



FACULTAD DE TECNOLOGÍA MÉDICA

DETERMINACIÓN DE LA GLICEMIA: ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE EL
TUBO SIN ANTICOAGULANTE Y EL QUE CONTIENE FLUORURO DE SODIO

Línea de investigación

Biotechnología en Salud

Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado Tecnólogo Médico en
Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica

Autor

Gonzales López, Jeancarlo Mauricio

Asesora

More Flores, Mario Marcelino

Código ORCID 0000-0002-2107-0070

Jurado

Astete Medrano, Delia Jessica

Garay Bambaren, Juana Amparo

Lezama Cotrina, Irene Doraliza

Lima - Perú

2024



“DETERMINACIÓN DE LA GLICEMIA: ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE EL TUBO SIN ANTICOAGULANTE Y EL QUE CONTIENE FLUORURO DE SODIO”

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	5%
2	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	www.slideshare.net Fuente de Internet	1%
4	idoc.pub Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1%



FACULTAD DE TECNOLOGÍA MÉDICA

**DETERMINACIÓN DE LA GLICEMIA: ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE EL TUBO
SIN ANTICOAGULANTE Y EL QUE CONTIENE FLUORURO DE SODIO**

Línea de Investigación:

Salud Pública

Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado Tecnólogo Médico en Laboratorio Clínico y

Anatomía Patológica

Autor:

Gonzales López, Jeancarlo Mauricio

Asesor:

More Flores, Mario Marcelino

ORCID: 0000-0002-2107-0070

Jurado:

Astete Medrano, Delia Jessica

Garay Bambaren, Juana Amparo

Lezama Cotrina, Irene Doraliza

Lima – Perú

2024

DEDICATORIA:

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en todo momento, por iluminar mi camino y darme las fuerzas necesarias para alcanzar este logro.

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y sus sacrificios invaluable que hicieron posible que este sueño se hiciera realidad.

Con todo mi amor y gratitud, dedico este esfuerzo a ustedes.

AGRADECIMIENTO:

Agradezco a Dios, quien ha sido mi luz y guía en cada paso de este camino, brindándome fortaleza, sabiduría y fe para superar los desafíos y alcanzar esta meta.

A mis padres, quienes con su amor, esfuerzo y dedicación han sido mi mayor soporte. Gracias por creer en mí, por sus consejos, sus palabras de aliento y por enseñarme con su ejemplo que con trabajo y perseverancia todo es posible.

ÍNDICE

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN	9
1.1 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	10
1.2 ANTECEDENTES	12
1.3 OBJETIVOS	15
1.4 JUSTIFICACIÓN	16
1.5 HIPÓTESIS	17
II. MARCO TEÓRICO	19
2.1 BASES TEÓRICAS SOBRE EL TEMA DE INVESTIGACIÓN	19
III. MÉTODO	31
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	31
3.2 ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL.....	31
3.3 VARIABLES	31
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	31
3.5 INSTRUMENTOS	32
3.6 PROCEDIMIENTOS	33
3.7 ANÁLISIS DE DATOS	34
3.8 CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	34
IV. RESULTADOS	35
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES	43
VIII. REFERENCIAS	44
IX. ANEXO	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tubo gris. Promedio de la disminución de glucosa en cada hora estimada.	38
Tabla 3. Tubo rojo. Promedio de la disminución de glucosa en cada hora estimada.....	38
Tabla 2. Tubo gris. Porcentaje de los promedios en la disminución de glucosa en cada hora estimada....	53
Tabla 4. Tubo rojo. Porcentaje de los promedios en la disminución de glucosa en cada hora estimada. ..	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Promedio de las concentraciones de glucosa en el tubo con fluoruro de sodio.....	35
Figura 2. Promedio de las concentraciones de glucosa en el tubo sin anticoagulante.	36
Figura 3. Comparación de promedios en la concentración de glucosa del tubo rojo y gris.....	37
Figura 4. Cálculos realizados con prueba de Mann-Whitney para validación de hipótesis.....	55
Figura 5. Cálculos realizados con prueba de Friedman para validación de hipótesis.	56
Figura 6. Promedio de la disminución de glucosa en cada hora estimada.	57
Figura 7. Cálculos realizados con prueba T para validación de hipótesis.	58
Figura 8. Cálculos realizados con prueba T para validación de hipótesis.	59

RESUMEN

Introducción: El uso de tubos al vacío para la recolección de sangre en los laboratorios clínicos es de gran ayuda para mantener las muestras en buen estado antes del procesamiento de estas, lo que reduce errores y da resultados aproximados a la condición real del paciente. **Objetivo:** Determinar la variación de la concentración de glucosa en los tubos al vacío sin anticoagulante y con fluoruro de sodio al transcurrir el tiempo. **Método:** La presente investigación es un estudio de tipo experimental, prospectivo y analítico. La muestra para este estudio está constituida por 96 voluntarios del Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé. Se recolecto las muestras basales en los tubos de tapa gris y roja. Se realizo los exámenes de glucosa con el reactivo Linear Chemicals a las 0, 2, 4, 6, 8 y 24 horas de haber tomado la muestra. Se utilizo los programas estadísticos SPSS y Microsoft Excel. **Resultados:** La variación de glucosa en los tubos con fluoruro de sodio a las 2 horas de tomada la muestra fue de 5.02%, a las 4 horas de 6.17%, en 6 horas fue 6.58%, en 8 horas 6.93% y en 24 horas un porcentaje de 5.61%. En los tubos sin anticoagulante se obtuvo los siguientes porcentajes: a las 2 horas disminuyo un 10.19%, a las 4 horas un 21.72%, a las 6 horas 31.96%, a las 8 horas fue de 41.82% y en 24 horas tuvo un porcentaje de 60.05%. **Conclusión:** Se recomienda el uso de los tubos con fluoruro de sodio ya que estos inhiben la glicolisis, obteniendo un valor aproximado del real. Es importante conocer el valor real o no disminuido de glucosa en los pacientes, para un diagnóstico oportuno de diabetes.

Palabras clave: disminución de la glucosa, tubos al vacío, fluoruro de sodio, tubos sin anticoagulante, preanalítica.

ABSTRACT

Introduction: The use of vacuum tubes for blood collection in clinical laboratories is of great help to keep the samples in good condition before processing them, which reduces errors and gives approximate results to the real condition of the patient. **Objective:** To determine the variation of glucose concentration in vacuum tubes without anticoagulant and with sodium fluoride over time. **Method:** This research is an experimental, prospective and analytical study. The sample for this study consists of 96 volunteers from the Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé. Basal samples were collected in the gray and red cap tubes. Glucose tests were performed with the Linear Chemicals reagent 0, 2, 4, 6, 8 and 24 hours after taking the sample. SPSS and Microsoft Excel statistical programs were used. **Results:** The variation of glucose in the tubes with sodium fluoride at 2 hours after the sample was taken was 5.02%, at 4 hours 6.17%, in 6 hours it was 6.58%, in 8 hours 6.93% and in 24 hours a percentage of 5.61%. In the tubes without anticoagulant the following percentages were obtained: at 2 hours it decreased by 10.19%, at 4 hours by 21.72%, at 6 hours 31.96%, at 8 hours it was 41.82% and in 24 hours it had a percentage of 60.05%. **Conclusion:** The use of tubes with sodium fluoride is recommended since they inhibit glycolysis, obtaining an approximate value of the real one. It is important to know the real or undecreased value of glucose in patients, for a timely diagnosis of diabetes.

Keywords: decrease in glucose, vacuum tubes, sodium fluoride, tubes without anticoagulant, preanalytic.

I. INTRODUCCIÓN

El diagnóstico de la diabetes mellitus se realiza mediante la determinación de glucosa en el torrente sanguíneo cuando los valores exceden los límites de 70 a 110 mg/dL. La exactitud de esta prueba es cuestionada debido que los glóbulos rojos, que alcanzan 5.5 millones de células por mm^3 , consumen la glucosa del plasma o suero a medida que pasa el tiempo entre la recolección de la muestra sanguínea y el procesamiento de la misma, por lo que el nivel de glucosa se modificara en relación directa con el tiempo transcurrido (Dharmasena et al., 2021). Por lo que un resultado de glucosa por las consideraciones antes mencionadas, puede encontrarse dentro del rango normal, siendo el paciente diabético (Kang et al., 2016).

Este hecho ha sido observado e investigado, motivo, por el que actualmente han ideado una serie de tubos de recolección de muestras que trabajan al vacío, sin anticoagulante o contienen sustancias que inhiben el metabolismo anaeróbico de los glóbulos rojo como el fluoruro de sodio.

Al haber realizado mi internado en el Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé, pude tomar conciencia de la importancia de este conocimiento y surgió en mí, el deseo de expandir este concepto a nivel de Lima y provincias.

El presente trabajo tiene como propósito, estudiar en nuestro medio las variaciones de la determinación de glucosa en sangre coleccionada tanto en tubos que cuentan con un sistema al vacío (como en aquellos que no tienen anticoagulante, y los tubos con fluoruro de sodio más oxalato de potasio) y la variación del nivel de glucosa de acuerdo al tiempo transcurrido, desde la toma de la muestra hasta el procesamiento de la misma, con el propósito de obtener resultados fidedignos que nos permitan ofrecer el tratamiento preciso al nivel de glucosa determinado.

1.1 Descripción y formulación del problema

Descripción del problema

Una de las mayores emergencias sanitarias del siglo XXI en el mundo es la diabetes mellitus y está en la lista de las 10 principales causas de muerte a nivel mundial. El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2019) muestran datos estadísticos que en el territorio peruano, el 3,9% de la población mayor de 15 años ha sido diagnosticada con diabetes mellitus. El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2019) comunico lo siguiente: “En el 2019, el mayor porcentaje de personas con diabetes mellitus se encuentra en Lima Metropolitana (5,1%) y Resto Costa (4,1%), y en menor porcentaje en la Sierra (1,9%) y Selva (3,4%)” (p. 33). Sin embargo, este resultado no es del todo preciso, considerando que la diabetes mellitus de tipo II presenta un diagnóstico tardío. Según la Sociedad Peruana de Endocrinología (2008) en zonas urbanas cerca de un 30 a 50% de la población desconocen su problema por varios meses o años, mientras que en las zonas rurales es casi el 100%.

En el control y diagnóstico de esta importante enfermedad es fundamental el análisis de glucosa basal, entre otros análisis de laboratorio (Jiménez, 2000).

El resultado de la concentración de la glucosa varía dependiendo del tiempo que transcurre entre la recolección de la muestra y el procesamiento en laboratorio de la misma, la duración de este lapso de tiempo dependerá de distintos factores, como por ejemplo en hospitales se debe considerar que las áreas de toma de muestra y laboratorio no se encuentran en un mismo lugar, en puestos de salud y/o centros de salud generalmente no cuentan con los equipos necesarios, motivo por el cual las muestras son enviadas a centros de mayor especialización como centros maternos. En ambos casos el tiempo transcurrido es inespecífico pero significativo.

En nuestro medio el personal de salud no tiene conocimiento básico de la fase preanalítica, motivo por el cual el resultado que llega del laboratorio de las instituciones públicas o privadas lo dan por verídico, siendo este resultado erróneo en muchos de los casos debido a dos principales factores: no utilizar el tubo al vacío idóneo para una adecuada conservación de glucosa en la muestra y el tiempo que transcurre entre la toma de muestra y su análisis. Esta variabilidad, en el método de recolección y transporte de las muestras de sangre, va a incidir en el resultado, donde estas diferencias pueden exceder el error máximo permitido en la determinación de glucosa para diagnosticar o controlar la diabetes mellitus, y de esta manera no complicar su tratamiento (D'Orazio et al., 2005).

En este estudio nos planteamos las siguientes interrogantes:

Formulación del problema

Pregunta general

¿Cuál es la variación al determinar la concentración de glucosa sanguínea empleando los tubos sin anticoagulante en comparación con los tubos que contienen fluoruro de sodio, utilizados en el área de laboratorio clínico del Hospital San Bartolomé?

Preguntas específicas

- ¿Cuánto varía la concentración de glucosa entre las diferentes mediciones en los tiempos considerados en los dos tubos al vacío?
- ¿Cómo influye el tiempo para obtener resultados confiables al medir la glucosa en sangre?
- ¿Cuánto se reduce la concentración de la glucosa en los tubos de tapa gris las primeras 4 horas?

- ¿Cuánto disminuye la concentración de glucosa en ambos tubos en un periodo de 24 horas?

1.2 Antecedentes

Turchiano et al. (2013) en su estudio “Impact of blood sample collection and processing methods on glucose levels in community outreach studies” comparó el impacto de la degradación de la glucosa al examinar dos métodos de recolección diferentes. En el primer método, se recolectaron las muestras sanguíneas en los tubos que contenían fluoruro de sodio (NaF), un inhibidor de la glucólisis. En el segundo método, se utilizó tubos que contenían un activador de coagulo y un gel separador para la extracción de la muestra, luego de 20 minutos se centrifugaron para separar el suero. Las muestras utilizadas en los dos métodos se recolectaron durante la misma extracción de sangre y fueron analizadas por el laboratorio clínico 2-4 horas después de que se obtuvieron las muestras. Se analizaron un total de 256 pares de muestras. La lectura de glucosa promedio para los tubos centrifugados fue significativamente mayor que la de los tubos de NaF en 0.196 ± 0.159 mmol / L ($p < 0.01$) o 4.2%. Concluyeron que las muestras de sangre que se recolectaron en el campo deben centrifugarse rápidamente antes de ser transportadas a laboratorios clínicos para asegurar mediciones precisas del nivel de glucosa.

Dimeski et al. (2015) en su trabajo “What is the most suitable blood collection tube for glucose estimation?” cuyo objetivo fue determinar que tubo es el más adecuado para una estimación precisa de la glucosa en un entorno de laboratorio de rutina, donde realizaron tres experimentos: (a) comparación de participantes utilizando plasma de heparina con litio como muestra comparativa; (b) estudio de estabilidad (0, 1, 2 y 4 h); y (c) volumen de llenado mínimo para el citrato y los tubos de Glucomedics que contiene NaF / KOx, citrato y EDTA para minimizar la glucólisis. El estudio de estabilidad hasta 4 h mostró, que el tubo Glucomedics fue más eficaz

para prevenir cambios clínicamente significativos en la concentración de glucosa a temperatura ambiente. Concluyendo que el tubo Glucomedics es el más adecuado para minimizar la glucólisis, corrigiendo, si se corrigen el factor de dilución.

Marroquín et al. (2016) en su trabajo “Análisis comparativo de la reducción de la glucosa en el tubo sin anticoagulante y el tubo que contiene Fluoruro de Sodio y Oxalato de Potasio utilizados en el Hospital Nacional Rosales de Marzo a Abril del año 2016” tuvo como objetivo conocer como la concentración de glucosa en sangre varia con respecto a la utilización de tubos con tapa roja y los tubos de tapa gris. La muestra es de 26 personas que se atendieron en el Hospital Nacional Rosales en el mes de abril, esta muestra fue tomada por conveniencia ya que no buscaron una población en específica, dado que los datos no lo ameritaban, debido a que se realizó la comparación con la misma muestra. Al tomar la muestra se recolecta en tubos sin anticoagulante de tapa roja y en tubos de tapa gris que contienen fluoruro de sodio y oxalato de potasio. Se analizaron las muestras inmediatamente para comparar estos resultados con los siguientes resultados: 2, 6, 24, 32 y 48 horas. Concluyendo que la disminución en la concentración de glucosa en los tubos que contenían fluoruro de sodio y oxalato de potasio fue menor o ausente con relación a lo hallado en los tubos sin anticoagulante.

Carta et al. (2020) en su investigación “Glucose meters: What's the laboratory reference glucose?” en su estudio busca comparar las concentraciones medidas de glucosa capilar con las concentraciones realizadas en el laboratorio, utilizando tubos que contenían fluoruro de sodio/oxalato de potasio y el fluoruro de sodio / EDTA / citrato en forma granulada. Se reclutaron 139 voluntarios donde se realizó la glucosa capilar utilizando Abbott FreeStyle Precision Neo, mientras que la muestra de sangre venosa se procesó en el equipo Roche Cobas Accu-Chek Inform

II. Concluyendo que solo los tubos de fluoruro de sodio / EDTA / citrato permiten la evaluación correcta de la precisión de los medidores de glucosa.

Bonetti et al. (2016) en su estudio “Which sample tube should be used for routine glucose determination?” busco determinar el tubo de extracción más adecuado en el análisis de glucosa, comparando diferentes tubos. Se extrajo sangre venosa de 49 voluntarios en los tubos que tienen como aditivos al fluoruro de sodio, heparina de litio, tampón de fluoruro de sodio / citrato (tubos GlucoEXACT) y tubos de suero con activador de coagulación. La glucosa de referencia se determinó en el tubo de heparina de litio y se colocó inmediatamente en una suspensión de hielo/agua. En 10 minutos lo centrifugaron a 4 ° C y separaron el plasma de las células sanguíneas. Las otras muestras lo conservaron a temperatura ambiente durante 1, 2 y 4 h después de la extracción. La glucosa se ha determinado mediante un método de hexoquinasa. Tuvieron como conclusión que las muestras recogidas en tubos GlucoEXACT que contienen una mezcla son equivalentes a las recogidas en tubos de plasma de referencia evitando la glucólisis por completo y con un retraso de 4 h en la separación del plasma.

Juricic et al. (2016) en su estudio “Glucose is stable during prolonged storage in uncentrifuged Greiner tubes with liquid citrate buffer, but not in serum and NaF/KOx tubes” tuvo como objetivo investigar que tan estable es la glucosa en las muestras sanguíneas recolectadas en tubos sin anticoagulantes, tubos con fluoruro de sodio / oxalato de potasio y el tubo Glucomedics. Se recolectaron las muestras de 80 voluntarios sanos. Se midió la concentración de glucosa inmediatamente después de la venopunción y se comparó con los tubos procesados con un retraso de 1, 2 y 3 horas. Concluyendo que los tubos Glucomedics conservan mejor la glucosa que los otros dos: los tubos sin anticoagulante y los tubos con fluoruro de sodio/oxalato de potasio. Los

tubos de Glucomedics pueden dejarse sin centrifugar hasta 3 h sin afectar la concentración de glucosa.

Le Roux et al. (2004) en su trabajo “A new antiglycolytic agent” evaluaron la glucólisis a temperatura ambiente a lo largo del tiempo utilizando gliceraldehído solo y junto con agentes antiglicolíticos estándar. El gliceraldehído solo no inhibe la glucólisis por completo. La combinación de 11 mmol / L de gliceraldehído, 119 mmol / L de fluoruro de sodio y 21,7 mmol / L de oxalato de potasio dio los mejores resultados antiglicolíticos. Concluyeron que las concentraciones de glucosa en plasma obtenidas de la sangre recolectada en tubos que contienen gliceraldehído, fluoruro de sodio y oxalato de potasio conservaron de forma satisfactoria la concentración de glucosa. Teniendo presente que la glucólisis no es inhibida completa o predeciblemente por el conservante de glucosa actualmente en uso, la centrifugación inmediata de todas las muestras tampoco es práctica y, por lo tanto, puede ocurrir un diagnóstico erróneo de la enfermedad, especialmente si se pone más énfasis en la glucosa en ayunas para diagnosticar la diabetes.

1.3 Objetivos

Objetivo General

Conocer la variación al determinar la concentración de glucosa sanguínea empleando los tubos sin anticoagulante en comparación con los tubos que contienen fluoruro de sodio, utilizados en el área de laboratorio clínico del Hospital San Bartolomé.

Objetivos Específicos

- Determinar la variación en la concentración de glucosa entre las diferentes mediciones en los tiempos considerados en los dos tubos al vacío (el tubo sin anticoagulante y el tubo que contiene fluoruro de sodio).

- Analizar cómo influye el tiempo para obtener resultados confiables al medir la glucosa en sangre.
- Establecer en cuánto disminuye la concentración de glucosa en ambos tubos en un periodo de 24 horas.
- Determinar por cuánto se reduce la concentración de la glucosa en los tubos de tapa gris las primeras 4 horas.

1.4 Justificación

Con los resultados de esta tesis se buscará determinar el nivel de concentración en el que se reduce la glucosa en muestra, cuando no es procesada en el tiempo adecuado (máximo 30 minutos). Así como determinar la mejor opción de tubo al vacío para almacenar la muestra. Estos aspectos son de vital importancia ya que en el Perú contamos con numerosos establecimientos de salud de nivel I – 1 y/o I – 2, los cuales no cuentan con equipos de laboratorio adecuados, motivo por el cual las muestras son llevadas a centros más especializados, existiendo una demora en el análisis de estas.

Esta rémora que tiene el personal de salud influye en los resultados al analizar la concentración de glucosa en sangre, siendo el principal afectado el paciente diabético, quién sufrirá las complicaciones de una enfermedad mal controlada, que a largo plazo nos llevará a tener una mayor población con discapacidad y a su vez un aumento en el costo de salud por paciente.

Otro afectado, con un resultado inexacto, es el médico tratante, que se verá en problemas para diagnosticar la diabetes y en el control de la glicemia de su paciente.

En el Perú es mínima la investigación de este tema, por este motivo se busca ampliar el conocimiento sobre la fase preanalítica en laboratorio, la cual incluye la elección idónea del tubo al vacío y el transporte adecuado de la muestra.

Otro aspecto que justifica esta investigación es el hecho de que, en las zonas rurales donde los poblados que solo cuentan con un puesto de salud (nivel I-1 o I-2) no cuentan con laboratorio o no está equipado para procesar este tipo de muestra, ni siquiera para el traslado adecuado de esta. En las zonas urbanas también se presenta este tipo problema o inconvenientes como los puestos de salud o el servicio de atención domiciliaria.

Para obtener un resultado verdadero y de calidad se debe tener en cuenta la fase preanalítica, donde es importante la recolección y transporte de la muestra. Es fundamental tener conocimiento de estos criterios y conocer los distintos tubos al vacío que existen, ya que estos tienen características y funciones distintas.

Con esta investigación se pretende ayudar al sistema de calidad en los puestos de salud, centros de salud y en hospitales con el fin de obtener resultados confiables y diagnósticos más exactos, ya que en el país no se toma con seriedad la importancia de la fase preanalítica en este tipo de examen clínico.

La siguiente investigación plantea que demostrando el impacto que tienen estos resultados erróneos y que se podrían solucionar solo con una adecuada elección del tubo al vacío, para lo cual, las autoridades de salud deban gestionar la compra de estos tubos para beneficio del paciente.

1.5 Hipótesis

1. **Hipótesis Nula H_0 :** La variación de la concentración de la glucosa en el tubo con fluoruro de sodio será mayor o igual a la concentración en el tubo sin anticoagulante.

Hipótesis Alternativa H_1 : La variación de la concentración de la glucosa en el tubo con fluoruro de sodio será menor a la concentración en el tubo sin anticoagulante.

2. **Hipótesis Nula H_0 :** Al transcurrir el tiempo, la concentración de glucosa en las muestras de tubos sin anticoagulantes no será diferente, obteniendo resultados confiables.

Hipótesis Alternativa H_1 : Al transcurrir el tiempo, la concentración de glucosa en las muestras de tubos sin anticoagulantes será diferente, lo que impedirá obtener resultados fiables.

3. **Hipótesis Nula H_0 :** La variación de la concentración de glucosa en el tubo que contiene fluoruro de sodio será no menor de 8 mg/dL en las primeras 4 horas.

Hipótesis Alternativa H_1 : La variación de la concentración de glucosa en el tubo que contiene fluoruro de sodio será menor de 8 mg/dL en las primeras 4 horas.

4. **Hipótesis Nula H_0 :** La concentración de glucosa en el tubo que contiene fluoruro de sodio y oxalato de potasio no se mantendrán hasta por 24 horas, mientras que en el tubo sin anticoagulante no habrá variaciones.

Hipótesis Alternativa H_1 : La concentración de glucosa en el tubo que contiene fluoruro de sodio y oxalato de potasio, se mantendrán hasta por 24 horas, mientras que en el tubo sin anticoagulante habrá variaciones.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1 *Glucosa*

La glucosa es un monosacárido con fórmula molecular $C_6H_{12}O_6$, también se le conoce como dextrosa, debido a que desvía hacia la derecha el plano de luz polarizada. Se encuentra ampliamente repartida en la naturaleza: en los frutos, en tallos como la caña de azúcar, en la miel de abeja, en el almidón y celulosa de las plantas. (Vásquez Urdy, 1992). En los animales, la glucosa es la fuente de energía principal de las células, como por ejemplo las células del globo ocular, las células cerebrales y sobre todo de los eritrocitos.

2.1.2 *Funciones de la glucosa*

La glucosa es una molécula de gran importancia en nuestro organismo ya que cumple las siguientes funciones:

- Se encarga de brindar energía a las células.
- Nos permite almacenar energía como: el glucógeno.
- Elementos estructurales y de señalización. (Lehninger, 2007)

2.1.3 *Metabolismo de la glucosa*

La alimentación humana contiene tres fuentes principales de hidratos de carbono: la sacarosa que encontramos en la caña de azúcar, la lactosa presente en la leche y los almidones en los cereales. Las zonas donde se lleva a cabo la digestión de los carbohidratos son la cavidad bucal y la luz intestinal. Durante el proceso de la masticación la enzima salival α -amilasa o ptialina actúa de forma rápida sobre el almidón y el glucógeno de la dieta, hidrolizando a los carbohidratos. En el estómago la digestión de los carbohidratos se detiene por la acidez del jugo gástrico, inactivando a la α -amilasa, ya que su actividad enzimática desaparece por completo cuando el pH

es menor de 4. Cuando el alimento ácido del estómago pasa al intestino delgado, se neutraliza la acidez con el bicarbonato segregado por el páncreas y además se secreta la α -amilasa pancreática para continuar con la digestión de carbohidratos. El duodeno y la parte proximal del yeyuno absorben la mayor parte de hidratos de carbono, ya que estos carbohidratos se han convertido en maltosa, sacarosa y lactosa (Harvey y Ferrier, 2011).

Los enterocitos, células que van a revestir las vellosidades del intestino delgado, contienen 4 enzimas: α -dextrinasa, sacarasa, maltasa y lactasa, de esta manera se va a producir la absorción de los disacáridos hidrolizados en sus formas monoméricas como son la glucosa, galactosa y fructosa. En la alimentación habitual, la glucosa representa más del 80% de los carbohidratos consumidos, la galactosa y fructosa aportan cerca del 10% (Hall, 2012).

2.1.4 Glucólisis

La etimología de la palabra glucólisis procede de las raíces *gluco* y *lisis*, que significan dulce y romper. La glucólisis es un proceso anaeróbico, que se compone por una serie de diez reacciones catalizadas por enzimas, estas enzimas están localizadas en el citoplasma de las células. La finalidad de la glucólisis es convertir la glucosa, molécula de 6 carbonos, en dos piruvato, molécula de 3 carbonos (Mathews et al., 2002). Esta conversión de glucosa a piruvato se dividirá en dos etapas: la primera etapa presenta cinco reacciones y corresponde a una fase preparativa o fase en la que se invierte energía. La segunda etapa se conforma por las siguientes cinco reacciones que corresponde a una fase de beneficio o generación de energía, donde se obtiene la ganancia neta de 2 moléculas de adenosín trifosfato (ATP) (Feduchi et al., 2014).

Para realizar esta reacción es muy importante la captación de la glucosa, permitiendo el ingreso al interior de la célula. Este proceso se realiza a favor de la gradiente de la concentración y a través de los GLUT que son bidireccionales (Herrera et al., 2014).

La glucólisis presenta 10 reacciones enzimáticas, las cuales son:

A. Fosforilación de la glucosa, hexocinasa La primera reacción de la glucólisis es catalizada por la hexocinasa, donde se va a utilizar energía del ATP para fosforilar la glucosa. La hexocinasa es una enzima que tiene baja especificidad y permitirá la fosforilación con otros azúcares como son la fructosa y la manosa. La hexocinasa se inhibe por su producto, si hay una concentración elevada de glucosa-6-fosfato, evitando que ingrese la glucosa a las células (Mathews et al., 2002). La enzima requiere de iones magnesio (Mg^{++}) que se combina con las moléculas ATP para formar el verdadero substrato $MgATP^{2-}$ (Garrido y Teijón, 2006)

B. Isomerización de la glucosa-6-fosfato, fosfoglucoisomerasa. Es la transformación reversible de un compuesto isómero, en esta reacción la glucosa-6 -fosfato va pasar a ser fructosa-6 -fosfato, para que pueda fosforilarse con facilidad en la siguiente reacción (Mathews et al., 2002).

C. Segunda fosforilación, fosfofructoquinasa-1. Se va a llevar a cabo la síntesis de la fructosa- 1,6 -bifosfato, fosforilando por segunda vez el carbono 1 de la fructosa-6-fosfato. La fosfofructoquinasa es una de las principales enzimas que se va a encargar de regular el flujo de carbono a través de la glucólisis (Horton et al., 2008). Está enzima es excesivamente sensible a la condición energética de la célula, su actividad enzimática se inhibe cuando presenta alta concentración de ATP y disponga de ácidos grasos (Lehninger, 2007). La fosfofructoquinasa se inhibe por intermediarios como el citrato. Siendo estimulada por el adenosín difosfato (ADP), el calcio, la fructosa-2-6-difosfato y el magnesio (Carbó y Guarner, 2003).

D. Fragmentación en 2 triosas fosfato, aldolasa. Esta reacción de la glucólisis se cataliza por la enzima fructosa-bifosfato aldolasa, que actúa rompiendo el azúcar Fructosa 1,6-bifosfato

que tiene 6 carbonos en dos glúcidos intermediarios de tres carbonos, la dihidroxiacetona fosfato y el gliceraldehido-3-fosfato (G3P) (Koolman y Röhm, 2012).

E. Isomerización de la dihidroxiacetona fosfato, Triosa fosfato isomerasa. Esta reacción se lleva a cabo por la enzima triosa fosfato isomerasa, transformando la dihidroxiacetona fosfato en gliceraldehido-3-fosfato, esta reacción va a permitir utilizar los 6 átomos de carbono de la glucosa inicial, ya que en la siguiente reacción solo se utilizara al gliceraldehido-3-fosfato (Horton et al., 2008).

Hasta este punto la glucólisis gasto 2 moléculas de ATP y ha convertido una molécula de glucosa en 2 moléculas de gliceraldehido-3-fosfato. La fase de inversión de energía se termina en este punto, a partir de la reacción 6 hasta la reacción 10 se conoce como la fase de generación de energía (Mathews et al., 2002).

F. Generación del primer compuesto de energía elevada, G3P deshidrogenasa. En esta reacción la enzima G3P deshidrogenasa fosforilará a partir de un fosfato inorgánico al gliceraldehido- 3 -fosfato para sintetizar al 1,3-bifosfoglicerato, esta nueva molécula estimula la producción de ATP a partir del adenosín difosfato (ADP) (Lehninger, 2007).

Una de las más importantes enzimas de la glucólisis es la G3P deshidrogenasa, porque creará un compuesto de elevada energía y también generará un par de agentes equivalentes reductores. Esta enzima requiere de un cofactor el NADH^+ , para aceptar los electrones del sustrato que se oxida.

En esta etapa se puede inhibir la glucólisis con metales pesados como el mercurio y el yodoacetato, ya que estos van a reaccionar con los grupos sulfhidrilos libres que presenta la G3P deshidrogenasa (Devlin, 1999).

G. Primer ATP generado, fosfoglicerato quinasa. La 1,3-bifosfoglicerato va a transferir un grupo fosfato al ADP, y pasara a llamarse 3-fosfoglicerato, formándose de esta manera el primer ATP. Hasta este momento el rendimiento neto de ATP es de cero, ya que la reacción ha invertido 2 ATP para formar dos triosas fosfato de una molécula de glucosa, y en esta reacción cada molécula triosa fosfato va a generar un ATP (Feduchi et al., 2014).

H. Isomerización de la triosa fosfatada, fosfoglicerato mutasa La fosfoglicerato mutasa va a transferir el fosfato de la posición 3 hacia la posición 2 de la 3- fosfoglicerato, para dar la molécula 2 -fosfoglicerato (Mathews et al., 2002). El ion magnesio es esencial para esta reacción (Lehninger, 2007).

I. Generación del fosfoenolpiruvato, enolasa. En esta etapa la reacción es catalizada por la enolasa o también conocida como 2-fosfoglicerato deshidratasa (Horton et al., 2008) . Esta reacción que va a generar el fosfoenolpiruvato, a partir de la deshidratación o eliminación de 1 molécula de agua del 2- fosfoglicerato (Lehninger, 2007) . El fluoruro de sodio es un potente inhibidor competitivo de la enolasa. Actúa inhibiendo a la enolasa al formar un complejo con el fosfato-magnesio en el centro activo de la enzima bloqueando el acceso del sustrato, y de esta manera logra interrumpir la glucólisis (Baynes y Dominiczak, 2019).

J. Segundo ATP generado y el producto final, piruvato quinasa. La piruvato quinasa será la enzima encargada de catalizar esta última reacción sintetizando el piruvato, donde el fosfoenolpiruvato va a transferir su grupo fosforilo al ADP en otra fosforilación a nivel de sustrato, generando ATP (Mathews et al., 2002) .

La glucólisis por cada mol de molécula de glucosa va a generar 4 moles de ATP, obteniendo una ganancia neta de 2 moles de ATP, ya que se invierte 2 ATP en las primeras reacciones. La glucolisis es una ruta tanto catabólica, degrada a la glucosa, como anabólica ya que

synthetizara al piruvato, produciendo 2 mol de piruvato por cada mol de glucosa (Horton et al., 2008).

2.1.5 Absorción y transporte de glucosa

Los monosacáridos como la glucosa, fructosa y galactosa son absorbidos en el duodeno y el yeyuno. La entrada de la glucosa y galactosa en las células epiteliales intestinales se realiza por un mecanismo en contra de su gradiente de concentración, un cotransporte dependiente de sodio. Posteriormente, la glucosa y galactosa son llevados a los vasos sanguíneos aprovechando el gradiente de concentración favorable, a diferencia de la fructosa que se absorbe mediante difusión facilitada independientemente del Na⁺, llegando al torrente sanguíneo también por difusión (Castrejón et al., 2007).

La glucosa al ser una fuente importante en la producción de ATP necesita ingresar dentro de la célula y va a necesitar mecanismos de transporte, ya que la bicapa lipídica no permite la difusión de la glucosa. Este transporte se realiza mediante grupos de proteínas: los transportadores SGLT (sodium - glucose transporter), estos se localizan en el intestino delgado y en el túbulo contorneado proximal teniendo como principal función la absorción de la glucosa (Díaz Hernández y Herrera, 2002).

2.1.6 Transportadores de glucosa

Los transportadores de glucosa (GLUT) son glicoproteínas con un peso molecular de 45 a 66 kDa, presentan 12 dominios transmembranales con estructura α -hélice. Los transportadores GLUT se encargan del ingreso de los monosacáridos a todas las células, conociéndose catorce tipos. Cada una de estas diversas isoformas de GLUT, identificadas con la numeración del 1 al 14, presenta ubicación y características cinéticas propias, adaptadas para satisfacer las diferentes necesidades metabólicas que tienen los diferentes tejidos del organismo (Sandoval et al., 2016) .

Se considera que el GLUT 1 es el transportador de glucosa mejor distribuido en el ser humano. El GLUT 1 posee gran afinidad por la glucosa, siendo capaz de mantener la concentración intracelular estable. Tiene gran relevancia en células como los eritrocitos que necesitan un suministro de energía elevado. El GLUT 4 se expresa en adipocitos, tejido muscular cardiaco y tejido muscular estriado; este transportador tiene gran afinidad con la glucosa sin embargo necesita de la insulina para ingresar la glucosa dentro de los tejidos mencionados. (Bermúdez et al., 2007).

2.1.7 Glucólisis en eritrocitos

La glucosa es el hidrato de carbono con mayor importancia ya que es el principal combustible de todas las células que tiene nuestro cuerpo. La única fuente de energía del eritrocito es la glucosa sanguínea, teniendo la tasa específica más alta del uso de la glucosa que cualquier otra célula, consumiendo 20 gramos de glucosa por día, lo que representa un 10% del metabolismo corporal total de la glucosa. El consumo de glucosa en estas células es elevado debido a que metabolizaran el 90% de la glucosa a través de la glucólisis, siendo esta una vía ineficaz para la obtención de energía (Baynes y Dominiczak, 2019) .

2.1.8 Diabetes mellitus

La diabetes mellitus es una enfermedad crónica que se origina cuando el páncreas no genera una cantidad adecuada de insulina o cuando el organismo no puede utilizar eficientemente la insulina que produce, lo que conlleva a presentar una concentración de glucosa en sangre elevada causando problemas microvasculares, renales y oculares (Rivas et al., 2017) .

A. Diagnóstico. El diagnóstico clínico de la diabetes mellitus se basa en determinar la concentración de glucosa que presenta la sangre. La Asociación Americana de Diabetes recomienda seguir estos criterios para su diagnóstico:

- La glucemia plasmática en ayunas debe ser mayor a 126 mg/ dL.

- La prueba de hemoglobina glicosilada debe ser mayor a 6,5%. Es necesario realizarse este examen en un laboratorio que emplee un método que esté debidamente certificado.
- Prueba de Tolerancia oral a la glucosa, la glicemia plasmática después de 2 horas de la debe ser mayor a 200 mg /dL. Se debe utilizar 75 gramos de glucosa anhidra disuelta en agua (American Diabetes Association, 2021).

B. Diabetes mellitus tipo 1. La diabetes mellitus tipo 1 , conocida también como diabetes insulino dependiente, se caracteriza por la destrucción de las células beta de los islotes de Langerhans (González et al., 2016), menos del 5% de los casos es idiopático y más del 95% es causado por una enfermedad autoinmune; siendo incapaz de producir insulina. Este tipo de diabetes es diagnosticado con mayor frecuencia en niños y adolescentes. (Villarreal et al., 2015).

C. Prediabetes. Este término se aplica a los casos en los que el nivel de glucosa en sangre se encuentra por encima del valor normal, pero por debajo de los valores considerados para el diagnóstico de la diabetes mellitus. Se considera un estado de riesgo importante para futuras complicaciones vasculares y predisposición a sufrir diabetes. El criterio de diagnóstico de la prediabetes es cuando la glicemia en ayunas se encuentra entre los 101 mg/dL a 125 mg/dL (Díaz et al., 2011) .

D. Diabetes mellitus tipo 2. La diabetes mellitus tipo 2 se caracteriza por la resistencia a la acción de la insulina en las células y a un déficit en su secreción. Es la forma más común de la diabetes y se asocia al sedentarismo, obesidad o incremento de la grasa visceral. (Rojas et al., 2012). La diabetes mellitus tipo 2 representa una carga elevada morbilidad, mortalidad y

discapacidad, por lo que es importante la identificación de personas de alto riesgo, el diagnóstico y tratamiento oportuno (Carrillo y Bernabé, 2019) .

E. Diabetes gestacional. La diabetes gestacional es la intolerancia a la glucosa que se diagnostica por primera vez durante el embarazo. Un diagnóstico oportuno nos ayuda a prevenir consecuencias en el desarrollo de este, en la salud de la madre y el feto a corto y largo plazo (Pérez et al., 2012).

2.1.9 Fase preanalítica

La fase preanalítica es un componente fundamental en los laboratorios clínicos, ya que existe una gran variedad de variables que afecta el resultado de la muestra que se va a analizar, desde variables fisiológicas del paciente hasta el análisis requerido de la muestra dentro del laboratorio. La fase preanalítica del proceso de análisis de muestras consta de varias etapas, que comienza con la petición del examen por parte del médico, seguida de la extracción de la muestra, el traslado de esta al laboratorio y finalmente la preparación de la muestra para su examen correspondiente. La frecuencia de errores en la etapa preanalítica no es despreciable representándose entre 46 a 68.2%; y un estudio realizada en 7 países de Latinoamérica solo el 3% realizó correctamente los procedimientos de venopunción según el procedimiento estandarizado de colección de sangre del CLSI (Donayre et al., 2013). El laboratorio clínico debe ser responsable de todas las muestras que se procesan, incluso si no fueron tomadas dentro de su instalación, por ello es importante conocer todos los factores que influyen en la muestra y permitir encontrar soluciones dentro del laboratorio, para así brindar resultados exactos y de calidad.

2.1.10 Tubos al vacío Vacutainer

Los tubos Vacutainer son un sistema cerrado al vacío que consiste en recolectar muestras

sanguíneas. El uso de este sistema Vacutainer nos brinda mayor seguridad ya que no estamos en contacto con la aguja y la muestra biológica recolectada, y el vacío que tienen los tubos no da mayor rapidez al recolectar la muestra. Una característica importante de los tubos al vacío es que en el interior presenta diferentes aditivos, diferenciándolo por el color de su tapa (Becton, Dickinson and Company, 2014).

A. Tubo de tapa roja, sin anticoagulante. Los tubos de tapa roja se encuentran en dos presentaciones: sin aditivo y con activador de coágulo aplicado por aspersion en la pared de los tubos. Se utiliza para las pruebas inmunológicas y bioquímicas (ReactLab, 2020) .

B. Tubo de tapa gris, con fluoruro de sodio. El tubo de tapa gris contiene el fluoruro de sodio y oxalato de potasio (anticoagulante), aditivos que inhiben la glucólisis. Son tubos especializados para determinar la glucosa manteniendo su concentración hasta por 24 horas (Becton, Dickinson and Company, 2014). En relación con el precio de los tubos Vacutainer, los de tapa gris presentan desventaja ya que estos tienen un precio elevado en comparación a los demás debido a los aditivos que presenta, y se debe considerar que este tubo solo nos ofrece la determinación de glucosa y el lactato.

C. Tubo de tapa amarilla. Este tubo contiene un activador de la coagulación formando el coágulo en un tiempo de 30 minutos, y un gel de polímero para separar el suero y las células sanguíneas. Se necesita tener una centrifuga para este tipo de tubo, ya que de esta manera se podrá separar el suero. El tubo mantiene estable los analitos durante 48 horas (ReactLab, 2020).

D. Tubo de tapa lila. Este tubo presenta un anticoagulante, el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). El EDTA es un quelante y va a fijar los iones Ca^{++} , Mg^{++} , Fe^{++} , Cu^{+} y Zn^{+} , que intervienen en la cascada de coagulación. Se utiliza en el área de Hematología. Se

debe llenar el tubo con el volumen adecuado, y es importante homogenizar la muestra después de ser recolectada (Jaramillo et al., 2020).

E. Tubo de tapa celeste. El tubo de tapa celeste presenta citrato de sodio al 3.2% y actúa como anticoagulante uniéndose a los iones de calcio interrumpiendo la cascada de coagulación. Es necesario que el tubo se llene hasta la línea de referencia para tener la proporción adecuada, 1 parte de citrato de sodio y 9 partes de sangre, para realizar e interpretar las pruebas con precisión. Se utiliza en el área de Hematología, en los exámenes de coagulación como son: el tiempo de protrombina, tiempo parcial de tromboplastina activada y fibrinógeno (ReactLab, 2020).

2.1.11 Tubos Glucomedic

El tubo Glucomedic fue desarrollado por Greiner Bio-One para inhibir eficazmente la glucólisis desde el tiempo de recolección hasta el análisis de la muestra. Los tubos Glucomedics presentan varios aditivos para poder lograr su objetivo los cuales son: fluoruro de sodio, oxalato de potasio, citrato de sodio, ácido cítrico y EDTA. Crearon este tubo argumentando que el fluoruro de sodio es incapaz de inhibir la glucólisis en las primeras cuatro horas, por tal motivo se utiliza el citrato de sodio, el EDTA y el ácido cítrico con el fin de disminuir el pH y bloquear las enzimas dependientes del pH, que estarían activas en la etapa inicial de la cascada de glucólisis (Greiner Bio-One, 2021).

2.1.12 Método para determinar la glucosa

Se determinó la glucosa con un método enzimático colorimétrico de punto final de la marca Linear Chemicals. El método que se utiliza es el de Trinder, que cual fundamento es oxidar la glucosa a D-gluconato con la enzima glucosa oxidasa produciendo esta reacción el peróxido de hidrogeno. Este peróxido de hidrogeno y la enzima peroxidasa reaccionará con el fenol y la amino

antipirina formando la quinonaimina que le dará el color rojo característico a la prueba (Abardia, 2019).

III. MÉTODO

3.1 Tipo de investigación

La presente investigación es un estudio de tipo experimental, prospectivo y analítico.

3.2 Ámbito temporal y espacial

Este proyecto se realizó en el mes de mayo a agosto del año 2021 en el Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé.

3.3 Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Glucosa	Concentración de glucosa en sangre.	Nivel de glucosa en sangre	mg / dl	Cuantitativa Continua
Tubos al vacío	Sistema que permite extraer y colectar sangre intravenosa.	Tubo gris	Fluoruro de sodio y oxalato de potasio	Cualitativa
		Tubo rojo	Sin anticoagulante	
Tiempo	Intervalo desde la toma de muestra hasta la ejecución de la prueba.	0 2 4 6 8 24	Horas	Cuantitativa

3.4 Población y muestra

Población: la población para este estudio fue conformada por voluntarios del Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé.

Muestra: la muestra para este estudio estuvo constituido por 96 participantes.

El cálculo de la muestra se realizó de la siguiente manera:

$$n = \frac{z^2 \cdot p \cdot q}{d^2}$$

Dónde:

- $Z = 1.96$, para un error alfa de 0.05
- d : precisión del 10 %
- $p=50\%$: muestras que pueden tener reducción de glucosa en tubos normales.
- $q=50\%$: muestras que no tendrán reducción de la glucosa en tubos de fluoruro de sodio y oxalato de potasio.

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.50 \times 0.50}{0.10^2}$$

$$n = 96$$

- Criterios de inclusión:
 - Paciente que presenten vena visible.
 - Colaboración y disponibilidad del paciente.
- Criterios de exclusión:
 - Paciente con vena no visible.

3.5 Instrumentos

Para la recolección de datos se realizó pruebas de glucosa sanguínea en los intervalos de tiempo predeterminados, en cada una de las diversas muestras que se obtendrá. Se elaboro un instrumento de comparación basado en las horas, tipos de tubo y número de muestra para tener un control y de esta manera detectar los cambios en los resultados. Se ingreso los resultados a una base de datos para así obtener datos estadísticos útiles en esta investigación.

3.6 Procedimientos

- Procedimientos:
 - A. Se extrajo la sangre del antebrazo por venopunción llenando todos los tubos al vacío en el cual correspondían.
 - B. El primer día se realizó ocho análisis a cada muestra, en los tiempos correspondientes que fueron:
 - Al tomar la muestra, este resultado se tomó como control de cada muestra.
 - A las dos horas.
 - A las cuatro horas.
 - A las seis horas.
 - A las ocho horas.
 - C. El segundo día se realizó solo un análisis:
 - A las veinticuatro horas.
- Materiales:
 - Tubos al vacío sin anticoagulante (tapa roja)
 - Tubos al vacío con fluoruro de sodio (tapa gris)
 - Agujas
 - Capuchón
 - Algodón
 - Alcohol
 - Ligaduras
 - Guantes látex descartables
 - Reactivo de glucosa Linear Chemicals

- Cronómetro
- Equipos:
 - Equipo Kroma
 - Centrifuga

3.7 Análisis de datos

Para el análisis de datos se usó el programa Microsoft 365 Excel, donde se calculó las variaciones en las concentraciones de glucosa en sangre de los diferentes tubos, y así se representó mediante tablas y gráficos. Se utilizó el programa SPSS para validar las hipótesis.

3.8 Consideraciones éticas

Se presento un documento dirigido al jefe del área de laboratorio. El estudio conto con la participación voluntaria e informada de los trabajadores del Hospital San Bartolomé, solicitando la firma previa del consentimiento informado por parte del voluntario. Se tiene el debido cuidado para preservar el anonimato de los participantes.

IV. RESULTADOS

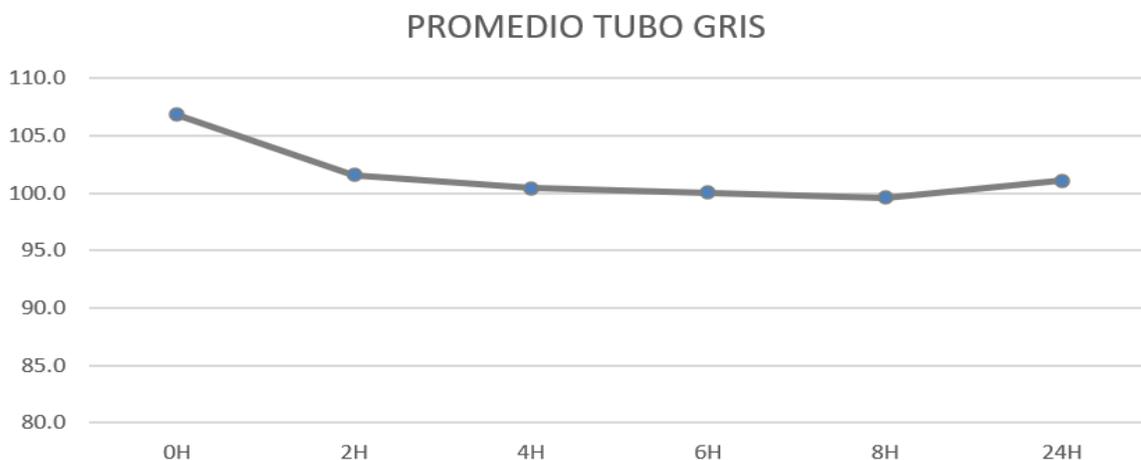
Se analizó la muestra de 96 voluntarios y se efectuó los cálculos estadísticos con los programas: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) y Microsoft Excel, obteniéndose los siguientes resultados:

En el tubo gris la disminución de la glucosa a las 2 horas es de 5.2 mg/dL; a las 4 horas se consumió la glucosa en 6.4 mg/dL; a las 6 horas, 6.8 mg/dL; en 8 horas la concentración de glucosa se redujo en 7.2 mg/dL; y en 24 horas disminuyó en 5.7 mg/dL (tabla 1).

Figura 1

Promedio de las concentraciones de glucosa en el tubo con fluoruro de sodio.

PROMEDIO TUBO GRIS	0H	2H	4H	6H	8H	24H
	106.8	101.6	100.4	100.0	99.6	101.1



Nota. La unidad de medida en la concentración de glucosa es mg/dL.

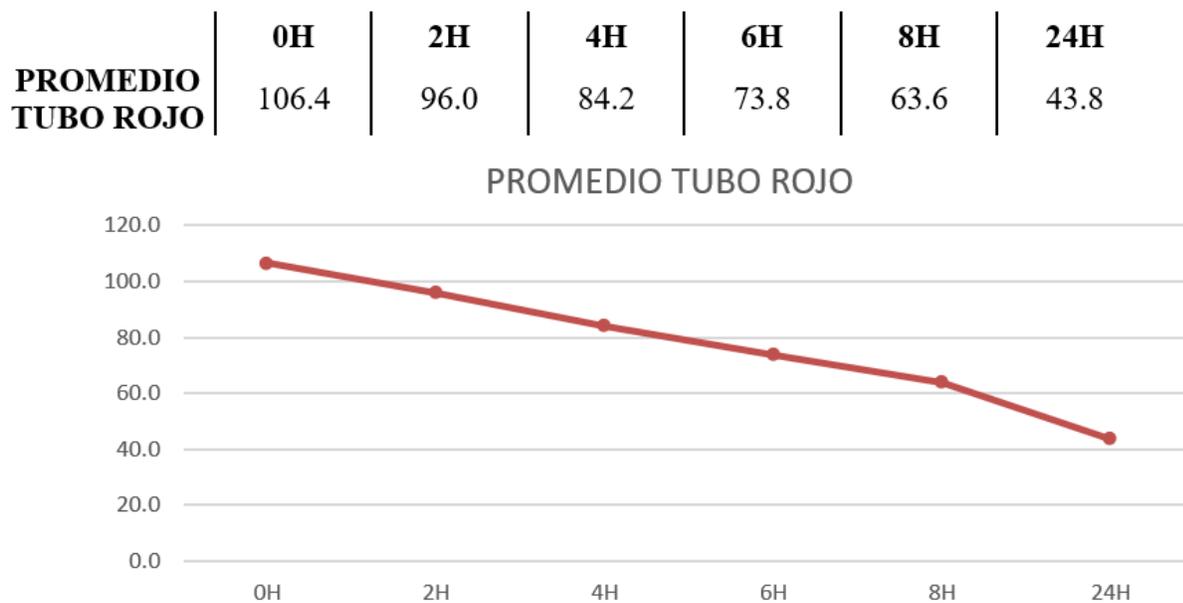
El promedio en los tubos con fluoruro de sodio, o tubos de tapa gris, se puede visualizar en la figura 1 como la concentración de glucosa disminuye en sus primeras cuatro horas, y luego mantiene su concentración.

La concentración de glucosa en los tubos con fluoruro de sodio disminuye un 5% a 7% sobre las 24 horas en promedio, observándose que el mayor porcentaje de disminución se da en las primeras dos horas reduciéndose el 5.02% de la concentración de glucosa basal. Las siguientes 6 horas el porcentaje de disminución de concentración de glucosa es menor del 2% adicional al porcentaje anterior (tabla 2).

También se calculó el promedio de todas las concentraciones de glucosa en los tubos sin anticoagulante (tapa roja) en cada hora estimada, en la figura 2 se puede observar cómo disminuye la glucosa al transcurrir el tiempo.

Figura 2

Promedio de las concentraciones de glucosa en el tubo sin anticoagulante.



Nota. La unidad de medida en la concentración de glucosa es mg/dL.

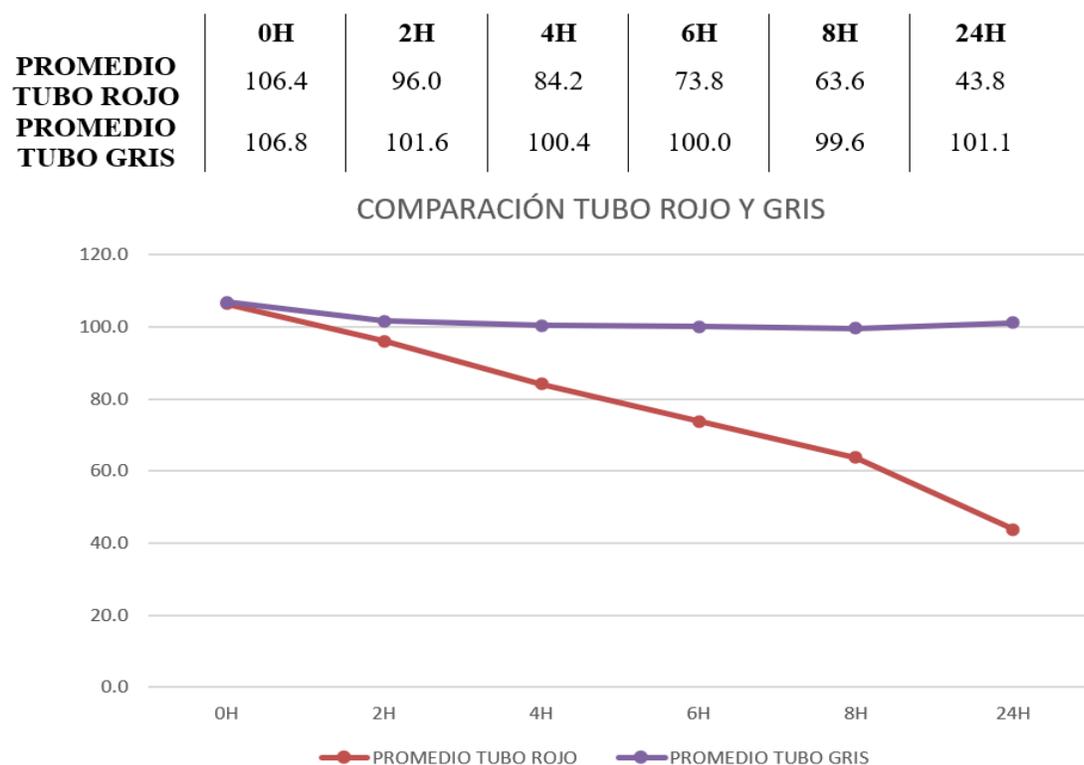
Las diferencias de concentraciones a distintas horas. Observándose que, transcurrido 2 horas de haberse tomado la muestra de sangre, la glucosa disminuyó en 10.5 mg/dL; a las 4 horas

de la obtención de la muestra se redujo la glucosa en 22.3 mg/dL; a las 6 horas disminuyo en 32.6 mg/dL; a las 8 horas bajo la concentración de glucosa en 42.8 mg/dL; y luego en 24 horas la glucosa disminuyo 62.6 mg/dL (tabla 3).

Las diferencias de concentraciones a distintas horas obteniéndose los resultados en porcentajes. Observándose lo siguiente: transcurrido 2 horas después de tomarse la muestra, la glucosa disminuyo un 10.19%; a las 4 horas de extraer la muestra se redujo en 21.72%; a las 8 horas bajo la concentración de glucosa en un 41.82% y luego en 24 horas la glucosa disminuyo 60.05% (tabla 4).

Figura 3

Comparación de promedios en la concentración de glucosa del tubo rojo y gris.



Nota. La unidad de medida en la concentración de glucosa es mg/dL.

En la figura 3 comparamos el tubo rojo y el tubo gris, y se puede observar como el tubo sin anticoagulante no mantiene la concentración de la glucosa, disminuyéndose al pasar el tiempo, a comparación del tubo con fluoruro de sodio que sí mantiene la concentración de glucosa.

Tabla 1

Tubo gris. Promedio de la disminución de glucosa en cada hora estimada.

Tubo Gris	0 – 2 H	0 – 4 H	0 – 6 H	0 – 8 H	0 – 24 H
Promedio	5.2	6.4	6.8	7.2	5.7
Mínimo valor	0.0	0.3	0.0	0.5	-10.4
Máximo valor	15.0	17.8	17.7	18.7	14.7

Nota. La unidad de medida en la concentración de glucosa es mg/dL.

Tabla 3

Tubo rojo. Promedio de la disminución de glucosa en cada hora estimada.

Tubos Rojos	0 – 2 H	0 – 4 H	0 – 6 H	0 – 8 H	0 – 24 H
Promedio	10.5	22.3	32.6	42.8	62.6
Mínimo valor	6.2	13.1	20.5	29.7	46.0
Máximo valor	19.2	35.0	49.4	62.5	137.8

Nota. La unidad de medida en la concentración de glucosa es mg/dL. Fuente: elaboración propia en base al análisis estadístico.

V. DISCUSIÓN

En el presente estudio se ha demostrado la hipótesis principal, referente a que en los tubos tapa gris, que contienen el fluoruro de sodio y el oxalato de potasio, presentan una menor disminución del nivel de glucosa (figura 1) en comparación con el tubo rojo (figura 2); manteniéndose por arriba de 100 mg hasta las 24 horas (figura 3). Esto se explica debido al hecho que, en este tipo de tubo, se evita la glicolisis producida por los eritrocitos, lo que está relacionado a la capacidad del fluoruro de sodio para inhibir la enzima enolasa de la glucólisis como refiere Dimeski, G., et al (2015).

También se confirmó la hipótesis 2 al realizar el estudio: que la glucosa en las muestras de los tubos sin anticoagulante o de tapa roja disminuye conforme va transcurriendo el tiempo, $p < 0.005$ (Prueba de Friedman, Anexo Nro.2, fig. 5). Lo que permite obtener resultados no fiables. Este hallazgo es explicado por Turchiano, M., et al (2013). En el que considera que uno de factores más importantes en la disminución de la glucosa son los eritrocitos. La cantidad de glucosa disminuida es proporcional al número de glóbulos rojos; mientras mayor sea el número de estas células, la cantidad de glucosa que disminuye es mayor. Por ello se calculó la diferencia de concentraciones mínima y máxima de cada hora estimada (tablas 1 y 3), para conocer la variabilidad que existe en estas diferencias de resultados en las distintas muestras. Esta variabilidad depende del número de células sanguíneas que se presente en cada muestra. Por ello se debe tener en cuenta que al sumar la cantidad del promedio de disminución de glucosa en los intervalos de tiempo que calculamos, al valor obtenido de la muestra que se ha tomado después de horas, este no será el valor real de la concentración de glucosa, pero si será un valor aproximado. El resultado aproximado (concentración de la muestra después de horas + promedio calculado disminución de glucosa por

horas) nos ayudara a determinar: si es necesario conseguir una nueva muestra del paciente tomado con el tubo de tapa gris o el paciente se acerque al establecimiento de salud o laboratorio.

Se hipotetizo (hipótesis 3) que la variación de la concentración de glucosa en el tubo que contiene fluoruro de sodio será menor de 8 mg/dL en las primeras 4 horas. Este resultado es cercano al obtenido en este estudio, donde se obtuvo una reducción media de glucosa de 6.4 mg/dL a las cuatro horas de haberse tomado la muestra (Prueba $T < 0.05$).

Bonetti, G., et al. (2016) en sus resultados obtuvieron que la disminución de la glucosa, después de 4 horas a temperatura ambiente, en los tubos con fluoruro de sodio fue de 11.17 mg/dL (0.62mmol/L).

La disminución de glucosa en los tubos de tapa gris se da hasta las 4 horas de iniciada la toma de muestra, siendo las dos primeras horas donde la concentración de glucosa disminuye en mayor proporción. En el trabajo de Dimeski el descenso porcentual de la glucosa con los tubos de tapa gris a las 2 horas fue de 7% y a las 4 horas fue de 8.5%. Los porcentajes de esta investigación fueron 5,02% a las 2 horas y 6,17% a las 4 horas.

En nuestra última hipótesis específica, se concluye que la concentración de glucosa se mantiene hasta por 24 horas en tubos que contienen fluoruro de sodio, mientras que cambia en los tubos sin anticoagulante. Figura 3. Prueba $T < 0.005$.

Esto se asemeja a lo expuesto por Marroquín, M., Rivera, Z. y Sánchez, K. (2016) en su investigación, ellos obtuvieron en los tubos de fluoruro de sodio que la glucosa se mantenía constante al transcurrir el tiempo hasta las 48 horas, a diferencia de los tubos sin anticoagulante que la concentración de glucosa disminuyo 21mg/dL en 24 horas.

Consideramos que es muy importante conocer las características de los tubos al vacío y elegir el idóneo según la situación que se nos presente. De esta manera, podemos ayudar a diagnosticar la diabetes en forma más exacta.

VI. CONCLUSIONES

- Con los resultados obtenidos concluimos que la variación de la concentración de la glucosa en el tubo con fluoruro de sodio es menor que la variación en el tubo sin anticoagulante.
- La concentración de glucosa en el tubo que contiene fluoruro de sodio y oxalato de potasio, se mantendrán hasta por 24 horas, mientras que en el tubo sin anticoagulante habrá variaciones.
- Entre mayor tiempo transcurrido la concentración de la glucosa en las muestras de los tubos sin anticoagulante será diferente, por lo que afectará la obtención de resultados confiables. Debido a la variabilidad de las muestras, los promedios calculados deben usarse como guía en lugar de aceptarlo como resultados reales.
- El fluoruro de sodio inhibe la glucólisis completamente después de 4 horas tomada la muestra, variando un 6.17% de la concentración basal. A partir de las 4 horas la concentración de glucosa deja de disminuir al inhibirse la glucolisis completamente.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que se utilice tubos que contenga fluoruro de sodio o tubos de tapa gris, a los laboratorios que cuenten con toma de muestra a domicilio o realicen campañas de salud donde se va a procesar las muestras después de horas.

- Se recomienda a los laboratorios que realicen pruebas de concentración de glucosa en sangre procesen las muestras de sangre después de haberlas tomado, si no es posible hacerlo se debe centrifugar inmediatamente para separar el suero de las células sanguíneas o también podríamos utilizar tubos de tapa amarilla y centrifugarlo.

- Los laboratorios que utilicen tubos de tapa roja (no recomendado), es necesario indicar la hora de toma de muestra para tener una referencia del valor real de la glucosa y anticiparnos a las complicaciones que tendrá el paciente.

- Los promedios obtenidos se deben tomar como valores referenciales, no tomarlos como reales. Estos valores referenciales nos ayudaran a tomar mejores decisiones para el bienestar del paciente.

VIII. REFERENCIAS

- Abardia, C. (2019). Empleo de medidores de glucosa comerciales (glucómetros) para la detección de ADN. *Universidad de Oviedo*, 23-24. Obtenido de <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/59519/Trabajo%20Final%20de%20M%c3%a1ster%20CLARA%20ABARD%c3%8dA%20SERRANO.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- American Diabetes Association. (2021). Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes-2021. *Diabetes Care*, 44(Suppl. 1), S73-S84. <https://doi.org/10.2337/dc21-S006>
- Baynes, J. W., y Dominiczak, M. H. (2019). *Bioquímica Médica* (5.^a ed.). Elsevier Health Sciences.
- Becton, Dickinson and Company. (2014). *BD - Mexico—Vacutainer—Acerca de BD Vacutainer®*. <http://promac.mx/wp-content/uploads/2015/12/BD-Vacutainer-1.pdf>
- Bermúdez, V., Bermúdez, F., Arraiz, N., Leal, E., Linares, S., Mengual, E., Valdelamar, L., Rodríguez, M., Seyfi, H., Amell, A., Carrillo, M., Silva, C., Acosta, A., Añez, J., Andara, C., Angulo, V., y Martins, G. (2007). Biología molecular de los transportadores de glucosa: Clasificación, estructura y distribución. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 26(2), 76-86 http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-02642007000200002&lng=es&tlng=es.
- Bonetti, G., Cancelli, V., Coccoli, G., Piccinelli, G., Brugnoli, D., Caimi, L., y Carta, M. (2016). Which sample tube should be used for routine glucose determination? *Primary Care Diabetes*, 10(3), 227-232. <https://doi.org/10.1016/j.pcd.2015.11.003>

- Carbó, R., y Guarner, V. (2003). Cambios en el metabolismo cardíaco y su posible aprovechamiento en la terapéutica (Parte I). *Archivos de cardiología de México*, 73(3), 218-229. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-99402003000300008
- Carrillo, R., y Bernabé, A. (2019). Diabetes mellitus tipo 2 en Perú: Una revisión sistemática sobre la prevalencia e incidencia en población general. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 36(1), 26-36. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342019000100005 <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2019.361.4027>
- Carta, M., Giavarina, D., Paternoster, A., y Bonetti, G. (2020). Glucose meters: ¿What is the laboratory reference glucose? *Journal of Medical Biochemistry*, 39(1), 32-39. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7282230/>
- Castrejón, V., Carbó, R., y Martínez, M. (2007). *Mecanismos moleculares que intervienen en el transporte de la glucosa*. REB 26(2): 49-57, 2007. http://www.facmed.unam.mx/publicaciones/ampb/numeros/2007/02/e_TranspoGlucosa.pdf
- Devlin, T. (1999). *Bioquímica: Libro de texto con aplicaciones clínicas* (3.^a ed.). Reverte.
- Dharmasena, I. A., Siriwardhana, D., y Attanayake, A. P. (2021). Effect of Sample Volume Variation and Delay in Analysis on Plasma Glucose Concentration in Sri Lankan Healthy Adults. *Scientifica*, 2021, e6061206. <https://doi.org/10.1155/2021/6061206>
- Díaz Hernández, D. P., y Herrera, L. C. B. (2002). ¿Cómo se transporta la glucosa a través de la membrana celular? *Iatreia*, pp. 179-189. <http://www.scielo.org.co/pdf/iat/v15n3/v15n3a4.pdf>

- Díaz, O., Cabrera, E., Orlandi, N., Araña, M. de J., y Díaz, O. (2011). Aspectos epidemiológicos de la prediabetes, diagnóstico y clasificación. *Revista Cubana de Endocrinología*, 22(1), 3-10. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-29532011000100003&lng=es&tlng=es.
- Dimeski, G., Yow, K. S., y Brown, N. N. (2015). What is the most suitable blood collection tube for glucose estimation? *Annals of Clinical Biochemistry*, 52(2), 270-275. <https://doi.org/10.1177/0004563214544708>
- Donayre, P., Zeballos, H., y Sánchez, B. (2013). Realidad de la fase pre-analítica en el laboratorio clínico. *Revista Médica Herediana*, 24(4), 325-326. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2013000400013&lng=es&tlng=es.
- D'Orazio, P., Burnett, R. W., Fogh-Andersen, N., Jacobs, E., Kuwa, K., Külpmann, W. R., Larsson, L., Lewenstam, A., Maas, A. H., Mager, G., Naskalski, J. W., y Okorodudu, A. O. (2005). Approved IFCC Recommendation on Reporting Results for Blood Glucose (Abbreviated). *Clinical Chemistry*, 51(9), 1573-1576. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2005.051979>
- Feduchi, E., Blasco, I., Romero, C., y Yañez, E. (2014). *Bioquímica: Conceptos esenciales* (1.^a ed.). Ed. Médica Panamericana.
- Garrido, A., y Teijón, J. (2006). *Fundamentos de bioquímica metabólica* (3.^a ed.). Editorial Tebar.
- González Ramos, Y., Acosta Fonseca, M., Ríos Alberdi, E., Quintana Marrero, A., y Marrero Gil, A. (2016). Caracterización del inicio de la diabetes mellitus tipo 1 en menores de 18 años. *Revista Finlay*, 6(4), 265-273.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2221-24342016000400003&lng=es&tlng=es.

Greiner Bio-One. (2021). *Glucose stabilisation right from the beginning*.

<https://www.gbo.com/en-ch/press-events/press/article/glucose-stabilisation-right-from-the-beginning>

Hall, J. E. (2012). *Guyton y Hall, Compendio de fisiología médica*. Elsevier España.

Harvey, R. A., y Ferrier, D. R. (2011). *Bioquímica*. Lippincott Williams y Wilkins.

Herrera, E., Ramos, M. del P., Roca, P. y Viana, M. (2014). *Bioquímica básica. Base molecular de los procesos fisiológicos*. Elsevier España.

Horton, H. R., Moran, L. A., Scrimgeour, K. G., Perry, M. D. y Rawn, J. D. (2008). *Principios de bioquímica*. Pearson Educación.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019). *PERÚ: Enfermedades No Transmisibles y Transmisibles, 2019*.

https://proyectos.inei.gob.pe/endes/2019/SALUD/ENFERMEDADES_ENDES_2019.pdf

Jaramillo, P., Zapata, J., Mesa, Y., Mariana, O. y Arévalo, K. (2020). Comparación de parámetros hematológicos y morfología celular en muestras de sangre con EDTA K2 y EDTA K3. *Medicina y Laboratorio*, 24(2), 131-140. <https://www.medigraphic.com/pdfs/medlab/myl-2020/myl202d.pdf>

Jiménez, M. (2000). Diabetes mellitus: Actualización. *Acta Médica Costarricense*, 42(2), 53-65.

Juricic, G., Bakliza, A., Saracevic, A., Kopcinovic, L. M., Dobrijevic, S., Drmic, S. y Simundic, A.-M. (2016). Glucose is stable during prolonged storage in un-centrifuged Greiner tubes with liquid citrate buffer, but not in serum and NaF/KOx tubes. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 54(3), 411-418. <https://doi.org/10.1515/cclm-2015-0746>

- Kang, J. G., Park, C.-Y., Ihm, S.-H. y Park, S. W. (2016). A Potential Issue with Screening Prediabetes or Diabetes Using Serum Glucose: A Delay in Diagnosis. *Diabetes & Metabolism Journal*, 40(5), 414-417. <https://doi.org/10.4093/dmj.2016.40.5.414>
- Koolman, J. y Röhm, K.-H. (2012). *Bioquímica Humana: Texto y Atlas* (4.^a Ed.). Editorial Médica Panamericana S.A.
- Le Roux, C. W., Wilkinson, S. D., Pavitt, D. V., Muller, B. R. y Alaghband-Zadeh, J. (2004). A new antiglycolytic agent. *Annals of Clinical Biochemistry*, 41(Pt 1), 43-46. <https://doi.org/10.1258/000456304322664681>
- Lehninger, A. (2007). *Principios de bioquímica* (5.^a ed.). Ediciones Omega, S.A.
- Marroquín Leiva, M. V., Rivera, Z. C. y Sánchez Nerio, K. B. (2016). *Análisis comparativo de la reducción de la glucosa en el tubo sin anticoagulante y el tubo que contiene Fluoruro de Sodio y Oxalato de Potasio utilizados en el Hospital Nacional Rosales de Marzo a abril del año 2016* [Bachelor, Universidad de El Salvador]. <https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/c3cf9014-fb15-4829-b805-5ab0312fb2e1/content>
- Mathews, C., Ahern, K. y Van Holde, K. (2002). *Bioquímica* (3.^a ed.). Pearson Educación.
- Pérez, O., Saba, T., Padrón, M. y Molina, R. (2012). Diabetes mellitus gestacional. *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo*, 10, 22-33. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-31102012000400005&lng=es&tlng=es.
- ReactLab. (24 julio de 2020). *Cómo elegir el tubo de recolección de sangre correcto*. <https://reactlab.com.ec/cientifico/como-elegir-el-tubo-de-recoleccion-de-sangre-correcto/>

- Rivas, E., Zerquera, G., Hernández, C. y Vicente, B. (2017). Manejo práctico del paciente con diabetes mellitus en la Atención Primaria de Salud. *Revista Finlay*, 7(1), 229-250.
<https://revfinlay.sld.cu/index.php/finlay/article/view/69/1233>
- Rojas de P, E., Molina, R. y Rodríguez, C. (2012). Definición, clasificación y diagnóstico de la diabetes mellitus. *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo*, 10(Supl.1),7-12.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-31102012000400003&lng=es&tlng=es.
- Sandoval, R. de J., Vargas, B., Flores, L. J. y Gurrola, C. (2016). Glucotransportadores (GLUT): Aspectos clínicos, moleculares y genéticos. *Gaceta Médica de México*, 11-152:547-57.
https://www.anmm.org.mx/GMM/2016/n4/GMM_152_2016_4_547-557.pdf
- Sociedad Peruana de Endocrinología. (2008). *Guía peruana de diagnóstico, control y tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2*.
<https://www.endocrinoperu.org/sites/default/files/Guia%20Peruana%20de%20Diagn%C3%B3stico%20Control%20y%20Tratamiento%20de%20la%20Diabetes%20Mellitus%202008.pdf>
- Turchiano, M., Nguyen, C., Fierman, A., Lifshitz, M. y Convit, A. (2013). Impact of Blood Sample Collection and Processing Methods on Glucose Levels in Community Outreach Studies. *Journal of Environmental and Public Health*, 2013, e256151.
<https://doi.org/10.1155/2013/256151>
- Vásquez Urday, C. E. (1992). *Química*. Asociación Editora Stella.
- Villarreal, Y., Briceño, Y. y Paoli, M. (2015). Diabetes mellitus tipo 1: Características clínicas y demográficas en pacientes del servicio de endocrinología del Instituto Autónomo Hospital Universitario de los Andes, Mérida, Venezuela. *Revista Venezolana de Endocrinología y*

Metabolismo, 13(1), 33-47. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-31102015000100005&lng=es&tlng=es.

IX. ANEXO

ANEXO A. Matriz de consistencia

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA		
Problema Principal	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Población	Instrumento
¿Cuál es la variación al determinar la concentración de glucosa sanguínea empleando los tubos sin anticoagulante en comparación con los tubos que contienen fluoruro de sodio, utilizados en el área de laboratorio clínico del Hospital San Bartolomé?	Conocer la variación al determinar la concentración de glucosa sanguínea empleando los tubos sin anticoagulante en comparación con los tubos que contienen fluoruro de sodio, utilizados en el área de laboratorio clínico del Hospital San Bartolomé.	La variación de la concentración de la glucosa en el tubo con fluoruro de sodio es menor que la concentración en el tubo sin anticoagulante.	<ul style="list-style-type: none"> • Glucosa • Tubos al vacío • Tiempo 	La población para este estudio está conformada por voluntarios del Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé.	Para la recolección de datos realizaremos el examen de la glucosa en los intervalos de tiempo establecidos, a cada una de las diferentes muestras que se obtendrá. Se tiene que elaborar un instrumento de comparación basado en las horas, tipos de tubo y número de muestra para tener un control y de esta manera detectar los cambios en los resultados.

Problemas Especifico	Objetivos Especificos	Hipótesis Especificas	Tipo y Diseño de Investigación	Muestra	Análisis De Datos
¿En cuánto varia la concentración de glucosa entre las diferentes mediciones en los tiempos considerados en los dos tubos al vacío?	Determinar la variación en la concentración de glucosa entre las diferentes mediciones en los tiempos considerados en los dos tubos al vacío	Al transcurrir el tiempo, la concentración de glucosa en las muestras de tubos sin anticoagulantes será diferente, lo que impedirá obtener resultados fiables.	La presente investigación es un estudio de tipo experimental, prospectivo y analítico.	La muestra será constituida por voluntarios del Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé y cumplan con los criterios de inclusión y exclusión.	Se ingresará los resultados a una base de datos para así obtener datos estadísticos útiles en esta investigación.
¿Cómo influye el tiempo para obtener resultados confiables al medir la glucosa en sangre?	Analizar cómo influye el tiempo para obtener resultados confiables al medir la glucosa en sangre.	Las concentraciones de glucosa se mantendrán hasta por 24 horas en tubos que contienen fluoruro de sodio, mientras que los cambios ocurrirán en los tubos sin anticoagulante.			
¿En cuánto disminuye la concentración de glucosa en ambos tubos en un periodo de 24 horas?	Establecer en cuánto disminuye la concentración de glucosa en ambos tubos en un periodo de 24 horas.				
¿Cuánto se reduce la concentración de la glucosa en los tubos de tapa gris las primeras 4 horas?	Determinar por cuánto se reduce la concentración de la glucosa en los tubos de tapa gris las primeras 4 horas.	La variación de la concentración de glucosa en el tubo que contiene fluoruro de sodio y oxalato de potasio será menor de 8 mg/dL en las primeras 4 horas.			

ANEXO B. Autorización para realizar el proyecto de tesis



Hospital Nacional Docente Madre Niño "San Bartolomé"

Oficina de Apoyo a Docencia e Investigación



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Lima, 11 de enero de 2022

OFICIO N° 0026 -2022-OADI-HONADOMANI-SB

JEANCARLO MAURICIO GONZALES LÓPEZ

Investigador principal

Presente.-

Expediente N°17391-21

Tengo el agrado de dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y en relación al Proyecto de Tesis titulado:

"DETERMINACIÓN DE LA GLICEMIA: ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE EL TUBO SIN ANTICOAGULANTE Y EL QUE CONTIENE FLUORURO DE SODIO"

Al respecto se informa lo siguiente:

El planteamiento del tema, la metodología estadística propuesta, así como el plan de análisis de los resultados a obtener son apropiados para el estudio.

Conclusión:

El Comité Investigación del HONADOMANI San Bartolomé y el Comité Institucional de Ética en Investigación, aprueban de manera expedita el proyecto de Investigación con Exp. N°17391-21.

Hago propicia la oportunidad para renovar los sentimientos de nuestra consideración y estima personal.

Atentamente.

MINISTERIO DE SALUD
HOSPITAL NACIONAL DOCENTE MADRE NIÑO
"SAN BARTOLOME"

MC. GUILLERMO RAÚL VÁSQUEZ GÓMEZ
Jefe de la Oficina de Apoyo a la Docencia e Investigación
CMP 024514 - RNE 12113



GVG/vma
cc.archivo

Av. Alfonso Ugarte 825 4to piso/Lima Perú

Teléfono 2010400 anexo 162

ANEXO C. Tabla de resultados

Tabla 1

Tubo gris. Promedio de la disminución de glucosa en cada hora estimada.

Tubo Gris	0 – 2 H	0 – 4 H	0 – 6 H	0 – 8 H	0 – 24 H
Promedio	5.2	6.4	6.8	7.2	5.7
Mínimo valor	0.0	0.3	0.0	0.5	-10.4
Máximo valor	15.0	17.8	17.7	18.7	14.7

Nota. La unidad de medida en la concentración de glucosa es mg/dL.

Tabla 2

Tubo gris. Porcentaje de los promedios en la disminución de glucosa en cada hora estimada.

Tubo Gris	0 – 2 H	0 – 4 H	0 – 6 H	0 – 8 H	0 – 24 H
Promedio	5.02%	6.17%	6.58%	6.93%	5.61%
Mínimo valor	0.00%	0.25%	0.00%	0.55%	-9.50%
Máximo valor	13.03%	12.69%	15.18%	14.85%	13.78%

Nota. Fuente: Elaboración propia en base al análisis estadístico.

Tabla 3

Tubo rojo. Promedio de la disminución de glucosa en cada hora estimada.

Tubos Rojos	0 – 2 H	0 – 4 H	0 – 6 H	0 – 8 H	0 – 24 H
Promedio	10.5	22.3	32.6	42.8	62.6
Mínimo valor	6.2	13.1	20.5	29.7	46.0
Máximo valor	19.2	35.0	49.4	62.5	137.8

Nota. La unidad de medida en la concentración de glucosa es mg/dL. Fuente: elaboración propia en base al análisis estadístico.

Tabla 4

Tubo rojo. Porcentaje de los promedios en la disminución de glucosa en cada hora estimada.

Tubos Rojos	0 – 2 H	0 – 4 H	0 – 6 H	0 – 8 H	0 – 24 H
Promedio	10.19%	21.72%	31.96%	41.82%	60.05%
Mínimo valor	3.6%	8.9%	12.0%	16.6%	40.4%
Máximo valor	17.1%	34.8%	53.9%	62.8%	77.4%

Nota. Fuente: Elaboración propia en base al análisis estadístico.

ANEXO D. Comprobación de hipótesis

Hipótesis general

Nivel de significancia: 0.05

Hipótesis:

H₀: La variación de la concentración de la glucosa en el tubo con fluoruro de sodio es mayor o igual a la concentración en el tubo sin anticoagulante.

H₁: La variación de la concentración de la glucosa en el tubo con fluoruro de sodio es menor a la concentración en el tubo sin anticoagulante.

Figura 4

Cálculos realizados con prueba de Mann-Whitney para validación de hipótesis.

Prueba de Mann-Whitney

		Rangos			
		TUBO	N	Rango promedio	Suma de rangos
Desviacion Estandar	ROJO		96	144,50	13872,00
	GRIS		96	48,50	4656,00
	Total		192		

Estadísticos de prueba^a

	Desviacion Estandar
U de Mann-Whitney	,000
W de Wilcoxon	4656,000
Z	-11,969
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Variable de agrupación: TUBO

Conclusión: Como el p valor o Sig. asintótica(bilateral) es menor al nivel de significancia 0.05 entonces rechazamos la hipótesis nula y aprobamos la hipótesis alterna y afirmamos que: La

variación de la concentración de la glucosa en el tubo con fluoruro de sodio es menor a la variación en el tubo sin anticoagulante.

Hipótesis específica 1

Nivel de significancia: 0.05

Hipótesis:

Ho: Al transcurrir el tiempo, la concentración de glucosa en las muestras de tubos sin anticoagulantes no será diferente, obteniendo resultados confiables.

H1: Al transcurrir el tiempo, la concentración de glucosa en las muestras de tubos sin anticoagulantes será diferente, lo que impedirá obtener resultados confiables.

Figura 5

Cálculos realizados con prueba de Friedman para validación de hipótesis.

Prueba de Friedman

Rangos	
	Rango promedio
0H	6,00
2H	5,00
4H	3,99
6H	3,01
8H	2,00
24H	1,00

Estadísticos de prueba^a

N	95
Chi-cuadrado	474,435
gl	5
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

Conclusión: Como el p valor o Sig. asintótica(bilateral) es menor a al nivel de significancia 0.05 entonces rechazamos la hipótesis nula y aprobamos la alterna y afirmamos que: Entre mayor tiempo transcurrido la concentración de la glucosa en las muestras de los tubos sin anticoagulante será diferente, por lo que afectará la obtención de resultados confiables.

Hipótesis específica 2

Nivel de significancia: 0.05

Hipótesis:

H₀: La variación de la concentración de glucosa en el tubo que contiene fluoruro de sodio y oxalato de potasio será no menor de 8 mg/dL en las primeras 4 horas.

H₁: La variación de la concentración de glucosa en el tubo que contiene fluoruro de sodio y oxalato de potasio será menor de 8 mg/dL en las primeras 4 horas.

Figura 6

Promedio de la disminución de glucosa en cada hora estimada.

Tubo Gris	0h - 2h	0h - 4h	0h - 6h	0h - 8h	0h -24h
Promedio	5.2	6.4	6.8	7.2	5.7

Nota. Se puede observar que la concentración de glucosa después de 4 horas de haber sido tomada la muestra se redujo en 6.4 mg/dL.

Figura 7

Cálculos realizados con prueba T para validación de hipótesis.

Estadísticas para una muestra						
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio		
VARIA4HORAS	96	6,3990	3,14574	,32106		

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 8						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
VARIA4HORAS	-4,987	95	,000	-1,60104	-2,2384	-,9637

Conclusión: Como el p valor o Sig. asintótica(bilateral) es menor a al nivel de significancia 0.05 entonces rechazamos la hipótesis nula y aprobamos la alterna y afirmamos que: La variación de la concentración de glucosa en el tubo que contiene fluoruro de sodio y oxalato de potasio será menor de 8 mg/dL en las primeras 4 horas.

Hipótesis específica 3

Nivel de significancia: 0.05

Hipótesis:

Ho: La concentración de glucosa en el tubo que contiene fluoruro de sodio y oxalato de potasio no se mantendrán hasta por 24 horas, mientras que en el tubo sin anticoagulante no habrá variaciones.

H1: La concentración de glucosa en el tubo que contiene fluoruro de sodio y oxalato de potasio, se mantendrán hasta por 24 horas, mientras que en el tubo sin anticoagulante habrá variaciones.

Figura 8

Cálculos realizados con prueba T para validación de hipótesis.

Prueba T

Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Var24horas	96	,0691	,02772	,00283

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 0.08						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Var24horas	-3,854	95	,000	-,01090	-,0165	-,0053

Conclusión: Como el p valor o Sig. asintótica(bilateral) es menor a al nivel de significancia 0.05 entonces rechazamos la hipótesis nula y aprobamos la alterna y afirmamos que: La concentración de glucosa en el tubo que contiene fluoruro de sodio y oxalato de potasio, se mantendrán hasta por 24 horas, mientras que en el tubo sin anticoagulante habrá variaciones.

ANEXO E. Tabla de control en los resultados de glucosa

MUESTRA	TIEMPO					
	0H	2H	4H	6H	8H	24H
ROJO						
GRIS						

MUESTRA	TIEMPO					
	0H	2H	4H	6H	8H	24H
ROJO						
GRIS						

MUESTRA	TIEMPO					
	0H	2H	4H	6H	8H	24H
ROJO						
GRIS						

MUESTRA	TIEMPO					
	0H	2H	4H	6H	8H	24H
ROJO						
GRIS						

MUESTRA	TIEMPO					
	0H	2H	4H	6H	8H	24H
ROJO						
GRIS						

ANEXO F. Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado voluntario/a:

El propósito de este documento es informarle sobre el procedimiento de toma de muestra de sangre que se llevará a cabo para realizar exámenes de glucosa en sangre. La toma de muestra de sangre es un procedimiento médico seguro y común utilizado para obtener información importante sobre la salud. Sin embargo, como con cualquier procedimiento médico, existen riesgos y posibles complicaciones asociadas con la toma de muestra de sangre. Al firmar este consentimiento, usted reconoce que ha sido informado/a adecuadamente y entiende los riesgos y beneficios de la prueba.

Procedimiento:

- El voluntario/a será acompañado/a un área designada donde se tomará la muestra de sangre.
- Se le limpiará la piel con alcohol antes de la toma de muestra.
- Se le insertará una aguja en la vena y se recolectará una pequeña cantidad de sangre para realizar la prueba de glucosa en sangre.
- La muestra de sangre se procesará en un laboratorio para obtener los resultados.

Riesgos:

- Puede haber dolor o malestar temporal en el brazo después de la toma de muestra.
- En raras ocasiones, pueden ocurrir moretones.

Beneficios:

- Los resultados de la prueba pueden ayudar a detectar problemas de salud relacionados con la glucosa en sangre.

Al firmar este consentimiento, usted reconoce que ha leído y comprende la información mostrada y que ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. También reconoce que está de acuerdo en participar en el procedimiento de toma de muestra de sangre para realizar exámenes de glucosa en sangre.

Nombre del voluntario: _____

Firma del voluntario/a: _____ Fecha: _____

ANEXO G. Resultados de tubos**RESULTADOS DE TUBOS SIN ANTICOAGULANTE**

MUESTRAS	0H	2H	4H	6H	8H	24H
001A	112.3	100.3	83.1	70.9	60.2	41.4
002A	90.1	83.8	74.4	69.6	55.3	35.6
003A	97.2	87.4	73.5	63.5	52.2	34.9
004A	91.7	82.9	74.4	65.1	53.3	30.7
005A	123.3	115.5	99.6	89.9	73.8	57.3
006A	150.3	138.4	123.7	118.1	105.8	79.8
007A	98.1	89.8	72.3	68.1	54.8	35.3
008A	212.3	204.7	192.8	180.4	166.5	84.9
009A	86.8	73.2	57.9	47.8	38.7	19.6
010A	97.0	88.8	76.7	64.4	58.0	37.9
011A	103.0	92.8	81.5	75.1	69.9	45.8
012A	96.3	88.3	75.9	58.5	41.5	26.2
013A	98.3	83.5	69.8	58.1	48.0	37.7
014A	93.5	81.7	65.2	48.5	41.0	23.6
015A	97.8	89.4	80.8	63.9	52.4	35.5
016A	78.6	71.6	57.4	49.8	39.7	26.3
017A	87.7	77.7	62.3	54.3	49.6	39.9
018A	96.8	84.4	79.0	64.3	51.7	41.2
019A	99.9	89.7	69.1	56.1	47.9	37.5
020A	95.8	81.1	72.0	58.9	49.1	41.5
021A	104.2	91.4	83.8	73.9	61.9	50.8
022A	121.5	112.1	100.8	91.7	79.6	55.5
023A	87.5	78.9	69.9	60.8	50.2	37.9
024A	81.6	71.0	62.3	54.1	43.9	35.1
025A	95.1	81.3	74.6	65.8	57.6	48.1
026A	96.2	82.7	69.5	59.1	52.9	41.9
027A	133.8	118.4	104.9	93.8	80.0	55.7
028A	119.6	108.7	93.2	76.0	63.5	45.8
029A	98.9	87.5	69.0	60.1	51.4	35.4
030A	93.3	83.4	68.5	57.4	49.2	36.9
031A	89.9	76.3	66.1	55.7	47.5	30.1
032A	109.2	95.6	81.6	68.6	52.8	40.9
033A	86.3	76.6	65.1	55.8	48.7	38.3
034A	100.8	90.2	75.7	60.2	51.9	39.9
035A	88.1	81.5	72.9	62	55	36
036A	104.8	94.1	85.4	73.4	59.8	37
037A	87.8	80.4	71.8	59.4	50.5	30.4

038A	107.3	97.8	86.7	74.3	65.4	41.3
039A	112.2	100.8	90.8	78.1	66.6	45.9
040A	95.4	86.5	77.4	66.4	58.6	43.2
041A	72.3	66.1	59.2	51.4	42.6	25.1
042A	72.6	65.8	57.8	48.7	39.2	26.6
043A	71.8	64	55.8	45.4	35.7	22.4
044A	91.1	83.4	74.2	59.7	46.4	24.6
045A	88.9	81.2	72.5	61.4	51.2	34.3
046A	105.8	94.9	85.9	75.1	64.2	49.1
047A	106.4	95.7	86.2	76.6	64.5	44.7
048A	115.0	102.4	92.3	81.7	72.5	54.2
049A	97.2	85.9	69.3	59.7	49.9	34.2
050A	105.5	91.2	80.3	73.9	69.1	55.9
051A	130.9	116.4	102.4	92.2	85.8	60.7
052A	102.0	95.5	78.3	68.5	61.9	48.6
053A	103.3	91.1	77.9	69.8	57.2	47.5
054A	111.1	98.4	86.1	74.6	63.4	45.6
055A	106.5	94.3	82.8	71.6	56.2	38.3
056A	69.0	61.5	49.7	40.1	33.2	19.5
057A	341.5	326.3	311.1	300.4	284.8	203.7
058A	99.1	85.7	74.8	60.7	47.2	30.9
059A	102.5	91.3	80.2	68.9	56.4	48.7
060A	83.5	73.0	65.9	56.7	44.1	26.3
061A	125.6	115.9	101.1	92.2	81.3	58.4
062A	91.9	81.2	65.2	49.3	41.5	29.9
063A	91.7	78.7	59.8	42.3	34.1	27.7
064A	91.0	81.5	68.7	56.8	47.0	32.3
065R	182.0	169.7	157.3	145.4	139.3	96.8
066R	93.2	86.0	78.6	67.5	59.6	46.6
067R	100.9	93.0	81.8	71.9	63.4	48.9
068R	104.6	90.4	82.8	72.8	63.1	53.9
069R	92.2	82.8	72.5	56.3	49.2	34.9
070R	107.3	100.8	87.4	79.7	70.1	55.1
071R	90.5	82.7	67.4	59.8	49.1	35.0
072R	84.4	76.9	68.4	63.3	52.1	31.9
073R	243.3	228.0	211.2	199.0	180.8	130.0
074R	90.9	79.2	70.4	60.1	52.8	42.5
075R	114.7	106.8	95.8	79.8	65.9	50.2
076R	158.2	147.9	139.5	129.2	114.5	80.0

077R	108.5	93.4	79.8	80.3	64.5	37.7
078R	105.7	98.7	84.4	77.5	68.5	57.2
079R	112.0	100.9	87.9	80.5	68.2	44.0
080R	112.2	93.0	77.2	67.5	59.7	40.2
081R	93.7	87.1	75.7	70.0	63.4	44.1
082R	102.9	93.3	77.8	70.0	61.1	39.5
083R	88.8	77.7	62.6	58.2	48.7	29.4
084R	129.8	119.4	110.5	101.8	91.2	60.7
085R	100.8	91.9	80.6	75.1	69.5	43.5
086R	86.1	78.2	67.3	59.4	50.6	30.1
087R	104.6	94.1	82.6	73.2	66.9	37.7
088R	98.4	88.6	78.7	68.9	57.1	27.6
089R	86.7	77.2	68.5	59.0	52.0	24.3
090R	95.8	86.2	75.7	69.0	65.1	26.8
091R	107.8	94.9	88.4	75.5	63.6	37.7
092R	126.4	115.0	103.6	88.5	77.1	50.6
093R	99.3	89.4	78.4	70.5	57.6	37.7
094R	77.6	70.6	62.9	54.3	45.0	26.4
095R	132.6	116.7	104.8	90.2	80.9	47.5
096R	89.4	79.6	71.5	60.8	53.6	28.6

RESULTADOS DE TUBOS CON FLUORURO DE SODIO

MUESTRA	0H	2H	4H	6H	8H	24H
001G	112.2	105.7	105.3	105.0	106.0	105.8
002G	92.2	88.6	87.7	85.9	86.0	85.9
003G	96.2	92.1	89.9	89.3	89.0	90.1
004G	92.6	87.4	85.9	88.1	86.1	84.5
005G	121.0	120.7	120.7	119.3	116.8	115.9
006G	152.1	151.9	147.4	150.1	148.4	149.0
007G	97.1	93.3	89.3	88.9	88.6	88.9
008G	214.9	213.0	208.9	207.0	206.9	207.1
009G	85.5	81.0	81.0	80.6	80.1	81.0
010G	96.4	92.8	92.4	92.8	91.5	91.2
011G	103.1	93.8	95.6	96.7	96.4	96.9
012G	97.6	89.6	88.3	84.5	85.6	85.9
013G	96.0	85.6	89.1	90.2	87.6	86.7
014G	90.5	89.0	88.7	87.5	87.1	87.4
015G	95.8	93.4	94.1	93.0	92.1	91.7
016G	78.1	71.7	70.7	71.6	70.4	69.9
017G	85.9	77.2	78.5	78.4	77.1	77.0
018G	96.7	86.6	86.9	86.6	86.5	87.6
019G	98.9	94.5	90.4	90.5	90.2	90.9
020G	96.4	89.5	85.9	86.9	86.1	87.3
021G	106.3	101.0	102.5	101.4	101.4	101.9
022G	121.9	109.9	107.6	106.9	106.7	107.2
023G	89.2	86.2	87.0	86.1	85.9	86.5
024G	81.9	77.3	74.9	74.5	74.1	76.0
025G	95.4	87.5	88.9	89.4	87.7	87.1
026G	97.4	91.1	91.9	91.9	91.7	91.5
027G	134.6	127.9	128.1	127.5	126.5	126.9
028G	120.7	117.3	118.8	116.9	115.6	115.9
029G	99.5	94.1	93.3	92.9	92.7	93.1
030G	93.8	87.6	81.9	81.2	81.0	82.3
031G	89.3	82.2	81.5	81.7	82.8	83.0
032G	109.3	102.6	101.1	102.4	100.3	101.2
033G	86.9	84.1	82.3	82.4	82.0	82.5
034G	102.3	98.9	98.3	97.3	96.9	97.1
035G	88.6	81.5	78.4	78.6	79.1	79.9
036G	104.0	99.4	96.7	96.6	97	97.3
037A	86.2	81.4	79.2	79.1	79.3	80.5

038A	107.4	101.2	97.9	96.4	97	98.1
039A	113.2	107.6	104.1	104.3	103.7	104.8
040A	96.1	86.9	88.4	88.6	89.1	91.4
041A	72.3	68.9	66.1	66.8	67.1	68.2
042A	73.3	68.5	66.3	66	66.3	66.9
043A	73.6	69.3	68.1	66.2	67	68.2
044A	93.2	88.9	85.6	85.8	83.7	84.3
045A	88.9	82.9	81.5	80	80.4	82.1
046A	106.7	101.2	99.7	99.5	99.7	100.3
047A	107.5	101.8	99.4	99	99.1	100.2
048A	116.8	107.4	107.3	106	107.1	110.5
049A	97.5	89.4	89.3	90.2	89.9	92.7
050A	105.3	97.8	94.6	95.6	95	102.1
051A	130.2	121.1	118.2	118.3	119.5	121.3
052A	102.5	96.4	96.4	94.3	95.2	98.6
053A	103.7	95.4	95.6	97	95.8	100.3
054A	111.2	105.1	101.2	99.4	100.1	103.2
055A	107.9	100.5	98.5	98.4	98.7	99.9
056A	72.3	67.5	68.0	67.4	67.1	70.1
057A	342.2	332.8	324.4	324.5	323.5	330.2
058A	99.3	91.3	91.2	90.8	90.1	93.5
059A	101	97	95.2	95.1	94.9	95.4
060A	84.6	80.1	79.8	78.9	79.2	81.1
061A	126.0	123.7	122.9	121.8	122.2	124.7
062A	93.1	88.3	87.6	88.1	87.9	88.1
063A	91.5	84.9	84.8	84.6	85.1	86.7
064A	91.3	86.7	86.0	85.1	85.8	87.2
065A	182.2	168.5	168.1	167.4	167.0	173.1
066A	93.6	89.4	92.0	89.3	90.4	92.3
067A	103.6	99.4	96.9	96.0	96.4	98.4
068A	105.2	100.7	99.5	98.4	98.5	99.7
069A	92.9	84.5	81.3	78.8	79.1	80.1
070A	107.6	102.7	100.4	97.6	97.5	98.4
071A	90.8	89.8	83.4	82.5	83.6	84.9
072A	85.6	83.5	81.5	79.9	80.0	80.2
073A	244.0	236.1	238.8	237.2	232.3	237.3
074A	91.9	90.3	85.9	84.9	83.8	95.3
075A	121.6	117.7	114.6	117.7	116.5	127.4
076A	160.0	145.0	150.9	152.7	150.3	155.1

077A	109.5	103.3	103.3	105.1	100.4	119.9
078A	107.7	107.1	106.5	107.5	107.0	105.7
079A	110.1	108.7	107.4	106.5	106.0	105.7
080A	112.8	98.1	100.5	101.1	99.2	100.5
081A	93.1	92.8	90.4	90.2	89.0	89.9
082A	102.5	100.2	99.8	100.7	100.5	100.2
083A	90.6	90.6	90.3	90.6	90.1	90.3
084A	128.8	126.9	126.4	125.5	128.0	127.4
085A	100.4	98.1	96.7	96.8	96.8	97.1
086A	86.1	81.4	80.6	80.4	79.4	79.2
087A	104.6	101.2	99.7	98.5	98.5	98.2
088A	98.4	95.1	94.4	93.1	93.0	93.4
089A	86.7	82.4	81.4	80.5	80.1	80.4
090A	95.8	92.3	92.1	91.8	91.8	92.0
091A	107.8	106.0	105.0	103.4	103.0	102.8
092A	126.4	122.6	121.5	119.9	118.4	118.9
093A	99.3	97.8	96.4	95.1	93.9	94.1
094A	77.6	76.0	75.4	74.1	72.5	73.1
095A	132.6	127.4	125.6	125.0	124.8	125.2
096A	89.4	87.5	86.1	85.2	85.0	85.7

ANEXO H. Inserto de reactivo de glucosa



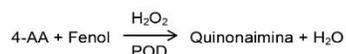
LINEAR Chemicals, S.L.

GLUCOSE MR

REF 1129005 2 x 50 mL	REF 1129010 4 x 100 mL	REF 1129015 4 x 250 mL	GLUCOSA MR <i>Método enzimático colorimétrico</i> PUNTO FINAL
CONTENIDO	CONTENIDO	CONTENIDO	
R1.Reactivo 2 x 50 mL CAL. Patrón 1 x 3 mL	R1.Reactivo 4 x 100 mL CAL. Patrón 1 x 3 mL	R1.Reactivo 4 x 250 mL CAL. Patrón 1 x 3 mL	
Sólo para uso diagnóstico <i>in vitro</i>			

FUNDAMENTO

En la reacción de Trinder^{1,2}, la glucosa es oxidada a D-gluconato por la glucosa oxidasa (GOD), con formación de peróxido de hidrógeno. En presencia de peroxidasa (POD), el fenol y la 4-aminoantipirina (4-AA) se condensan por acción del peróxido de hidrógeno, formando una quinonaimina roja proporcional a la concentración de glucosa en la muestra.



COMPOSICION DE LOS REACTIVOS

R1 **Monoreactivo.** Tampón fosfatos 100 mmol/L pH 7,5, glucosa oxidasa > 10 KU/L, peroxidasa > 2 KU/L, 4-aminoantipirina 0,5 mmol/L, fenol 5 mmol/L.

CAL **Patrón de Glucosa.** Glucosa 100 mg/dL (5,55 mmol/L). Patrón primario de matriz orgánica. El valor de concentración es trazable al Material de Referencia Certificado 917b.

ALMACENAMIENTO Y ESTABILIDAD

Conservar a 2-8°C.
Todos los componentes del kit son estables hasta la fecha de caducidad indicada en la etiqueta. Mantener los frascos cerrados, protegidos de la luz y evitar la contaminación durante su uso.

Descartar si se observan signos de deterioro:

- Presencia de partículas y turbidez.
- Absorbancia del Blanco (A) a 500 nm > 0,100 en cubeta de 1 cm.

PREPARACION DE LOS REACTIVOS

El Monoreactivo y el Patrón están listos para su uso.

MUESTRAS

Suero o plasma heparinizado libre de hemólisis.
La glucosa es estable unas 24 horas a 2-8°C, cuando el suero o el plasma se separa dentro de los 30 minutos posteriores a la extracción.

INTERFERENCIAS

- Lipemia (intralipid) puede afectar los resultados.
- Bilirrubina (> 10 mg/dL) puede afectar los resultados.
- Hemoglobina (> 1 g/L) puede afectar los resultados.
- Otros medicamentos y sustancias pueden interferir⁴.

EQUIPO ADICIONAL

- Fotómetro o colorímetro para mediciones a 500 ± 20 nm.
- Unidad termostaticada ajustable a 37°C.
- Pipetas de volumen variable para reactivos y muestras.

TECNICA

1. Equilibrar reactivos y muestras a temperatura ambiente.
2. Pipetear en tubos rotulados:

TUBOS	Blanco	Muestra	CAL. Patrón
R1. Monoreactivo	1,0 mL	1,0 mL	1,0 mL
Muestra	-	10 µL	-
CAL. Patrón	-	-	10 µL

3. Mezclar y reposar los tubos 10 minutos a temperatura ambiente ó 5 minutos a 37°C.
4. Leer la absorbancia (A) de la muestra y el patrón a 500 nm frente al blanco de reactivo.

El color es estable 2 horas protegido de la luz.

CALCULOS

$$\frac{A_{\text{Muestra}}}{A_{\text{Patrón}}} \times C_{\text{Patrón}} = \text{mg/dL glucosa}$$

Muestras con concentraciones superiores a 500 mg/dL deben diluirse 1:4 con solución salina y repetir el ensayo. Multiplicar los resultados por 4.

Para expresar los resultados en unidades SI aplicar:
mg/dL x 0,0555 = mmol/L

QUALITY SYSTEM CERTIFIED
ISO 9001 ISO 13485



LINEAR CHEMICALS S.L. Joaquim Costa 18 2ª planta. 08390 Montgat, Barcelona, SPAIN
Telf. (+34) 934 694 990 Fax. (+34) 934 693 435. website www.linear.es

VALORES DE REFERENCIA³

Suero, plasma (en ayunas)

Adultos	70 - 105 mg/dL (3,89 - 5,83 mmol/L)
Niños	60 - 110 mg/dL (3,33 - 6,11 mmol/L)
Neonatos	40 - 60 mg/dL (2,22 - 3,33 mmol/L)

Se recomienda que cada laboratorio establezca su propio rango de referencia.

CONTROL DE CALIDAD

El empleo de un calibrador para calcular los resultados permite obtener una exactitud independiente del sistema o instrumento empleado.

Para un control de calidad adecuado, se incluirán en cada serie controles valorados (normales y elevados) que se tratarán como muestras problema.

REF 1980005 HUMAN MULTISERA NORMAL
Valorado. Nivel normal de glucosa.

REF 1985005 HUMAN MULTISERA ABNORMAL
Valorado. Nivel elevado de glucosa.

Si los resultados obtenidos se encuentran fuera del rango de tolerancia, revisar el instrumento, los reactivos y la técnica usada. Cada laboratorio debe establecer su propio Control de Calidad y sus medidas correctoras cuando los controles no cumplan con las tolerancias exigidas.

SIGNIFICADO CLINICO

La glucosa es una de las mayores fuentes de energía del cuerpo humano derivada de la degradación de los carbohidratos, incorporados a través de la dieta diaria y regulada a través de los procesos de *gluconeogénesis* (síntesis endógena a partir de aminoácidos y otras sustancias) y *glucogenolisis* (degradación del depósito de glucógeno hepático).

El nivel en sangre se mantiene a través de la ingesta y de hormonas reguladoras como la insulina, glucagon y epinefrina.

Un aumento anormal en la tasa de glucosa sanguínea, conocida como *hiperglucemia*, puede estar asociado con la diabetes mellitus y con la hiperactividad de las glándulas adrenales, tiroides o pituitaria.

La *hipoglucemia* o disminución anormal por debajo de la tasa hallada en ayunas, se observa en casos de sobredosis de insulina, tumores secretores de insulina, hipopituitarismo, enfermedad de Addison, mixedema y condiciones que interfieren con su absorción. La determinación de glucosa en sangre, es una prueba clave para evaluar y diagnosticar desórdenes relacionados con el metabolismo de los carbohidratos.

NOTAS

- En muestras hemolizadas los enzimas liberados de los hematíes originan una disminución de la tasa de glucosa presente, obteniéndose valores bajos falsos.
- Adicionalmente, la catalasa presente compete con la peroxidasa por el peróxido de hidrógeno dando asimismo valores erróneos bajos.
- Este ensayo permite ser adaptado a distintos instrumentos automáticos. Cualquier adaptación a un instrumento deberá ser validada con el fin de demostrar que se cumplen las características analíticas del método. Se recomienda validar periódicamente el instrumento. Consultar con su distribuidor para cualquier dificultad en la adaptación del método.
- El diagnóstico clínico no debe realizarse únicamente con los resultados de un único ensayo, sino que debe considerarse al mismo tiempo los datos clínicos del paciente.

CARACTERISTICAS ANALITICAS

- **Límite detección:** 0,63 mg/dL

- **Linealidad:** Hasta 500 mg/dL

- **Precisión**

mg/dL	Intraserial		Interserial	
Media	113,3	279,5	113,3	279,5
DE	1,71	2,71	2,76	3,61
CV%	1,5	0,97	2,44	1,29
N	10	10	10	10

- **Sensibilidad:** 3,5 mA/ mg/dL glucosa.

- **Correlación.** Este ensayo (y) fue comparado con un método comercial similar (x). Los resultados fueron los siguientes:

$$N = 65 \quad r = 0,99 \quad y = 1,03x - 0,75$$

Las características analíticas han sido generadas usando un instrumento automático. Los resultados pueden variar según el instrumento utilizado.

REFERENCIAS

1. Trinder, P. Ann. Clin. Biochem. 6 : 24 (1969).
2. Barham, D. y Trinder, P. Analyst. 97 : 142 (1972).
3. Szasz, B., Hurt, K. y Busch, E.W. J. Clin. Chem. Clin. Biochem. 12 : 256 (1974).
4. Young DS. Effects of drugs on clinical laboratory tests, 5th ed. AACC Press, 2000.
5. Tietz. N.W. Clinical Guide to Laboratory Tests, 3rd Edition. W.B. Saunders Co. Philadelphia, PA. (1995).

