañana solo se les coloca incidencia a las muestras que no son colocadas en un tubo conservador, ya que suelen llegar en jeringas o en un vaso copro y estas se pueden contaminar durante la noche. Posteriormente se identifica el tipo de muestra que se va a

sembrar y los medios de cultivo que le corresponden para que obtener un adecuado crecimiento y la diferenciación de los microorganismos. Los medios de cultivos que se utilizan son líquidos como el caldo de selenito y cistina o de tioglicolato y solidos como el agar gelosa sangre o MacConkey, todos los medios de cultivos se pueden observar en la tabla 1, así como sus respectivas muestras a sembrar. Para realizar la siembra se puede realizar de forma manual, en el caso de las secreciones bronquiales, exudados uretrales, puntas de catéter, hemocultivos o en algunos casos urocultivos utilizando un asa calibradora de 1 µl, pero también puede realizarse de manera automatizada con el equipo “PREVI® Isola” todas las demás muestras líquidas como urocultivos o exudados vaginales. En esta subárea también se hacen las laminillas que se les realiza alguna tinción como de Gram o de Ziehl-Neelsen, en la tabla 1 se puede observar que muestras son.

Cultivo	Gelosa Sangre	Mac Conkey	Sal y manitol	SS	Gelosa chocolate	Chromagar Candida	Casman	Thayer Martin	Chromagar orientador	Columbia 5%	Caldo de tioglicolato	Lowestein jensen	Campilobacter	Sabourand	Caldo selenito y cistina	Tinción de gram	Tinción de Ziehl - Neelsen	Tinta china	KOH	Azul de algodón	Frasco de hemocultivo pediátrico
Coprocultivo		X		X									Niños	X							
EspERMOCULTIVO	X	X					X	X													
Expectoración	X	X	X																		
Hemocultivo (positivo)	X	X														X					
Hemocultivo (negativo)					X											X					
Urocultivo	X								X												
Productos diversos *																					
Ex. faríngeo / Nasal pediátrico	X	X	X		X	X															
Ex. faríngeo / Nasal adulto	X	X	X																		
Ex. Uretral	X	X					X	X								X					
E. Vaginal /vulva	X	X				X	X	X			X					X					
Sx. Bronquial adulto	X	X	X		X	X					X			X		X					
Sx. Bronquial pediátrico	X	X	X		X	X										X					
Sx. Hx. Qx. /Jeringa	X	X	X													X					X
Líqu. Ascitis																X					X
Líqu. LCR											Adul.					X	X	X			X
Líqu. Sinovial																X					X
Líqu. Pleural											X			X		X	X				X
Líqu. Peritoneal																X					
Otros líq. Biol. Estériles																					
Tejidos (Macerados)											X	X				X	X				
Absceso (Anaerobios)	4X	X														X					Anaerobio
Punta de catéter	X	X																			
Mielocultivo												X		X		X	X				X
Micobacterias												X					X				
Cultivos Ambientales											X										

Tabla 2. Muestras a sembrar con sus respectivos medios de cultivo.

6.4.2 Parasitología

En esta área se realiza los estudios de sangre oculta en heces (SOH) y coproparasitoscópico para detectar parásitos que provocan diarrea, heces blandas o líquidas, cólicos, flatulencias (gases) y otras enfermedades gastrointestinales. Los pacientes deben de entregar tres muestras de excremento del tamaño de una nuez, o un aproximado de 5 ml como mínimo cuando se trate de una muestra diarreica, cada una de ellas debe ser recolectada en un vaso copro diferente. Las muestras tienen que ser conservadas en refrigeración mientras son entregadas al laboratorio. El estudio de SOH es un análisis para identificar si la muestra cuenta con sangre oculta, ya que puede estar relacionada con varias causas, como gastritis, úlcera péptica o duodenal, parasitosis intestinal, sangrado de encías o cáncer colorrectal. Para realizar la prueba se utiliza un Kit Immuno – Hemoscreen, es un método cualitativo, rápido e inofensivo, los resultados se pueden observar al minuto de haberla realizado. La prueba se basa en el uso de ácido acético que lisa los eritrocitos, el peróxido de hidrógeno actúa como sustrato ya que la acción peroxidasa de la hemoglobina libera oxígeno, gracias a esto y un indicador, la muestra en caso de presentar sangre, es decir, positivo, virará a una tonalidad de color azul. La prueba se realiza por triplicado y el resultado que se obtenga debe ser reportado (Kabla, 2023).

El estudio de coproparasitoscópico se utiliza para la búsqueda e identificación de formas parasitarias intestinales para conocer si se tiene una infección en el tracto gastrointestinal y se realiza en serie de tres muestras. La prueba consiste en dos métodos, el directo y de flotación de Faust, en el directo se colocan dos gotas de Lugol en un porta objetos, después con un aplicador de madera se coloca una pequeña porción de muestra y con el mismo aplicador se hace una mezcla lo más homogénea posible, posteriormente se observa en el microscopio a 10 X y después a 40 X, por lo regular siempre se encuentran levaduras y *Blastocystis hominis*, un parásito intestinal cosmopolita que habita en el tracto intestinal de humanos, estos no se observan en el método de flotación de Faust debido a que se destruyen al momento del centrifugado.

El método de flotación de Faust es una metodología que permite concentrar por flotación algunos huevos, quistes o larvas de parásitos contenidos en las heces, esto es posible porque la solución de sulfato de zinc tiene una mayor densidad, por lo tanto, permite el precipitado de los elementos más pesados y la flotación de los más livianos (huevos, quistes o larvas), apareciendo en el sobrenadante después de la centrifugación de las muestras, este es recogido con un cubreobjetos y es observado al microscopio para la identificación (Fabián et al., 2003).

El procedimiento es muy sencillo, primero se bate la muestra con agua corriente, después se filtra y se centrifuga a 1800 rpm durante 2 minutos, posteriormente se decanta el agua, se resuspende y se agrega agua para después centrifugar con las mismas condiciones anteriores, esto se realiza dos veces, por último, se intercambia el agua por sulfato de zinc para volver a centrifugar, una vez que se finaliza se agrega sulfato hasta formar el menisco y tomar la muestra con un cubreobjetos. En un portaobjetos se coloca una gota de yodo para poner el cubreobjetos y este sea observado en el microscopio a 10 X y después a 40 X.

6.4.3 Exudados vaginales.

En esta subárea se realizan cuatro estudios para poder identificar que microorganismo causa dicha infección en el aparato reproductor de la mujer, estos son:

6.4.3.1 Exudado vaginal

El cultivo de exudado vaginal, sirve para identificar la presencia de alguna infección de transmisión sexual o alguna otra causa que produzca flujo vaginal como también conocer el patógeno que la causa, permitiendo así realizar el tratamiento adecuado. En este estudio la muestra obtenida del exudado se siembra en cinco medios de cultivo como gelosa sangre, MacConkey, Chromagar Candida, Casma, Thayer Martin y son incubados a 37°C durante 48 horas. Para realizar la prueba se introducen tres hisopos los cuales se pasan por las paredes vaginales de la paciente, posteriormente son utilizados esto tres hisopos, el

primero se utiliza para realizar un estriado masivo en el agar Thayer Martin, el segundo se frota en un portaobjetos para que se le haga una tinción de Gram y el ultimo es colocado en un fresco que contine solución salina, este debe ser observarse en el microscopio inmediatamente o de lo contrario mantener en la incubadora a 37°C por no más de 1 hora. El área de siembras se encarga de sembrar de manera automatizada el exudado vaginal en los cuatro agares faltantes. Después, el fresco se saca de la incubadora, se homogeniza la muestra con la solución salina y una pequeña porción de esta es colocada en un portaobjetos para que pueda ser leída en el microscopio. Una vez examinada toda la muestra se anota en las hojas de trabajo lo observado y mediante cruces se indica la proporción en que se encuentran las células epiteliales, bacterias, levaduras, parásitos y leucocitos, es importante saber que una cruz indica que son escasas, dos son moderadas y tres abundantes. Después, se observan las tinciones de Gram de dichas muestras para confirmar que tipo de bacterias tiene la paciente, ya sea bacilos o cocos Garm positivos o/y Gram negativos, también se anota si se observan células clave o levaduras.

6.4.3.2 Clamidia

La recolección de esta muestra se lleva a cabo en el cervix de la mujer, se introduce un hisopo y se rota alrededor. En esta prueba se utiliza un kit llamado QuickVue Chlamydia donde se detecta cualitativamente la clamidia a partir de muestras de hisopos endocervicales. Para realizar la prueba se toma una muestra endocervical y se coloca en un tubo que contiene reactivo A (solución de extracción), al cabo de 2 minutos, se añade al tubo el reactivo B (solución de neutralización). Después de la extracción y la neutralización, se añaden 3 gotas de la muestra extraída al pocillo para muestras del cassette de ensayo.

Si la muestra extraída contiene antígenos de Chlamydia, aparecerá una línea de ensayo roja (entre tenue e intensa) junto con una línea de control azul, indicando un resultado positivo. Si la muestra no contiene antígenos de Chlamydia o sólo los contiene en niveles muy bajos, aparecerá únicamente la línea de control azul. Si

no aparece la línea de control azul, el resultado del ensayo no se considera válido, como se muestra en la imagen 3.

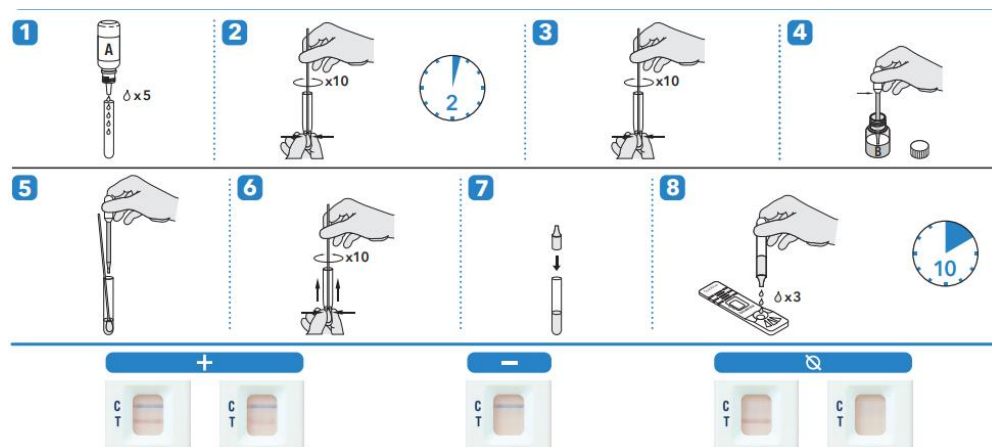


Imagen 3. Tarjeta del procedimiento para la detección de clamidia, así como su resultado.

6.4.3.3 Micoplasma y ureaplasma urogenitales.

Para el diagnóstico de estas bacterias anaerobias facultativas, se utiliza un kit llamado Mycoplasma IST 2 de Biomerieux, que permite el diagnóstico de *Ureaplasma urealyticum* y *Mycoplasma hominis*, esta prueba realiza el cultivo, la identificación, el recuento indicativo y una prueba de susceptibilidad a los antimicrobianos. Este kit utiliza un caldo de cultivo selectivo, adaptado para el crecimiento óptimo de micoplasmas, sumado a la presencia de substratos específicos y de un indicador (rojo fenol) permite, en caso de cultivo positivo, visualizar un cambio de color del caldo vinculado a un aumento del pH. Este Kit permite obtener simultáneamente la identificación, el recuento indicativo y la sensibilidad respecto a nueve antibióticos (Doxiciclina, Josamicina, Oloxacina, Eritromicina, Tetraciclina, Ciprofloxacina, Azitromicina, Claritromicina y Pristinamicina). Después de la incubación de 48 horas se lleva a cabo el registro del resultado.



Imagen 4. kit “Mycoplasma IST 2” de Biomerieux, donde se observa un resultado positivo y negativo.

6.4.4 Lectura de placas e identificación de microorganismos

En esta mesa se realiza la lectura de los medios de cultivos que han cumplido con su periodo de incubación. Las placas se clasifican conforme el tipo de muestra que se sembró, esto facilita el trabajo y la identificación de su hoja de resultados que se encuentran archivadas en unas carpetas que son ordenadas según el tipo de estudio y el servicio. Para realizar la identificación del microorganismo en el medio de cultivo, primero se debe de observar que el número de folio de la placa como el nombre del paciente coincida con la hoja de resultados, posteriormente se identifica el tipo de muestra y sus respectivos agares para saber qué tipo de microorganismos puede crecer en cada uno, después se observa si hubo crecimiento o no, de no haberlo se anota en su hoja, de lo contrario, se observa la característica de la colonia como la morfológicamente y/o las reacciones que produce en el agar, es importante destacar que se puede dar el crecimiento de más de una colonia, sin embargo, solo se da seguimiento e identificación a los que tienen importancia clínica y se relacionan con el estudio que solicitaron. Como última parte todas las placas seleccionadas con crecimientos se les anota un numero de cultivo interno para que se pueda realizar la identificación de dicho microorganismo en el equipo VITEK® 2 Compact y posteriormente sea reportado el resultado en el sistema, de esta manera los doctores pueden dar el tratamiento adecuado a dicha enfermedad.

6.5 Área de uroanálisis

El uroanálisis está constituido por dos estudios, uno fisicoquímico que relaciona todos los aspectos de la orina llamado examen general de orina (EGO) y otro microscópico para observar sus elementos formes en el sedimento urinario. Estos estudios nos sirven para detectar una enfermedad renal, del tracto urinario o sistémica. La muestra de orina es una biopsia líquida renal, obtenida de forma indolora con aspecto transparente, sin embargo, al encontrarse turbia nos puede orientar que puede contener cristales, cilindros, bacterias, etc (Arispe et al., 2019). Los resultados obtenidos dependen de la calidad de la muestra, por esta razón, es importante que el paciente o los médicos sigan las indicaciones correctas para una adecuada recolección de muestra, sin embargo, el químico debe de contar con los conocimientos necesarios para el manejo, procesamiento e identificación de los elementos formes que se encuentren en la muestra de orina, de esta manera los resultados serán confiables. Una muestra se verá rechazada si el volumen es inferior a 8 ml en el caso de los adultos o 4 ml en niños, también si se observa con excremento o con sangre, ya que esto interfiere en la lectura del EGO. Todas las muestras deben ser procesadas antes de las dos horas de la recolección, de lo contrario deben ser refrigeradas hasta que sean entregadas en el laboratorio clínico en un frasco para análisis estéril, ya que si se procesan fuera del tiempo requerido, se puede presentar una destrucción de leucocitos y eritrocitos, proliferación de bacterias, degradación bacteriana de la glucosa, aumento del pH por formación de amoníaco como resultado de la degradación bacteriana de la urea, oxidación de la bilirrubina y del urobilinógeno, entre otras. Es importante que las muestras estén a temperatura ambiente cuando sean analizadas.

6.5.1 Examen general de orina (EGO)

El EGO nos da información sobre la función renal y de los equilibrios ácido-base e hidroelectrolítico, también puede aportar datos sobre alteraciones metabólicas y de patologías renales o extra-renales. La interpretación del EGO se analiza de forma física como el color, aspecto y la densidad, así como química que comprende el pH, leucocitos, eritrocitos, nitritos, proteínas, glucosa, cetonas,

urobilinógeno y bilirrubina (Baños-Laredo et al., 2010). El estudio se realiza de forma automatizada por el equipo Cobas u 601 que utiliza tiras reactivas de orina obteniendo resultados de alta calidad y minimizando la intervención del operador. También utilizan un equipo semiautomático llamado cobas u 411 donde se realizan las tiras reactivas de las muestras que se observan turbias o con cuentan con bajo volumen.

6.5.2 Sedimento urinario (SU)

El SU se analiza microscópicamente para la búsqueda de elementos formes como leucocitos, eritrocitos, bacterias, células epiteliales, cristales, cilindros, levaduras, espermatozoides, entre otros. Esta prueba se realiza de manera automatizada y manual. Se utiliza un equipo llamado “Cobas u 701” donde analiza el sedimento con un microscopio digital y al mismo tiempo toma, guarda e informa imágenes de los campos de alta potencia (HPF). Para el análisis manual las muestras deben ser centrifugado a 1500 rpm durante 5 minutos, posteriormente se utiliza un microscopio óptico donde el químico suspende parcialmente el sedimento y coloca una pequeña porción en un portaobjetos para después leer la muestra con el objetivo de 40X para reportar los elementos, pero para los cilindros se lleva el conteo con el objetivo 10X y con 40x son identificados o clasificados.

6.6 Bioquímica clínica

Los estudios de química sanguínea nos ayudan a evaluar de manera general el estado de salud del paciente de forma rutinaria o previo a una cirugía u algún otro procedimiento médico especializado, donde se analizan diversos elementos en el suero sanguíneo, estos pueden ser de seis elementos (glucosa, urea, creatinina, ácido úrico, colesterol y triglicéridos) o pueden extenderse hasta 27 o 30 según lo requiera el médico. En la tabla 1 se pueden observar los valores normales de cada elemento como sus patologías. Es importante destacar que los resultados de cada paciente dependen de varios factores como la edad, el género y su historial clínico, de esta manera se pueden analizar los resultados obtenidos y validarlos de forma correcta (ISSSTE, 2022).

En el área de bioquímica clínica del laboratorio clínico del Hospital General Dr. Manuel Gea González se reciben las muestras en un tubo BD Vacutainer de color amarillo, el cual contienen dos aditivos:

1. Un coagulante que se rocía uniformemente en la superficie interna del tubo, lo que acortará el tiempo de coagulación.
2. Un gel de separación que se solidifica después de la centrifugación y separa completamente el suero del plasma.

Posteriormente, las muestras son centrifugadas a 3000 rpm durante 10 minutos para separar el suero del plasma para que sean procesadas de forma automatizadas por el equipo DxC 700 AU, el cual utiliza de 1.0 a 25 µl de muestra y trabaja bajo los principios analíticos de espectrofotometría y potenciometría.

ESTUDIO	FUNCIÓN	VALOR NORMAL	PATOLOGÍAS ASOCIADAS	
			VALOR ALTO	VALOR BAJO
Glucosa	Ayuda a diagnosticar la presencia de diabetes tipo I o II en el paciente.	74 – 106 mg/dL	Diabetes mellitus, enfermedades renales, hipertiroidismo, síndrome de Cushing, pancreatitis aguda, medicamentos, pancreatitis aguda y tumores de páncreas.	Hipoglicemia, exceso de insulina, hipotiroidismo,

Nitrógeno ureico en sangre (BUN)	Evaluar la función renal.	7 – 25 mg/dL	Deshidratación, deficiencia renal o Cardíaca.	Se presentan por una dieta con bajo contenido de proteínas, desnutrición o daño grave en el hígado.
Urea	Evaluar la función renal, el estado de deshidratación de una persona e incluso es indicativa de una alteración de la masa corporal.	11 – 37 mg/dL	Hiperuricemia, dietas ricas en proteínas, a un fallo renal, un fallo cardíaco, al ayuno muy prolongado o a hemorragias, aumento de masa muscular, medicamentos que afectan a los riñones, cálculos urinarios o tumores, deshidratación, o incluso cuando se han producido quemaduras en tejidos.	Dietas pobres en proteínas, embarazo, malnutrición o fallo hepático.
Creatinina	Evaluar la función renal.	0.60 1.20 mg/dL	Deshidratación, glomerulonefritis, piedras en el riñón, acromegalia, eclampsia, distrofia muscular, alteraciones de las vías urinarias.	Poca masa muscular, distrofias musculares graves, miastenia grave (debilitamiento en los músculos voluntarios).
Ácido úrico		2.3 6.6 mg/dL	Acidosis metabólica, gota, litiasis e insuficiencia renal, diabetes, alcoholismo, un alto consumo de alimentos ricos en proteínas.	Síndrome de Fanconi y bajo consumo de alimentos ricos en proteínas.

Sodio	Ayudar a vigilar problemas que afectan el equilibrio de líquidos, electrolitos y acidez en el cuerpo.	136 – 145 mEq/L	Aumento en la ingesta de sal o a beber poca agua. Las manifestaciones clínicas son más graves si se eleva rápidamente el sodio en sangre ocasionando: temblores, confusión, convulsiones y riesgo de sangrado cerebral.	Pérdida de sodio (vómitos, diarrea, sudoración excesiva), diuresis excesiva, o defectos en las hormonas suprarrenales, hipotensión, pérdida de peso, taquicardia, sequedad ocular y cutánea.
Potasio	Interviene en la regulación del equilibrio ácido-base del organismo.	3.5 – 5.1 mEq/L	Aumento de la ingesta, disminución de su eliminación (insuficiencia renal), e hiperglucemia y se manifiesta con arritmias cardíacas, dificultad para tragar, y sensación de adormecimiento en manos y pies.	Disminución de la ingesta, pérdidas (vómitos, diarreas y uso de diuréticos), hipotermia y alteraciones hormonales (aumento de la insulina). Se manifiesta como fatiga, calambres musculares, debilidad y parálisis en estados muy avanzados, intolerancia a los hidratos de carbono y aumento del riesgo de arritmias cardíacas.
Cloro	Para determinar si existe algún problema con los electrolitos o con el equilibrio ácido-base.	98 – 107 mEq/L	Deshidratación, el paciente tiene el síndrome de Cushing o una enfermedad renal, existe una pérdida excesiva de bases (produciendo una acidosis metabólica), o cuando una persona hiperventila (causando alcalosis respiratoria).	Cuando hay algún problema que causa una concentración disminuida de sodio en la sangre, insuficiencia cardíaca congestiva, la cetoacidosis diabética, los vómitos prolongados o tras una aspiración gástrica, la enfermedad de Addison, el enfisema u otras enfermedades pulmonares crónicas (causando acidosis respiratoria) y cuando existen pérdidas de ácido del organismo (causando alcalosis metabólica).

Calcio	Para detectar, diagnosticar y monitorizar cuando existen síntomas o sospecha de afectación renal, ósea, tiroidea, paratiroidea o neuronal.	8.60 10.3 mg/dL	Una excesiva función de las glándulas paratiroideas, causando alteraciones de la conciencia, anorexia, vómitos, estreñimiento, arritmias cardíacas y litiasis renales y biliares, también por cancer, sarcoidosis, tuberculosis, inmovilización prolongada (pacientes ingresados, fracturas o ancianos). ingesta excesiva de vitamina D, diuréticos tiazídicos, trasplante de riñón o infección por VIH y SIDA.	Hay una hipofunción de las glándulas paratiroideas, aunque también se ve en casos de alcoholismo y pancreatitis ocasionando tetania de los miembros y arritmias, también por disminución de las proteínas en la sangre, especialmente de albúmina, Resistencia hereditaria a la acción de la PTH, déficits extremos del aporte de calcio en la dieta, concentración baja de vitamina D, deficiencia de magnesio, aumento de la concentración de fosfato, pancreatitis y enfermedad renal.
Fosforo	Facilitar el diagnóstico de los trastornos que aumentan o disminuyen su concentración.	2.50 – 5.0 mg/dL	Problemas renales, hipoparatiroidismo o cetoacidosis diabética, exceso de vitamina D o de fosfato en la dieta.	Hiperparatiroidismo, desnutrición, osteomalacia o alcoholismo.
Magnesio	Ayudar a determinar la causa de una concentración inadecuada de magnesio, de calcio y/o de potasio.	1.9 – 2.7 mg/dL	Enfermedad renal terminal (ERT), hiperparatiroidismo, hipotiroidismo, deshidratación, acidosis diabética (cuando se observa por primera vez), enfermedad de Addison, uso de antiácidos o laxantes que contienen magnesio.	Ingesta dietética baja, que puede observarse en ancianos, personas con malnutrición o personas con alcoholismo, trastornos digestivos como la enfermedad de Crohn, diabetes mal controlada. Hipoparatiroidismo, el uso de diuréticos durante mucho tiempo, diarrea prolongada, post-cirugía, quemaduras graves o preeclampsia.

Colesterol	Para saber el riesgo de desarrollar una enfermedad cardíaca o para valorar la eficacia del tratamiento hipolipemiante.	0 – 200 mg/dL	Produce xantomas (nódulos de color amarillo que aparecen en la piel) y xantelasma (en este caso los nódulos aparecen alrededor de los ojos), también puede ser el resultado de una enfermedad hereditaria o puede ser consecuencia de una dieta rica en grasas saturadas.	
Lipoproteínas de alta densidad (HDL)	Identificación de daño pulmonar y/o falla multiorgánica.	10 – 130 mg/dL	Implican una protección contra el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares graves, como puede ser un infarto de miocardio.	Especialmente en las mujeres, es un factor de riesgo para sufrir episodios de isquemia cardíaca.
lipoproteínas de baja densidad (LDL)	Para cuantificar el riesgo de una persona de desarrollar enfermedad cardiovascular.	23 - 92 mg/dL	Cuanto mayor sea el nivel de este tipo de colesterol, mayores probabilidades habrá de padecer enfermedades cardíacas por obstrucción arterial.	
Proteínas totales	Para determinar el estado nutricional o para el cribado de ciertas alteraciones hepáticas, renales y otras enfermedades.	6.40 – 8.90 g/dL	Inflamación crónica o infecciones como hepatitis viral o VIH, trastornos de la médula ósea como mieloma múltiple, deshidratación, infección, enfermedades inflamatorias, trastornos inmunitarios.	Enfermedad hepática, enfermedad renal, un trastorno en el que las proteínas no se digieren o no se absorben adecuadamente, malnutrición, malabsorción como enfermedad celíaca o enfermedad inflamatoria intestinal (EII).
Alanino aminotransferasa (ALT):	Para el diagnóstico de la enfermedad hepática.	7 – 52 IU/L	Indica daño hepático por hepatitis, infección, cirrosis, cáncer del hígado u otras enfermedades del hígado. También puede ser por falta de flujo sanguíneo al hígado o por ciertos medicamentos.	

Aspartato aminotransferasa (AST)	Para detectar lesiones hepáticas o como ayuda en el diagnóstico de la enfermedad hepática.	13 – 39 IU/L	Hepatitis, cirrosis, mononucleosis u otras enfermedades del hígado, problemas cardíacos o pancreatitis.	Cuando el tejido del cuerpo o un órgano, como el corazón o el hígado, están enfermos o dañados.
Fosfatasa alcalina (ALP)	Para evaluar o monitorizar las enfermedades hepáticas u óseas. También para ayudar a detectar una enfermedad de la vesícula biliar.	34 – 104 IU/L	Daño en el hígado (cirrosis, hepatitis, hígado graso), crecimiento rápido de los huesos, déficit de vitamina D, colitis ulcerosa, el linfoma de Hodgkin, la sarcoidosis, el hiperparatiroidismo, la mononucleosis, algunas infecciones bacterianas o la insuficiencia cardíaca congestiva.	Desnutrición, falta de zinc, anemia, enfermedad de la tiroides o trastorno genético que afecte los huesos del paciente.
Globulina		2.30 – 3.50 g/dL	Cánceres de la sangre, como mieloma múltiple, enfermedad de Hodgkin o leucemia, anemia hemolítica, una enfermedad autoinmunitaria como lupus o artritis reumatoide y tuberculosis.	Enfermedad del hígado o de los riñones o de malnutrición.
Albumina	Identificación de insuficiencia hepática o renal, también para evaluar el estado nutricional, especialmente en personas hospitalizadas.	3.70 – 5.30 g/dL	Deshidratación ocasionando diarrea grave u otras afecciones.	Enfermedad hepática o renal, infecciones. Quemaduras, cirugía. Enfermedades crónicas, cáncer. Diabetes, hipotiroidismo, síndrome carcinoide, insuficiencia cardíaca congestiva y embarazo.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Abbott. (2023). *ARCHITECT c4000*. Obtenido de <https://www.corelaboratory.abbott/int/es/offerings/brands/architect/architect-c4000.html>
- Almaguer, C. (2012). Interpretación clínica de la biometría hemática. En J. C. Jaime, & D. Gómez, *Hematología. La sangre y sus enfermedades* (3 ed., págs. 16-21). México: McGraw-Hill.
- Arispe, M. S., Callizaya, M. K., Laura, A. A., Mendoza, M. Z., Mixto, J. L., Valdez , B. D., . . . Magariños, L. (2019). Importancia del examen general de orina, en el diagnóstico preliminar de patologías de vías urinarias renales y sistémicas, en mujeres aparentemente sanas. *Revista con ciencia*, 7(1), pp.93-102.
- Baños-Laredo, M. E., Núñez-Álvarez, C. A., & Cabiedes, J. (2010). Análisis de sedimento urinario. *Reumatología Clínica*, 6(5), pp.268-272.
- Bastías, C., Sidgman , F., & Rodríguez, C. (2015). Laboratorio de inmunología en la práctica clínica. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 26(6), pp.764-775.
- Bermejo, L. M., Aparicio, A., Loria, V., López-Sobaler, A. M., & Ortega, R. M. (2021). Importancia de la nutrición en la defensa inmunitaria. Papel de la leche. *Nutrición*, 38(2), pp.17-22.
- Biomérieux. (2019). *VIDAS B.R.A.H.M.S. PCT*. Obtenido de <https://www.biomerieux.es/diagnostico-clinico/productos/vidas-brahms-pct>
- Cabiedes, J., & Núñez-Álvarez, C. A. (2010). Anticuerpos antinucleares. *Reumatología clínica*, 6(4), pp.224-230.
- Calle, M., Rodríguez-Molino, P., Romero, M. P., & Baquero-Artigao, F. (2023). Seroprevalencia de citomegalovirus en mujeres embarazadas en Madrid: primer paso para un cribado sistemático. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica* , 41(1), pp.55-56.

- Carr, J. H., & Rodak, B. F. (2009). *Atlas de hematología clínica* (3ra ed.). Argentina: Editorial Médica Panamericana.
- Carretero, M. (2004). Hepatitis B. *Offarm*, 23(7), pp.126-128.
- Carrillo, R., & Pérez, A. A. (2013). Procalcitonina como marcador de procesos infecciosos en cirugía. Conceptos actuales. *Cirujano general*, 35(1), pp.49-55.
- Chelsea, M. (2023). *Manual MSD Toxoplasmosis*. Obtenido de <https://www.msmanuals.com/es/hogar/infecciones/infecciones-parasitarias-protozoos-extraintestinales/toxoplasmosis>
- Cofre, F., Delpiano, L., Labraña, Y., Reyes, A., Sandoval, A., & Izquierdo, G. (2016). Síndrome de TORCH: Enfoque racional del diagnóstico y tratamiento pre y post natal. Recomendaciones del Comité Consultivo de Infecciones Neonatales Sociedad Chilena de Infectología, 2016. *Revista chilena de infectología*, 33(2), pp.191-216.
- Colina, R., & Manríquez, A. (2018). *Procedimiento técnico para el diagnóstico serológico de sífilis* (1 ed.). Instituto de Salud Pública.
- Díaz, D., & Santoyo, M. (2019). El Laboratorio Clínico en la mejoría continua de la calidad. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 23(3), pp.357-359.
- Espinosa, G., & Reverter, J. C. (2001). Coagulación y fibrinólisis plasmática. Estados de hipercoagulabilidad. *Med. integral*, 38(4), pp.156-166.
- Fabián, M. B., Tello, R., & Náquira, C. (2003). *Manual de procedimientos de laboratorio para el diagnóstico de los parásitos intestinales del hombre*. Lima: Instituto Nacional de Salud.
- Galli, S. J., & Tsai, M. (2012). IgE and mast cells in allergic disease. *Nature medicine*. *Nature medicine*, 18(5), pp.693-704.
- García, F., Álvarez, M., Bernal, C., Chueca, N., & Vicente, C. (2011). Diagnóstico de laboratorio de la infección por el VIH, del tropismo viral y de las

resistencias a los antirretrovirales. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 29(4), pp.297-307.

García-Castro, M., López-Longo, F. J., Casas, M. D., Díez-Merchán, I., Carpena, M., & Pérez, L. C. (2008). ¿ Cuándo solicitar los anticuerpos anticitoplasma de neutrófilo? *Seminarios de la Fundación Española de Reumatología*, 9(4), pp.235-239.

Gómez, A. (2004). Anticuerpos antipéptidos citrulinados en la artritis reumatoide. *Revista Española de reumatología*, 31(4), pp.165-168.

González, L. A., & Molina, J. F. (2010). Evaluación de la inflamación. *Revista Colombiana de Reumatología*, 17(1), pp.35-47.

Griemberg, G., Ferrarotti, N. F., Ferrarotti, G., Ravelli, M. R., Taranto, N. J., Malchiodi, E. L., & Pizzimenti, M. C. (2006). Immunofluorescence assay with *Crithidia luciliae* for the detection of anti-DNA antibodies. Atypical images and their relationship with Chagas' disease and leishmaniasis. *Medicina*, 66(1), pp.3-8.

Guerrero, B., & López, M. (2015). Generalidades del sistema de la coagulación y pruebas para su estudio. *Investigación Clínica*, 56(4), pp. 432-454.

Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado . (2022). *¿Sabes qué debe incluir un chequeo médico anual?* Obtenido de <https://www.gob.mx/issste/articulos/sabes-que-debe-incluir-un-chequeo-medico-anual#:~:text=Qu%C3%ADmica%20sangu%C3%ADnea,existe%20una%20funci%C3%B3n%20renal%20disminuida>.

Jaime , J. C., & Gómez, D. (2015). *Hematología. La sangre y sus enfermedades* (4ta ed.). McGraw-Hill.

Jaramillo, K. M., & Valenzuela, G. P. (2023). Biomarcadores utilizados para el diagnóstico y pronóstico en lupus eritematoso sistémico. *Salud, Ciencia y Tecnología*, 3, pp.422.

- Kabla. (2023). *Prueba Hemoscreen para detección de Sangre Oculta en Heces (FOB)*. Obtenido de <https://kabla.mx/bioquimica/pruebas-en-latex/sangre-oculta-en-heces-immunostics/#:~:text=Prueba%20Hemoscreen%20para%20detecci%C3%B3n%20de,de%20sangre%20oculta%20en%20excremento>.
- Lahera, T. (2010). Conexión entre inmunodeficiencia primaria y autoinmunidad. *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia*, 26(3), pp. 198-205.
- Lirola, C. E. (2003). Anemias. *SEMERGEN-Medicina de Familia*, 29(11), pp.577-590.
- López-Santiago, N. (2016). La biometría hemática. *Acta pediátrica de México*, 37(4), pp. 246-249.
- Maldonado, J., Kowalski, A., Milla, M., Verde, O., Alvarado, J., Rodriguez, A., . . . Portillo, G. (2012). Estudio comparativo de las pruebas de Rosa de Bengala y Elisa competitivo para el diagnóstico de brucelosis en rebaños doble propósito del estado Lara, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 30(2), pp.135-145.
- Martínez, G., Torres, B., Rangel, S., Sánchez, V., Ramos, M. A., & Fuentes, L. E. (2015). Anticuerpos contra el citoplasma del neutrófilo: positividad y correlación clínica. *Reumatología Clínica*, 11(1), pp.17-21.
- Matos-Alviso, L. J., Reyes-Gómez, U., Coria-Lorenzo, J. J., Caballero-Noguéz, B., Espinosa-Sotero, M. C., Pérez-Pacheco, O., . . . Soria-Saavedra, F. M. (2021). Los aerosoles humanos principal mecanismo de transmisión del nuevo SARS-CoV-2. *Revista de enfermedades infecciosas en pediatría*, 33(135), pp.1809-1815.
- Moraleda, J. M. (2017). *Pregrado de hematología* (4ta ed.). España: Grupo Luzán 5.

- O'Farrill-Romanillos, P. M., Herrera-Sánchez, D. A., Hernández-Fernández, C., & López-Rocha, E. G. (2017). Inmunodeficiencia común variable en adultos. *Revista Alergia México*, 64(4), pp.452-462.
- OMS. (2023). *Hepatitis A*.
- OMS. (2023). *Virus del herpes simple*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/herpes-simplex-virus>
- Prieto, J. M., & Yuste, J. R. (2019). *Balcells. La clínica y el laboratorio* (23 ed.). España: Elsevier.
- Prieto, J. M., & Yuste, J. R. (2019). *Hematología clínica* (23 ed.). España: Elsevier.
- PROQUIMED. (2021). *Reacciones Febriles*. Obtenido de <https://proquimed.com.mx/2021/12/10/reacciones-febriles/#:~:text=Las%20reacciones%20febriles%20son%20pruebas,la%20Salmonella%2C%20brucella%20y%20rickettsias>.
- Quintero, E., Sabater, M. M., Chimenos, E., & López, J. (2004). Hemostasia y tratamiento odontológico. *Avances en Odontoestomatología*, 20(5), pp.247-261.
- Radiometer. (2020). *Procalcitonina (PCT), el biomarcador de preferencia para contribuir al diagnóstico de la sepsis*. Obtenido de <https://www.radiometer.mx/es-ar/diagn%C3%B3stico/detecci%C3%B3n-de-la-sepsis/pct-el-biomarcador-de-preferencia-para-contribuir-al-diagn%C3%B3stico-de-la-sepsis>
- Reina, J. (2020). El SARS-CoV-2, una nueva zoonosis pandémica que amenaza al mundo. *Vacunas*, 21(1), pp.17-22.
- ROCHE. (2023). *Analizador cobas e 411*. Obtenido de <https://diagnostics.roche.com/es/es/products/instruments/cobas-e-411-ins-502.html>

- Sanz, J. C., & De Ory, F. (2006). Rubéola: el nuevo escenario de una vieja enfermedad. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 24(1), pp. 36-44.
- Segura, J. J., Jiménez, A., Llamas, R., & Jiménez, A. (1997). El ácido etilen diamino tetraacético (EDTA) y su uso en endodoncia. *Endodoncia*, 15(2), pp. 90-97.
- Sikaris, K. A. (2017). Enhancing the Clinical Value of Medical Laboratory Testing. *The Clinical biochemist.*, 3(38), pp. 107–114.
- Torrens, M. (2015). Interpretación clínica del hemograma. *Revista médica clínica las Condes*, 26(6), pp.713-725.
- Villar-Centeno, L. A., Díaz-Quijano, F. A., & Martínez-Vega, R. A. (2007). Utilidad de la velocidad de sedimentación globular en el diagnóstico temprano del dengue en un área endémica. *Infectio*, 11(4), pp.151-158.