



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**DETERMINACIÓN DE GLICOSURIA COMO INDICADOR
DE DIABETES MAL CONTROLADA**

TRABAJO PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO

**PRESENTA:
JUAN CARLOS CRUZ MANUEL**

**ASESOR:
QFB. LETICIA CUBILLO CARRILLO**



**UNAM
CUAUTITLÁN**

CUAUTITLÁN IZCALLI; EDO. DE MÉX. 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

1.	Introducción	1
2.	Justificación	3
3.	Objetivos.....	4
3.1.	Objetivo General	4
3.2.	Objetivos particulares	4
4.	Marco teórico.....	5
5.	Descripción del Desempeño Profesional	12
5.1.	Recolección y obtención de muestras para estudio de laboratorio; orina y sangre.....	12
5.2.	Análisis de muestras de laboratorio.....	14
5.2.1.	Examen general de orina; detección de glicosuria.....	14
5.2.1.1.	Análisis químico; tiras reactivas; fundamento.....	17
5.2.1.2.	Determinación de Glicosuria; analizador; “CLINITEK Status® +”	19
5.2.2.	Química sanguínea; cuantificación de glicemia.....	28
5.2.2.1.	Determinación de glicemia; IL Test™ Glucosa / Oxidasa; analizador“ Ilab™ Taurus”.....	47
5.3.	Validación de resultados.....	40

6.	Discusión	56
7.	Conclusiones	59
8.	Referencias	60
9.	Anexos.....	63
9.1.	Anexo1; Prueba de Hemoglobina Glicada	63
9.2.	Anexo 2; Glosario.....	65
9.3.	Anexo 3; Índice de figuras.....	84
9.4.	Anexo 4; Abreviaturas.....	87

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a...

Mi **madre, Catalina Cruz Manuel**, por ser ese gran ángel que me ha guiado y apoyado durante toda mi vida, para que pudiera concluir con mis estudios y que a la fecha es un pilar y un amor muy importante en mi vida...

La Profesora **Q.F.B. Leticia Cubillo Carrillo**, por apoyarme como asesora de tesis, por su tiempo y dedicación hacia mi trabajo para poder concluir con un ciclo tan importante para mi... mi titulación, ¡Gracias!

Los Profesores **Dra. Azucena Lee Mendoza, Dra. Beatriz Lucia González Maldonado, Q.F.B. Iván Santillán Cano y Q.F.B. Rodrigo González Castañeda**, por su tiempo y dedicación a mi trabajo, y de la misma manera que la profesora **Leticia** por dedicarse a una de las profesiones más nobles, admirables e importantes que pudiera existir, ya que gracias a ustedes los profesores, nosotros los estudiantes podemos prepararnos día a día para superarnos profesionalmente y de este modo cumplir con nuestros sueños... ¡Gracias!

1. INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus (DM) se define como un grupo de enfermedades metabólicas, caracterizada por hiperglucemia, resultado de defectos en la secreción de la insulina, acción de la misma o ambos. Lo que conduce a un síndrome caracterizado por hiperglucemia crónica y alteraciones del metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos (Pérez, 2016).

Existen básicamente dos tipos de diabetes;

- ✚ Diabetes tipo 1 (DM1); el efecto principal es la destrucción auto inmunitaria de las células β de los islotes pancreáticos productoras de insulina que por lo general llevara a una deficiencia absoluta de insulina.
- ✚ Diabetes tipo 2 (DM2); predomina la pérdida progresiva de la secreción de la insulina bajo un fondo de resistencia a la insulina (Brooker, 2010).

Las manifestaciones clínicas de la DM son variadas y en muchas ocasiones inespecíficas, aunque la mayoría de los signos y síntomas como; hiperglucemia, glicosuria, poliuria, polidipsia, pérdida de peso, polifagia y visión borrosa, etc., están más relacionados con la hiperglucemia crónica o con la resistencia a la insulina. En la hiperglucemia crónica se afectan varios órganos como, los riñones, ojos, vasos sanguíneos, nervios, el corazón etc., traduciéndose estas afectaciones en fallos renales, nefropatías, retinopatías, neuropatía periférica que se complica con úlceras y amputación de las piernas y neuropatía autonómica causando síntomas genitourinarios, cardiovasculares, etc. (Castro, 2020).

La presencia de glucosa en orina se denomina glicosuria y esta podría ser empleada como indicador de una diabetes mal controlada, es importante, ya que al relacionar los resultados de ciertas pruebas de laboratorio como; la determinación de glucosa sanguínea y un análisis de orina en donde se llegue hallar glicosuria deben ser coherentes para un paciente con diagnóstico de DM. En las personas diabéticas no controladas se obtendrán resultados en ambas pruebas, altas concentraciones de

glucosa tanto en sangre como en orina, por lo que en aquellos pacientes con diagnóstico de DM no controlada en las cuales se obtengan resultados normales e incluso hipoglucemiantes y glicosuria no son coherentes por lo que el paciente lo más seguro es que no se presentó en ayuno y este es el objetivo de esta tesina, evidenciar aquellos pacientes diabéticos no controlados que de alguna manera hacen trampa al momento de ir al laboratorio a realizarse sus estudios.

La importancia de mi trabajo es aportar conocimiento adquirido en la práctica profesional como Q.F.B. en el procesamiento de muestras biológicas en los laboratorios clínicos, para llevar a cabo el análisis e interpretación de resultados que permita al analista desarrollar un criterio para determinar la coherencia entre los mismos y su correcta interpretación, ya que en ocasiones las muestras obtenidas en el laboratorio no son precisamente las más adecuadas.

2. JUSTIFICACIÓN

En México en el 2020, la *Diabetes mellitus* pasó a ser la tercera causa de defunciones, superada por el COVID-19 y las enfermedades del corazón. Por lo que 151,019 personas fallecieron a causa de la DM, lo cual equivale a 14% del total de defunciones (1,086,743) ocurridas en el país; 78,922 defunciones en hombres (52%) y 72,094 en mujeres (48%). Del total de fallecimientos el 98% fueron por DM2 y el 2% por DM1. Esta enfermedad está más presente en las mujeres que en los hombres y las defunciones por diabetes se distribuyen en todos los grupos de edad. Datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021).

El Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) fue creado el 19 de enero de 1943, a través de la Ley del Seguro Social, con la finalidad de garantizar el derecho a la salud, la asistencia médica, la protección de los medios de subsistencia y los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo de los trabajadores al amparo de esta ley, su misión es ser el instrumento básico de la seguridad social, establecido como un servicio público de carácter nacional, para todas las trabajadoras y trabajadores y sus familias.

Por lo que, a través de sus Hospitales y Unidades de Medicina Familiar (UMF), en la cual me encuentro laborando, tiene como misión, apegarse a un sistema de gestión de calidad con un enfoque en la promoción de la salud y seguridad del usuario mejorando continuamente. La UMF cuenta con laboratorio clínico que tiene como objetivo emitir resultados de calidad confiables como servicio auxiliar a la salud, para que el médico los pueda emplear en la prevención, diagnóstico y tratamiento de los derechohabientes que son atendidos todos los días.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar muestras biológicas de pacientes diabéticos determinando la presencia de glicosuria y su relación con la glicemia y hemoglobina glicada, aplicando información con base científica, para que esta pueda ser empleada como un indicador de apoyo para la identificación de pacientes diabéticos descontrolados, favoreciendo la formación de criterios que permitan emitir resultados de calidad.

3.2. OBJETIVOS PARTICULARES

- ✓ Llevar a cabo la obtención de muestras de sangre de calidad a la par de una recopilación de datos sobre el paciente de interés.
- ✓ Recopilar las muestras de orina adecuadas, así como cierta información de interés sobre las mismas para descartar factores de interferencia.
- ✓ Realizar el análisis de las muestras de sangre y orina, en los analizadores de laboratorio "**Ilab Taurus y Clinitek Advantus**" respectivamente, para determinar la concentración de glicemia y glicosuria.
- ✓ Analizar los resultados obtenidos de las determinaciones de glicosuria y glicemia, relacionándolos entre sí y comparar estos con los de la prueba de hemoglobina glicada, para determinar su coherencia y confiabilidad con la finalidad de emitir resultados de calidad.

4. MARCO TEÓRICO.

La diabetes es una de las principales causas de ceguera, insuficiencia renal, ataques cardíacos, derrames cerebrales y amputaciones de miembros inferiores. La diabetes mal controlada aumenta las posibilidades de estas complicaciones y la mortalidad prematura. Además, las personas con Diabetes tienen mayor riesgo de presentar enfermedades cardiovasculares y tuberculosis, especialmente en aquellas con mal control glucémico. El sobre peso, la obesidad y la inactividad física son los principales factores de riesgos de la diabetes tipo 2. (OPS, 2022).

La presencia de cantidades detectables de glucosa en orina se denomina glicosuria y esta alteración está presente siempre que los niveles de glucosa en sangre superan la capacidad de reabsorción de los túbulos renales. La glucosa puede aparecer en orina a diferentes concentraciones de glucosa en sangre y no siempre es concomitante a la hiperglucemia. El flujo de sangre glomerular, la tasa de reabsorción tubular y el flujo de orina también influyen en su aparición. Cuando existe hiperglucemia la glicosuria normalmente aparece cuando el nivel de glucosa en sangre es mayor de 180 mg/dL a 200 mg/dL. (Henry,2005)

La glicosuria puede ser concomitante con la hiperglucemia no solo en la diabetes, sino también en los casos de; trastornos endocrinos, tumores pancreáticos de las células funcionales α o β , enfermedades pancreáticas con pérdida de funcionalidad de los islotes de Langerhans, en trastornos del sistema nervioso central, trastornos del metabolismo asociados a: quemaduras, infarto de miocardio, enfermedades hepáticas, obesidad, consumo de ciertos medicamentos como tiacidas, corticosteroides, etc., por mencionar algunos. (Henry, 2005)

Durante el embarazo se produce un aumento de la tasa de filtración glomerular y no se puede reabsorber toda la glucosa filtrada. En esta situación se puede aparecer glicosuria con niveles de glucosa en sangre relativamente bajos. En los casos de disfunción renal tubular se llega a presentar glicosuria sin hiperglucemia. (Henry,2005)

Las determinaciones de glucosa son fundamentales en el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades relacionadas con el metabolismo de los hidratos de carbono y se realizan en sangre total, plasma, suero, líquido cefalorraquídeo, líquido pleural y orina, por lo que el tipo de muestra y el lugar de extracción afectan la interpretación clínica de los resultados analíticos, así como el horario en el que se obtiene la muestra y el cómo se obtiene. La sangre venosa es la muestra de elección para el análisis de glucosa. (Henry,2005)

Las muestras de sangre son extraídas ya sea en tubos de tapón rojo sin aditivos los cuales poseen una superficie interna extremadamente lisa para la actividad normal de los trombocitos y la coagulación sin impedimentos, lo que evita la hemólisis o la adhesión del corpúsculo sanguíneo o la fibrina a la superficie interna del mismo, o empleamos tubos de tapón amarillo con gel separador de suero el cual contiene dos aditivos; un coagulante que se rocía uniformemente en la superficie interna del tubo, para acortar el tiempo de coagulación de las muestras y un gel de separación que se solidifica después de la centrifugación separando por completo el suero del paquete celular como una barrera. Por lo que la muestra ya contenida en el tubo se debe homogenizar por inversión aproximadamente unas cinco veces. Esa barrera prevendrá de manera efectiva el intercambio de sustancias entre el suero sanguíneo y las células por lo que no habrá un cambio significativo en su composición química ni en sus características bioquímicas. (React-Lab, 2020)



Figura 1. Tubos al vacío BD Vacutainer tapón amarillo y rojo.

El valor de glicemia normal va desde 70 a 100 mg/dL (3.8 - 5.5 mmol/L), aunque después de comer, la concentración de glucosa en sangre alcanza valores de 130 a 150 mg/dL (7.2 – 8.3 mmol/L). Todas las células cuentan con transportadores de glucosa (Gluts) y estos se encuentran distribuidos de acuerdo al tipo de célula, existiendo dos tipos, independientes y dependientes de insulina. En ambos tipos de transportadores, la glucosa es introducida a la célula por diferencia de gradiente de concentración, por lo cual una vez que aumenta la concentración de glucosa en el interior de la célula, esta podría salir a través del mismo transportador que la introdujo.

Para evitar esto la célula fosforila la glucosa mediante la hexocinasa para formar a la glucosa-6-fosfato y este metabolito no puede ser transportado fuera de la célula, lo que da lugar al inicio de la glucólisis. Esta vía permite obtener por cada molécula de glucosa dos moléculas de Adenosín Trifosfato (ATP) además de metabolitos con capacidades reductoras como el dinucleótido nicotinamida adenina (NADH). (Milán et al., 2016).

Una vez que se cubren las necesidades energéticas de las células, la glucosa-6-fosfato empieza a utilizarse para formar glucógeno o bien ácidos grasos como almacén de energía. Del 100% de la glucosa que ingresa a la célula, el 97% es fosforilada por la hexocinasa para ser utilizada en la glucólisis y la vía de los polioles se alimenta de la glucosa que no fue fosforilada. La vía de los polioles fue descrita por Hers (1956), y es llevada a cabo por las células que se encuentran en los ojos, el hígado, el riñón, los eritrocitos, los testículos, en el músculo esquelético y cardíaco. La enzima limitante de esta vía es la aldosa reductasa que está localizada en el citoplasma de las células y requiere de NAD(P)H + H⁺ para activarse y llevar a cabo su función. (Milán et al., 2016).

La Diabetes al ser una enfermedad compleja, caracterizada por una serie de alteraciones hormonales y metabólicas que conllevan al desarrollo de condiciones de hiperglucemia crónica, el 30% de la glucosa que no es fosforilada por la hexocinasa se dirige a la vía de los polioles, lo que genera sorbitol y posteriormente fructosa. La vía de los polioles contribuye a generar un exceso de radicales libres y metabolitos, mismos que ocasionan daño en diversos órganos y tejidos. (Milán et al., 2016).

En estas circunstancias aumentan las especies reactivas de oxígeno debido a la autooxidación y otros mecanismos por lo que las personas con Diabetes propicia la acumulación de metabolitos como la fructosa, el sorbitol, y las triosas fosfato. Estas últimos generan α -oxaldehídos muy reactivos con alta capacidad de unirse a proteínas y generar más estrés oxidativo. El aumento de la proporción de los nucleótidos de niacinimida reducidos con respecto a los oxidados conduce a un déficit de los sistemas antioxidantes. Estos desequilibrios metabólicos causan alteración en la traducción de señales, como la expresión anormal de genes y daño tisular, proporcionando una serie de complicaciones a los pacientes con diabetes. (Castro, 2020).

La hemoglobina (Hb) de los seres humanos adultos normales, está compuesta por tres fracciones llamadas; hemoglobina A, hemoglobina A₂ y hemoglobina F, de estas la hemoglobina A (HbA), es la más abundante de todas, representando aproximadamente el 97%. Dependiendo del azúcar que incorpore, se obtiene las diferentes subfracciones conocidas como hemoglobinas menores o rápidas (HbA 1a, HbA 1b y HbA 1c). (Bracho, 2015)

La HbA 1c es la más abundante de los componentes menores de la hemoglobina en los eritrocitos humanos (aproximadamente el 80% de la HbA₁). Se puede definir como la condensación de la glucosa en la porción N-terminal (grupo valinaterminal) de la cadena beta de la hemoglobina A, siendo por tanto su denominación química N-1-desoxifruktosil-beta-Hb; de tal forma que el organismo se encuentra expuesto a la modificación de su hemoglobina por la adición de residuos de glucosa; a mayor glicemia, mayor adición de glucosa a la hemoglobina. Esta reacción, conocida desde hace muchos años, recibe el nombre de reacción de Maillard, glicosilación no enzimática o más recientemente glicación. La reacción entre grupos amina de biomoléculas y carbonilo de azúcares tiene lugar en condiciones fisiológicas y sin control enzimático, causando modificaciones estructurales y funcionales en las proteínas, lípidos, y ácidos nucleicos. Estas reacciones implicadas en los procesos de glicación de las biomoléculas son de enorme interés ya que se han relacionado con las complicaciones patológicas de la diabetes (algunas nefropatías, retinopatías y enfermedades cardiovasculares). (Bracho, 2015)

La terapéutica de la diabetes se centra en dos objetivos íntimamente relacionados; a) mejorar la utilización de la glucosa y otros nutrientes en los tejidos (aminoácidos, glicerol, ácidos grasos y cuerpos cétonicos) y b) normalizar al máximo posible los niveles de glicemia sin perturbar de manera notable el estilo de vida del paciente.

Pero el tratamiento actual del enfermo diabético exige un abordaje múltiple, dirigido no sólo a ajustar en lo posible los niveles de glicemia de forma permanente, si no a prevenir y a tratar la constelación de alteraciones metabólicas antes señaladas. Este tratamiento se basa en la dieta ajustada a las necesidades vitales de cada persona, en la insulina y en los diversos fármacos orales que, por uno u otro mecanismo, consiguen reducir los niveles de glicemia.

La **metformina** es un medicamento antidiabético oral, es un derivado biguanídico. No provoca liberación de insulina, incrementa el metabolismo de la glucosa en los tejidos, reduce la gluconeogénesis hepática e inhibe la absorción de la glucosa, aminoácidos y otros compuestos a nivel intestinal. (Flores, 1998)

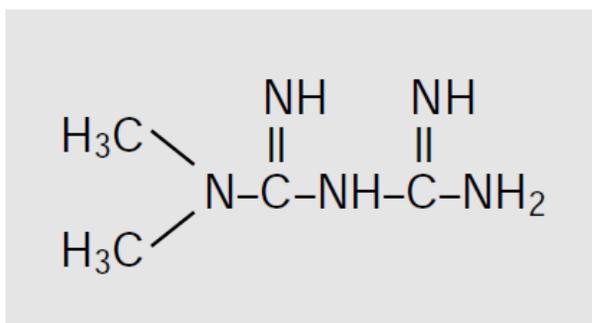


Figura 2. Fórmula semidesarrollada de la Metformina.

La **insulina** es un polipéptido de 51 aminoácidos, sintetizado preferentemente por las células β del páncreas. Consta de dos cadenas, la A, con 21 aminoácidos y la B, con 30, unidas entre sí por puentes disulfuro. (Flórez, 1998)

La **insulina** se caracteriza por actuar rápidamente y durante un espacio de tiempo corto. Su semivida de eliminación plasmática es de 2-5 minutos, aunque la acción biológica se prolonga mucho más tiempo, en general los de acción más rápida tienen una acción más corta. El jugo gástrico hidroliza la cadena polipeptídica de la insulina por lo que es necesario administrarla por vía parenteral. Los valores que se suelen indicar sobre período de latencia, efecto máximo y duración total de la acción hipoglucemiante son solo aproximativos porque pueden variar según la intensidad de la hiperglucemia, la contribución de los mecanismos de regulación (variable de un paciente diabético a otro) y el título de anticuerpos de insulina, ya que estos tienden a prolongar la semivida de la insulina. Así pues, es preciso ajustar la dosis a cada paciente en los distintos momentos de su evolución. (Flórez, 1998)

La principal reacción adversa y más frecuente de los medicamentos preparados de **insulina** es la hipoglucemia, en algunos casos esto se puede deber a un mal manejo por parte de los pacientes, porque pueden llegar a caer en un abuso del medicamento, por haber tenido un cambio en sus hábitos alimenticios que desequilibra la relación dosis insulina/glicemia previamente establecida como tratamiento para su diabetes. (Flores, 1998)

5. DESCRIPCIÓN DEL DESEMPEÑO PROFESIONAL

5.1. Recolección y obtención de muestras para estudio de laboratorio; orina y sangre.

Actualmente mi desempeño profesional lo realizo en una UMF, perteneciente al IMSS, en el laboratorio, en la sección de uroanálisis, con la categoría de Laboratorista. Como es sabido en los laboratorios clínicos, para obtener resultados de calidad, el proceso de análisis de muestras se encuentra conformado por la fase pre-analítica, analítica y pos-analítica, por lo que se deben obtener muestras biológicas de calidad para descartar factores que pudieran afectar los resultados obtenidos de sus análisis.

Motivo por el cual, al momento de llevar acabo la recolección y obtención de muestras de orina y sangre de los pacientes, se les realizan una serie de preguntas para obtener información adicional que nos permita determinar la calidad de la muestra en cuestión, así como si es apta para su análisis o no.

Para las **muestras de orina** se lleva acabo el estudio de examen general de orina (EGO), con el cual se determinará la presencia de glicosuria, al momento de llevar acabo la recolección de las muestras de orinas se toman en cuenta los siguientes factores;

- ✓ La muestra recolectada debe ser la primera micción de la mañana del día en cuestión o esta debió estar contenida en la vejiga del paciente por lo menos cuatro horas.
- ✓ Antes de recolectar la orina, el paciente se debió realizar una limpieza adecuada en su zona genital.
- ✓ Solamente se recolecta la porción media del chorro de orina al momento de la micción.

- ✓ La muestra debe ser recolectada en recipientes nuevos y estériles como lo son los frascos de plástico pequeños que se venden en las farmacias.
- ✓ No se analizan muestras de mujeres que se encuentren en su periodo de menstruación.
- ✓ Cuando se llega a observar un color anormal en la orina que no sea relacionado con alguna patología que normalmente se estudia, se le pregunta al paciente si está llevando algún tratamiento con medicamentos o vitaminas, así como los alimentos que haya consumido un día anterior al estudio, ya que estos pueden teñir la orina.

En el caso de las **muestras de sangre** se lleva a cabo el análisis de química sanguínea, enfocado a cuantificar la presencia de glicemia en ellas, al momento de obtener las muestras de sangre se realizan las siguientes actividades y se deben considerar los siguientes factores;

- ✓ Se revisa la solicitud de estudios de laboratorio emitida por el médico tratante, en donde se nos indica los estudios a realizar, con lo cual sabremos cuantas muestras de sangre debemos obtener y en qué tipo de tubos de recolección de muestras obtenerlas, así como el diagnóstico del paciente.
- ✓ Al paciente se le realizan una serie de preguntas para obtener información adicional que nos orienten a determinar la calidad de la muestra que se obtendrá, así como si es apta o no para su análisis, como;
 - Para pacientes diabéticos; ¿Se encuentra en ayuno (de ocho horas) ?, ¿Ha tomado o aplicado algún medicamento (metformina, insulina, otros, etc.)?, ¿Cómo han salido los resultados de sus últimos estudios de glucosa?, ¿Se encuentra o no bajo control su diabetes?, ¿Cuántos años tiene con la enfermedad?, ¿Lleva dieta?, ¿Cuántos años tiene?

- ✓ En seguida se procede a tomar la muestra de sangre aplicando un torniquete con la ligadura y asepsia con una torunda impregnada de alcohol en la zona del brazo de donde se obtendrá la muestra de sangre, teniendo cuidado al momento de realizar la punción para no provocar lesiones adicionales en el paciente ni obtener muestras hemolizadas.
- ✓ La muestra se obtiene en tubos con tapa de color rojo; sin anticoagulante, con activador de coagulación y silicón, o tubos con tapa de color amarillo con gel separador.

5.2. Análisis de muestras de laboratorio:

5.2.1. Examen General de Orina; detección de glicosuria.

Los EGO se trabajan en la sección de uroanálisis. Una vez recolectadas las muestras de laboratorio estas se trasvasan a tubos de ensayo de vidrio previamente identificados con los datos del paciente; nombre, folio de solicitud de análisis, hora de recolección de la muestra, etc. En seguida se imprime la lista de trabajo de la sección de uroanálisis, en donde nos aparece el total de muestras a procesar, así como los datos de los derechohabientes citados el día en cuestión.

El examen general de orina habitual consta de dos componentes principales:

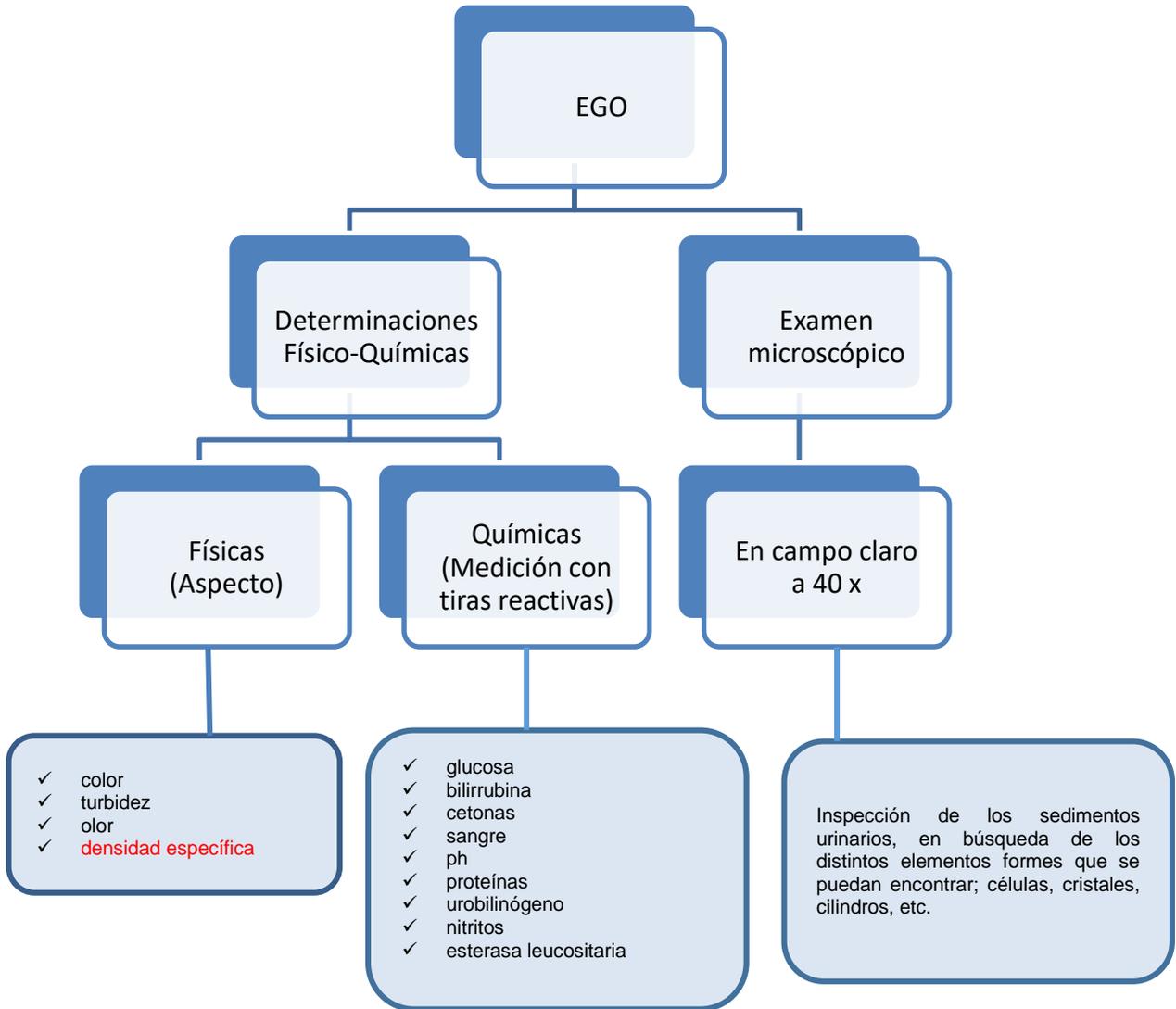


Figura 4. Esquema sobre las pruebas de las que consta un EGO.

Mi trabajo consiste en la determinación de la glicosuria a través del empleo de tiras reactivas “**Multistix® 10 SG de SIEMENS**” y el analizador “**CLINITEK Status® +**”.

Las tiras reactivas son el método principal de examen químico de la orina. Aunque son de uso sencillo, representan múltiples reacciones químicas complejas. Los métodos utilizados por las tiras reactivas cambian periódicamente, varían en la sensibilidad y las reacciones de cambio de color. Se pueden producir interferencias con el ácido ascórbico y otras drogas que producen coloración en la orina como fenazopiridina (Pyridium) y otros compuestos nitrogenados como el azul de metileno. Dentro de las recomendaciones de uso y almacenamiento de las tiras reactivas por parte del fabricante tenemos:

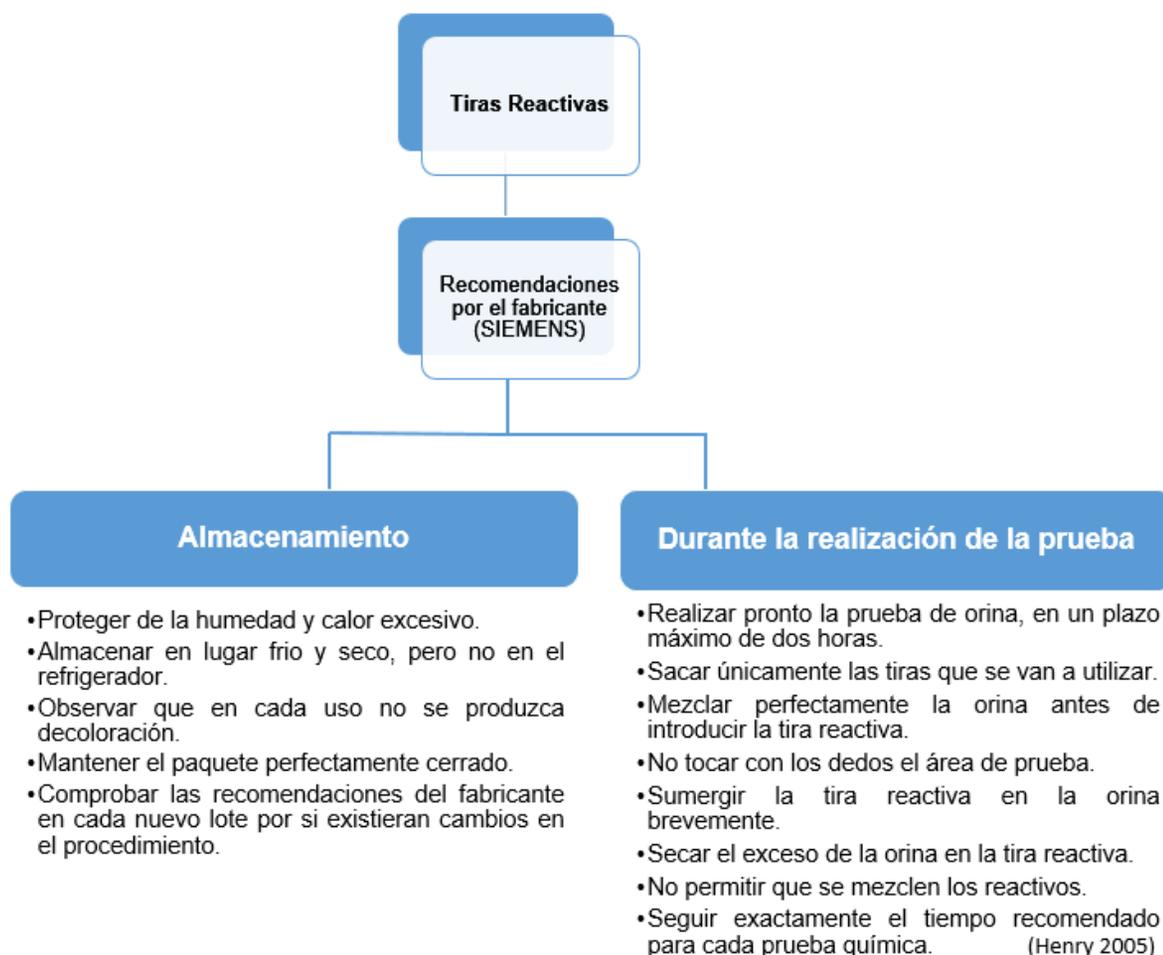


Figura 5. Recomendaciones de uso y almacenamiento de tiras reactivas

5.2.1.1. Análisis químico; tiras reactivas; fundamento.

La determinación de Glucosa a través de las Tiras reactivas se basa en un método específico de glucosa oxidasa y peroxidasa, una reacción enzimática secuencial doble consecutiva y estas difieren únicamente en el cromógeno empleado. La glucosa oxidasa cataliza la formación de ácido glucónico y peróxido de hidrógeno a partir de la oxidación de la glucosa. A continuación, la peroxidasa cataliza la reacción entre el peróxido de hidrógeno y el cromógeno de yoduro de potasio para oxidar a este último, observándose un cambio en la coloración de color azul a marrón en 30 segundos aproximadamente. (Henry,2005)

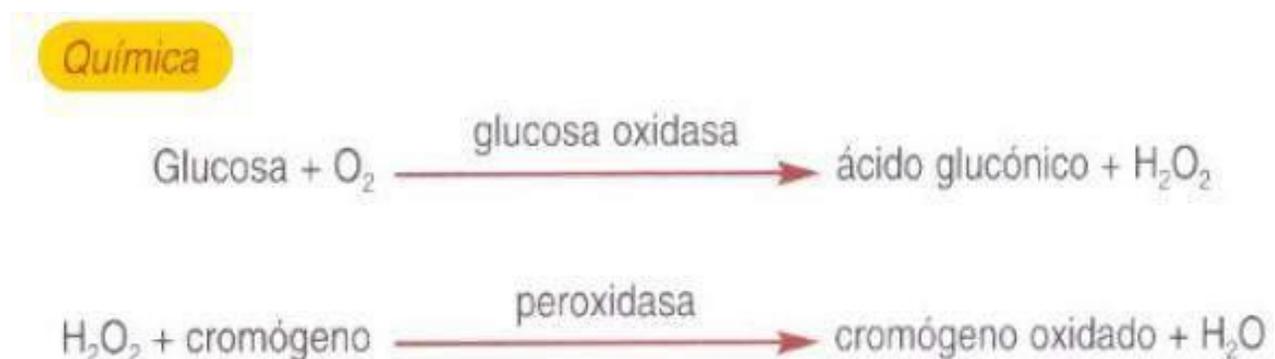


Figura 6. Reacción enzimática Glucosa oxidasa / Peroxidasa

El método es específico para glucosa. No reacciona con lactosa, galactosa, fructosa o metabolitos reductores de drogas. Las tiras reactivas se pueden emplear para obtener resultados semicuantitativos y los resultados se pueden expresar como gramos por decilitro, normalmente, el riñón elimina pequeñas cantidades de glucosa (<1,67mmol/Lo 30 mg/dL), estas cantidades suelen encontrarse por debajo del nivel de sensibilidad de las tiras reactivas “**Multistix® 10 SG de SIEMENS**”, por lo que valores a partir de 5,5 mmol/L o 100 mg/dL se interpretan como resultados positivos.

Altos niveles de cetonas (4 mmol/L o 40 mg/dL) pueden producir falsos negativos en el caso de muestras que contengan pequeñas cantidades de glucosa (4 – 7 mmol/L o 75 – 125 mg/dL), por lo que la combinación de tiras reactivas para glucosa y cetonas no solo detecta la cetonuria, sino que también ayuda a detectar la supresión por cetonas de la reacción de la glucosa. (Siemens, 2014)



Figura 7. Multistix® 10 SG de SIEMENS

Los falsos positivos pueden ser causados por la presencia de agentes limpiadores fuertemente oxidantes en el contenedor de la orina, motivo por el cual se solicita a los pacientes que obtengan sus muestras de orina en frascos nuevos y estériles de plástico. El peso específico bajo puede elevar engañosamente los resultados. El fluoruro de sodio usado como conservante da lugar a falsos negativos que también puede ser causado por el alto peso específico y, ocasionalmente, por el ácido ascórbico. Las enzimas glucolíticas de células y bacterias pueden reducir los niveles de glucosa de la orina en reposo, por lo que es esencial que se refrigere o se realice la prueba inmediatamente. (Siemens, 2014)

5.2.1.2. Determinación de Glicosuria; analizador; “CLINITEK Status® +”

El analizador de orina CLINITEK Status® + es un analizador semiautomático de laboratorio. Está diseñado para leer las tiras reactivas para el análisis de orina de Siemens Healthcare Diagnostics como lo son las Multistix® 10 SG. El uso previsto de este analizador es la medición de las siguientes sustancias:

1. Glucosa..... (30 segundos)
2. Bilirrubinas..... (30 segundos)
3. cetonas..... (40 segundos)
4. densidad especifica..... (45 segundos)
5. sangre..... (60 segundos)
6. pH..... (60 segundos)
7. proteínas..... (60 segundos)
8. urobilinógeno..... (60 segundos)
9. nitritos..... (60 segundos)
10. leucocitos..... (120 segundos)

(Siemens Inserto, 2023)



Figura 8. Analizador CLINITEK Status® +

Control de Calidad.

Antes de analizar las muestras de orina se deben de procesar los controles diarios de rutina negativo y positivo para comprobar el rendimiento de la tira de orina de Siemens y el funcionamiento del analizador. Dichos controles de calidad (QC) nos permiten comprobar que las tiras de orina reaccionan y se leen correctamente. También podemos detectar errores provocados por las técnicas del usuario y estos se deben procesar en las siguientes situaciones; (Siemens, 2014)

- ✓ En el primer análisis del día.
- ✓ Cuando se use un nuevo frasco de tiras de orina.
- ✓ Siempre que existan dudas sobre los resultados de los análisis.

Se emplean las tiras de control positivo y negativo **Chek-Stix®** para análisis de orina. Las soluciones preparadas con las tiras de control generan resultados positivos y negativos o de concentraciones definidas cuando se usan con las tiras reactivas de Siemens tradicionales para análisis de orina. (Siemens, 2014)

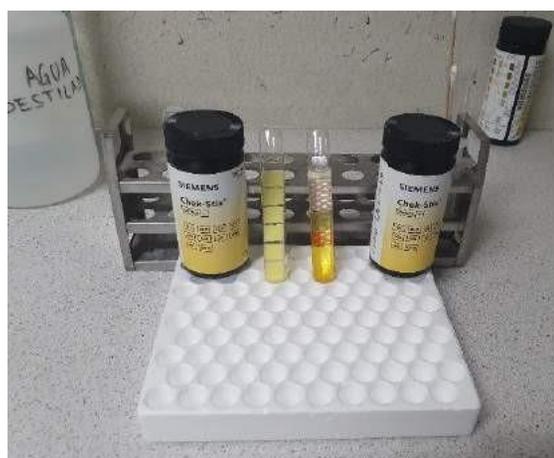


Figura 9. Control de rutina positivo y negativo Chek-Stix®

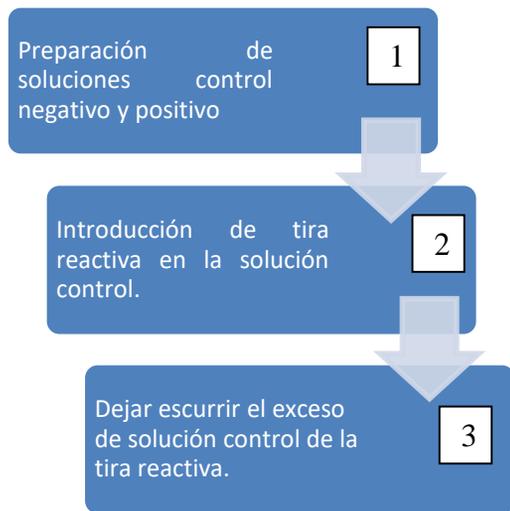


Figura 10. Proceso de Control de rutina positivo y negativo Chek-Stix®

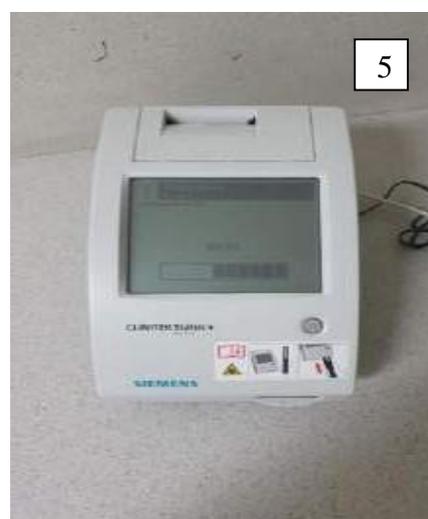
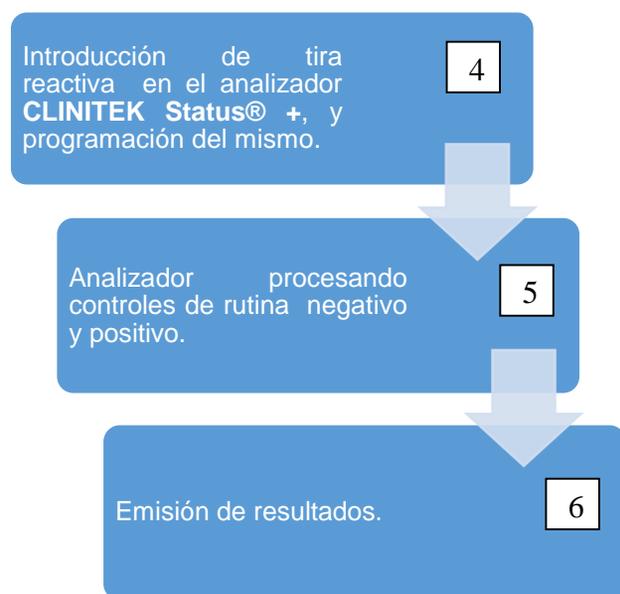


Figura 11. Analizador CLINITEK Status® +, procesando Control de rutina positivo y negativo Check-Stix®

Calibración.

La calibración se realiza en cada cabezal de lectura antes de leer cada tira de orina. La plataforma fija contiene dos barras de calibración de color blanco, situadas justo debajo de cada cabezal de lectura. Cuando una tira llega a su posición bajo una cabeza de lectura, el analizador lee la barra de calibración y calibra para ese ciclo de lectura. Enseguida, el analizador lee la tira de orina y almacena los datos en la memoria. (Siemens, 2014)

Análisis de muestras.

Las muestras de orina son entregadas por los derechohabientes en frascos estériles de plástico, estos son etiquetados (1), enseguida homogenizados y se trasvasan a tubos de vidrio (2), para facilitar su manipulación. Una vez que las muestras son depositadas en tubos de ensayo y debidamente identificadas se ordenan por número de folio consecutivo (3) y se revisan estas junto con la lista de trabajo impresa para asignarles además un número consecutivo que se emplea cuando se lleva a cabo la lectura de los sedimentos urinarios (4).

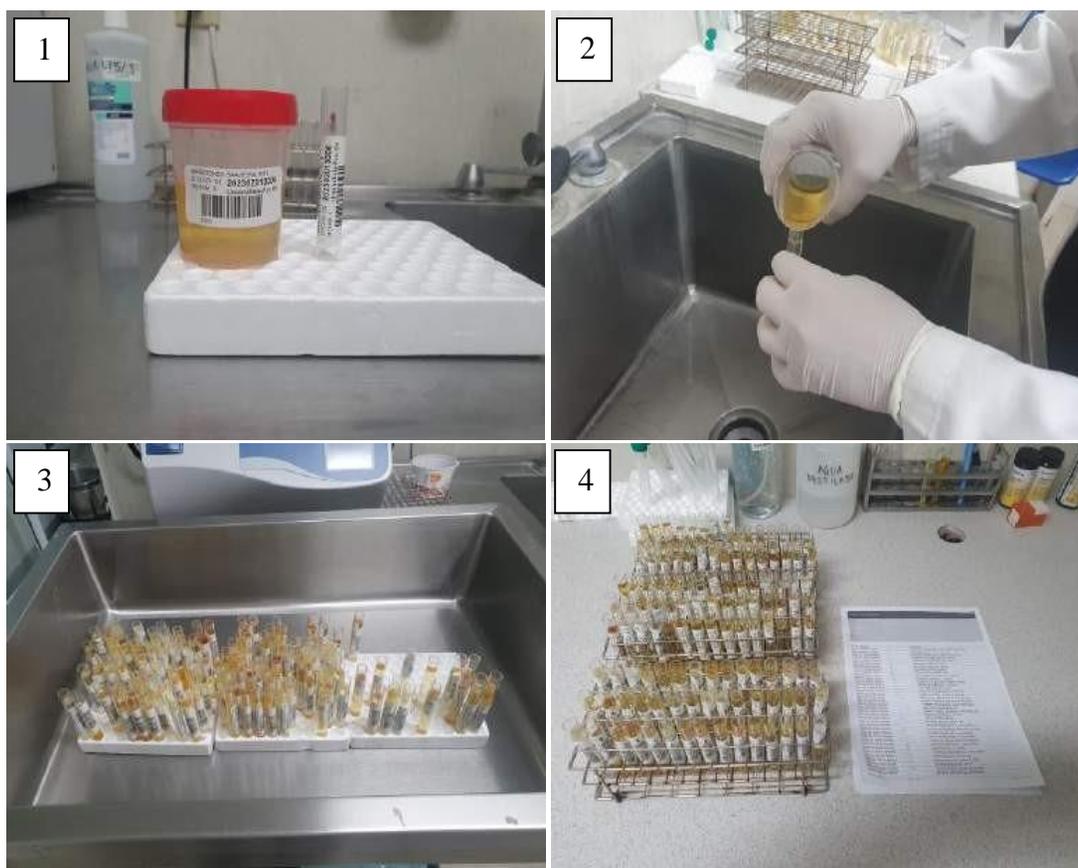


Figura 12. Revisión y ordenamiento de muestras de orina.

En seguida se procede a sumergir la tira de orina en la muestra sin tardarse más de un segundo como lo indica el inserto (5-6), se deja escurrir el exceso de orina de la tira reactiva sobre el borde del tubo (7) y se coloca en el analizador para llevar acabo la lectura de la glucosa en orina (8), así como los de más parámetros.

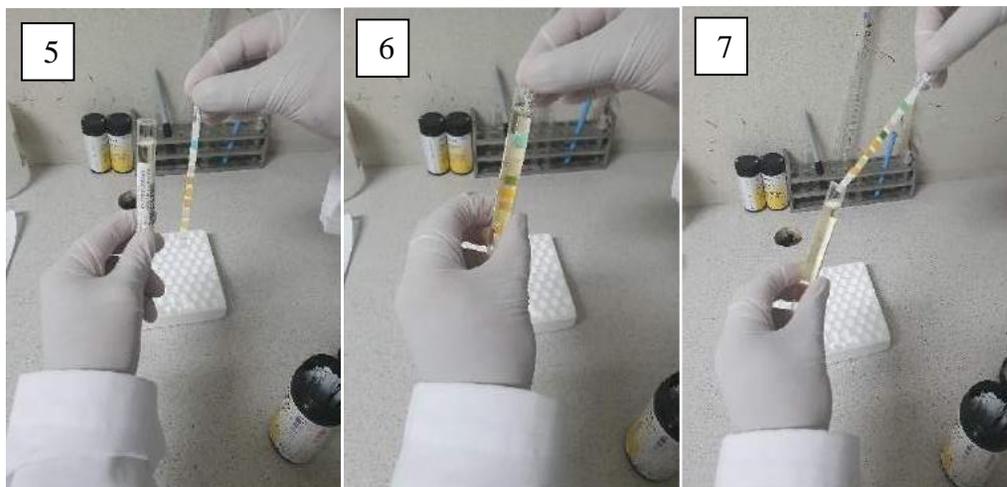


Figura 13. Proceso de muestras de orina.

Al momento de llevar acabo el análisis de las muestras de orina a través de las tiras reactivas, el analizador se debe encontrar en el modo “Analizar”, así de este modo al momento de colocar una tira en la plataforma fija del analizador, un sensor detecta la presencia de la tira y activa el movimiento de la misma hacia dentro del equipo e inicia el ciclo de lectura. El tiempo de análisis dependerá del punto del ciclo en el que se encuentren las tiras analizadas en ese momento. (Siemens, 2014)

La barra impulsora transporta la tira por la estación de carga hasta el área de lectura. El número de secuencia aumenta. Una serie de verillas metálicas mueven la tira hacia fuera del área de lectura en un tiempo aproximado de dos minutos una vez concluido el análisis de la tira reactiva. (Siemens, 2014)

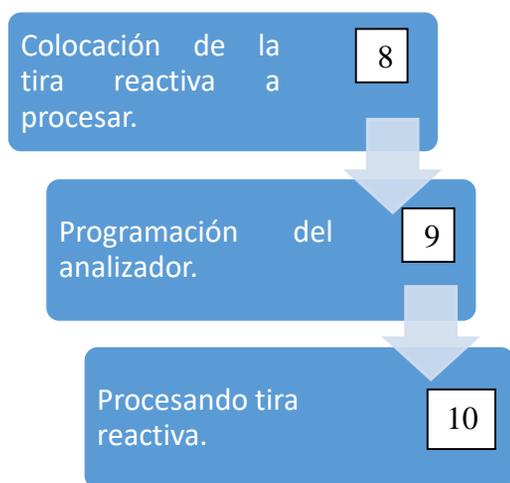


Figura 14. Procesando muestra de orina en Analizador.

Fundamento.

El analizador es un espectrofotómetro de reflectancia que analiza el color y la intensidad de la luz reflejada en el área reactiva y comunica los resultados en unidades con significado clínico, midiendo el porcentaje de reflectancia espectral de diferentes longitudes de onda en incrementos de 10 nanómetros. También puede determinar e informar el color de la orina, con respecto al aspecto de cada muestra (claridad, turbidez, etc.) nosotros lo podemos especificar con la programación al momento de procesar cada muestra, por medio de la pantalla táctil integrada del analizador. Como las zonas de reacción de las tiras reactivas son superficies completamente opacas por así decirlo se debe emplear este tipo de espectrofotómetro de reflectancia. La calibración se efectúa automáticamente cada vez que se analiza una tira reactiva.

Dos cabezales de lectura, situados dentro del área de lectura miden la longitud de cada tira de orina en un momento específico del ciclo de incubación. El primer cabezal lee las áreas reactivas que requieren un menor tiempo de incubación. El segundo lee las que precisan incubación durante más tiempo. (Siemens, 2014)

Los dos cabezales de lectura contienen una lámpara de incandescencia y un conjunto de fotodiodos. Cuando una tira se sitúa bajo el cabezal de lectura, el analizador efectúa un ciclo de calibración. En ese momento el cabezal lee la totalidad de la tira, midiendo la reflectancia lumínica de cada almohadilla con reactivo. Una parte de la luz que incide en la almohadilla se refleja hacia el conjunto de fotodiodos. La luz que refleja la almohadilla para análisis de la tira a determinadas longitudes de onda depende del grado de cambio de color de dicha almohadilla y es proporcional a la concentración de ese elemento concreto en la orina. (Siemens, 2014)

Al momento de obtener los resultados de glucosa en orina (9-10) y al ser estos positivos el equipo nos emitirá un resultado de la concentración de glucosa en mg/dL que es proporcional a el cambio de color que se haya generado en la almohadilla de reacción para la determinación de glucosa observándose un cambio de color azul a marrón. Dichas muestras de pacientes de orina positivas para glicosuria son identificadas y comparadas con sus respectivas muestras de sangre en las que se determinó la glicemia, de esta manera analizando la coherencia existente entre los resultados obtenidos, para vislumbrar si efectivamente el paciente ha llevado de manera correcta las indicaciones del médico para lograr un control en su diabetes y de esta manera nosotros como auxiliares en el diagnóstico emitir resultados de calidad.

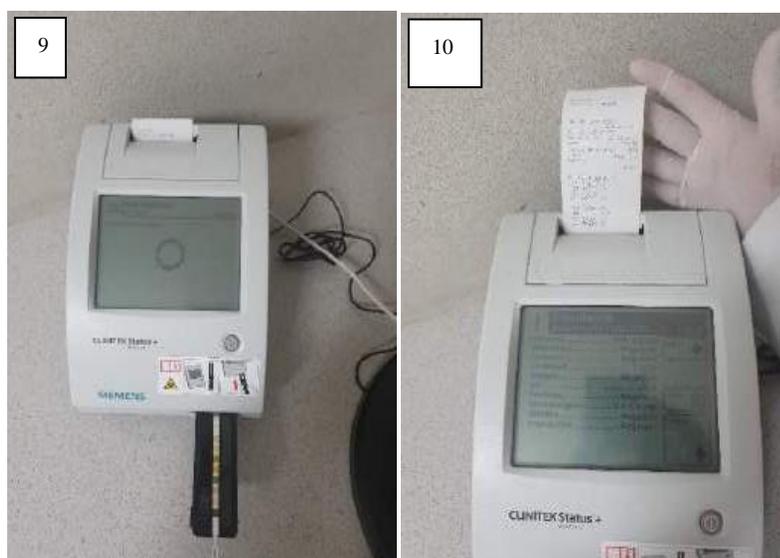


Figura 15. Resultados de análisis de muestra de orina.

Al terminar el análisis de las muestras de orina estas son desechadas directamente al drenaje público, a través de la tarja que se encuentra en el laboratorio, de la sección de uroanálisis.

5.2.2. Química sanguínea; cuantificación de glicemia

Las muestras de sangre para la determinación de la glicemia son procesadas en la sección de Química Sanguínea, en el laboratorio. La técnica que se emplea para la obtención de la muestra sanguínea se encuentra basada en las **“Recomendaciones conjuntas de la EFLM-COLABIOCLI para muestreo de sangre venosa”** (2018), de la Federación Europea de Química Clínica y Medicina de Laboratorio (EFLM), así como en los **“Lineamientos para la toma, manejo y envío de muestras para diagnóstico a la red nacional de laboratorios de salud pública”** (2020), del Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos (InDRE); Dr. Manuel Martínez Báez, y se realiza de la siguiente manera:

1. Pre-muestreo:

- 1) Al momento de llevar a cabo la obtención de la muestra de sangre por punción venosa se tiene en todo momento una comunicación empática con el derechohabiente y se realiza una correcta identificación del mismo, por lo que se verifica previamente sus datos revisando su carnet de citas médicas y la solicitud de estudios de laboratorio emitida por el médico tratante, como; nombre del paciente, fecha del día de la cita, estudios de laboratorio solicitados, etc. También se le realizan una serie de preguntas para saber en qué condiciones se presentó el día de su cita; ¿se encuentra en ayuno?, ¿a qué hora consumió su último alimento?, ¿consumió algún medicamento?, etc. y en los casos que aplique; ¿cómo llevo a cabo la recolección de su muestra? Esto se realiza para saber la calidad de la muestra que se obtendrá y de la que nos entrega el paciente y poder determinar si es apta o no para su análisis. Además, se le pregunta en esos momentos como se siente, para identificar a las personas que tienen un mayor riesgo de presentar una reacción vasovagal (síncope) y se le explica de manera breve, clara y concreta lo que se va a realizar y el por qué. Por último, se le dan una serie de indicaciones que tiene que realizar el paciente en el momento de llevar a cabo y al final de la recolección de la muestra sanguínea.

- 2) Una vez realizada la correcta identificación del derechohabiente se procede a identificar y etiquetar los tubos al vacío que se emplearan para la recolección de la muestra sanguínea, esto se realiza siempre en presencia del paciente y en ese momento, de lo contrario existe el riesgo de que algún tubo quede sin etiqueta o se identifique incorrectamente. La etiqueta contiene información esencial como; su nombre completo, número de identificación de muestra único, código barras que contiene registrado los datos del derechohabiente, así como los estudios de laboratorio a realizar, nombre de la prueba a realizar, etc., con lo que el tubo en el que se recolectara la muestra sanguínea queda vinculado inequívocamente con el derechohabiente y es rastreable quedando de esta manera registrada en el sistema de información del laboratorio.



Figura 16. Solicitud de pruebas de laboratorio



Figura 17. Tubos al vacío identificados con etiqueta

2. Muestreo:

1) Previamente a la toma de muestra sanguínea todos los materiales requeridos deben tenerse a la mano, en cantidades suficientes y ordenados, como son:

- ✓ Guantes de látex.
- ✓ Gel antiséptico para manos con 70% de alcohol.
- ✓ Antisépticos para limpiar el sitio de punción como lo son las torundas de algodón impregnadas con alcohol etílico al 70%.
- ✓ Sistema de colecta de sangre con características de seguridad el cual consta de agujas desechables de 21G x 1.5" (0.8 x 38mm) y holder (soporte para aguja).
- ✓ Tubos al vacío para la colecta de sangre, vigentes dentro de la fecha de caducidad y colocados en gradillas.
- ✓ Torniquete hemostático o banda elástica.
- ✓ Gasas.
- ✓ Cinta adhesiva micropore.
- ✓ Gradilla para colocar los tubos con las muestras de sangre.
- ✓ Contenedor de objetos punzantes.

2) Se lleva cabo la higiene de manos con gel antiséptico al 70% de alcohol.

3) Ponerse los guantes de látex; para protegernos en caso de una lesión con aguja, los guantes actúan como una barrera o protección para minimizar la cantidad de sangre que podría transmitirse durante la punción por lo que es una medida razonable de prevención de infecciones, además el muestreo de sangre venosa siempre se asocia con un riesgo de contacto con sangre y contaminación durante el proceso. Por lo tanto, estas medidas se llevan a cabo para reducir el riesgo de infección del personal sanitario y proteger al derechohabiente de la transmisión cruzada de patógenos causantes de infecciones.



Figura 18. Material de laboratorio empleado para la toma de muestra sanguínea.

- 4) Preparar el sistema de colecta de sangre; ensamblar la aguja desechable en el holder (soporte para agujas).
- 5) Colocar el torniquete o banda elástica como máximo un minuto, para minimizar el riesgo de estasis venosa y las subsiguientes alteraciones de las concentraciones de diversos parámetros bioquímicos, en los casos en donde se deben extraer múltiples tubos. También al derechohabiente se le indica que no debe apretar el puño ni bombear por que puede causar pseudohipercalemia y alteraciones de algunos otros parámetros bioquímicos.

6) Seleccionar el sitio de venopunción; se les dará prioridad a las venas más prominentes de la fosa cubital del brazo, en la cual se encuentran la vena cefálica, basilíca, mediana del codo y mediana del antebrazo. La vena mediana del codo es la de primera elección, por ser la más prominente y al momento de realizar la punción en la mayoría de los casos no es necesario fijarla, ya que no se desplaza por debajo de la piel al momento de realizar la punción y se encuentra en el mismo lugar en la mayoría de los pacientes. En los casos en que las venas antes mencionadas no estén disponibles, las venas dorsales de la mano se deben emplear como alternativa. Una práctica muy buena a realizar, es la palpación de la vena a elegir para evaluar el sitio apropiado de venopunción y de este modo reducir el riesgo de lesiones durante el procedimiento de extracción de sangre. Seleccionar la mejor vena y reconocer el sitio más apropiado para insertar la aguja para la extracción de sangre venosa es importante para la facilidad y rapidez de recolección de la muestra, mantener la calidad de la misma, evitar daños en los nervios, logrando de este modo la satisfacción del derechohabiente y un procedimiento exitoso de colecta de sangre.

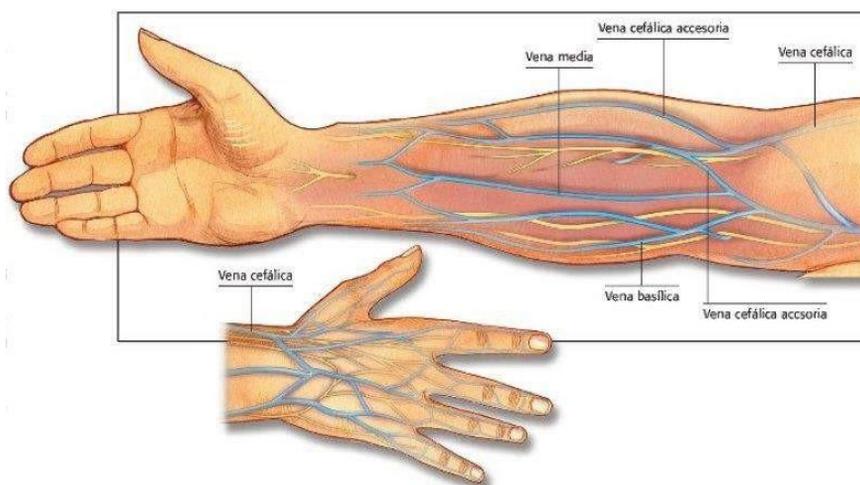


Figura 19. Venas de la zona cubital del brazo y dorsales de la mano.

7) Limpiar el sitio de muestreo elegido; el sitio de venopunción elegido se limpia con torundas de alcohol impregnadas con alcohol etílico al 70% y se inicia de la zona de donde se realizará la venopunción hacia fuera en forma de círculos. Debe

permitirse secar el alcohol durante al menos 60 segundos y no debe tocarse el sitio desinfectado después de la limpieza. Es importante realizar esto porque el hecho de no dejar que el alcohol se seque puede causar una sensación de picazón en los derechohabientes e inclusive dolor.

- 8) Puncionar la vena; primero se debe fijar la vena estirando suavemente la piel con el dedo índice o pulgar de la mano, de la vena seleccionada a puncionar, la perforación de la vena se realiza con el bisel de la aguja hacia arriba en un ángulo aproximadamente de 5-30 grados, dependiendo de la profundidad de la vena, con determinación y prudencia para minimizar el dolor y reducir el riesgo de perforación de la pared posterior de la vena. Se debe introducir por lo menos 0.5 cm de la guja en la vena. En los casos que no se pueda localizar la vena con facilidad, un ligero reposicionamiento de la aguja hacia atrás o hacia delante puede ayudar a encontrarla. Se deben evitar las venas que se desplacen por debajo de la piel.
- 9) Extraer la sangre en los tubos al vacío; insertar el tubo en el holder hasta que la tapa de plástico se perfora y se comience a extraer la sangre por efecto del vacío. Nos debemos asegurar de que los tubos estén completamente llenos, hasta el nivel indicado en la etiqueta del tubo. La falta de llenado de los tubos no se recomienda y debe evitarse, porque la proporción sangre / aditivo (anticoagulante) no es proporcional y puede afectar los resultados. Los tubos llenos deben contener por lo menos el 90% de su volumen de capacidad. Mi trabajo solo se enfocará en la obtención de la muestra sanguínea recolectada en los tubos de tapón rojo sin aditivo y tubos de tapón amarillo con gel separador de suero, para la determinación de glicemia, sin embargo, mencionare el orden de extracción recomendado por la EFLM:

- ✓ Frascos para hemocultivo.
- ✓ Tubo de tapón azul con citrato de sodio.

- ✓ Tubo de tapón rojo sin aditivo o tubos de tapón amarillo con gel separador.
- ✓ Tubo de tapón verde con heparina de sodio.
- ✓ Tubo de tapón lila con EDTA.
- ✓ Otros tubos.

10) Liberar el torniquete; este debe retirarse tan pronto como la sangre fluya en el primer tubo. Los torniquetes provocan una oclusión temporal de la venas y estasis venosa temporal. Si se aplica durante un largo periodo de tiempo, más de un minuto, el torniquete induce una variación sustancial de la composición de la sangre, debido a la extravasación de agua y pequeñas moléculas como iones del vaso en el espacio subendotelial. Durante ese proceso moléculas grandes como partículas de lipoproteínas, proteínas y sustancias ligadas a proteínas, células y factores de coagulación permanecen dentro del vaso sanguíneo, por lo que su concentración aumenta progresivamente. La mayoría de estos cambios son insignificantes dentro de un minuto de la aplicación del torniquete, pero pueden volverse clínicamente significativos después de ese tiempo.

11) Homogenizar suavemente los tubos; se deben mezclar los tubos por lo menos una vez, inmediatamente después de extraer la sangre. Cualquier retraso puede afectar la calidad de la muestra. La mezcla se realiza con una mano girando el tubo verticalmente a 180° y volver a colocarlo en la posición inicial, mientras que con la mano dominante se mantiene la aguja y el soporte en su lugar a lo largo de la extracción, para mantener el control. Se debe evitar mezclar de manera vigorosa las muestras, no agitar, para evitar la lesión de las células sanguíneas, la hemólisis, la activación plaquetaria o la coagulación de la sangre. Por lo tanto, una mezcla apropiada del tubo con sangre, después de la extracción, nos asegura que el aditivo del tubo (anticoagulante, activador de coágulo, etc.) se mezcle adecuadamente, las muestras de sangre sean homogéneas y se mantenga la calidad e integridad de la muestra. Los tubos deben invertirse suavemente al menos 5 veces a un que esto dependerá del tipo del tubo. En la práctica laboral lo que se realiza en caso de que se tenga que recolectar más de un tubo, cada tubo

se mezcla con una sola inversión completa y solo cuando se recolectan todos los tubos y la aguja esta retirada de la vena del derechohabiente, se mezclan cuatro veces adicionales, de este modo evitaremos retrasar el proceso, logrando que el paciente tenga la aguja en su vena por menos tiempo, aliviando su incomodidad y no se compromete la calidad de las muestras.

- 12) Retirar la aguja de la vena; después de coleccionar el último tubo, se coloca una torunda de algodón sin alcohol en la zona donde se realizó la punción sin aplicar presión, retiramos suavemente la aguja tratando de no causar dolor ni daño al derechohabiente, en seguida se presiona suavemente el sitio de punción con la torunda para evitar el sangrado.
- 13) Desechar la aguja; estas son depositadas en contenedores de plástico sólido para objetos punzo-cortantes.
- 14) Cubrir el sitio de punción; una vez que se verifico que el sangrado se ha detenido, sobre la torunda de algodón sin alcohol se coloca cinta micropore, para ajustarla y evitar que se caiga.
- 15) Indicar al paciente que aplique una presión suave sobre el sitio de punción por un periodo de hasta 2 minutos, para los procedimientos de rutina y de hasta 10 minutos para los derechohabientes anticoagulados, y que no doble el brazo para reducir el riesgo de hematoma o sangrado prolongado.
- 16) Quitarse los guantes; los guantes usados pueden estar contaminados con sangre, fluidos corporales, microorganismos, etc., primero se debe retirar un guante y girarlo hacía dentro, después cubrir el primer guante haciendo rodar el segundo guante hacia él.
- 17) Desechar los guantes y limpiarse las manos con gel antiséptico o realizar el lavado de manos con agua y jabón.

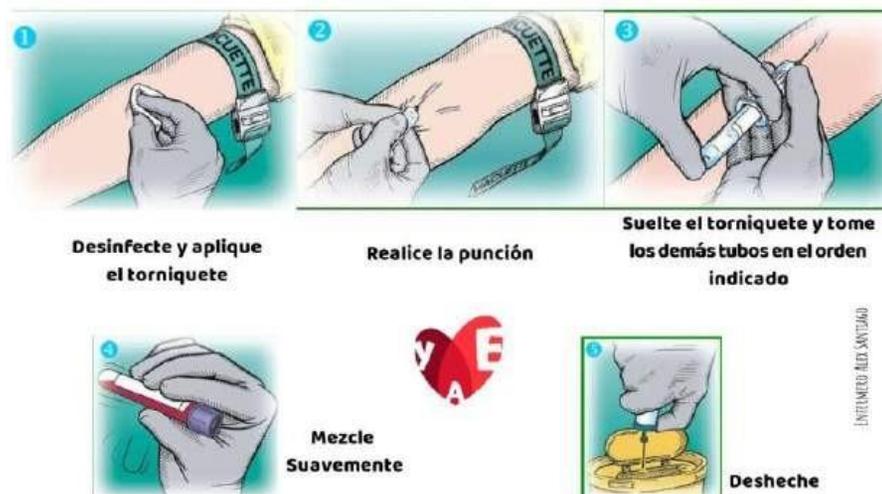


Figura 20. Obtención de muestra sanguínea

3. Post-muestreo:

- ✓ En los casos en que el sangrado se prolongue se le recomienda al paciente que repose sentado hasta que la hemorragia se haya detenido en la zona de espera.
- ✓ Por último, se le pregunta al derechohabiente cómo se siente, antes de que se retire del área de toma de muestra de sangre, para identificar a los pacientes que estén en riesgo de experimentar mareos o incluso síncope. También se les comenta que los resultados de sus estudios de laboratorio se le mandarán a su médico tratante por medio de una base de datos y que estarán disponibles el día de su cita médica.

Después se deben centrifugar las muestras de 3,500 – 4,000 r/m durante 5 minutos, pero antes de realizar esto se debe permitir la retracción completa del coágulo, es decir que coagulen perfectamente las muestras en un tiempo aproximado de 1,5 a 2 horas para los tubos con tapón rojo sin aditivo y para los tubos con tapón amarillo con gel separador de 20 – 25 minutos, según las especificaciones de los tubos empleados. Mientras se realiza esta actividad se imprime la lista de trabajo del día en cuestión, la cual contiene el total de muestras a procesar, así como información de las mismas; número de folio de identificación único, pruebas a realizar, nombre de los derechohabientes, etc.

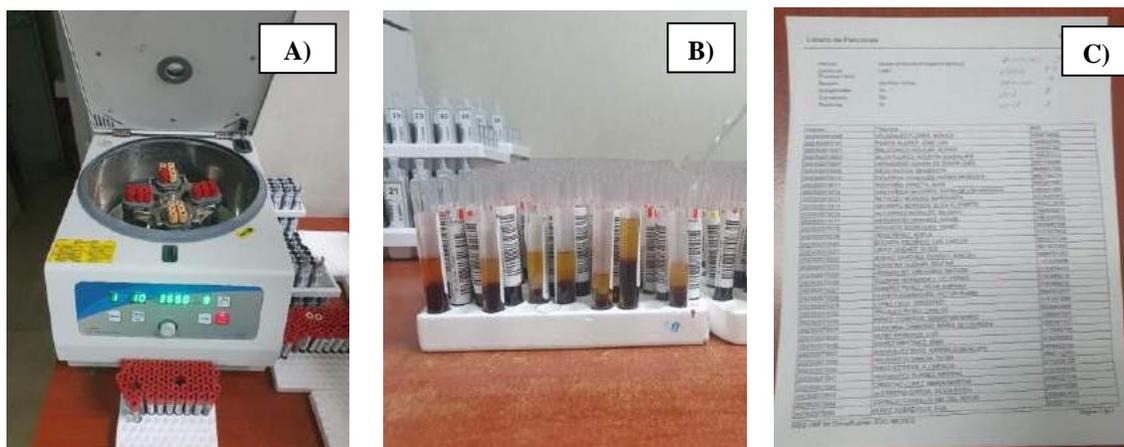


Figura 21. Proceso de centrifugación de muestras sanguíneas; A) Centrifuga con muestras. B) Muestras centrifugadas C) Lista de trabajo del área de Química

Una vez centrifugadas las muestras de sangre, son separadas estas en dos fases, una sólida en el fondo del tubo la cual contiene las células de la sangre atrapadas en una red de fibrinógeno o coágulo y una líquida llamada suero, el cual será empleado para llevar a cabo el análisis de la glicemia en sangre, por lo que es importante observar en que condición se encuentra, este no debe de estar icterico, hemolizado o lipémico ya que podría causar interferencias analíticas. También es importante revisar que el suero de las muestras centrifugadas no contenga fibrina o un coagulo como tal, ya que esto al momento de procesar las muestras podría tapar la aguja de toma de muestra del analizador.

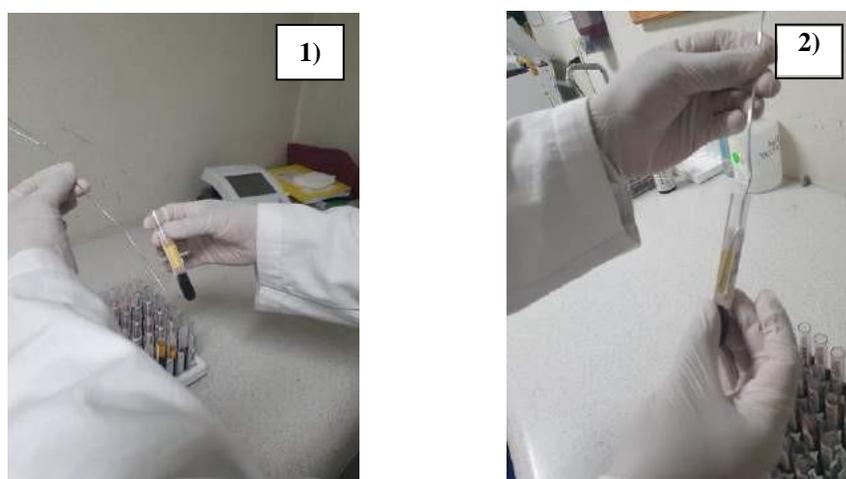


Figura 22. Inspección de muestras sanguíneas; 1) Muestra centrifugada, observación del suero. 2) Inspección del suero, que no tenga coágulo.

5.2.2.1. Determinación de glicemia; ILTest™ Glucosa / Oxidasa; analizador “ILab™ Taurus”.

El analizador “**ILab Taurus®**” es un analizador químico automatizado de acceso aleatorio que emplea técnicas analíticas como la fotometría para la cuantificación in vitro de analitos como glucosa, colesterol, triglicéridos, creatinina, urea, ácido úrico, etc., entre otros, encontrados en fluidos fisiológicos tales como suero, plasma, orina y fluido cerebroespinal. Los resultados obtenidos con las mediciones realizadas por el analizador son empleadas como apoyo para el diagnóstico médico. (ILab, 2011)



Figura 23. Analizador ILab™ Taurus

Esta sección de mi trabajo se enfocará solamente en la determinación de la glicemia a través del IL Test™ Glucosa (Oxidasa) Ref. 0018250840, empleado para la determinación diagnóstica in vitro de glucosa en suero, plasma, orina y líquido cefalorraquídeo humanos. La determinación de los niveles de glucosa se utiliza para el diagnóstico y tratamiento de alteraciones del metabolismo de los carbohidratos como la diabetes mellitus, hipoglicemia e hiperglicemia. En el organismo la glucosa se encuentra en forma α en un 36% y de forma β en un 64%. Por ello la oxidación de la glucosa sanguínea requiere de una mutorrotación de la forma α a la β . (ILab,2017; Sánchez, 2007)

Control de Calidad

Antes de procesar las muestras el analizador ILab™ Taurus se debe encontrar en condiciones óptimas para su uso, es decir, se debe primero llevar a cabo una lectura de blanco de reactivo y procesar los controles de calidad de rutina; **SeraChem Control Nivel 1** y **SeraChem Control Nivel 2**. Los procesos de análisis de laboratorio deben ser controlados con el fin de asegurar la fiabilidad de los resultados clínicos reportados de las muestras de pacientes. El uso de materiales de control de calidad permite a los laboratorios clínicos monitorear su desempeño en el día a día. El blanco de reactivo contiene todas la sustancias químicas y disolventes empleados en el análisis, pero sin el analito de interés, por lo que mide la respuesta del procedimiento analítico y de las impurezas o interferencias que pudieran existir, con lo que el analizador posteriormente resta la respuesta medida del blanco, de la absorbancia total medida de la reacción, para obtener una respuesta corregida. La importancia de llevar a cabo el proceso de controles de rutina es que a través de ellos se pueden detectar problemas en el analizador, defectos en las sustancias empleadas en el análisis, detección de errores analíticos resultantes de malas prácticas por parte de los analistas, etc. Por lo que son materiales ensayados y destinados para su uso en el control de la exactitud de los métodos automáticos en los analizadores de Química ILab. Los controles deben ser procesados diariamente en paralelo con las muestras de pacientes y después de cada calibración y sus valores deben estar dentro de los rangos establecidos. (ILab,2019; Castañeda, 2011)



Figura 24. Controles de Calidad SeraChem.

Ambos controles se encuentran constituidos en una base de suero humano liofilizado adicionados con constituyentes química y bioquímicamente puros (extraídos de tejido humano y de origen animal), conservadores y estabilizadores. (ILab,2019)

Para su preparación se debe retirar con cuidado la tapa del vial para evitar la pérdida de material. En seguida con la ayuda de una pipeta volumétrica de 5.0 mL se reconstituye cada control de rutina con agua desionizada. Después cerrar el vial y mezclar suavemente para evitar la formación de espuma, dejar reposar por 30 minutos antes de su uso. Durante este tiempo ocasionalmente invertir los viales de cada control de rutina varias veces para disolver totalmente el contenido. (ILab,2019)

Para procesar los controles de rutina diarios, estos se deben dispensar en una copa de muestra de plástico desechable, un volumen aproximado de 1.5 mL y colocarlos en las rejillas para muestras específicas para los controles de calidad. Se analizan de la misma manera que se procesan las muestras de los derechohabientes. Los viales sin abrir son estables hasta la fecha de caducidad a una temperatura de conservación de 2 – 8 °C. Una vez reconstituidos los viales son estables por 5 días almacenados a la temperatura mencionada. (ILab,2019)



Figura 25. Controles de calidad SeraChem listos para procesar; A) Reconstituidos. B) En copillas. C) Colocados en rejillas para muestras.

Calibración

En el analizador ILab Taurus™ para la prueba de Glucosa Oxidasa la calibración se encuentra programada para llevarse a cabo cada 40 días o cuando así se requiera. El objetivo de esta es realizar una corrección en el instrumento de medición para llevarlo a las condiciones iniciales de funcionamiento y se recomienda realizar cuando:

- ✓ Cambia el Lote de los reactivos, controles de calidad de rutina o calibradores.
- ✓ La estabilidad de la calibración a vencido.
- ✓ Los resultados obtenidos de los controles de calidad de rutina no entran dentro de los rangos establecidos.
- ✓ Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas para la determinación de la glicemia son anormales.

El “**Referil G**” es un calibrador multinivel destinado a la calibración del ensayo de substratos en analizadores ILab. Una vez realizada la calibración los valores de los controles deben encontrarse dentro de los rangos establecidos. Si los resultados están fuera, la calibración debe ser rechazada. (SEECO, 2001; ILab,2021)

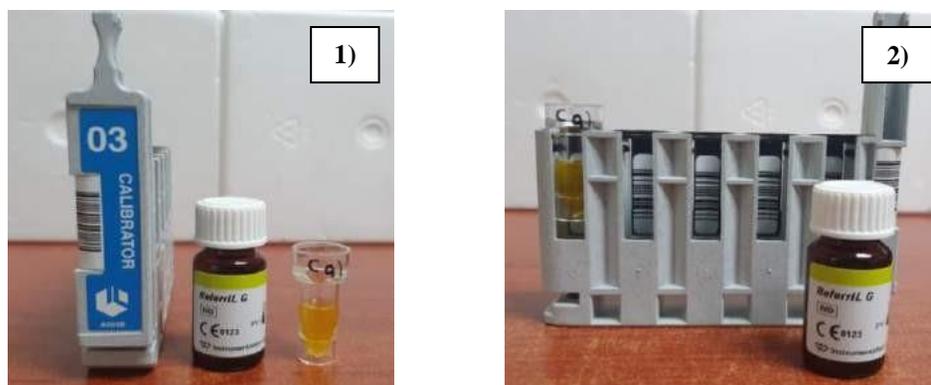


Figura 26. Calibrador Referil G multinivel; 1) En copilla. 2) En rejilla.

Fundamento

El Test™ Glucosa / Oxidasa se encuentra basado en la reacción de Trinder, la cual ha sido ampliamente usada para determinar glucosa a través de un reactivo enzimático con detección colorimétrica. En esta metodología se lleva a cabo una reacción enzimática secuencial doble consecutiva, en donde primero es catalizada la reacción de oxidación de la β -D-Glucosa a ácido glucónico, utilizando oxígeno molecular como aceptor de electrones con producción simultánea de peróxido de hidrógeno. La segunda reacción es catalizada por la peroxidasa empleando al peróxido de hidrógeno como agente oxidante el cual reacciona con la 4-Aminoantipirina (incolora) encontrándose en su forma reducida, la cual se oxidará produciendo el rojo de quinonimina (coloreada) más cuatro moléculas de agua. La quinonimina formada se determina espectrofotométricamente a 505 nm. El incremento de absorbancia debido al rojo de quinonimina es proporcional a la concentración de glucosa presente en la muestra. (Labandera, 2019; ILab,2019)

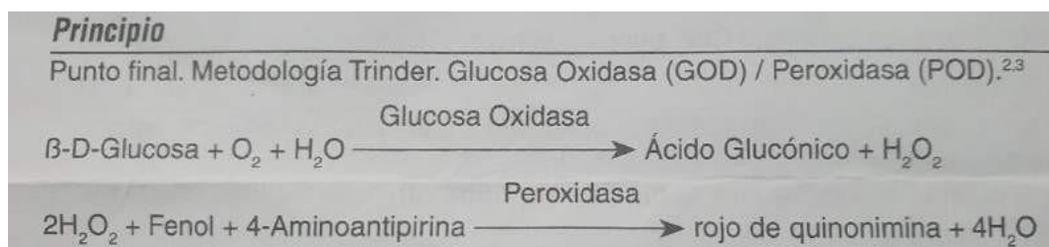


Figura 27. Reacción enzimática Glucosa Oxidasa / Peroxidasa.



Figura 28. Reactivo de Glucosa Oxidasa quant ILab®

Hay que verificar que el equipo tenga la cantidad suficiente de reactivo para llevar a cabo el análisis de todas las muestras obtenidas del día en cuestión, aproximadamente cada frasco de reactivo de Glucosa / Oxidasa de 95 mL permite realizar 625 pruebas.



Figura 29. Compartimiento para Reactivos; A) cerrado. B) abierto.

Una vez centrifugadas e inspeccionadas, las muestras son colocadas en las rejillas para muestras, las cuales son carcasas rectangulares de plástico. Pueden contener hasta 5 muestras. El analizador ILab Taurus™ se programa para que inicie el procesamiento de muestras. Cuando las muestras están debidamente etiquetadas, se deben colocar sobre las rejillas de tal manera que la etiqueta quede de frente a la ranura para que se pueda leer el código de barras de las muestras. El analizador posee un lector de código de barras de muestras que permite la identificación positiva de las muestras. El lector de código de barras de muestras utiliza un LED como fuente de luz. (ILab, 2011).

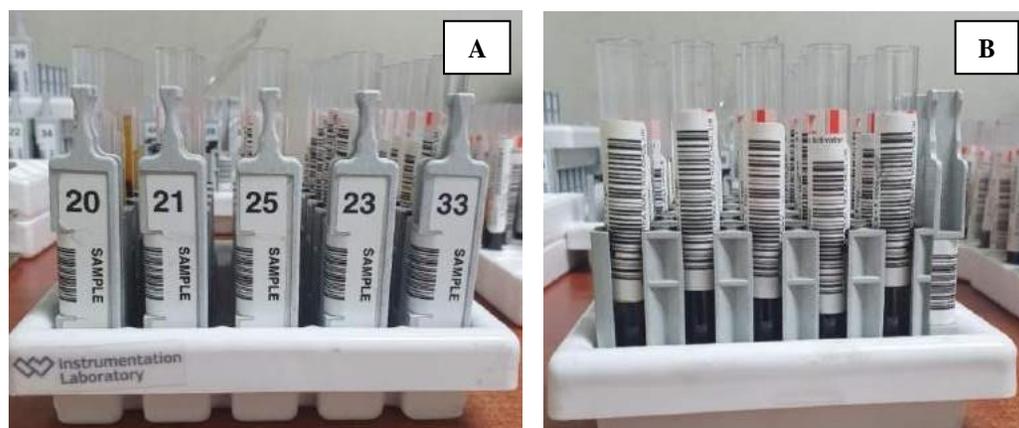


Figura 30. Rejillas con muestras; A) vista de frente. B) vista lateral.

Al momento de ingresar las muestras en el analizador ILab Taurus™ estas son identificadas a través del lector de código de barras, lo que permite programarlas de manera automática desde un servidor. La función de la consulta del servidor permite al analizador realizar una búsqueda en el servidor cuando una muestra con un nuevo código de barras es identificada. El servidor transmite la solicitud correspondiente para esa muestra y el ILab™ Taurus la analiza en consecuencia. Las solicitudes pueden ser transmitidas del servidor al analizador en cualquier momento sin intervención alguna del analizador. (ILab, 2011)



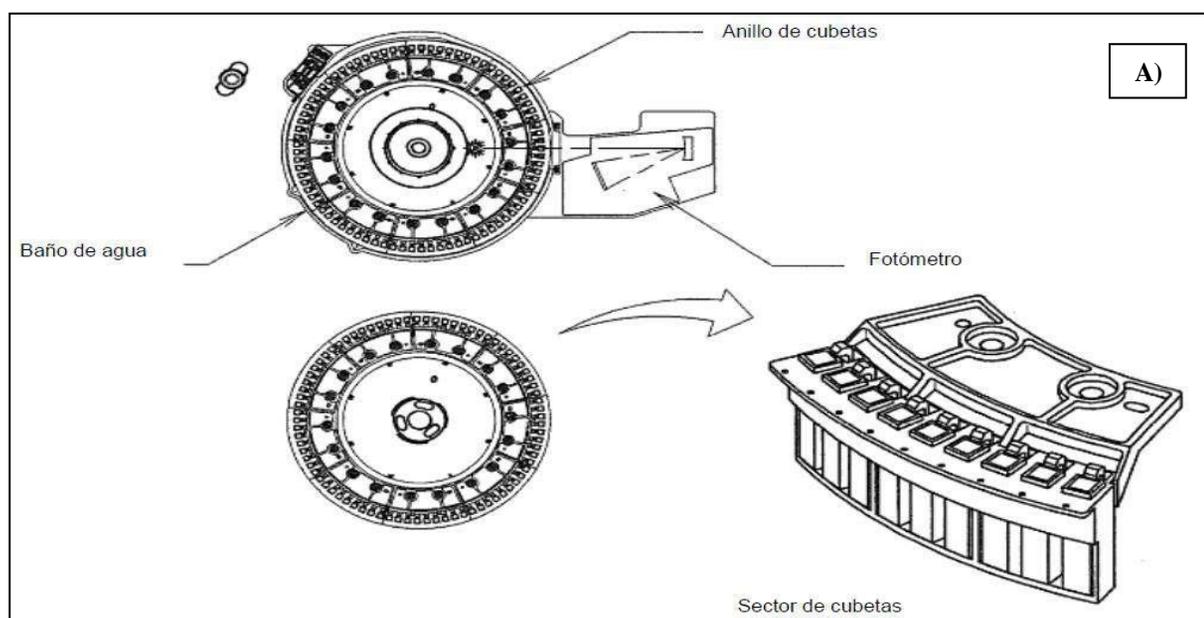
Figura 31. Muestras introducidas en el analizador ILab Taurus™

En seguida comienza el análisis de las muestras para la determinación de la glicemia. Siguiendo la solicitud del operador desde la PC independiente o de la lista de trabajo descargada desde la LIS, las muestras y los reactivos son aspirados de sus respectivos contenedores y son depositados en los recipientes de reacción fotométrica, es decir, en las cubetas de vidrio Pyrex con arreglo circular de longitud de recorrido óptico de 5mm. Las 81 cubetas de Pyrex giran en una incubadora con agua a $37\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ cerca del fotómetro. (ILab, 2011)

El proceso de carga implica el uso de brazos de dispensado impulsados por jeringas de desplazamiento positivo, uno para muestras y otro para reactivos. El rango de los

volúmenes de muestras varía entre 2 - 30 μL y los volúmenes de reactivos varían entre 20 - 300 μL por prueba. (ILab, 2011)

Una vez que la muestra y el reactivo de Glucosa / Oxidasa es colocado en cada cubeta, un agitador los mezcla antes de realizar las mediciones fotométricas. Las mediciones se llevan a cabo por medio de un fotómetro mientras las cubetas rotan y pasan a través del camino del haz de luz. La luz de una lámpara de halógeno localizada en el centro del anillo de las cubetas converge por medio de una lente antes de chocar con la cubeta. En el lado opuesto, la luz transmitida a través de la cubeta pasa por otro lente. La luz difractada se detecta por medio de un arreglo de fotodiodos. El analizador se encuentra programado para que lleva acabo las lecturas en un intervalo de 510 – 600 nm para la determinación de la glicemia. Para cada cubeta se toman lecturas fotométricas para un tiempo total de reacción de 7.7 minutos. Las señales se amplifican y son convertidas en absorbancias, de las cuales se calculan las concentraciones de glucosa en sangre en mg/dL. Después de completar cada reacción, la cubeta se vacía y lava por un sistema de sondas de lavado y secado utilizando una combinación de agua y detergente. (ILab, 2011)



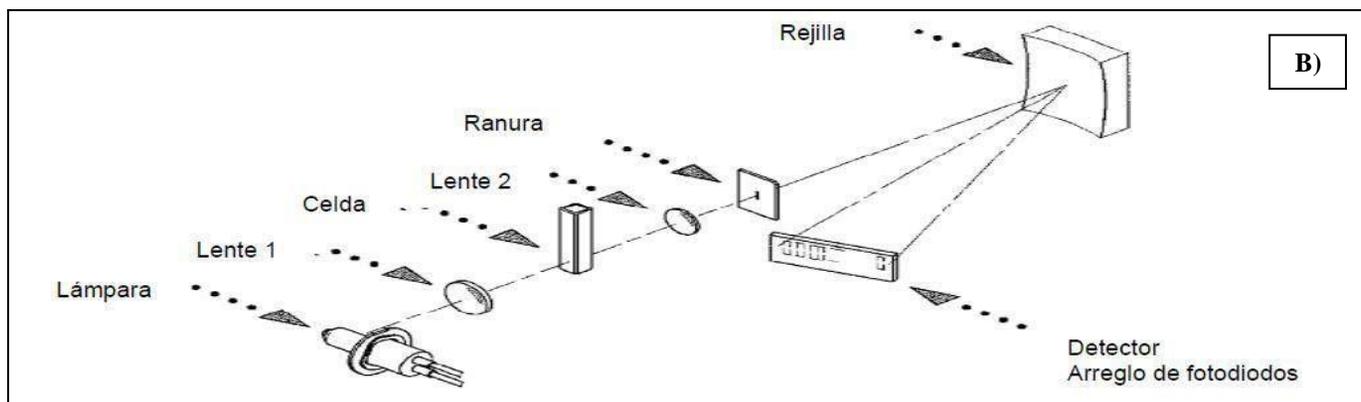


Figura 32. Componentes del módulo de análisis fotométrico del analizador ILabTaurus™; A) Ubicación del fotómetro. B) Componentes del fotómetro.

El método fotométrico de ensayo óptimo empleado en el analizador ILab Taurus™ para la determinación de la glicemia, basado en la reacción enzimática Glucosa / Oxidasa es el de **“Punto Final”**. Este método de ensayo se caracteriza por realizar solo una medida, es decir, lleva a cabo solo una lectura de absorbancia a un tiempo de incubación fijo, que es el tiempo que se requiere para que se lleve a cabo la totalidad de la reacción. Se deja actuar a las enzimas Glucosa Oxidasa y Peroxidasa, sobre un tiempo determinado, en ese orden, sobre el sistema de reacción y se determina la actividad enzimática mediante la lectura de la absorbancia debida a la formación de rojo de quinonimina. El incremento de absorbancia debido al rojo de quinonimina es proporcional a la concentración de glucosa presente en la muestra (Labandera, 2019). Los valores normales de glicemia esperados para los derechohabientes a un no diagnosticados con la enfermedad de la Diabetes Mellitus es de 80 a 110 mg/dL, mientras que para un derechohabiente diabético controlado se recomienda de 90 a 130 mg/dL.

Una vez procesadas las muestras, para realizar su desecho, la sangre contenida en los tubos es depositada en cubetas de acero inoxidable, en donde previamente es preparada una solución de cloro al 15%, y se deja inactivar la sangre aproximadamente por dos horas. Enseguida los tubos de plástico son depositados en bolsas rojas para desecho de residuos peligrosos biológicos infecciosos (RPBI) de calibre 200 y son llevados al área de almacenamiento temporal para RPBI, para su posterior recolección y transporte externo en donde se les dará un tratamiento final de acuerdo a la NOM-087-ECOL-SSA1-2002.

5.3. Validación de Resultados

En esta fase del proceso pos-analítico, tanto en el área de Uroanálisis como en la de Química Sanguínea el analista; ya sea el Químico o Laboratorista encargado en ese momento de la sección lleva a cabo la validación de resultados. Revisamos uno por uno los resultados obtenidos de los análisis de las muestras de orina y sangre procesadas de los pacientes, junto con las solicitudes de estudios de laboratorio del médico tratante, poniendo atención en el diagnóstico y los resultados que se encuentren dentro de los intervalos aceptables serán validados a través de la interface de base de datos del laboratorio, “Modulab”, para que el médico tratante los pueda consultar el día de la cita del paciente, en caso de que los resultados obtenidos no se encuentren dentro de los intervalos aceptables, se volverán analizar; poniendo mayor atención en las características físicas de las muestras, así como en cada paso del proceso de análisis, y si vuelven a salir fuera de rango se colocara una nota en la base de datos en los resultados del paciente en cuestión; “resultado verificado por duplicado”.

Intervalos de resultados permitidos para glicemia y glicosuria en pacientes no diabéticos:

- ✚ Valores normales de **Glicemia** en ayuno (8 horas):
 - ✓ 80.0 – 110 mg/dL
- ✚ Valores normales del examen general de orina; química seca; tiras reactivas:
 - ✓ **Glucosa**:
 - Resultado esperado; **Negativo**
 - Color en tira; sin cambio; azul

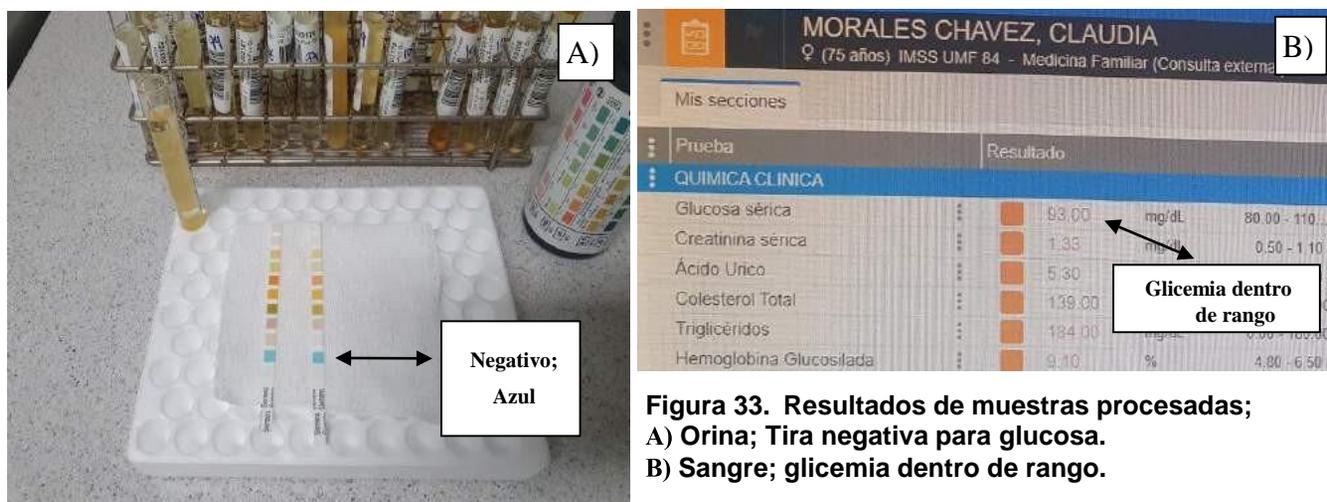


Figura 33. Resultados de muestras procesadas;
A) Orina; Tira negativa para glucosa.
B) Sangre; glicemia dentro de rango.

Metas de control glucémico en **pacientes diabéticos controlados** según la Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD, 2019):

✚ Valores de **Glicemia** en ayuno (8horas):

✓ 90 – 130 mg/dL

✚ Valores normales del examen general de orina; química seca; tiras reactivas:

✓ **Glucosa:**

- Resultado esperado; **Negativo**
- Color en tira; sin cambio; azul

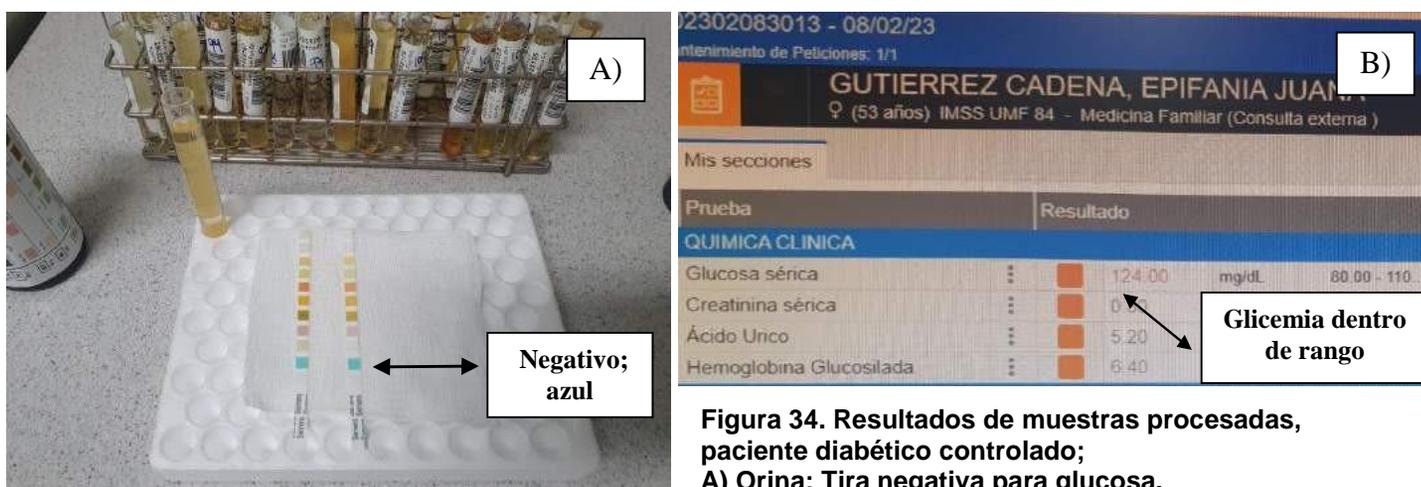


Figura 34. Resultados de muestras procesadas, paciente diabético controlado;
A) Orina; Tira negativa para glucosa.
B) Sangre; glicemia dentro de rango.

Resultados de glicemia y glicosuria en pacientes **diabéticos no controlados**:

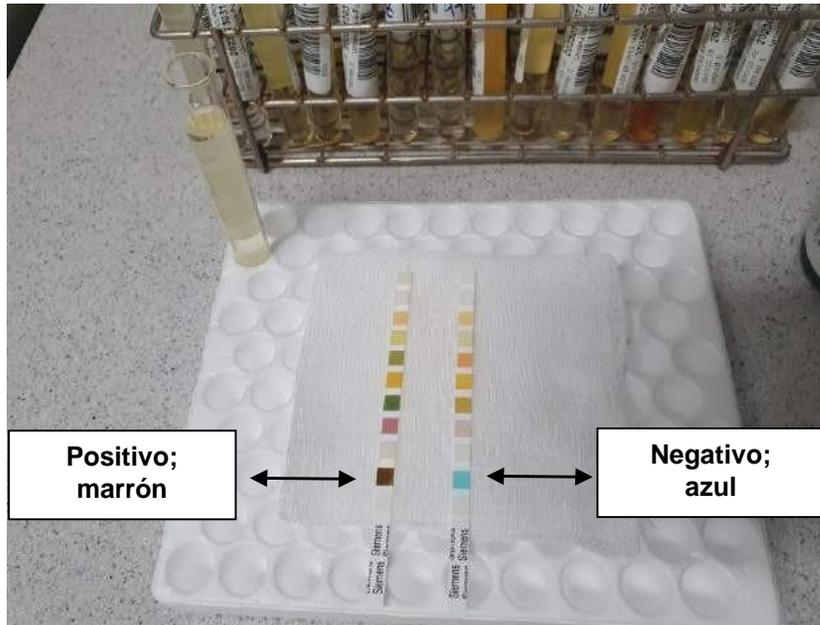
✚ Valores de **Glicemia** en ayuno (8horas):

✓ > 130 mg/dL

✚ Valores anormales del examen general de orina; química seca; tiras reactivas:

✓ **Glucosa:**

- Resultado esperado; **Positivo**
- Color en tira; con cambio de tonos de color; de **azul a marrón**.
- Rango de sensibilidad de detección; 100 a $\geq 2,000$ mg/dL
- Tiempo de lectura 30 segundos.



LEON JIMENEZ, GONZALO (46 años, MASCULINO)

B)

	08/02/23 202302093242	11/01/23 202301113032
QUIMICA CLINICA		
Glucosa sérica	98.00	283.00
Creatinina sérica		74
Ácido Úrico		6.10
Colesterol Total		195.00
Triglicéidos	105.00	376.00
UROANALISIS		
Examen General de Orina		
Color	YELL	YELL
Aspecto	TP	TP
Glucosa	1000	1000
Bilirrubinas	N	N
Cetonas	N	N
Densidad	1.020	1.015
Hemoglobina	N	N
pH	6.0	
Proteínas	N	
Urobilinógeno	0.2	0.2

Glicemia; descontrolada

Presencia de glicosuria

Figura 35. Resultados de muestras procesadas, paciente diabético no controlado.

A) Orina; Tira positiva para glucosa.

B) Sangre; glicemia fuera de rango.

El criterio de selección para la recopilación de datos se basó en considerar pacientes diagnosticados con la enfermedad de Diabetes Mellitus tipo 2, atendidos en la UMF en la cual me encuentro laborando. Atendemos alrededor de 250 personas por día. Realice por un periodo aproximadamente de 6 meses un muestreo de 200 datos, de días diferentes, seleccionando los resultados más representativos de pacientes diabéticos, basándome en datos obtenidos a través de entrevistas y resultados de análisis de laboratorio de las determinaciones de glicosuria y glicemia, así mismo me apoye de los resultados de hemoglobina glicada para tener un panorama más amplio sobre el control que ha tenido el derechohabiente sobre su diabetes.

Debo mencionar que una limitante al momento de realizar la elección de los datos, fue que no todos los pacientes en ocasiones contaban con todos los estudios de las determinaciones antes mencionadas, ya sea por falta de reactivos o de muestra, motivo por el cual se redujo mucho la cantidad de datos a trabajar.

En las siguientes tablas se muestran algunos ejemplos de resultados de pacientes, diabéticos controlados (Tabla No.1), pacientes diabéticos no controlados (Tabla No.2) y pacientes diabéticos no controlados en los cuales los resultados de sus determinaciones de glicosuria y glicemia no son coherentes entre sí (Tabla No.3), para estos últimos, se comprobó que el día en el que los pacientes fueron citados para realizarles sus estudios de laboratorio no se presentaron en condiciones apropiadas; es decir, sin ayuno, ya sea porque se tomaron su medicamento para el control de la diabetes, consumido algún alimento, asistieron con un ayuno prolongado (de más de 10 horas).

TABLA No.1 Pacientes Diabéticos Controlados.

NOMBRE	FOLIO	EDAD	DIAGNÓSTICO	AYUNO		GLICOSURIA mg/dL	GLICEMIA mg/dL	HbA1c %
				SI	NO / Causa			
Paciente 1	202303153110	53	DM2	x		Negativo	122	6.6
Paciente 2	202303173243	61	DM2	x		Negativo	125	7.7
Paciente 3	202303213059	60	DM2	x		Negativo	131	S/R
Paciente 4	202303223108	56	DM2	x		Negativo	96	5.1
Paciente 5	202303243020	65	DM2	x		Negativo	134	6.8
Paciente 6	202303273099	45	DM2	x		Negativo	149	7
Paciente 7	202303283116	73	DM2	x		Negativo	125	6.47
Paciente 8	202303283132	62	DM2	x		Negativo	119	6.66



En la Tabla No.1 y Gráfico No.1 de **Pacientes Diabéticos Controlados** se muestran resultados de derechohabientes de una población de 100 datos, obtenidos en diferentes días. Claramente se observa la ausencia de glicosuria y una glicemia controlada. También se anexaron resultados de hemoglobina glicada (HbA1c), para una mayor referencia sobre el control de la glicemia y se observa que para estos pacientes está controlada. **El rango de referencia para pacientes diabéticos controlados de HbA1c debe ser $\leq 7.0\%$ y el valor aceptado bajo control de la glicemia en ayuno de 8 horas para pacientes diabéticos es de 90 – 130 mg/dL, según la Secretaría de Salud de México (SSA) y ALAD. (Arellano, 2015).**

TABLA No.2 Pacientes Diabéticos No Controlados.

NOMBRE	FOLIO	EDAD	DIAGNÓSTICO	AYUNO		GLICOSURIA mg/dL	GLICEMIA mg/dL	HbA1c %
				SI	NO / Causa			
Paciente 1	202303153135	62	DM2	x		100	138	10.2
Paciente 2	202303153122	54	DM2		x alimento	1,000	308	10.5
Paciente 3	202303153125	58	DM2		x alimento	1,000	364	11.2
Paciente 4	202303153135	62	DM2	x		100	138	10.2
Paciente 5	202303153145	48	DM2		x alimento	1,000	372	14.1
Paciente 6	202303153192	47	DM2		x alimento	1,000	355	11.6
Paciente 7	202303153237	54	DM2	x		1,000	156	8.4
Paciente 8	202303153240	74	DM2	x		100	120	10.8
Paciente 9	202303153288	48	DM2		x alimento	1,000	344	11.4
Paciente 10	202303163143	51	DM2	x		1,000	315	14.5
Paciente 11	202303163235	72	DM2	x		1,000	254	8.9
Paciente 12	202303173004	56	DM2		x alimento	1,000	337	14.1
Paciente 13	202303173156	34	DM2	x		1,000	143	8
Paciente 14	202303173163	53	DM2	x		1,000	201	13.9
Paciente 15	202303173183	67	DM2	x		1,000	297	12.1
Paciente 16	202303173214	52	DM2	x		1,000	261	10.8
Paciente 17	202303173291	77	DM2		x alimento	1,000	469	12.5
Paciente 18	202303213016	65	DM2	x		1,000	153	10.1
Paciente 19	202303213144	18	DM1	x		1,000	347	14.5
Paciente 20	202303213149	58	DM2		x alimento	1,000	426	15
Paciente 21	202303213171	60	DM2	x		1,000	155	8.6
Paciente 22	202303213191	49	DM2	x		1,000	213	9.5
Paciente 23	202303233021	46	DM2	x		1,000	354	13.9
Paciente 24	202303233029	58	DM2	x		250	148	7.6
Paciente 25	202303233061	54	DM2		x alimento	1,000	322	13.3

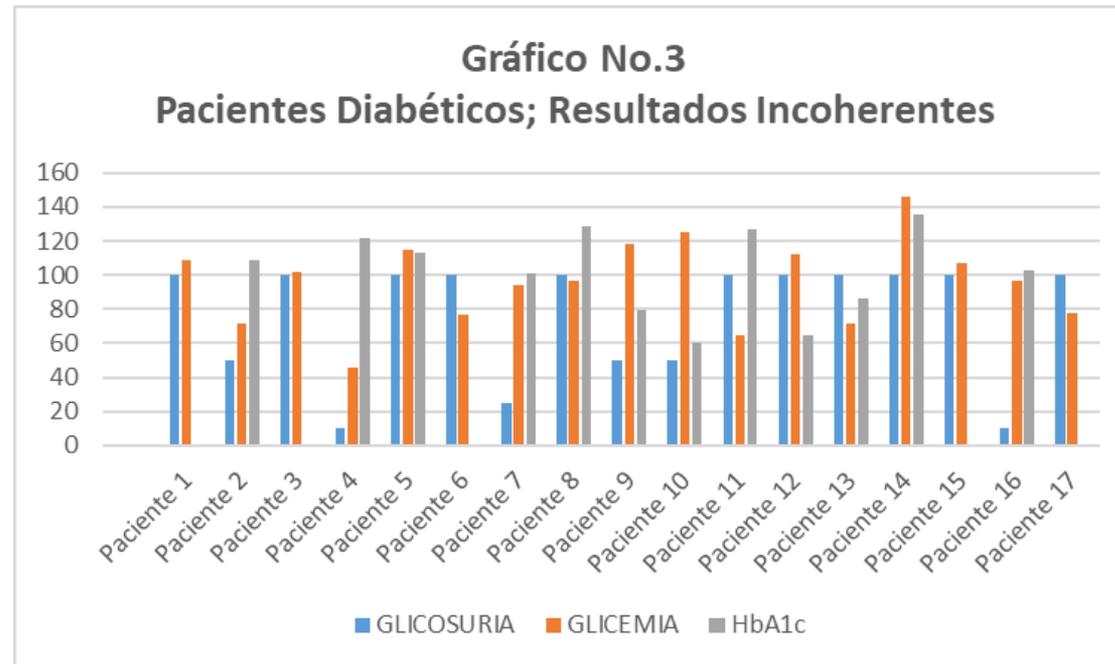


En la Tabla No.2 y Gráfico No.2 de **Pacientes Diabéticos No Controlados** se muestran resultados de derechohabientes de una población de 100 datos, obtenidos de diferentes días. Se observa una presencia de glicosuria, así como una glicemia elevada. De la misma manera se ve reflejado en la HbA1c valores altos fuera de rango.

TABLA No.3 Pacientes Diabéticos No Controlados; Resultados incoherentes.

NOMBRE	FOLIO	EDAD	DIAGNÓSTICO	AYUNO		GLICOSURIA mg/dL	GLICEMIA mg/dL	HbA1c %
				SI	NO / Causa			
Paciente 1	202303153001	51	DM2		x medicamento	1,000	109	S/R
Paciente 2	202303153039	77	DM2		x medicamento	500	72	10.9
Paciente 3	202303153246	27	DM2		x medicamento	1,000	102	S/R
Paciente 4	202303163127	81	DM2		x medicamento	100	46	12.2
Paciente 5	202303173192	40	DM2		x medicamento	1,000	115	11.3
Paciente 6	202303173242	44	DM2		x medicamento	1,000	77	S/R
Paciente 7	202303213016	65	DM2		x medicamento	250	94	10.1
Paciente 8	202303213078	69	DM2		x medicamento	1,000	97	12.9
Paciente 9	202303223172	63	DM2		x medicamento	500	118	7.9
Paciente 10	202303233018	74	DM2		x medicamento	500	125	6
Paciente 11	202304043146	68	DM2		x medicamento	1,000	65	12.7
Paciente 12	202303243111	68	DM2		x medicamento	1,000	112	6.5
Paciente 13	202303273092	79	DM2		x medicamento	1,000	72	8.6
Paciente 14	202303283032	59	DM2		x medicamento	1,000	146	13.59
Paciente 15	202303293146	70	DM2		x medicamento	1,000	107	S/R
Paciente 16	202303303037	82	DM2		x medicamento	100	97	10.24
Paciente 17	202303303040	50	DM2		x medicamento	1,000	78	S/R

* S / R; sin resultado.



En la Tabla No. 3 y Gráfico No.3 de **Paciente Diabéticos No controlados con Resultados Incoherentes** se muestran resultados de derechohabientes de una población de 100 datos, obtenidos de diferentes días. Se observa presencia de glicosuria y una HbA1c elevada fuera de rango, mientras que los resultados de glicemia están dentro de los rangos de referencia aceptables e incluso algunos resultados son hipoglucémicos, lo cual no es lógico y evidencia algún tipo de manipulación por parte del paciente; como la toma de medicamentos hipoglucemiantes.

6. Discusión

Normalmente a través del riñón se eliminan pequeñas cantidades de glucosa que pueden ir hasta los 30 mg/dL, cuando estas concentraciones son mayores se define como glicosuria que es la presencia de glucosa en orina a concentraciones elevadas que pueden ir desde 100 mg/dL hasta cantidades inclusive mayores a 2,000 mg/dL. Esto ocurre principalmente cuando los niveles de glicemia rebasan el umbral de reabsorción de glucosa, llegando a concentraciones de 180 mg/dL – 200 mg/dL, la nefrona es la unidad funcional del riñón que permite que se elimine glucosa por la orina, esto es algo característico de las personas diagnosticadas con la enfermedad de la *Diabetes mellitus*, además de su deficiencia de insulina que les genera estados constantes de hiperglucemia. (Cañadas, 2021)

Motivo por lo cual a los pacientes diabéticos constantemente se les realizan estudios de laboratorio de sangre como; determinación de glicemia en ayuno, HbA1c y examen general de orina, entre otros. Se realizó un muestreo de 200 datos de pacientes, de diferentes días, en un periodo de 6 meses, solo se tomaron en cuenta los resultados más representativos, una limitante que redujo mucho la cantidad de datos disponibles fue que en varias ocasiones al momento de llevar a cabo la recopilación es que no se contaban con todos los resultados de las tres pruebas a considerar, por falta de reactivos de laboratorio o por falta de muestra a procesar. En el muestreo solo se consideraron pacientes diagnosticados con la enfermedad de DM2.

Como se demostró anteriormente algunos pacientes diabéticos no se presentan en condiciones adecuadas a la hora de asistir a su cita de laboratorio, porque no van en ayuno, en algunos casos se toman sus medicamentos hipoglucemiantes, como la **metformina**, este medicamento es el elegido como tratamiento de primera instancia por los beneficios que ofrece y dependiendo del tiempo que el paciente padezca la enfermedad y de cómo está ha ido evolucionando son tratados con **insulina**.

No llega a producir hipoglucemia, sino que reduce la hiperglucemia basal y posprandial. Como consecuencia de su actividad metabólica, aumenta los niveles de lactato y piruvato; a largo plazo, disminuyen los niveles de colesterol y triglicéridos. (Flórez, 1998)

La **metformina** se emplea como opción terapéutica en la DM de tipo 2 cuando las células β de los islotes pancreáticos son funcionales y puede administrarse en asociación con insulina pues se ha comprobado que mejora el control de la glicemia en la DM de tipo 1 cuya respuesta a la insulina es inestable o con muestras de resistencia. Por lo tanto, es muy confiable por producir menos grados de hipoglucemia y por sus efectos beneficiosos en la hiperlipemias, inclusive disminuye ligeramente el peso corporal. (Flórez, 1998)

Dentro de los efectos fisiofarmacológicos principales de la **insulina** tenemos la reducción de la glicemia, su influencia real es la de promover el almacenamiento de las fuentes energéticas (glucosa y lípidos) y su utilización en las correspondientes células especializadas.

Debido a esto los pacientes diabéticos al no haber seguido las indicaciones de su médico tratante en cuanto a sus hábitos alimenticios y estos al generarles estados de hiperglucemia tienden aplicarse la insulina o tomarse sus medicamentos antidiabéticos orales, por la mañana, el día en el que se encuentran citados, para salir bien en sus estudios de laboratorio dentro de los intervalos aceptables, para la determinación de glicemia, pero lo que refleja esta acción por parte de los pacientes es que no solo aparentemente salen bien en las determinaciones de la glicemia, si no que inclusive se obtienen resultados hipoglucemicos, y esto no es coherente cuando se obtienen resultados de HbA1c elevados, e inclusive en el examen general de orina se detecta glicosuria, como se demuestra en la **tabla No. 3 y grafico No. 3 pacientes diabéticos no controlados; resultados incoherentes**. Motivo por el cual nos apoyamos en los resultados de la prueba de HbA1c, porque nos permite saber con certeza el control de la glicemia que ha tenido el paciente en un periodo aproximado de 60 a 90 días, y este resultado no se puede manipular fácilmente como en el caso de la determinación de glicemia basal que nos aporta información de la concentración de glucosa en sangre del paciente solo de ese día.

Este tipo de resultados pueden ocasionar confusión en el químico analista cuando le hace falta experiencia y un poco más de conocimiento, así como en los médicos tratantes, por lo que el objetivo de mi trabajo es aportar información valiosa con fundamento científico, para facilitar la interpretación de este tipo de resultados, porque en pacientes diabéticos no controlados los resultados de estudios de laboratorio en la determinación de glicemia salen elevados, hiperglucémicos, así como en los de la HbA1c y detección de glicosuria como se demuestra en la **tabla No. 2 y grafico No.2 pacientes diabéticos no controlados**, a lo contrario de cuando el paciente diabético está bajo control, en donde sus resultados están dentro de los valores de referencia aceptables para pacientes diabéticos como se demuestra en la **tabla No, 1 y grafico No.1 pacientes diabéticos controlados**, en donde no hay presencia de glicosuria.

7. Conclusiones

La presencia de **glicosuria** es una característica típica de pacientes diabéticos no controlados, por lo que, **sí se puede emplear como parámetro indicador de una diabetes mal controlada**, en los casos en los que se obtienen resultados incoherentes; glicemias hipoglucemiantes o normales, pero con HbA1c elevadas y presencia de glicosuria.

Lo anteriormente mencionado es aplicable para glicosurias asociadas a pacientes diagnosticados con diabetes mellitus no controlados, porque las glicosurias asociadas a niveles normales de glicemia se deben principalmente a problemas de alteración en los mecanismos de reabsorción de la glucosa en los riñones, motivo por el cual los niveles de glicemia son normales, así como los valores de las determinaciones de HbA1c.

En mi trabajo **logre aplicar información importante** para que los químicos analistas puedan desarrollar criterios propios, con fundamentos científicos, los cuales les ayudaran a llevar acabo interpretaciones correctas y precisas de este tipo de resultados, permitiendo esclarecer las posibles dudas o confusiones que podrían llegar a tener, una vez identificado la presencia de **glicosuria** en la orina y al comparar la con la determinación de la concentración de **glicemia**, y estas no sean coherentes entre sí, además comprenderá que se debe de apoyar de los resultados de la prueba de HbA1c para tener un mayor panorama sobre el control de la diabetes que ha logrado el paciente en un periodo aproximado de dos a tres meses.

8. Referencias

- Abbott Diagnostics Technologies As. (2021). Inserto de Reactivo de HbA1c. Rev. A 1117194. No. Lote 1116795. Fecha de Caducidad 2024-08-01. EE. UU.
- Arellano O. et al. (2015). Protocolo Clínico para el Diagnóstico y Tratamiento de la Diabetes. 2^{da} Edición. Secretaria de Salud. México.
<https://www.gob.mx/salud/documentos/protocolo-clinico-para-el-diagnostico-y-tratamiento-de-la-diabetes>
- Asociación Latinoamericana de Diabetes. (2019). Guías ALAD sobre el Diagnóstico, Control y Tratamiento de la Diabetes Mellitus Tipo 2 con Medicina Basada en Evidencia Edición 2019. Revista ALAD. México.
https://revistaalad.com/guias/5600AX191_guias_alad_2019.pdf
- Bracho M. (2015). Hemoglobina glicosilada o hemoglobina glicada, ¿Cuál de las dos?. Universidad de Oriente, Venezuela. Saber, Vol 27 N^o 4: 521-529.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622015000400002
- Cañadas D. (2021). Glucosuria renal: qué es, síntomas, diagnóstico y más. Blogs Mapfre; Canal Salud.
<https://www.salud.mapfre.es/enfermedades/urologicas/glucosuria-renal/>
- Castañeda A. (2011). Representaciones gráficas de las relaciones propiedad – concentración con fines cuantitativos. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.
- Castro R. (2020). Bioquímica y Biología Celular de las complicaciones de la hiperglucemia; Diabetes tipo 2 [Tesis de licenciatura, Universidad de la Laguna]. España. *<http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/20483>*
- Brooker C. (2010). Diccionario Médico. Ed Manual Moderno. México.
- Federación Europea de Química Clínica y Medicina de Laboratorio. EFLM. (2018). Recomendaciones conjuntas de la EFLM-COLABIOCLI para muestreo de sangre venosa. v1.1. Europa. *https://www.ifcc.org/media/477461/sp_cclm_-joint_eflm-colabiocli_rec-for-venous-blood-sampling.pdf*
- Flórez J. (1998). Farmacología Humana. 3^{ra} Edición. Ed. Masson. España.

- Henry J.B. (2005). El Laboratorio en el Diagnóstico Clínico. 20ª Edición. Ed. Marbán. España
- Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos. InDRE. “Dr. Manuel Martínez Báez”. (2020). Lineamientos para la toma, manejo y envío de muestras para diagnóstico a la Red Nacional de Laboratorios de Salud Pública. Versión 1.202
- México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/558702/Lineamientos_TMEM_2020_180620.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). Estadísticas a propósito del día mundial de la diabetes. Comunicado de Prensa n° 645/21. México. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2021/EAP_Diabetes2021.pdf
- Instrumentation Laboratory. (2021). Inserto Calibrador Referil G. Ref. 0018257000. No. Lote. I1221386. Fecha de Caducidad; 2023-08-31. Italia.
- Instrumentation Laboratory. (2017). Inserto de Reactivo Glucosa / Oxidasa. Ref. 0018250840. No. Lote. I0322066. Fecha de Caducidad 2023-09-30. Italia.
- Instrumentation Laboratory. (2021). Inserto de Reactivo de HbA1c. Ref. 00018464100. No. Lote. I00018166705. Fecha de Caducidad 2024-06-01. Italia.
- Instrumentation Laboratory. (2019). Inserto SeraChem Control Nivel 1. Ref. 0018162412. No. Lote. I0821191. Fecha de Caducidad. 2024-05-31. Italia.
- Instrumentation Laboratory. (2019). Inserto SeraChem Control Nivel 2. Ref. 0018162512. No. Lote. I0821292. Fecha de Caducidad. 2024-05-31. Italia.
- Instrumentation Laboratory SpA. (2011). Manual del Operador; Sistema de Química Clínica “ILab Taurus”. Italia. Cat. No. 00018464100.
- Labandera R. (2019). Guía de Trabajo Practico; Enzimología Clínica; Principio del análisis de las enzimas. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. México.
- Milán R. et al. (2016). La diabetes, una enfermedad que integra a labioquímica y la histología. Revista de la Facultad de Medicina, vol. 59 N°4, 46-55. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S002617422016000400046

- Organización Panamericana de la Salud. (2022). Diabetes. <https://www.paho.org/es/temas/diabetes>
- Pérez I. (2016). Diabetes mellitus. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Gaceta Médica de México. México. https://www.anmm.org.mx/GMM/2016/s1/GMM_152_2016_S1_050-055.pdf
- React-Lab. (2020). Tubos rojos sin aditivo. Tubos amarillos con gel separador. <https://reactlab.com.ec/productos/complementos/>
- Sánchez M. (2007). Manual de Prácticas Análisis Bioquímico Clínicos II. FES – Zaragoza. UNAM. México.
- Secretaria de Economía DGN. (2001). NMX-AA-115-SFCI-2001. Análisis de Agua-Criterios Generales Para el Control de la Calidad de Resultados Analíticos. México. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166150/nmx-aa-115-scfi-2015.pdf>
- Siemens H. D. (2014). Guía del Usuario; Analizador CLINITEK Status® +. Polonia. REF. 06635279 (133934 Rev. E, 2014-05).
- Siemens H. D. (2023). Inserto de Tiras Reactivas para urianálisis de Siemens Healthcare Diagnostics. No. Lote 210045. Fecha de Caducidad 2024- 04-30. Polonia.

9. ANEXOS

9.1 Anexo 1; Prueba de Hemoglobina Glicada

La hemoglobina A1c (HbA1c) es hemoglobina unida a glucosa. Cuanto más elevada es la concentración de glucosa en la sangre más glucohemoglobina se forma. Una vez que la glucosa se une a la hemoglobina, permanece allí durante toda la vida de los glóbulos rojos, normalmente unos 120 días. La prueba de la HbA1c evalúa la cantidad promedio de glucosa en sangre durante los últimos 2 a 3 meses midiendo el porcentaje de glucohemoglobina. De acuerdo con las pautas de la Asociación Estadounidense de la Diabetes (ADA), la HbA1c puede usarse para el diagnóstico de la diabetes, el control continuo de la enfermedad y la monitorización de personas diagnosticadas con diabetes. La Glucemia en ayunas (GA) o la prueba de tolerancia a la glucosa de 2 horas son una herramienta adicional para el diagnóstico y el control de la diabetes. (ILab, 2021)

Afinion™ HbA1c es una prueba para el diagnóstico *in vitro* que permite determinar en forma cuantitativa la hemoglobina glicada (hemoglobina A1c, HbA1c) en sangre humana completa. El tipo de muestra que se emplea para esta determinación es sangre venosa obtenida en tubos de tapón color lila con anticoagulante K₂-EDTA. (Abbott, 2021)



**Figura 36. Material para llevar acabo la prueba de HbA1c;
A) Tubos tapón lila con EDTA K₂, B) Caja con cartuchos**

El cartucho de análisis de Afinion™ HbA1c contiene todos los reactivos necesarios para determinar la concentración de HbA1c. El material de muestra se recoge con el dispositivo de muestreo integrado, y el cartucho de análisis se coloca en el analizador Afinion™ 2. La muestra de sangre se diluye automáticamente con el reactivo de reconstitución, y se mezcla con un líquido que separa la hemoglobina de los eritrocitos, el cual contiene cloruro sódico con tampón, agentes para lisis y precipitantes por lo que ocasiona que la hemoglobina precipite. Esta mezcla de muestra se transfiere a un conjugado de ácido borónico de color azul que se enlaza al cis-dol de la hemoglobina glicada. Esta mezcla reactiva se empapa a través de una membrana de filtro de poliétersulfona, logrando que toda la hemoglobina precipite, el enlace conjugado y el no conjugado (es decir, la hemoglobina glicada y la no glicada) permanece en la membrana. El excedente no conjugado se elimina con un reactivo de lavado que contiene cloruro sódico con tampón de morfolina con detergentes y conservantes. (Abbott, 2021)

El analizador Afinion™ 2 evalúa el precipitado de la membrana, al medir la reflectancia, en el área de lectura óptica, se evalúa la intensidad del azul (hemoglobina glicada), y del rojo (hemoglobina total), en seguida se transmite la medición, siendo el coeficiente entre ambas proporcional el porcentaje de HbA1c de la muestra. La concentración de HbA1c en la pantalla se muestra como porcentaje (%). (Abbott, 2021)

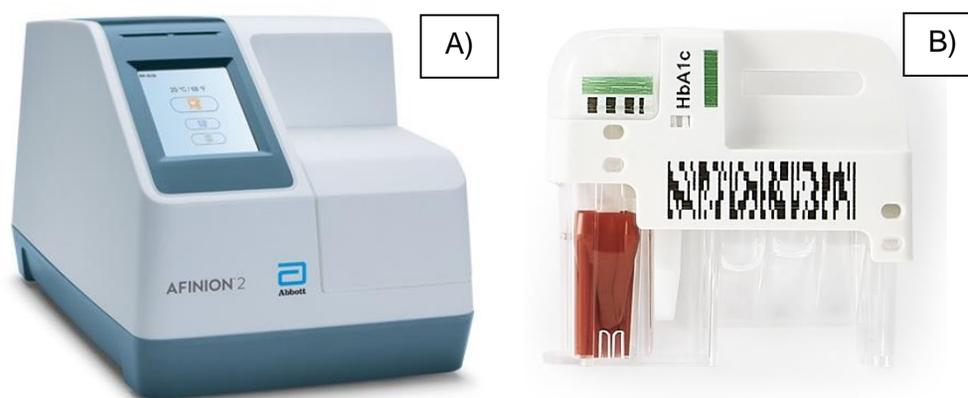


Figura 37. A) Analizador Afinion™ 2, B) Cartucho de análisis Afinion™ HbA1c.

9.2 Anexo 2;

GLOSARIO

- ✓ **Ácidos grasos;** componente hidrocarburo de los lípidos. Puede ser insaturado; monoinsaturado o poliinsaturado, o saturado dependiendo del número de uniones químicas dobles en su estructura.
- ✓ **Adenosín trifosfato, (ATP);** es un nucleótido fundamental en la obtención de energía celular. Está formado por una base nitrogenada (adenina) unida al carbono uno de un azúcar de tipo pentosa.
- ✓ **Aldosa reductasa;** enzima que cataliza la conversión de glucosa en sorbitol. El acúmulo de sorbitol y la disminución de mioinositol en el tejido nervioso se ha sugerido como un factor coadyuvante al desarrollo de la neuropatía diabética.
- ✓ **Aminoácidos;** ácidos orgánicos en que uno o más de los átomos de hidrógeno son sustituidos por un grupo amino básico (-NH₂); también contienen uno o más grupos carboxilo ácidos (-COOH). Son el producto terminal de la hidrólisis de proteínas y a partir de ellos es que el cuerpo sintetiza sus propias proteínas.
- ✓ **Bilirrubina;** pigmento biliar rojo, que se deriva en su mayor parte de la hemoglobina durante la degradación eritrocítica. En el hígado la enzima transferasa de glucoronilo conjuga la bilirrubina liposoluble con ácido glucorónico para hacerla hidrosoluble, en cuyo estado es relativamente no tóxica y puede excretarse en la bilis.
- ✓ **Calibración;** proceso mediante el cual se emplea un estándar de medición, para determinar la relación entre el valor mostrado por el instrumento de medición y el valor verdadero. La confiabilidad de un instrumento de medición se puede garantizar al calibrarlo de acuerdo con un estándar de medición.
- ✓ **Calidad, (Garantía de calidad);** se define como el conjunto de todas las actividades necesarias para arrojar resultados seguros, precisos y confiables que garanticen el diagnóstico y tratamiento adecuado del paciente.
- ✓ **Carbohidratos;** sustancia química que contiene carbón, oxígeno e hidrógeno, por lo que se emplea este término para referirse a una clase amplia de aldehídos y cetonas polihidroxilados llamados común mente azúcares.

- ✓ **Célula;** unidad estructural básica de un organismo vivo. Masa de protoplasma (cito plasma) y por lo general un núcleo dentro de una membrana plasmática o celular. El citoplasma contiene varios organelos subcelulares; mitocondria, ribosomas, etc.
- ✓ **Cetoácidos;** son ácidos orgánicos que contienen un grupo funcional cetona y un grupo carboxílico, como; ácido pirúvico, ácido acetoacético, ácido levulínico, etc.
- ✓ **Cetonas;** una cetona es un compuesto orgánico que tiene un grupo funcional carbonilo unido a dos átomos de carbono a diferencia de un aldehído, en el que el grupo carbonilo se une al menos a un átomo de hidrógeno. Las cetonas que también son llamados cuerpos cetónicos son sustancias producidas por el cuerpo como ácido hidroxibutírico, ácido acetoacético y cetona, cuando se descomponen grasas para obtener energía, es un proceso llamado cetosis.
- ✓ **Cilindruria;** presencia de cilindros en el sedimento urinario, caracterizados por la precipitación en la luz de los segmentos distales de la nefrona de proteínas secretadas por el túbulo renal y por otros elementos.
- ✓ **Citoplasma;** compuesto químico complejo que constituye la parte principal de la sustancia viva de la célula, a más del contenido del núcleo.
- ✓ **Citrato de sodio;** usado como anticoagulante in vitro, por ejemplo, para sangre almacenada. Es el anticoagulante preferido para la toma de plasma para pruebas de coagulación y de plaquetas, para pruebas de función plaquetaria. Retiene el calcio, su efecto se revierte fácilmente cuando se añade calcio.
- ✓ **Coagulación;** es la formación de coágulos, ocurre a través de una serie de reacciones complejas que usan la amplificación de la cascada enzimática para iniciar la formación de un coágulo de fibrina que detiene el sangrado.
- ✓ **Coagulante;** fármaco u otro agente que provoca la coagulación de la sangre.
- ✓ **Coágulo;** proceso final de la cascada de coagulación, en el que la trombina se convierte de fibrinógeno soluble a fibrina insoluble, que forma una red de fibrinas en que las células sanguíneas quedan atrapadas para formar el coágulo.
- ✓ **Colesterol;** esteroide que se encuentra en muchos tejidos, es un componente importante de las membranas celulares, es el precursor de muchas moléculas

biológicas, como hormonas esteroides y está relacionado con la absorción y la transportación de ácidos grasos.

- ✓ **Concomitante;** adjetivo, que acompaña un acosa o actúa junto a ella. Significa que ocurre durante el mismo periodo de tiempo. Generalmente se refiere a síntomas secundarios que se presentan con un síntoma principal.
- ✓ **Control de rutina;** preparaciones de concentraciones conocidas de un elemento o varias sustancias. Algunos son diseñados específicamente para que sean lo más parecidas posibles en su composición a las muestras reales que se pretenden determinar.
- ✓ **Corpúsculo sanguíneo;** son glóbulos rojos que son un tipo de célula sanguínea, también son llamados eritrocitos.
- ✓ **COVID-19;** se le llamo así a la enfermedad causada por el coronavirus SARS-CoV-2 en el 2019, pos sus siglas en inglés; coronavirus de tipo 2 causante del síndrome respiratorio agudo severo.
- ✓ **Cristaluria;** es la presencia de cristales en la orina, los que pueden ser visibles en el sedimento urinario. La importancia de los cristales reside en su asociación con litiasis urinaria y con diferentes enfermedades metabólicas.
- ✓ **Cromógeno;** es un compuesto químico incoloro que solo se convierte en un compuesto coloreado a través de una reacción química, por lo que contiene un grupo formador de color.
- ✓ **Daño tisular;** se trata de algún tipo de lesión o lastimadura que sufre la piel. Un corte, una picadura o quemadura, en este sentido, son algunos ejemplos.
- ✓ **Densidad específica;** relación entre el peso de un cierto volumen de una sustancia a una cierta temperatura y el peso de un volumen idéntico de agua destilada a esa misma temperatura. La densidad específica de la orina mide la concentración de partículas en la orina. Medir la densidad específica de la orina es un modo fácil y conveniente de calcular el estado de hidratación del paciente, así como la capacidad funcional de los riñones.
- ✓ **Diabetes Mellitus;** es un grupo de alteraciones metabólicas que se caracteriza por hiperglucemia crónica, debido a un defecto en la secreción de la insulina, a un defecto de la acción de la misma, o ambas. Además de la hiperglucemia,

coexisten alteraciones en el metabolismo de las grasas y las proteínas. La hiperglucemia sostenida con el tiempo se asocia con daño, disfunción y falla de varios órganos y sistemas, especialmente riñones, ojos, nervios, corazón y vasos sanguíneos.

- ✓ **Diferencia de gradiente de concentración;** es la diferencia de concentración de algún soluto en solución entre dos lugares. Existe un gradiente de concentración cuando la concentración de partículas es mayor en un lugar que en otro. En el transporte pasivo, las partículas se difunden a favor del gradiente de concentración, de áreas de mayor concentración hacia áreas de menos concentración, hasta que estén igualmente distribuidas.
- ✓ **Dinucleótido nicotinamida adenina;** abreviado es NAD^+ en su forma oxidada y NADH en su forma reducida, es una coenzima que se halla en las células vivas y que está compuesta por un dinucleótido, es decir, por dos nucleótidos, unidos a través de grupos fosfato; uno de ellos es una base de adenina y el otro, una de nicotinamida. Su función principal es el intercambio de electrones y protones y la producción de energía de todas las células.
- ✓ **EDTA;** es el ácido etilendiaminatetraacético, es una sustancia química utilizada como agente quelante, es decir, un compuesto que se une con firmeza a los iones metálicos como el calcio. Como aditivo el EDTA actúa como potente anticoagulante al unirse al calcio de la sangre.
- ✓ **Enzima;** son proteínas que aceleran las reacciones químicas del cuerpo. Son moléculas orgánicas que actúan como catalizadores de reacciones químicas, es decir, aceleran la velocidad de la reacción. Las enzimas actúan sobre unas moléculas denominadas sustratos, las cuales se convierten en moléculas diferentes denominadas productos. A las reacciones mediadas por enzimas se les denomina reacciones enzimáticas.
- ✓ **Espacio subendotelial;** la capa subendotelial está formada por tejido conectivo que contiene tanto colágeno como abundantes fibras elásticas, pero a de más algunas células musculares lisas. Tiene que ver con la túnica íntima o simplemente íntima que es la capa más interna de una arteria o una vena.

- ✓ **Espectrofotómetro;** es un instrumento usado en el análisis químico que sirve para medir, en función de la longitud de onda, la relación entre valores de una misma magnitud fotométrica relativos a dos haces de radiaciones y la concentración o reacciones químicas que se miden en una muestra. Los hay de absorción molecular (espectrofotómetro UV-VIS). Este instrumento tiene la capacidad de proyectar un haz de luz monocromática a través de una muestra y medir la cantidad de luz que es absorbida por dicha muestra, lo que permite, obtener información sobre la naturaleza de la sustancia en la muestra e indicar indirectamente qué cantidad de la sustancia de interés está presente en la muestra.
- ✓ **Estasis venosa;** disminución del flujo venoso, bien porque una vena está comprimida, o bien porque hay un obstáculo para el vaciado de la sangre en la aurícula.
- ✓ **Esterasa leucocitaria;** se trata de una enzima secretada por los neutrófilos que están recluidos en el sitio de infección. Esta enzima se encuentra en los gránulos de los neutrófilos, hidroliza los enlaces éster, y ésta presente en cuadros inflamatorios relacionados con procesos bacterianos infecciosos.
- ✓ **Factor de coagulación;** son todas aquellas proteínas originales de la sangre que participan y forman parte del coágulo sanguíneo. La formación de estos coágulos se va lograr mediante 3 vías; la intrínseca, la extrínseca y la común. Son doce los factores de coagulación, nombrados con números romanos, todos ellos necesitan de cofactores de activación como el calcio, fosfolípidos, etc.
- ✓ **Fallo renal;** pérdida de función de los riñones, con uremia debido a infecciones, diabetes, hipertensión, glomerulonefritis, etc.
- ✓ **Falso negativo;** es la ausencia de dicha condición o característica en el resultado de una medición o cálculo cuando en realidad sí que está presente. Resultado en el que la prueba es negativa cuando el resultado real es positivo.
- ✓ **Falso positivo;** es una anomalía o un error en el resultado de una medición o cálculo, indicando la presencia de una condición o característica cuando la misma no está presente en realidad. Resultado en el que la prueba es positiva cuando el resultado real es negativo.

- ✓ **Fibrina;** proteína que participa en la formación de coágulos de sangre en el cuerpo. Se elabora de la proteína fibrinógeno y ayuda a detener el sangrado y sanar las heridas. Esta proteína actúa como una especie de pegamento o hilo entre las plaquetas que se exponen en alguna herida; la fibrina mantiene la costra pegada a la herida hasta que aparezca una nueva capa de piel.
- ✓ **Fosforilasa;** enzima que cataliza la adición de un grupo fosfato proveniente de un fosfato inorgánico a un aceptor. Dentro de esta clasificación se incluyen las enzimas alostéricas que catalizan la producción de glucosa 1-fosfato a partir de un glucano tal como el glucogéno, almidón o maltodextrina.
- ✓ **Fotodiodo;** son dispositivos optoelectrónicos que convierten la luz (fotones), en señales eléctricas y permiten así que un microprocesador pueda ver por así decirlo. Esto le permite controlar la posición y la alineación de los objetos, determinar la intensidad de la luz y medir las propiedades físicas de los materiales en función de su interacción con la luz.
- ✓ **Fotometría;** es la ciencia que se encarga de la medida de la luz, como el brillo percibido por el ojo humano. Es decir, estudia la capacidad que tiene la radiación electromagnética de estimular el sistema visual. Es la medición de la luz absorbida en el rango ultravioleta (UV) a visible (VIS) e infrarrojo (IR). Esta medición se utiliza para determinar la cantidad de analito en una disolución o un líquido. En la fotometría se utiliza la ley de Beer-Lambert para calcular los coeficientes obtenidos de la medición de la transmitancia. A continuación, se establece una correlación entre la absorbancia y la concentración del analito mediante una función de calibración específica de la prueba.
- ✓ **Fotómetro;** es cualquier instrumento usado para medir la cantidad de fotones en un haz de luz. En los fotómetros se utiliza una fuente de luz específica y detectores que convierten la luz que ha atravesado una disolución de muestra en una señal eléctrica proporcional. Estos detectores pueden ser fotodiodos. Los fotómetros que se emplean en la fotometría pueden detectar; la intensidad de la luz dispersa, absorbancia y fluorescencia.
- ✓ **Fructosa;** es un monosacárido con la misma fórmula molecular que la glucosa, $C_6H_{12}O_6$, pero con diferente estructura, es un isómero de ésta.

- ✓ **Gen;** partícula de material genético que, junto con otras se halla dispuesta en un orden fijo a lo largo de un cromosoma, y que determina la aparición de los caracteres hereditarios en los seres vivos.
- ✓ **Glicemia;** es la medida de concentración de glucosa libre en la sangre, suero o plasma sanguíneo
- ✓ **Glicosuria;** presencia de glucosa en la orina.
- ✓ **Glomérulo;** cada uno de los diminutos ovillos de capilares situados en el riñón donde se filtra la sangre y se elabora la orina. Cada nefrona está formada por un tubo con un ensanchamiento anterior, la cápsula de Bowman, que rodea a un apilamiento de capilares sanguíneos o glomérulo vascular.
- ✓ **Glucógeno;** es un polisacárido de reserva energética formado por cadenas ramificadas de glucosa, se almacena en el hígado (10% de la masa hepática), y en los músculos (1% de la masa muscular) de los vertebrados. Cuando el organismo o la célula requieren de un aporte energético de emergencia, como en los casos de tensión o alerta, el glucógeno se degrada nuevamente a glucosa, que queda disponible para el metabolismo energético.
- ✓ **Glucógeno-sintetasa;** enzima que participa en la síntesis de glucógeno. Cataliza la reacción de transferencia del grupo glucosil de la UDP-glucosa al polímero glucógeno en formación mediante un enlace glucosídico. Se expresa en el músculo e hígado.
- ✓ **Glucolisis;** es la ruta metabólica encargada de oxidar la glucosa con la finalidad de obtener energía para la célula. Consiste en 10 reacciones enzimáticas consecutivas que convierten a la glucosa en dos moléculas de piruvato, el cual es capaz de seguir otras vías metabólicas y así continuar entregando energía al organismo. También genera moléculas de alta energía (ATP y NADH) como fuente de energía celular en procesos de respiración aeróbica (presencia de oxígeno) y fermentación (ausencia de oxígeno), la producción de intermediarios de 6 y 3 carbonos que pueden ser usados en otros procesos celulares.
- ✓ **Gluconeogénesis;** es una ruta metabólica anabólica que permite la biosíntesis de glucosa a partir de precursores no glucídicos. Incluye la utilización de varios aminoácidos, lactato, piruvato, glicerol, o cualquiera de los intermediarios del

ciclo de Krebs. La gluconeogénesis se lleva casi exclusivamente en el hígado, es un proceso clave pues permite a los organismos superiores obtener glucosa en estados alimenticios de ayuno.

- ✓ **Glucosa**; es un monosacárido con fórmula molecular $C_6H_{12}O_6$, es una aldosa, ya que su grupo carbonilo está en el extremo de la molécula (es un grupo aldehído). Es una forma de azúcar que se encuentra libre en las frutas y en la miel.
- ✓ **Glucosa-6-fosfato**; es una molécula de glucosa fosforilada en el carbono 6. Es un compuesto muy común en las células, ya que la gran mayoría de glucosa que entra en la célula termina siendo fosforilada y convertida en glucosa-6-fosfato. Esta reacción es catalizada por la enzima hexoquinasa en la mayoría de las células. La principal razón que explica esta rápida fosforilación de la glucosa tras su entrada en la célula, es prevenir su difusión al exterior, ya que la fosforilación añade un grupo fosfato cargado que impide que la glucosa-6-fosfato pueda atravesar la membrana plasmática.
- ✓ **Glut (transportadores de glucosa)**; es un tipo de proteína de la membrana que facilita el transporte de la glucosa a través de la membrana plasmática, proceso conocido con el nombre de difusión facilitada. La difusión facilitada de la glucosa a través de la membrana celular es catalizada por transportadores de glucosa GLUT o SLC2 (Solute Carrier Family) que pertenecen a la superfamilia de transportadores facilitadores y que incluyen aniones inorgánicos y transportadores de cationes. No requieren del ATP para el mecanismo de su transporte. También existen los SGLT, localizados en intestino delgado y en tejido renal, encargados principalmente de la absorción y reabsorción de nutrientes.
- ✓ **Gradiente de concentración**; es una magnitud fisicoquímica que describe en qué sentido y en qué proporción se produce el mayor cambio en la concentración de un soluto disuelto en una solución no homogénea entorno a un punto en particular
- ✓ **Hematoma**; mancha de la piel, de color azul amoratado, que se produce por la acumulación de sangre u otro líquido corporal, como consecuencia de un golpe, una punción, fuerte ligadura u otras causas.

- ✓ **Hematuria;** presencia de sangre en la orina.
- ✓ **Hemocultivo;** es un método diagnóstico que se realiza para la detección de microorganismos en la sangre y así, posteriormente, realizar la identificación y susceptibilidad antimicrobiana.
- ✓ **Hemoglobina glicada;** la hemoglobina (Hb) de los seres humanos adultos normales, está compuesta por tres fracciones llamadas; hemoglobina A, hemoglobina A2 y hemoglobina F. La hemoglobina A (HbA) es la más abundante de todas. Representando aproximadamente el 97%. A través de reacciones bioquímicas, parte de esta HbA se puede combinar con azúcares, convirtiéndose en glucohemoglobina o glicohemoglobina. Dependiendo del azúcar que incorpore, se obtienen las diferentes subfracciones conocidas como hemoglobinas menores o rápidas (HbA1a, HbA1b y HbA1c). La HbA1c es la más abundante de los componentes menores de la hemoglobina en los eritrocitos humanos (aproximadamente el 80% de la HbA). Así pues, se puede definir como la condensación de la glucosa en la porción N-terminal (grupo valinaterminal) de la cadena beta de la hemoglobina A, siendo por tanto su denominación química N-1-desoxifructosil-beta-Hb; de tal forma que el organismo se encuentra expuesto a la modificación de su hemoglobina por la adición de residuos de glucosa: a mayor glicemia, mayor adición de glucosa a la hemoglobina. Una vez que la glucosa se une a la hemoglobina, permanece allí durante toda la vida de los glóbulos rojos, normalmente unos 120 días. La prueba de hemoglobina glicada (HbA1c) evalúa la cantidad promedio de glucosa en sangre durante los últimos dos a tres meses midiendo el porcentaje de glicohemoglobina.
- ✓ **Hemólisis;** es el fenómeno de la desintegración de los eritrocitos (glóbulos rojos o hematíes). Puede ser provocada por diferentes causas como; exceso de velocidad de succión de la muestra, uso de agujas, jeringas o recipientes húmedos, por un vaciado inadecuado de la jeringa, proporción inadecuada de anticoagulante, etc.
- ✓ **Heparina de sodio;** se trata de un anticoagulante de acción indirecta, inhibe la cascada de coagulación por sí solo, sin la dependencia de ningún otro elemento.

Se trata de una molécula con varios grupos sulfatos, los cuales proveen a la molécula con varias cargas negativas, a de más de estar compuesta por una cadena muy larga de azúcares, los cuales dan la capacidad de interactuar con las proteínas que se asocian al proceso de coagulación. La heparina potencializa la formación de complejos entre la antitrombina III y proteasas de serina, sustancias que desempeñan un papel muy importante en la formación de coágulo, evitando la formación del mismo.

- ✓ **Hexocinasa;** son un grupo de enzimas del tipo transferasa, que pueden transferir un grupo fosfato desde una molécula de alta energía a otra, que actuará como aceptora de este fosfato, denominada sustrato. Esta transferencia se denomina fosforilación. Su rol de mayor importancia se encuentra en la glucólisis, donde esta enzima fosforila a una molécula de glucosa a partir de ATP, con lo cual se inicia la vía principal de metabolismo de azúcares, esto es, el camino principal por donde los seres vivos obtienen energía a través de estos compuestos.
- ✓ **Hidrólisis;** es una reacción química entre una molécula de agua y otra macromolécula, en la cual la molécula de agua se divide y rompe uno o más enlaces químicos y sus átomos pasan a formar unión de otra especie química.
- ✓ **Hiperglicemia;** aumento de la glucosa sanguínea, que suele ser indicativo de diabetes mellitus o alteración de la tolerancia a la glucosa, pero a veces se debe a estrés patológico, p ej., infarto de miocardio.
- ✓ **Hiperlipemias;** son un grupo de alteraciones del metabolismo de las grasas que se caracteriza por dar lugar a un aumento de una o varias fracciones lipídicas en la sangre. Los dos tipos más importantes de grasas circulantes son los triglicéridos y el colesterol.
- ✓ **Hipoglicemia;** disminución en la glucosa sanguínea por debajo de 50 mg/dL, se manifiesta con temblor, sudoración, taquicardia, etc.
- ✓ **Hormona;** es una sustancia química segregada por una célula especializada, localizada en glándulas endocrinas, entre otras, cuyo fin es influir en la función de otra célula. Son moléculas de naturaleza orgánica, principalmente proteicas,

aunque según su naturaleza química pueden existir tres tipos de hormona; derivadas de aminoácidos, peptídicas y lipídicas.

- ✓ **Insulina;** hormona polipeptídica producida por las células beta del páncreas. La secreción de insulina se regula por la concentración de glucosa sanguínea y se opone a la concentración del glucagón. Tiene un efecto sobre el metabolismo de los carbohidratos, proteínas y grasas mediante la estimulación del transporte de glucosa hacia las células. Una falta absoluta o relativa de insulina resulta en hiperglucemia, una elevación de la glucosa sanguínea con una menor utilización de carbohidratos y una menor degradación de grasas y proteínas.
- ✓ **Lactato;** es un producto del metabolismo celular por lo cual se transforman los alimentos en energía, y se genera sobre todo en los músculos. Normalmente la concentración de lactato en sangre es baja, lo producen las células musculares, los hematíes, tejidos, cuando la cantidad de oxígeno es insuficiente o cuando se produce alguna alteración de la principal vía de producción de energía de las células.
- ✓ **Lámpara de halógeno;** una lámpara halógena produce un espectro continuo de luz, desde el infrarrojo hasta los colores fríos, llegando en este caso hasta el violeta. Dado que el filamento de lámpara puede operar a una temperatura más alta, el espectro se torna hacia azul, produciendo luz con una temperatura de color altamente efectiva.
- ✓ **Lípidos;** cualquier compuesto natural soluble en solventes apolares, pero insoluble en solventes polares. Se clasifican en dos tipos generales; aquellos que son semejantes a las grasas y a las ceras, los cuales contienen enlaces éster y pueden hidrolizarse, y aquellos semejantes al colesterol y otros esteroides, los cuales no contienen enlaces éster y no pueden hidrolizarse.
- ✓ **Lipoproteínas;** son complejos macromoleculares esféricos formados por lípidos y proteínas específicas. Su función es transportar los diferentes tipos de lípidos a través de la sangre y la linfa. Constituyen un medio de transporte y reservorio circulante para los lípidos.
- ✓ **Líquido cefalorraquídeo;** o líquido cerebro espinal es un líquido incoloro que baña el encéfalo y la médula espinal, se elabora a partir del tejido que reviste los

ventrículos (espacios huecos) en el cerebro. Fluye dentro del cerebro y la médula espinal y alrededor de estos para ayudar a amortiguarlos en caso de una lesión y para proporcionar nutrientes.

- ✓ **Líquido pleural;** mantiene la pleura húmeda y reduce la fricción entre las membranas al respirar. La parte que contiene líquido pleural se conoce como espacio pleural.
- ✓ **Longitud de onda;** la radiación electromagnética es una forma de energía radiante que se propaga en forma de ondas. Por lo que la longitud de onda es la distancia entre dos máximos de un ciclo completo del movimiento ondulatorio. Se expresa, según el S.I. en nanómetros (nm).
- ✓ **Metabolismo;** hace referencia a todos los procesos físicos y químicos del cuerpo que convierten o usan energía, tales como; respiración, digestión de los alimentos y nutrientes, contracción muscular, funcionamiento del cerebro y los riñones, entre otros.
- ✓ **Metabolito;** sustancia que el cuerpo elabora o usa cuando descompone los alimentos, los medicamentos o sustancias químicas; o su propio tejido; por ejemplo, la grasa o el tejido muscular.
- ✓ **Método fotométrico;** se basa en una técnica óptica de la absorción de radiación que permite relacionar la cantidad de luz absorbida con la concentración del analito que se interesa conocer.
- ✓ **Mortal;** sujetos a la muerte, mortífero.
- ✓ **Mortalidad;** calidad de ser mortal.
- ✓ **Muestra biológica;** son una cantidad limitada de cualquier sustancia o material proveniente de un organismo, puede ser; sangre, saliva, fluidos corporales como orina, tejidos, células, etc.
- ✓ **Muestra hemolizada;** la hemólisis supone la liberación de hemoglobina en el plasma por destrucción de los glóbulos rojos, dando lugar a valores erróneos en los resultados de laboratorio con alteración de los parámetros electrolíticos y de las pruebas de coagulación sanguínea.
- ✓ **Muestra icterica;** son muestras en donde el suero sanguíneo adquiere una tonalidad amarillenta debido a un aumento en la cantidad de bilirrubina en la

sangre. La bilirrubina es un pigmento amarillento resultante de la degradación natural de los glóbulos rojos o hematíes.

- ✓ **Muestra lipemica;** el suero lipémico consiste en el aspecto lechoso de una muestra de sangre debido al alto contenido de grasa plasmática. La causa de lipemia es la presencia de lipoproteínas de muy baja densidad y quilomicrones de triglicéridos en plasma.
- ✓ **Mutorrotación de la glucosa;** es un fenómeno que ocurre referido a la rotación que sufre el carbono anomérico al pasar de un confórmero al otro. Puede pasar de un enlace de carbono alfa a uno beta, o viceversa. Por convención si la disposición del OH es hacia arriba lo llamamos beta si es hacia abajo lo llamamos alfa. Para pasar de un estado al otro debe pasar primero por el estado de cadena abierta.
- ✓ **Nefropatía;** cualquier condición de enfermedad de los riñones, que incluye lesiones inflamatorias, degenerativas, arterioescleróticas.
- ✓ **Neuropatía;** cualquier enfermedad de los nervios.
- ✓ **Nitritos;** normalmente no son detectables en la orina. Este análisis depende de la conversión de los nitratos, procedentes de la dieta, en nitritos por la acción de las bacterias gramnegativas en la orina.
- ✓ **Obesidad;** es una enfermedad crónica que se caracteriza por la acumulación excesiva del tejido adiposo en el cuerpo, es decir, cuando la reserva natural de energía de los seres humanos (almacenada en forma de grasa corporal), se incrementa hasta un punto en que pone en riesgo la salud de la vida. Forma parte del síndrome metabólico y es un factor de riesgo conocido, es decir, indica la predisposición a varias enfermedades como cardiovasculares, diabetes mellitus, osteoartritis, etc.
- ✓ **Orina;** es un líquido acuoso transparente y amarillento, de color característico, secretado por los riñones y enviado al exterior por el aparato urinario.
- ✓ **Oxidasa;** es una enzima que cataliza una reacción de oxidación/reducción empleando oxígeno molecular (O_2) como aceptor de electrones. En estas reacciones el oxígeno se reduce a agua (H_2O) o a peróxido de hidrógeno (H_2O_2). Las oxidasas son una clase de las oxidorreductasas. Un ejemplo de ellas es la

glucosa oxidasa, cataliza la oxidación β -D-glucosa en D-glucono-1,5-lactona, que es hidrolizada a ácido glucónico y peróxido de hidrógeno.

- ✓ **Paciente anticoagulado;** es aquel paciente al que se le medica con anticoagulantes para que su sangre no coagule con facilidad y, así, prevenir embolias cerebrales o trombosis venosas o arteriales.
- ✓ **Patógenos;** es cualquier microorganismo (agente biológico) capaz de producir alguna enfermedad o daño en un huésped, sea animal o vegetal. Algunos ejemplos son las bacterias, los protozoos, los hongos, los virus, los viroides y los priones.
- ✓ **Plasma sanguíneo;** es el componente líquido de la sangre en el que están suspendidos los glóbulos rojos, los leucocitos y plaquetas. Está formado en un 90% por agua, además de sales minerales y proteínas necesarias para el buen funcionamiento de nuestro organismo como; inmunoglobulinas, factores de coagulación, albúmina que es la proteína más abundante del plasma (60%), etc.
- ✓ **Plásmido;** es una molécula pequeña de ADN circular que se encuentra en las bacterias y algunos otros organismos microscópicos. Los plásmidos están separados físicamente del ADN cromosómico y se replican de manera independiente. Se pueden transmitir de una célula a otra. A través de métodos de ADN recombinante se puede insertar en un plásmido genes que se desean estudiar, cuando el plásmido se copia así mismo, también hace copias del gen insertado.
- ✓ **Péptido C;** es una cadena peptídica de 31 aminoácidos que forma parte de la proinsulina. La proinsulina es una proteína que, tras su procesamiento por peptidasas en el aparato de Golgi de las células beta pancreáticas, da lugar a la insulina y al péptido C. Tanto la insulina como el péptido C se almacenan en una proporción equimolar en vesículas para ser secretados a la circulación sistémica cuando aumentan los niveles de glucosa en sangre.
- ✓ **Peroxidasa;** son un tipo de enzimas, que catalizan la oxidación de un amplio número de sustratos orgánicos e inorgánicos, utilizando el poder oxidante del peróxido de hidrógeno.
- ✓ **Peso específico;** es la relación entre el peso de una sustancia y su volumen.

- ✓ **pH;** es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución acuosa. El pH indica la concentración de iones hidrógeno presentes en determinadas disoluciones. La sigla significa potencial de hidrógeno. En disolución acuosa, la escala de pH varía de 0 a 14. Las disoluciones con pH menores que 7 son ácidas, y las que son mayores son alcalinas. La disolución se considera neutra cuando su pH es igual a 7.
- ✓ **Piruvato;** el piruvato es un compuesto de importancia crucial en la bioquímica, ya que es el producto final de la glucólisis y esta es el primer paso en toda la respiración celular, en donde, el piruvato actúa de soporte en la unión entre las vías anaeróbica y aeróbica. El piruvato es la unión del ácido pirúvico. En la respiración anaeróbica, el piruvato se utiliza como punto de partida para la fermentación, produciendo etanol o lactato. En la respiración aeróbica, el piruvato se transporta a la mitocondria para ser empleado en el ciclo del ácido tricarbóxico.
- ✓ **Piuria;** presencia de pus en la orina (glóbulos blancos).
- ✓ **Polidipsia;** sed excesiva, como ocurre en la diabetes mellitus y diabetes insípida.
- ✓ **Polifagia;** también llamada hiperfagia. Comer en forma excesiva y anormal.
- ✓ **Polipéptido;** sustancia que contiene muchos aminoácidos.
- ✓ **Poliuria;** excreción de un volumen excesivo de orina. Las causas incluyen un consumo anormalmente elevados de líquidos que puede ocurrir en algunos trastornos como la diabetes mellitus.
- ✓ **Posprandial;** después de una comida. La glucemia posprandial es el nivel de glucosa en sangre tras las comidas. Es decir, es la detección de niveles de azúcar en la sangre después de haber ingerido comida.
- ✓ **Proceso de fosforilación;** proceso mediante el cual se agrega un grupo de fosfato a una molécula, como un azúcar o una proteína.
- ✓ **Proteína;** compuesto nitrogenado complejo los cuales son esenciales para el crecimiento y desarrollo. Los aminoácidos son bloques de proteínas de construcción básica. Para propósitos de clasificación, las cadenas con menos de

50 aminoácidos con frecuencia se llaman péptidos, mientras que el término proteína se utiliza para cadenas más grandes.

- ✓ **Pseudohipercalemia;** es un fenómeno en los que los niveles de potasio en la sangre aparecen artificialmente elevados debido a la liberación de células muertas durante la extracción de sangre o la manipulación de la muestra.
- ✓ **Radicales libres;** un radical es una especie química (orgánica o inorgánica), caracterizada por poseer uno o más electrones desapareados. Se forma en el intermedio de reacciones químicas, a partir de la ruptura homolítica de una molécula y es extremadamente inestable, por lo tanto, con gran poder reactivo.
- ✓ **Reacción enzimática;** son reacciones bioquímicas que se llevan a cabo en los seres vivos, tanto a nivel intracelular como extracelular, con la ayuda de enzimas, que aceleran la velocidad de reacción, funcionando como catalizadores biológicos, al disminuir la energía de activación.
- ✓ **Reacción oxido-reducción;** son un tipo de reacción en donde se da una transferencia de electrones desde un átomo o un ion, hacia otro, aunque más comúnmente se les conoce como redox. En química orgánica las oxidaciones se eliminan electrones y, por tanto, la densidad de electrones de la molécula se reduce. En las reducciones, la densidad de electrones aumenta por que se añaden electrones a la molécula.
- ✓ **Reacción química;** también llamada cambio químico o fenómeno químico, es todo proceso termodinámico en el cual dos o más especies químicas o sustancias (llamadas reactantes o reactivos), se transforman, cambiando su estructura molecular y sus enlaces, en otras sustancias llamadas productos.
- ✓ **Reacción vasovagal (síncope);** es la pérdida de conciencia transitoria causada por una disminución del flujo sanguíneo cerebral de corta duración. Antes del síncope, puede presentar una sensación de mareo, pero la pérdida de conciencia suele ser relativamente brusca, incluso algunas veces provoca la caída al suelo.
- ✓ **Reactivo;** sustancia o compuesto añadido a un sistema para provocar una reacción química, o añadido a probar si se produce una reacción.

- ✓ **Reflectancia espectral;** un espectro de reflectancia muestra para cada longitud de onda la relación entre la intensidad de la luz reflejada y la luz incidente, medida con respecto a una referencia blanca estándar. Esta relación es a la que se llama reflectancia y se expresa en porcentaje (%).
- ✓ **Retinopatía;** cualquier trastorno de la retina, puede ser arterioesclerótico, diabético, hipertensivo, sifilítico, etc.
- ✓ **Sangre total;** es la sangre obtenida de un donante, mezclada con una solución anticoagulante y conservadora y filtrada con la finalidad de eliminar la mayor parte de los leucocitos.
- ✓ **Sangre venosa;** es sangre desoxigenada que viaja por los vasos sanguíneos periféricos a través del sistema venoso. Es típicamente más fría que la sangre arterial, y tiene un menor contenido de oxígeno y pH. También tiene concentraciones más bajas de glucosa y otros nutrientes, y tiene concentraciones más altas de urea y otros productos de desecho.
- ✓ **Síndrome;** grupo de síntomas, signos o ambos que, al ocurrir al mismo tiempo, producen un patrón o complejo sintomático típico de una enfermedad particular.
- ✓ **Sistema de gestión de calidad;** es la gestión de servicios que se ofrecen, que incluye planear, controlar y mejorar, aquellos elementos de una organización, que de alguna manera afectan o influyen en la satisfacción del cliente y en el logro de los resultados deseados por la organización.
- ✓ **Sistema nervioso central;** está compuesto por el cerebro y la médula espinal, los cuales se desempeñan como el centro de procesamiento principal para todo el sistema nervioso y controlan todas las funciones del cuerpo.
- ✓ **Sorbitol;** es un azúcar que se encuentra de forma natural en algunas frutas, vegetales y algas rojas.
- ✓ **Suero;** el suero sanguíneo o suero hemático es el componente de la sangre resultante tras permitir la coagulación de esta y eliminar el coágulo resultante. Es equivalente al plasma sanguíneo, pero sin las proteínas involucradas en la coagulación (fibrinógeno en su mayor parte).
- ✓ **Triglicéridos;** es un éster derivado del glicerol y tres ácidos grasos. Los triglicéridos son los principales constituyentes de la grasa corporal en los seres humanos y otros animales. También están presentes en la sangre para permitir

la transferencia bidireccional de grasa adiposa y glucosa en sangre desde el hígado. Por lo que los triglicéridos son la forma más eficiente que tiene el organismo de almacenar energía: esto es en forma de grasa, a través de las células constituyentes del tejido adiposo.

- ✓ **Triosas fosfato;** es una enzima que cataliza la interconversión entre gliceraldehído-3-fosfato (G3P) y dihidroxiacetona fosfato (DHAP), a través de un intermediario, el enodiol. Se encuentra implicada en la glucólisis, solamente el G3P continúa la ruta hasta obtener el ATP neto de la glucólisis y producir una molécula de piruvato extra por cada molécula de glucosa.
- ✓ **Trombocitos;** plaqueta de la sangre. Son fragmentos de células muy grandes de la médula ósea que se llaman megacariocitos. Ayudan a producir coágulos sanguíneos para ser más lento el sangrado o frenarlo y para facilitar la cicatrización de las heridas.
- ✓ **Tuberculosis;** enfermedad infecciosa bacteriana por *Mycobacterium tuberculosis*, potencialmente grave, que afecta principalmente a los pulmones.
- ✓ **Túbulos renales;** es la porción más extensa de una nefrona, la unidad funcional del riñón. Tiene la función de modificar la composición del ultrafiltrado producido por el glomérulo, por medio de procesos de reabsorción y secreción, con la finalidad de recuperar sustancias útiles y facilitar la eliminación de sustancias nocivas.
- ✓ **Tumor;** es cualquier alteración de los tejidos que produzca un aumento de volumen, debido a un aumento de células que lo componen. Cuando un tumor es maligno tiene capacidad de invasión o infiltración y de producir metástasis a lugares distintos del tumor primario.
- ✓ **Úlcera;** discontinuidad en la piel o membrana mucosa con esfacelación. Lesión dolorosa de la piel o de las membranas mucosas.
- ✓ **Urobilinógeno;** proviene de la bilirrubina. El cuerpo produce bilirrubina durante el proceso normal de descomposición de glóbulos rojos viejos. La presencia de urobilinógeno en la orina puede ser signo de enfermedad del hígado, como hepatitis o cirrosis, o algunos tipos de anemia.

- ✓ **Venopunción;** es la recolección de sangre de una vena, para análisis de laboratorio. Por lo que es el proceso de colocar una aguja en la vena, esto se realiza para la toma de muestras de sangre o para colocar un tubo a fin de administrar medicamentos, suero, o hemoderivados.
- ✓ **Vía de los polioles;** en los órganos y tejidos que no requieren insulina para la captación de la glucosa y en los cuales principalmente las complicaciones crónicas en condiciones de hiperglucemia (riñón, retina, cristalino, corazón y sistema nervioso central). La ruta preferencial de conversión de la glucosa es la vía del sorbitol, también conocida como la vía de los polioles. En ella, la glucosa es transformada por la acción secuencial de dos enzimas; la aldosa reductasa (AR) y la sorbitol deshidrogenasa (SDH). La primera es la responsable de la reducción irreversible de la glucosa en sorbitol y requiere como coenzima a la nicotinamida adenina dinucleótido fosfato reducido (NADPH). Esta vía controla la vía, y se activa al estar en contacto con altos niveles de glucosa. Debido a lo anterior aumenta la concentración de sorbitol y disminuye la disponibilidad de NADPH.
- ✓ **Vía parenteral;** es la vía de administración de los fármacos. Esto es, atravesando una o más capas de la piel o de las membranas mucosas mediante una inyección.

9.3 Anexo 3;

Índice de figuras

 Figura 1. Tubos al vacío BD Vacutainer tapón amarillo y rojo	6
 Figura 2. Fórmula semidesarrollada de la metformina	9
 Figura 3. Esquema de la insulina	10
 Figura 4. Esquema sobre las pruebas que constituye un EGO	15
 Figura 5. Recomendaciones de uso y almacenamiento de tiras reactivas “Multistix® 10 SG de SIEMENS”	16
 Figura 6. Reacción enzimática Glucosa oxidasa / Peroxidasa	17
 Figura 7. Multistix ® 10 SG de SIEMENS	18
 Figura 8. Analizador CLINITEK Status ® +	19
 Figura 9. Control de rutina positivo y negativo Chek-Stix®	20
 Figura 10. Proceso de Control de rutina positivo y negativo Chek-Stix®	21
 Figura 11. Analizador CLINITEK Status ® +, procesando Control de rutina positivo y negativo Check-Stix®	22
 Figura 12. Revisión y ordenamiento de muestras de orina	23
 Figura 13. Proceso de muestras de orina	24
 Figura 14. Procesando muestra de orina en Analizador	25

 Figura 15. Resultados de análisis de muestra de orina	27
 Figura 16. Solicitud de pruebas de laboratorio	29
 Figura 17. Tubos al vacío identificados con etiquetas	29
 Figura 18. Material de laboratorio empleado para la toma de muestra sanguínea	31
 Figura 19. Venas de la zona cubital del brazo y dorsales de la mano ...	32
 Figura 20. Obtención de muestra sanguínea	36
 Figura 21. Proceso de centrifugación de muestras sanguíneas.....	37
 Figura 22. Inspección de muestras sanguíneas	37
 Figura 23. Analizador Ilab™ Taurus	38
 Figura 24. Controles de Calidad SeraChem	39
 Figura 25. Controles de Calidad SeraChem listos para procesar	40
 Figura 26. Calibrador Referil G multinivel	41
 Figura 27. Reacción enzimática Glucosa Oxidasa / Peroxidasa	42
 Figura 28. Reactivo de Glucosa Oxidasa quant Ilab®	42
 Figura 29. Compartimiento para Reactivos.....	43
 Figura 30. Rejillas con muestra	43
 Figura 31. Muestras introducidas en el analizador Ilab Taurus™	44
 Figura 32. Componentes del módulo de análisis fotométrico del analizador Ilab Taurus™	45-46

 Figura 33. Resultados de muestras procesadas	47
 Figura 34. Resultados de muestras procesadas, paciente diabético controlado	48
 Figura 35. Resultados de muestras procesadas, paciente diabético no controlado	49
 Figura 36. Material para llevar acabo la prueba de HbA1c; Tubos tapón lila con EDTA K ₂ y Caja	63
 Figura 37. Analizador Afinion™ 2, cartuchos de análisis Afinion™ HbA1c	64

9.2 Anexo 4;

ABREVIATURAS

- ALAD; Asociación Latinoamericana de Diabetes.
- ATP; Adenosín Trifosfato.
- COVID-19; Virus SARS-CoV-2.
- DM; Diabetes mellitus.
- DM1; Diabetes tipo 1.
- DM2; Diabetes tipo 2.
- EDTA; Ácido etilendiaminotetraacético.
- EMLM; Federación Europea de Química Clínica y Medicina de Laboratorio.
- EGO; Examen General de Orina.
- Gluts; Transportadores de glucosa.
- HbA1c; Hemoglobina glicada.
- IMSS; Instituto Mexicano del Seguro Social
- ILab; Instrumentation Laboratory
- InDRE; Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos.
- INEGI; Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- LED; Diodo Emisor de Luz.
- NADH; dinucleótido nicotinamida adenina.
- OPS; Organización Panamericana de la Salud.
- SEECO; Secretaria de Economía.
- SARS-CoV-2; Del inglés; *severe acute respiratory syndrome coronavirus 2* (*coronavirus de tipo 2 causante del síndrome respiratorio agudo severo*).
- UMF; Unidad de Medicina Familiar