



**FACULTAD DE TECNOLOGÍA MÉDICA**

**EVALUACIÓN DE LA GLUCOSA EN TUBOS DE RECOLECCIÓN SANGUÍNEA EN  
DONANTES DE SANGRE DEL HCH - 2020**

**Línea de investigación**

**Salud pública**

Tesis para optar el Título Profesional Especialista en Bioquímica Clínica

**Autora**

Minetto Peralta, Marynn Yahara

**Asesor**

Yovera Ancajima, Cleofe del Pilar

Código ORCID 0000-0003-4010-4042

**Jurado**

Calderón Cumpa, Luis Yuri

Suarez Obregon, Evert Segundo

Rivas Cárdenas, Arturo Alexander

**Lima - Perú**

**2024**



# EVALUACIÓN DE LA GLUCOSA EN TUBOS DE RECOLECCIÓN SANGUÍNEA EN DONANTES DE SANGRE DEL HCH - 2020

## INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	9%
2	<a href="https://repositorio.uap.edu.pe">repositorio.uap.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad San Francisco de Quito Trabajo del estudiante	1%
7	<a href="https://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	1%



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

## **FACULTAD DE TECNOLOGÍA MÉDICA**

### **EVALUACIÓN DE LA GLUCOSA EN TUBOS DE RECOLECCIÓN SANGUÍNEA EN DONANTES DE SANGRE DEL HCH - 2020**

**Línea de investigación: Salud Pública**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA**

**EN BIOQUÍMICA CLÍNICA**

**Autor:**

Minetto Peralta, Marynn Yahara

**Asesor(a):**

Yovera Ancajima, Cleofe del Pilar

(ORCID: 0000-0003-4010-4042)

**Jurado:**

Calderón Cumpa, Luis Yuri

Suarez Obregon, Evert Segundo

Rivas Cárdenas, Arturo Alexander

**Lima - Perú**

**2024**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada a mi familia, por confiar y darme su apoyo incondicional.

En especial a mis amores; Richard Lima mi esposo e hijas Amara y Meghan por ser mi constante motivación e inspiración y así culminar esta tesis satisfactoriamente

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, quien nos recuerda que no hay nada imposible, pues esto es una de sus pruebas.

A la Universidad Nacional Federico Villarreal por brindarme la oportunidad de continuar con mis estudios de Segunda Especialidad en Bioquímica Clínica.

A mi asesora Dra. Cleofe del Pilar Yovera Ancajima, por su paciencia, dedicación y motivación, que ha sido un privilegio haber contado con su ayuda y apoyo incondicional.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma me ayudaron y apoyaron en el transcurso de la elaboración de esta tesis.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1.Descripcion y formulacion del problema.....	12
1.1.1. <i>Descripción del Problema</i> .....	12
1.1.2. <i>Formulación del problema</i> .....	13
1.2.Antecedentes.....	14
1.2.1. <i>Antecedentes Internacionales</i> .....	14
1.3.Objetivos.....	18
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	18
1.3.2. <i>Objetivos específico</i> .....	18
1.4.Justificación.....	19
1.5.Hipótesis.....	20
II. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	21
2.1.1. <i>La glucosa</i> .....	21
2.1.2. <i>Variabilidad en el nivel de la glucosa</i> .....	22
2.1.3. <i>La Glucólisis</i> .....	22
2.1.4. <i>Mecanismos de transporte de glucosa</i> .....	24

2.1.5. <i>La clasificación de los GLUT</i> .....	27
2.1.6. <i>Historia de los tubos de recolección sanguínea</i> .....	33
2.1.7. <i>Tubos para la recolección de muestras sanguíneas</i> .....	35
2.1.8. <i>Definiciones Operativas</i> .....	36
III. MÉTODO.....	38
3.1. Tipo de investigación.....	38
3.2. <i>Ámbito temporal o espacial</i> .....	38
3.2.1. <i>Ámbito temporal</i> .....	38
3.2.2. <i>Ámbito espacial</i> .....	38
3.3. Variables.....	39
3.3.1. <i>Operacionalización de las variables</i> .....	39
3.4. Población y muestra.....	40
3.4.1. <i>Población</i> .....	40
3.4.2. <i>Muestra</i> .....	40
3.4.3. <i>Tipo de Muestreo</i> .....	40
3.5. Instrumentos.....	41
3.6. Procedimientos.....	41
3.7. Análisis de datos.....	41
3.8. Consideraciones éticas.....	42
IV. RESULTADOS.....	43
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	48

VI. CONCLUSIONES.....	51
VII. RECOMENDACIONES.....	52
VIII. REFERENCIAS.....	53
IX. ANEXOS.....	60
Anexo A. Matriz de consistencia.....	60
Anexo B. Autorización institucional para el trabajo de investigación.....	61
Anexo C. Ficha de recolección de datos.....	62
Anexo D. Consentimiento informado y/u hoja informativa.....	63
Anexo E. Inserto y calibrador de glucosa, Beckman Coulter.....	66
Anexo F. Resultados de participantes.....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Nivel de glucosa en diferentes tubos recolección sanguínea en un mismo tiempo en los donantes de sangre del Hospital Nacional Cayetano Heredia .....	43
<b>Tabla 2</b> Valor de glucosa sérica en el tubo rojo con activador de coagulación en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia .....	44
<b>Tabla 3</b> Valor de glucosa plasmática en el tubo lila con EDTA K3 en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia. ....	44
<b>Tabla 4</b> Valor de glucosa plasmática en el tubo gris con fluoruro de sodio NaF en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia. ....	45
<b>Tabla 5</b> Sesgo de la glucosa plasmática y sérica en diferentes puntos de decisión clínica Concordancia: Plot de Bland Altman. ....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Nivel de glucosa en diferentes tubos recolección sanguínea en un mismo tiempo	43
<b>Figura 2</b> Comparación entre la glucosa plasmática EDTA K3 y en suero .....	45
<b>Figura 3</b> Comparación entre la glucosa plasmática NaF y en suero .....	46
<b>Figura 4</b> Sesgo de la glucosa plasmática (EDTA K3) y suero .....	47
<b>Figura 5</b> Sesgo de la glucosa plasmática (NaF) y suero .....	47

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar el Nivel de glucosa en diferentes tubos recolección sanguínea en un mismo tiempo en donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia – Lima, Perú. **Método:** fue de tipo observacional, prospectivo y transversal analítico su población estuvo conformada por donantes de sangre, que asistieron los meses de octubre y noviembre del 2020, los datos fueron ingresados a un software estadístico MedCalc v20.027. A las muestras se le aplicaron las mismas condiciones de tiempo, centrifugación y conservación, para luego ser procesados en un equipo automatizado de la marca Beckman Coulter por el método de glucosa hexoquinasa. **Resultados:** Se evaluaron 270 muestras entre suero y plasma, donde el valor promedio de glucosa sérica fue de  $83.68 \pm 12.86$  mg/dl y de la glucosa plasmática en EDTA y NaF fue  $83.48 \pm 12.48$  y  $82.00 \pm 11.24$  mg/dl respectivamente. La glucosa en suero presento una correlación positiva, fuerte y significativa estadísticamente en comparación con las muestras de plasma ( $r = 0.91$ ,  $p < 0.001$ ), el sesgo de la glucosa en suero y plasma con EDTA y NaF fue de  $-0.2$  y  $-1.7$  mg/dl. ( $p = 0.008$ ). **Conclusiones:** Se determinaron los valores de glucosa en suero y plasma, no encontrándose mucha diferencia entre ellos, la correlación entre la glucosa plasmática EDTA, NaF y suero resulto fuerte positiva ( $r = 0.91$ ) y por lo tanto significativo, mientras que en el sesgo entre la glucosa plasmática y suero esta no excedió la variabilidad biológica.

**Palabras clave:** Glucosa, Donantes de sangre, Tubos de recolección sanguínea.

## ABSTRACT

**Objective:** Determine the glucose level in different blood collection tubes at the same time in blood donors at the Cayetano Heredia Hospital – Lima, Peru. **Method:** It was observational, perspective and analytical cross-sectional, its population consisted of blood donors who came during the months of October and November 2020, the data were entered into MedCalc v20.027 statistical software. The same conditions of time, centrifugation and conservation were applied to the samples, and then they were processed in automated equipment from the Beckman Coulter brand using the glucose hexokinase method. **Results:** 270 samples were evaluated between serum and plasma, where the average value of serum glucose was  $83.68 \pm 12.86$  mg/dl and plasma glucose in EDTA and NaF was  $83.48 \pm 12.48$  and  $82.00 \pm 11.24$  mg/dl respectively. Serum glucose presented a positive, strong and statistically significant correlation compared to plasma samples ( $r = 0.91$ ,  $p < 0.001$ ), the bias of serum and plasma glucose with EDTA and NaF was  $-0.2$  and  $-1.7$  mg/dl. ( $p = 0.008$ ). **Conclusions:** The glucose values in serum and plasma were determined, not much difference was found between them, the correlation between plasma glucose EDTA, NaF and serum was strongly positive ( $r = 0.91$ ) and therefore significant, while in the bias between plasma and serum glucose this did not exceed the biological variability.

**Keywords:** Glucose, Blood donors, Blood collection tubes.

## I. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades crónicas no transmisibles, como la diabetes tipo 2, son el resultado de un estilo de vida inadecuado. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), En 2014, 422 millones de personas adultas tenían diabetes, frente a 108 millones en 1980. Es así que, desde ese año, la diabetes casi se ha duplicado del 4,7% en 2014 al 8,5% en la población adulta (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2018). La diabetes ha aumentado en los últimos años en el Perú, representando el 2% de las muertes entre todas las edades. (OMS, 2016)

Actualmente, la diabetes está clasificada como una enfermedad epidémica y el número de casos entre los jóvenes aumenta año tras año debido al bajo nivel de conocimientos y al estilo de vida poco saludable (Álvarez et al., 2014). Este problema de salud pública tiene complicaciones que perjudican el modo de vida en los pacientes, trayendo consecuencias tales como la ceguera, amputación, insuficiencia renal, entre otros. Sin embargo, diariamente existen inmensos esfuerzos de parte de los investigadores que ayudarían a disminuir la prevalencia y/o complicaciones de esta enfermedad. (Salvador, 2018)

La determinación de glucosa es realizada en un laboratorio clínico y es catalogada como ayuda al clínico para diagnosticar la diabetes. La Academia Nacional de Bioquímica Clínica (NACB) en la “Guía y Consejos para el diagnóstico de la Diabetes Mellitus” dan pautas para una adecuada toma de muestra y a su vez menciona el uso de tubos al vacío con el propósito de disminuir la glucólisis, dado que existe consumo in vitro, provocado por algunos factores como la leucocitosis, trombocitos y elevado hematocrito en la muestra sanguínea pudiendo disminuir la glucosa en promedio entre 5 a 7% de su valor. (Sacks, 2012; Sánchez y Zevallos, 2015)

## **1.1. Descripción y formulación del problema**

### ***1.1.1. Descripción del Problema***

La tasa de personas con diabetes mellitus ha ido incrementándose raudamente en nuestro país, preciso a variabilidad en el estilo de vida de los habitantes peruanos siendo el sedentarismo, dieta calórica, etc. una de las principales causas que conlleva al sobrepeso, obesidad y finalmente diabetes, por ello el dosaje de glucosa constituye una de las fundamentales herramientas para el diagnóstico, por lo que es necesario que se usen todos los medios adecuados para su determinación; como: material, analizadores bioquímicos, operadores, etc.

La diabetes tipo 2 es apreciado en la salud pública a nivel mundial como un gran dilema. Cuyos pacientes con dicha enfermedad que es la diabetes pueden tener causas multifactoriales. En 2015 informe de (OMS), 422 millones de personas adultas a nivel mundial sufrían de diabetes, frente a 108 millones en 1980. Por tanto, esta enfermedad es directamente culpable de 1,6 millones de decesos. De manera similar, las estadísticas (OMS) informan que el número de decesos por diabetes se duplicará entre los años 2005 y 2030. (OMS, 2018)

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), Alrededor de 62 millones de ciudadanos en el continente americano conviven con la diabetes tipo 2. Además, esta cifra se ha triplicado en la región desde 1980. Se tiene la expectativa que para 2040 el número de pacientes con diabetes alcance los 109 millones.

En América Latina murieron 342.603 personas por diabetes, para una tasa de mortalidad de 33,3 por 100.000 personas, considerada en su momento la más alta de este país del Caribe no latino. (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2016)

En una encuesta realizada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) durante el 2013 entre personas de 18 y más años en 7.000 hogares se confirmó que la tasa de sobrepeso era del 33,8% y el índice de obesidad del 18,3% (Instituto Nacional de Estadística e

Informática [INEI], 2013). Entre los niños, que representan una parte importante de esta población, otra encuesta nacional realizada por el Instituto Nacional de Salud (INS) dada en niños entre 5 a 9 años se obtuvo una prevalencia del 15,5% de sobrepeso y del 8,9% de obesidad. (Instituto Nacional de Salud [INS], 2010)

En Perú, en 2020, el 4,5% de las personas mayores a 15 años tenía diabetes y fue definida por un profesional de la salud. Por género, se vieron afectados el 4,8% de las mujeres y el 4,1% de los hombres. De manera similar, la proporción fue en el quintil superior de riqueza (6,1%) que en el quintil inferior (1,9%) (INEI, 2020).

El establecer un diagnóstico oportuno de la diabetes, recae en manos del médico y del servicio de laboratorio clínico, por ello; el insumo para la extracción de muestra sanguínea es sumamente determinante para obtener resultados confiables y de calidad. Para American Diabetes Association (ADA) menciona que la diabetes puede ser diagnosticada con base de los niveles de glucosa en plasma, para ello recomienda realizar la toma de muestras en la primera hora de la mañana (Espinoza, 2020). En nuestro país, aún no se ha estandarizado el uso de tubos al vacío para la determinación de la glucosa en sangre, en su mayoría se emplea material no precisamente el ideal. Por ello; la presente tesis busca determinar el nivel de glucosa en diferentes tubos al vacío de recolección sanguínea.

### ***1.1.2. Formulación del problema***

#### ***Problema general***

¿Cuál es el nivel de glucosa en diferentes tubos de recolección sanguínea en un mismo tiempo en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia?

#### ***Problemas específicos***

PE1. ¿Cuál es el nivel de glucosa en la muestra sanguínea recolectada en tubo de tapa roja en un mismo tiempo en los donantes sangre del Hospital Cayetano Heredia?

PE2. ¿Cuál es el nivel de glucosa en la muestra sanguínea recolectada en tubo de tapa

lila en un mismo tiempo en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia?

PE3. ¿Cuál es el nivel de glucosa en la muestra sanguínea recolectada en tubo de tapa gris en un mismo tiempo en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia?

PE4. ¿Cuál será la comparación de la glucosa plasmática y glucosa sérica en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia?

PE5. ¿Cuál será el sesgo de la glucosa plasmática y sérica en diferentes puntos de decisión clínica?

## **1.2. Antecedentes**

### ***1.2.1. Antecedentes Internacionales***

Winter et al. (2018) en su estudio recogieron muestras de sangre venosa en tubos Greiner FC-Mix, BD FX- Mixture y suero BD en 61 personas voluntarias las muestras reposaron por una hora para luego ser centrifugada y analizadas, luego los primeros 30 tubos con anticoagulante lo almacenaron a temperatura ambiente y los restantes con retractor de coagulo se almacenaron a 4 °C. Posteriormente después de 24, 48, 72 y 96 horas, todos los tubos se centrifugaron, y se repitieron las mediciones de la concentración de glucosa. El resultado que obtuvieron fue que se observaron cambios significativos de la glucosa entre los tipos de tubos investigados, así como las condiciones de almacenamiento. La glucólisis fue mayor en los tubos de mezcla BD FX y se observó mayor estabilidad de glucosa en muestras pertenecientes a los tubos BD y tubos Greiner observada en otros estudios.

Butt et al. (2018) un estudio de los cambios en los niveles de glucosa en suero y sangre utilizando fluoruro de sodio para determinar la diferencia en la reducción de los niveles de glucosa en suero y plasma (fluoruro de sodio (NaF/EDTA)) después de 24 horas. Evaluaron 30 muestras, lo determinación de glucosa la realizaron basal, 3 horas y 6 horas, señalaron que no hubo diferencia significativa del nivel medio de glucosa en plasma. Sin embargo; en las muestras de suero se observó una reducción significativa ( $p > 0.005$ ). Concluyeron que el empleo

de los tubos estabilizadores de la glucólisis como el NaF/EDTA permiten la estabilidad de la glucosa a medida que el tiempo transcurre.

Carey et al. (2016) en su trabajo “Los Tubos de recolección que contienen estabilizador de citrato sobreestiman la glucosa plasmática, en comparación con otras muestras sanguíneas que se someten a separación inmediata” cuyo objetivo fue análisis comparativo de tubos con Fluoruro de Sodio/Oxalato de potasio y tubos para obtener suero. Se dio un estudio para el dosaje de la glucosa en 50 participantes sanos y con diabetes; aplicaron una metodología que consistió en analizar las muestras a las 0, 2, 6, 24, 32 y 48 horas, para luego ser procesadas mediante el método de hexoquinasa. Los resultados que obtuvieron determino que el tubo de NaF/KOx no mostró diferencia significativa, mientras en los tubos con suero hubo una reducción significativa de aproximadamente 35 mg/dl desde la basal a las 48 horas. Los investigadores concluyeron que el tubo gris mantuvo el valor promedio sin cambios en el proceso de medición. Sin embargo; que la concentración del tubo rojo disminuyo con el tiempo.

Kang et al. (2016) en su estudio “Un posible problema con la detección de prediabetes o diabetes mediante glucosa sérica: un retraso en el diagnóstico” el objetivo de este estudio fue de comparar el nivel de glucosa sérica y plasmática en ayunas. Además, de investigar un retraso habitual en el procesamiento de muestras y cómo dichos retrasos puede afectar el diagnóstico. Incluyeron 1254 participantes, el 20,9% fueron diagnosticados recientemente con diabetes según el nivel de glucosa sérica en ayunas, y el valor promedio fue de  $108.5 \pm 6.5$ . El 62,1% y el 14,2% fueron diagnosticados recientemente con glucosa plasmática en ayunas y diabetes, respectivamente, valor promedio de la glucosa plasmática fue de  $119.4 \pm 9.9$  El tiempo de demora desde el muestreo de sangre hasta la prueba de glucemia tuvo un promedio de  $78 \pm 52$  minutos. Concluyen mencionando que el retraso en el procesamiento de muestras puede ser una razón importante para que estos diagnósticos sean subestimados, además recomiendan separar la muestra dentro de los 30 minutos y por último los valores de glicemia no expresaron

marcada diferencia.

Roccaforte et al. (2016) en su estudio “El impacto de diferentes matrices de muestra en la medición retardada de glucosa” Enfoco su trabajo en la comparación de valores de glucosa en suero y plasma con una población de 20 voluntarios. La metodología que aplicaron en este proyecto consto en la toma de muestras con 20 tubos con anticoagulantes (heparina de litio o, NaF-KOX) y 20 tubos con retractor de coagulo, el plasma lo obtuvieron después de una centrifugación inmediata para ser luego analizadas a las 2.5 horas; en el caso de la muestra de suero dejaron reposar por 30 minutos post toma de muestra para luego centrifugar y analizar a las 2 horas. El resultado que obtuvieron determino que la media de la glucosa de los tubos sin anticoagulante fue significativamente mayor que NaF (99.9 mg/dl frente 96.5 mg/dl). NaF mostro un sesgo medio negativo de 2,06 mg /dl vs SST glucosa. No existió una correlación significativa entre el sesgo de las concentraciones de glucosa en sangre por 2 métodos y el tiempo de almacenamiento de NaF glucosa.

Marroquín et al. (2016) mostro cambios en la concentración de glucosa a lo largo del tiempo y al uso de tubos sin anticoagulantes (tubo rojo) y con fluoruro de sodio y oxalato de potasio (tubos grises), se utilizó para conocer cambio en la concentración. Las concentraciones de glucosa se midieron de inmediato, a las 2,6, 24,32 y 48 horas después de la extracción de sangre. Como resultados obtuvieron que los tubos sin aditivos mostraron una disminución significativamente en la concentración de la glucosa con el tiempo ( $p < 0.05$ ). Y los niveles de glucosa del tubo que contenían anticoagulante se mantuvieron en el tiempo ( $p > 0.05$ ).

Fobker (2014) en su estudio “Estabilidad de glucosa en plasma con diferentes anticoagulantes” realizo un estudio con muestras de 60 donantes de sangre para los cuales uso tubos al vacío con los siguientes anticoagulantes; VENOSAFE Terumo NaF/tampón de citrato) /Na<sub>2</sub>EDTA; NaF/Na-heparina; y NaF/K<sub>2</sub>oxalato. Los tubos de Sarstedt contenían NaF/citrato; NaF/Na<sub>2</sub>EDTA; y K<sub>2</sub>EDTA, se extrajeron el plasma a las 0, 2, 8 y 24 horas, para analizarse

en el equipo ADVIA1800 por metodología de glucosa hexoquinasa. El resultado que obtuvo en su trabajo fue una mínima glucólisis a las 24 h (<3,8%) para los tres tubos Terumo VENOSAFE™ Glycemia y el tubo Sarstedt S-Monovette GlucoEXACT que contenía NaF/citrato. El glucólisis fue mayor en tubos que contenían NaF / Na<sub>2</sub>EDTA solo (11,7%) y K<sub>2</sub>EDTA solo (8.5%). Finalmente concluye que los tubos de recolección de TERUMO y el que contiene NaF/citrato de Sarstedt son adecuados para el envío de muestras de sangre entera venosa al laboratorio de pruebas dentro de las 24 h a temperatura ambiente.

Fernández et al. (2013) En su trabajo “Una comparación de la concentración de glucosa en muestras pareadas recolectadas en separadores de suero y tubos de recolección de sangre con fluoruro/oxalato de potasio en condiciones de campo de inspección”. Realizo su estudio con el objetivo de comparar directamente los valores de glucosa en sangre, para ello empleo el tubo de suero con gel separador (SST) y de plasma y (NaF/KOx). Las muestras fueron tomadas en condiciones de campo de un solo sorteo en 3692 individuos que participaron en una encuesta canadiense de medidas de Salud; para el análisis emplearon el método VITROS GLU Slide (basado en glucosa oxidasa). Sus resultados demostraron que si bien hubo una alta tasa de hemolisis en las muestras recolectadas con NaF/KOx los valores obtenidos con este tipo de insumos no presentaron alguna diferencia significativa. Concluyen que ambos tubos pueden emplearse para la recolección y medición de glucosa.

Li et al. (2013) en su estudio “Comparación de determinaciones de glucosa en muestras de sangre recolectas en tres tipos de tubos” realizo un proyecto como parte de un programa de control de calidad para determinar que tubo de recolección sanguínea mantiene los niveles precisos y estables de glucosa tanto es suero como plasma, la población de estudio fue de 18 personas que incluían personal de laboratorio , residentes de patología de los cuales 17 eran personas sanas y un diabético ; recolectaron tres muestras sanguíneas para cada individuo con diferentes aditivos: gel separador de suero (tubo rojo), fluoruro (tubo plomo), heparina de litio

(tubo verde). Luego de la recolección se procedió a un reposo de 4 horas, para luego proceder al centrifugado de muestras y proceso en el analizador Advia 1800 de Siemens (Tarrytown, NY) donde se obtuvo el resultado inicial, todas las muestras fueron almacenarlas 6 horas a 4 °C y luego 4 horas a medio ambiente para ser analizadas nuevamente, este proceso se repitió los 4 días siguientes. Los resultados obtenidos en el día demostraron valores cercanos entre cada tubo, la prueba t pareada de dos colas reveló que el único conjunto de tubos donde los valores son indistinguibles estadísticamente entre sí, es decir, valores p de  $\geq 0.05$ , son para tubos grises y verdes; Sin embargo, el valor de p de 0,026 para los valores de glucosa en los tubos con tapa roja y gris sugiere que existe una no diferenciabilidad límite entre estos valores, es decir, que pueden ser los mismos. A las 6 horas, los valores de glucosa en los tubos rojo y gris son estadísticamente insignificantes entre sí (valor p = 0.774) al igual que los valores en el gris y tubos con tapa verde, del día 2 hasta el día 5, los únicos valores de glucosa que son estadísticamente insignificantes diferentes en los de los tubos rojo y gris mientras que los valores de los tubos de color verde son significativamente más bajos para la mayoría de las muestras. Es importante destacar que el valor diabético único de aproximadamente 400 mg / dl se produjo en la línea recta de mejor ajuste, aunque fue un valor alto que cayó por encima del siguiente valor más alto de 120 mg / dl. Lograron observar gran reproducibilidad de los valores de glucosa en tubos con tapa roja y gris pero no con tapa verde incluido el valor diabético alto de alrededor de 400 mg / dl. más cuantitativamente.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo general***

Determinar el nivel de glucosa en diferentes tubos recolección sanguínea en un mismo tiempo en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia 2020.

#### ***1.3.2. Objetivos específicos***

**OE1:** Analizar el valor de glucosa sérica en el tubo rojo con activador de coagulación

en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia.

**OE 2:** Conocer el valor de glucosa plasmática en el tubo lila con EDTA en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia.

**OE3:** Establecer el valor de glucosa plasmática en el tubo gris con fluoruro de sodio en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia.

**OE4:** Comparar la glucosa plasmática y glucosa sérica en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia.

**OE5:** Identificar el sesgo de la glucosa plasmática y sérica en diferentes puntos de decisión clínica.

#### **1.4. Justificación**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2015, a nivel mundial 422 millones de adultos presentan diabetes, en cambio en 1980 hubo 108 millones es así que como va creciendo la diabetes en la población adulta, la prevalencia mundial de diabetes casi se ha duplicado desde ese año. De manera similar, el informe de datos estadísticos de la OMS muestra que la diabetes se duplicará entre 2005 y 2030. (OMS, 2018)

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), alrededor de 62 millones de personas en las Américas viven con diabetes mellitus tipo 2; además de ello que este número se ha triplicado en la región desde 1980. Se predice que el número de diabetes alcanzara los 109 millones en el 2040. En el año 2016; en la región del Latinoamérica, 342.603 personas fallecieron debido a la diabetes. Encontrándose así la tasa de mortalidad por diabetes en las Américas de 33.3 por 100.000 habitantes y fue considerada la más alta en este país del Caribe. (OPS, 2016)

El Ministerio de Salud (MINSA) en su guía para la diabetes, recomienda el cribado de la glucosa plasmática como parte de la evaluación en pacientes con riesgo cardiovascular, personas que tuvieran sobrepeso, historial familiar de diabetes, diabetes gestacional, síndrome

de ovario poliquístico u otros según criterio médico. (Ministerio de Salud [MINSA], 2016)

Para la DIRIS LIMA CENTRO, El análisis de glicemia constituye una herramienta importante y es prueba base para el diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2 enfermedad no transmisible creciente en los últimos años y más aún en épocas de pandemia (Revilla, 2021). La etapa pre analítica para la determinación de este analito es de suma importancia; De tal manera, que el insumo adecuado como los tubos al vacío es de suma necesidad en los laboratorios clínico. Durante el paso de los años las industrias han elaborado distintos tubos al vacío para la toma de muestra que reducen el proceso de glucolisis. En nuestro país existe una amplia gama de tubos al vacío que han presentado una serie de beneficios en post de evitar la glucolisis y así obtener la estabilidad y el valor preciso de la glucosa sanguínea; Sin embargo, hasta el momento no se ha determinado que tubo al vacío de recolección sanguínea es el idóneo para la determinación de este analito, usualmente se emplea el material que el establecimiento de salud lo proporcione; Por ello, la presente nos da alcances importantes y de beneficio con el afán de conocer que tubo de recolección sanguínea al vacío en una población aparentemente sana como son los donantes de sangre será útil para la determinación de glucosa.

### **1.5. Hipótesis**

Ha: El nivel de glucosa es diferente entre los distintos tubos de recolección sanguínea.

Ho: El nivel de glucosa no es diferente en los distintos tubos de recolección sanguínea.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

#### 2.1.1. *La glucosa*

La fórmula molecular  $C_6H_{12}O_6$  es un monosacárido. Las aldosas son formas de azúcar son encontradas libremente en las frutas y la miel. Su nivel energético es de 3,75 kc. por gramo en condiciones estándar. Es un isómero de la fructosa que se diferencia en las posiciones relativas de los grupos. La glucosa es energía para el metabolismo celular. Se ingiere principalmente a través de los alimentos y se acumula en el hígado. El hígado desempeña un papel importante en los niveles de azúcar en sangre (azúcar en sangre). Para mantener estos niveles y asegurar un almacenamiento adecuado en el hígado, requieren la ayuda de la insulina, una sustancia producida por el páncreas. (Delgado et al., 2009)

La glucosa es el carbohidrato esencial y está presente en grandes cantidades en todo el mundo. La mayoría de los carbohidratos de la dieta ingresan al torrente sanguíneo en forma de glucosa, donde se convierten en el hígado y a partir de donde se forman otros carbohidratos en el cuerpo. También es la energía fundamental para las células y los mamíferos (excluidos los rumiantes) y un combustible universal para los fetos. En el organismo se convierte en otros carbohidratos que tienen funciones muy específicas, como el glucógeno para su almacenamiento. Ribosa en ácidos nucleicos. La lactosa y la galactosa de ciertos lípidos complejos se unen a las proteínas de las glicoproteínas y los proteoglicanos. Los carbohidratos ingeridos se convierten en glucosa y varios otros azúcares simples, que se absorben en el intestino delgado y se distribuyen a diferentes partes del cuerpo a través de la circulación. La mayoría de las células del cuerpo necesitan glucosa para producir energía. Es así que la célula tanto como del sistema nervioso y el cerebro necesitan de glucosa ya que así obtendrán la energía cuando alcancen un alto nivel de azúcar. (Delgado et al., 2009)

### **2.1.2. Variabilidad en el nivel de la glucosa**

**2.1.2.1. Hiperglucemia.** Este es un término médico utilizado para deducir los niveles altos de azúcar en sangre. Los niveles en sangre son altos, cuando el cuerpo no puede producir insulina (diabetes tipo 1) o responder adecuadamente a la insulina (diabetes tipo 2). El cuerpo urge insulina para que el azúcar en sangre pueda ingresar a las células del cuerpo y usarse como fuente de energía. Los niveles altos de azúcar en sangre pueden malograr los vasos sanguíneos que suministran sangre a órganos vitales, lo que a menudo aumenta el riesgo de enfermedades cardíacas, cerebrovasculares, enfermedades hepáticas, problemas de visión y trastornos neurológicos en personas con diabetes; sin embargo, estos problemas de salud también pueden ocurrir en adultos con diabetes, especialmente si la diabetes no se trata y controla adecuadamente. Los niveles de azúcar en sangre se consideran altos si son superiores al objetivo establecido. (ADA, 2013; Jafar et al., 2016)

**2.1.2.2. Hipoglucemia.** La hipoglucemia, o nivel bajo de azúcar en sangre, se da cuando el cuerpo tiene mucha insulina, pero no suficiente glucosa (un azúcar simple). La hipoglucemia se da en personas que reciben insulina o algunos medicamentos orales para tratar la diabetes.

### **2.1.3. La Glucólisis**

Dado que la glucólisis es una vía importante para el consumo de glucosa a nivel celular, necesitamos saber qué aspectos y componentes intervienen en ella. La glucólisis involucra 11 enzimas presentes en el citoplasma de las células tubulares, distribuidas uniformemente por toda la nefrona, y desarrolla dos pasos básicos: a) Formación de dos triosas fosfato. b) Conversión de gliceraldehído 3-fosfato en piruvato. Hay varias reacciones básicas donde regulan la glucólisis, catalizadas por enzimas como la hexoquinasa 1 (conversión de glucosa en glucosa-6-fosfato). Piruvatoquinasa (conversión de fosfoenolpiruvato en piruvato). Fosfofructocinasa (conversión de fructosa 6-fosfato en fructosa 1,6 difosfato). Estos reducen el Ph de la evaluación de la glucosa. La última reacción es la más esencial porque implica una

reacción irreversible sin la cual el proceso no puede ejecutarse. Cabe señalar la enzima es cohibida por la acción del citrato, ATP y valores bajos de Ph, y puede ser activada por la fructosa 2,6 difosfato y el AMP. El piruvato producido se descompone en dióxido de carbono y agua mediante dos mecanismos que dependen de la presencia o ausencia de oxígeno, proporcionando una fuente de energía para los organismos vivos. (Muray et al., 2007)

**2.1.3.1. Ingesta y absorción de carbohidratos.** En los seres humanos, los monosacáridos de la dieta, como la glucosa, la galactosa y la fructosa, se absorben en el duodeno y el yeyuno del intestino delgado. La glucosa y la galactosa ingresan a las células epiteliales intestinales con un gradiente de concentración a través de un artilugio de cotransporte dependiente de sodio que asegura el movimiento de la glucosa hacia el interior de la célula. Controla el transporte de glucosa y se mantiene mediante  $\text{Na}^+$  y potasio ( $\text{K}^+$ ). Una bomba, también se llama  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  AT Pasa porque aplica trifosfato de adenosina (ATP) como fuente de energía. El  $\text{Na}^+$ , que ingresa a la célula con glucosa o galactosa, se elimina nuevamente, manteniendo un gradiente favorable para la entrada de este ion. Luego, la glucosa y la galactosa se mueven a lo largo de un gradiente de concentración hacia los vasos sanguíneos intestinales. Primero, pasan al espacio intersticial, atraviesan la membrana basolateral de los enterocitos y desde allí llegan a los capilares por difusión. Donde la fructosa es absorbida desde la luz intestinal por difusión de  $\text{Na}^+$  y luego llega al torrente sanguíneo por difusión de una manera comparable a la glucosa y la galactosa. (Castrejón et al., 2007)

Dado que la concentración acuosa de glucosa es la misma en ambos compartimentos, si la fracción de volumen de glóbulos rojos está en el rango mencionado, la concentración de glucosa en plasma será entre un 10 y un 15% mayor que la concentración en sangre. El consumo de glucosa por parte de las células hace que la densidad de glucosa en la sangre arterial sea mayor que en la sangre venosa. Dándose así que, en ayunas, estas diferencias van desde de 0,10- 0,25 mmol/l, después de una comida llegarían a 0,80 mmol/l. La concentración de glucosa

en sangre se disminuyó en el momento de la ingestión debido a la glucólisis de los glóbulos blancos y rojos. Esta reducción oscila entre el 6-13% después de 1 hora y el 10-30% después de 4 horas a temperatura ambiente. Para evitar esta reducción, la sangre debe centrifugarse inmediatamente. El uso de inhibidores glicolíticos limita significativamente la disminución de la concentración de glucosa. Cuando la sangre se almacena entre 4 y 8 °C, la concentración de glucosa se puede almacenar por más de 3 horas sin cambios. (Marroquín et al., 2016)

**2.1.3.2. Regulación de la glucosa plasmática.** La sangre con niveles de azúcar son alcanzadas a través de varias vías. La ingesta diaria se debe al gluconeogénesis en el hígado a partir del glucógeno almacenado y está mediada por hormonas como el glucagón, la adrenalina, el cortisol y la insulina. Sin embargo; la insulina tiene un poderoso efecto hipoglucemiante. Actúa minimizando la densidad de glucosa en la sangre después de ingerir carbohidratos. Este efecto hipoglucemiante se debe a que los transportadores de glucosa (GLUT) están integrados en la membrana plasmática de las células. Genera invasión masiva de células del músculo esquelético, adipocitos y células hepáticas. La glucosa fluye hacia estos tejidos y sus niveles en sangre disminuyen. (Lesage et al., 2002)

#### ***2.1.4. Mecanismos de transporte de glucosa.***

La glucosa está directamente relacionada con el Na<sup>+</sup>, que ingresa a las células a través de un sistema facilitador llamado GLUT, que aparece en todos los tejidos del cuerpo. Por tanto, es el mecanismo esencial de glucosa a las células. El facilitador o GLUT transporta la glucosa a favor de su gradiente de concentración. (Scheepers et al., 2004)

Actualmente se conocen 14 miembros de este grupo de transportadores o proteínas transportadoras. Familia de transportadores de glucosa relacionados con Na<sup>+</sup> (SGLT) por afluencia de Na<sup>+</sup> y unión de glucosa o galactosa. Utiliza un gradiente electroquímico que promueve la entrada de Na<sup>+</sup> para transportar hexosas contra el gradiente de concentración y se denomina grupo 5A. Portador de soluto (SLC5A, SL es "soluto", C es "portador"). Estos

incluyen los transportadores de glucosa intestinal y renal SGLT1 (SLC5A1), SGLT2 (SLC5A2) y SGLT3 (SLC5A4). Además del músculo, también es un transportador de inositol SGLT4 (SLC5A3), yodo SGLT5 (SLC5A5) y multivitamina SGLT6 (SLC5A6). La estructura propuesta de SGLT incluye un grupo amino terminal y un grupo carboxilo terminal en el exterior de la celda 14 contiene varias estructuras transmembrana de hélice  $\alpha$ . El transporte de  $\text{Na}^+$  tiene lugar en la región cercana al extremo amino y la glucosa ingresa a través de la región cercana al carboxilo terminal. Inicialmente, la interacción con el  $\text{Na}^+$  promueve cambios estructurales en la proteína, aumentando su afinidad por la glucosa. El  $\text{Na}^+$  que ingresa a la célula es bombeado a través de la membrana basolateral por la  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATPasa, restaurando el gradiente electroquímico de este ion. (Scheepers et al., 2004)

**2.1.4.1. SGLT1.** Los sistemas SGLT más estudiados son SGLT1, SGLT2 y SGLT3. SGLT1 (SLC5A1). Está codificado por un gen ubicado en el cromosoma 22 y consta de 664 aminoácidos. La constante de Michaelis-Menten describe la densidad de glucosa, galactosa o fructosa donde la mitad de la velocidad máxima de transporte. SGLT1 tiene un  $K_m$  de 0,3 mM, transporta una glucosa o galactosa por cada dos  $\text{Na}^+$  y se expresa fundamentalmente en el intestino delgado, el corazón y el riñón. Sus defectos congénitos en las células epiteliales de la mucosa intestinal provocan una enfermedad autosómica recesiva conocida como síndrome de malabsorción de glucosa-galactosa. Esto causa diarrea severa y generalmente conduce a la muerte dentro del inicio de semanas de vida, a menos que se eliminen de la dieta la glucosa, la galactosa y varios carbohidratos. (Wright, 1998)

**2.1.4.2. SGLT2 (SLC5A2).** Está codificado por un gen ubicado en el cromosoma 16 y consta de 672 aminoácidos. El  $K_m$  de la glucosa es 1,63 mM y transporta moléculas de glucosa a través de iones  $\text{Na}^+$ . Esto ocurre principalmente en el túbulo proximal de la nefrona, que reabsorbe la glucosa filtrada. Las anomalías congénitas de la membrana apical del segmento S1 de las células tubulares proximales dan lugar a una glucemia nefrogénica primaria, con

niveles normales de glucosa en sangre y en consecuencia la tolerancia oral normal a la glucosa, pero glucosuria perenne. En casos graves, los pacientes alcanzan a excretar grandes cantidades de glucosa filtrada. (Diez et al., 2003)

**2.1.4.3. SGLT3 (SLC5A4).** Comparte un 70% de similitud con SGLT1. Consta de 674 aminoácidos y está codificado en un gen situado en el cromosoma 22. Cada molécula de glucosa transporta dos iones Na<sup>+</sup>. El Km de la glucosa es de 6 mM. Esto corresponde a canales iónicos sensibles a la glucosa expresada fundamentalmente en las neuronas colinérgicas del plexo muscular y los plexos submucosos del intestino delgado, y en las uniones la membrana en toda su potencia. Al entrar la glucosa, se genera una corriente que despolariza la membrana hasta 50 mV. Esto requiere que el SGLT3 humano funciona como un sensor de glucosa, transmitiendo información sobre las concentraciones externas de glucosa a las neuronas, ya sea mediante de potencial de membrana o indirectamente mediante de otra molécula como una proteína G. Aunque se sugiere, no se ha registrado ninguna patología asociada con este transportador. (Diez et al., 2003)

El Sistema Facilitador del Transporte de Glucosa (GLUT) corresponde a las proteínas responsables de transportar los azúcares simples a todas las células del cuerpo. Se identifica catorce de ellos (GLUT 1 a GLUT 14) y se basan en la similitud de secuencia y la especificidad por sustratos, valores de Km o bloqueadores específicos, citocalasina B y su respuesta a la forskolina. La familia de genes que codifica estos transportadores se denomina grupo de transportadores de solutos 2A (SLC2A). Estos transportadores son glicoproteínas con pesos moleculares que varían entre 45 y 55 kDa, y el análisis hidropático predice estructuras con 12 enlaces transmembrana interconectados por bucles hidrófilos. El primer bucle es externo y algunos GLUT tienen sitios de glicosilación y grupos amino y carboxilo terminales en el lado citosólico de la membrana. Exhiben sensibilidad a la citocalasina B. La selectividad por la glucosa está determinada por un conjunto altamente conservado de secuencias de aminoácidos.

Por ejemplo, la secuencia QLS de la hélice 7 es importante para el reconocimiento de glucosa de GLUT 1, GLUT 3 y GLUT 4. De manera similar, también se describen arginina y glicina en los segmentos 4 y 10, triptófano en la hélice 10, el bucle que une las hélices 2 y 3, y secuencias de glicina/arginina o arginina/lisina ubicadas en el bucle que une las hélices 8 y 9 también son la unión a glucosa. Asimismo, la colocación de dileucina intracelular cerca del extremo carboxilo es importante para la internalización en los transportadores de reciclaje. Donde se propone el 05 de las uniones forman poros acuosos a través de los cuales se transporta la glucosa. (Diez et al., 2003)

**A. Absorción pasiva.** En el proceso digestivo hay un momento en el que los oligosacáridos se hidrolizan y se produce una alta concentración de glucosa, que es superior al celular y atraviesa la membrana sin necesidad de energía, y ésta, a diferencia de las pentosas, requiere transportadores de glucosa específicos mientras exista esta diferencia de pendiente.

**B. Absorción activa.** El transporte de glucosa a través de las membranas pide energía metabólica, iones de sodio y proteínas transportadoras. Son estos iones los que provocan la diferencia en el gradiente que libera la energía que utiliza la glucosa para cruzar la membrana. Luego, la glucosa se transporta pasivamente a los capilares. Luego, la glucosa se metaboliza dentro de las células intestinales. Aproximadamente el 50% de lo que ingresa se convierte en ácido láctico mediante un proceso llamado glucólisis antes de ingresar al torrente sanguíneo, que ayuda a mantener un gradiente apropiado para la absorción por transferencia pasiva. Este proceso se completa en el hígado, donde el lactato se convierte nuevamente en glucosa con un aporte de energía en forma de ATP mediante un proceso llamado gluconeogénesis. (Scheepers et al., 2004)

### ***2.1.5. La clasificación de los GLUT***

**2.1.5.1. GLUT CLASE I.** Estos sistemas de transporte constan de las isoformas GLUT 1a GLUT 4 y el GLUT 14 recientemente identificado.

GLUT 1 (SLC2A1). Está codificado, un gen ubicado en el cromosoma 22 y consta de 664 aminoácidos.  $K_m$  es de 1-2 mM y también transporta galactosa. En los riñones, se encuentra en todas las partes de la nefrona. Las anomalías congénitas de GLUT 1 Se asocian con el síndrome de deficiencia del transporte de glucosa tipo 1, cuyas manifestaciones dan convulsiones, retraso del crecimiento, microcefalia adquirida, hipotonía y trastornos del movimiento. Estos síndromes son tratados con dieta rica en cuerpos cetónicos. Por otro lado, los cambios en el gen que codifica GLUT 1 se asocian con el avance de diabetes tipo 2. (Wu y Freeze, 2002)

GLUT 2 (SLC2A2). Consta de 522 aminoácidos y está codificado con un gen en el cromosoma 3. Los kilómeros tienen 17 mm de largo. Se expresa prioritariamente en las células pancreáticas, el hígado, los riñones y la membrana basolateral del intestino delgado. También transporta galactosa y fructosa. La deficiencia congénita de GLUT-2 es un trastorno hereditario autosómico recesivo caracterizado por acumulación de glucógeno, intolerancia a la glucosa y galactosa, hipoglucemia en ayunas y tubulonefropatía característica, hepatomegalia con síndrome de Bickel y crecimiento marcadamente reducido. (Wu y Free, 2002)

GLUT 3 (SLC2A3). Tiene alta afinidad por la glucosa y se da en tejidos con alta demanda de este azúcar; también transporta galactosa. Consta de 596 aminoácidos y está codificado por un gen en el cromosoma 12. El valor  $K_m$  de la glucosa es 2 mM. En los seres humanos, es más abundante en el sistema nervioso central, la placenta, el hígado, los riñones y el corazón. En el cerebro, su función está ligada al GLUT 1, que permite el transporte vectorial de glucosa desde la sangre a las neuronas. GLUT 3 se asocia con restricción del crecimiento intrauterino (RCIU), una complicación común del embarazo. Los bebés expuestos a RCIU desarrollan hipoglucemia en el período neonatal, lo que aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo II, así como de discapacidad mental y física. (Wu y Freeze, 2002)

GLUT 4 (SLC2A4). Son los portadores más estudiados. Tiene una alta similitud por la glucosa y se da en tejidos sensibles como el músculo esquelético, el tejido adiposo y el corazón. Es así que se sabe que la insulina estimula la captación de GLUT 4 desde las vesículas intracelulares hasta la membrana plasmática, aumentando así el transporte de glucosa de 10 a 20 veces. GLUT 4 consta de 509 aminoácidos y está codificado por un gen en el cromosoma 17. El mecanismo por el cual la insulina hace que GLUT 4 entre en las membranas no se comprende del todo, pero actualmente se conocen varios fenómenos. Durante este proceso, cuando la insulina se une a su receptor de membrana, se produce un cambio conformacional que estimula la actividad de la tirosina quinasas. Los receptores se autofosforilan y, a su vez, fosforilan otras proteínas. El sustrato 1 es el más importante de ellos se llama del receptor de insulina (IRS-1). IRS-1 activa dos vías intracelulares. La cascada de quinasas activadas por mitógenos (MAP quinasa) participa en la regulación de la expresión génica de varias proteínas como GLUT 1 y GLUT 4, y el IRS-1 activa otra vía de señalización. Es una fosfatidilinositol 3-quinasa (PI3-quinasa) que participa principalmente en diversas secuelas metabólicas, incluida la translocación y la exocitosis, lo que lleva a la incorporación de GLUT 4 a la membrana. Por otro lado, la activación de esta vía reduce la endocitosis de vesículas que comprenden moléculas de GLUT-4 y aumenta el número de vesículas en la membrana plasmática. Se ha informado que los niveles de expresión y fosforilación de IRS-1, PI3-quinasa y proteína quinasa B en los tejidos diana de insulina, que representan componentes tempranos de la señalización de la insulina, están reducidos en pacientes con diabetes tipo 2. (Wu y Freeze, 2002)

GLUT 14 (SLC2A14). El gen humano que codifica este sistema de transporte se encuentra aproximadamente 10 Mb aguas arriba del gen GLUT 3 en el cromosoma 12p 13.3 (17,1 M) y tiene una alta homología con el gen GLUT 3. GLUT 14 consta de 11 exones y era muy pequeño. Se considera un pseudogén ya que no se detectó ningún producto proteico

derivado. Ahora se sabe que existen dos formas alternativas de edición para la expresión de GLUT 14. Una es una forma corta (GLUT 14-S) que codifica una proteína de 10 exones y 497 aminoácidos y es 94,5% idéntica a GLUT 3 forma larga. (GLUT -L) tiene un exón más y codifica una proteína de 520 aminoácidos que se diferencia de GLUT 4-S sólo en el extremo amino. Transportador de glucosa 55-A diferencia del GLUT 3, que se dan en muchos tejidos, la isoforma GLUT 14 se expresa específicamente en los testículos y es más abundante que el GLUT 3. No se han descrito condiciones patológicas relacionadas con cambios en este portador. (Wu y Freeze, 2002)

**2.1.5.2. GLUT CLASE II.** Incluye el transportador selectivo de fructosa GLUT 5 y los transportadores GLUT 7, GLUT 9 y GLUT 11.

GLUT 5 (SLC2A5). La expresión de este transportador está altamente regida al desarrollo. El intestino delgado, los testículos y los riñones sólo transportan fructosa, no glucosa. Contiene 501 aminoácidos y está codificado por un gen situado en el cromosoma 1. Por otro lado, se ha propuesto que el aumento de la actividad metabólica en las células tumorales va acompañado de un aumento en la expresión de los transportadores de azúcar, especialmente los transportadores de glucosa. Estudios in situ han comprobado que este transportador se expresa en pacientes con cáncer de mama, para lo cual sugiere que la fructosa puede ser un buen sustrato energético para este tipo de células. Asimismo, el aumento de fructosa en la dieta conduce a una alta incidencia de hipertrigliceridemia e hiperinsulinemia. (Uldry et al., 2001)

GLUT 7 (SLC2A7). El transportador GLUT 7, clonado del intestino humano, representa un transportador de alta afinidad para la glucosa y la fructosa y fue descrito originalmente como un transportador del retículo endoplásmico. Está formado por 524 aminoácidos y con un 53% de identidad con GLUT 5. Tiene una afinidad de 0,3 mM por la glucosa y 0,06 mM por la fructosa. Su inusitado de sustrato y su estrecha identidad con GLUT

5 sugieren que GLUT 7 es un mediador entre los transportadores de glucosa de clase I y clase II. Se ha detectado ARN mensajero de GLUT 7 en el intestino delgado, el colon, los testículos y la próstata. En el intestino delgado, se expresa principalmente en las células del borde en cepillo. (Uldry et al., 2001)

GLUT 9 (SLC2A9). El gen que codifica este transportador está situado en el cromosoma 4p 15.3-p16 y consta de 12 exones que codifican una proteína de 540 aminoácidos. En estudio de tejidos humanos diversos, refleja que GLUT 9 se expresa fundamentalmente en el riñón, hígado, intestino delgado, placenta, pulmones y leucocitos. Asimismo, comparte un 44% de similitud con GLUT 5 y un 38% de similitud con GLUT 1. En ratones, su expresión se observa antes de la implantación embrionaria, lo que sugiere su importancia en este proceso. (Uldry et al., 2001)

**2.1.5.3. GLUT CLASE III.** Estos transportadores incluyen GLUT 6, GLUT 8, GLUT 10, GLUT 12 y el transportador de mioinositol acoplado a protones (HMIT). Comparados con los de clase I y II, cuyos transportadores se determinan por tener un bucle extracelular corto 1 en su estructura secundaria y por tanto carecen de sitios de glicosilación. Muestran una alta afinidad con los transportadores que se encuentran en levaduras, bacterias y *Drosophila* y se cree que son evolutivamente más antiguos que otros transportadores (Uldry et al., 2001).

GLUT 6 (SLC2A6). Corresponde a una proteína formada por 507 aminoácidos. Se desconoce si transporta fructosa, pero tiene baja afinidad por la glucosa. Se expresa principalmente en el cerebro, el bazo y los glóbulos blancos. Al igual que GLUT 5, GLUT6 se ha encontrado células con tumoraciones como el cáncer de mama, y se ha sugerido que está relacionada con el uso de fructosa como sustrato energético en células. (Uldry et al., 2001)

GLUT 8 (SLC2A8). También conocido como GLUTX1. Es una proteína de 42 kDa, compuesta por 477 aminoácidos, y su gen está situado en el cromosoma 9 humano. Este transportador comparte un 29,4% de similitud con GLUT 1. Debido a que se localiza

intracelularmente, no participa en el consumo basal de glucosa y se cree que su expresión, movimiento y reciclaje dependen de diversos estímulos hormonales y neurales, uno de los cuales es la insulina. Sin embargo, otros factores de estrés como la hipoxia y la hipoglucemia también influyen en su funcionamiento. Tiene una alta semejanza por la glucosa y es inhibida específicamente por la D-fructosa y la D-galactosa. Se expresa altamente en los testículos y en el sistema nervioso central, glándulas suprarrenales, hígado, bazo, tejido adiposo pardo y pulmones, aunque también se encontró muy baja en el músculo esquelético. El testículo, su secreción de gonadotropinas y en el blastocisto, de la insulina. En cambio, en la glándula mamaria su expresión está regida por hormonas que producen la leche. La expresión de este transportador puede aumentar en los tejidos sensibles a la insulina en la diabetes tipo II, posiblemente para compensar el defecto funcional de los GLUT sensibles a la insulina. (Uldry et al., 2001)

GLUT 10 (SLC2A10). Este es un transportador de glucosa que se sobre expresa en los diabéticos tipo II. Este gen está ubicado en el cromosoma 20q12-13.1. Este transportador tiene 541 aminoácidos y tiene un 35% de similitud con GLUT 3 y GLUT 8. Se encuentra principalmente en el hígado y el páncreas. Según la ubicación y función del tejido, se cree que las mutaciones en el gen GLUT10 están involucradas en la susceptibilidad a la diabetes tipo 2. Donde la deficiencia de este transportador se conoce como enfermedad de Reuss-Dietz o enfermedad de tortuosidad arterial y se asocia con una regulación positiva de la síntesis de TGF- $\beta$  en la pared arterial donde se producen los aneurismas aórticos. (Uldry et al., 2001)

GLUT 12 (SLC2A12). Este transportador se clonó originalmente a partir de una línea celular de cáncer de mama y su expresión se ha identificado en glándulas mamarias de ratón. Cabe señalar que la proteína formada por 621 aminoácidos con un peso molecular de 67 kDa. Es considerado el 2do sistema de transporte de glucosa insulino dependiente. Está indicado para músculo esquelético, tejido adiposo e intestino delgado. Esto se asocia con nefropatía diabética

progresiva, donde se produce hiperglucemia, hipertensión y peor activación del sistema renina-angiotensina. HMIT (SLC2A13). Asimismo, conocido como GLUT 13, el cual es transportador de H<sup>+</sup> acoplado a mioinositol. Donde está compuesto por 629 aminoácidos y con un 36% de similitud con el GLUT 8. Donde se expresa principalmente en el cerebro. Transporta principalmente mioinositol y estereoisómeros relacionados sin transportar azúcares de ningún tipo. La fosfoinositida, elaborada a partir de mioinositol, desempeña un papel importante en el desarrollo de los conos de crecimiento neuronal y la actividad sináptica. Su ubicación es en la vesícula intracelular que se libran la membrana plasmática mediante la activación de la proteína quinasa C o daño celular al aumentar la concentración de calcio intracelular. (Uldry et al., 2001)

#### ***2.1.6. Historia de los tubos de recolección sanguínea***

Existen diversos factores que activan el proceso de glucolisis que en la actualidad frenan o disminuyen la activación de esta. El uso de insumos para la toma de muestra sanguínea ha generado un gran aporte en relación a la preservación, estabilidad y bioseguridad en el personal que trabaja en el laboratorio clínico, por ello; la creación de un sistema de extracción al vacío y aditivos conforma un diseño seguro y fácil para la recolección de muestras por parte del personal de salud.

Antes de la creación del sistema de extracción al vacío se realizaba la recolección de sangre con preparaciones o soluciones llamados aditivos que se depositaban en tubos (por ejemplo, EDTA, citrato) con el fin de evitar el proceso de coagulación y para identificar el volumen de extracción adecuado, el laboratorio tenía para grabar líneas en los tubos de vidrio hecho con borosilicato. El flebotomista recolectaba muestras de sangre con agujas y jeringas de vidrio, en caso de pacientes en los que se requería muchas pruebas, el flebotomista debía estar junto al paciente en repetidas ocasiones, al menos una jeringa para química, y otra para hematología. Después de la recolección, el flebotomista transferiría la sangre a una serie de tubos de ensayo que eran sellados con tapones de goma para ser transportadas. (Bush y Cohen,

2003)

Los tubos iniciales de extracción el vacío tenía el similar uso que los de ahora: toma y transporte de muestras sanguíneas con una sola vía de acceso; Sin embargo, el modelo inicial tuvo problemas de vacío por lo que fue rechazado, a pesar de ello la empresa Becton Dickinson decidió realizar modificaciones y la ingreso al mercado con el nombre de VACUTAINER convirtiéndose en el artículo con más ventas en la industria. El éxito del tubo Vacutainer fue la importancia del laboratorio clínico en el diagnóstico médico. La sangre fue el medio para gran parte del diagnóstico. (Bush y Cohen, 2003)

Para 1940 la empresa BD (Becton Dickinson) a finales de 1940 e inicios de 1950 genero esta frase en un anuncio publicitario” Una prueba de laboratorio no es mejor que la muestra, y el espécimen no es mejor que la forma en que fue recolectado" para promover la primera colección de sangre en tubos al vacío. El sistema de recolección de sangre al vacío fue patentado en el año 1949 con una estructura sustancialmente similar al sistema que se aplica en la actualidad por Joseph Kleineren conjunto a Becton Dickinson. (Rosenfeld, 2000)

BD hizo solo 1 tipo del tubo Vacutainer <sup>TM</sup> sin necesidad de ser esterilizados, pero ahora lo hace cientos de estilos y tamaños. La corriente el sistema de tubos de vacío utiliza códigos de colores, tubos con tapón que contienen el vacío y un titular que admite una aguja de doble punta. BD fue el único tubo de vacío fabricante en los Estados Unidos hasta principios de 1970 cuando otros fabricantes ingresaron al mercado se necesitó de la aprobación de la FDA. (Bush y Cohen, 2003)

**2.1.6.1. Sistema de vacío.** En la actualidad constituye la forma más frecuente, eficaz, y barata de obtención de muestras sanguíneas evitando la fuga de sangre en el intercambio de tubos, este sistema contiene tres elementos: una aguja estéril, un soporte o holder para afirmar la aguja y el tubo en el que se ha hecho el vacío provisto de un aditivo. Para obtener una muestra de suero se dejando coagular la muestra sanguínea dentro de un tubo seco sin anticoagulante

en reposo por 10 minutos a temperatura ambiente con el fin de formar el coagulo y seguidamente se centrifuga para obtener el suero en el sobrenadante donde la muestra más utilizada por laboratorio de bioquímica, serología e inmunología. (MurciaSalud, 2019)

### ***2.1.7. Tubos para la recolección de muestras sanguíneas***

**2.1.7.1.** Nuestra línea completa de tubos de plástico para extracción de sangre al vacío en tamaño 13x75 mm garantiza la calidad y la consistencia que necesita para aumentar la precisión y reproducibilidad de resultados a pruebas analíticas de laboratorio. Los tubos para recolectar sangre o suero tienen diferentes tapas de diversos colores donde pueden contener aditivos como anticoagulantes y conservantes. Es sumamente importante utilizar el tubo correcto para recolección y así proteger su muestra. Si la sangre se almacena en el tubo equivocado, se debe tomar una muestra, lo que puede retrasar el diagnóstico. Aunque normalmente el personal del instrumento no recoge las muestras, los responsables de la recogida de muestras deben tener conocimientos básicos sobre los tubos de recogida adecuados. Tubos de recolección de sangre al vacío de laboratorio VACUETTE® Los tubos de recolección de sangre están hechos de materiales sintéticos y están pre aspirados para lograr un volumen de llenado preciso. Equipado con tapas de seguridad codificadas por colores. El tubo, la concentración de aditivos químicos o la cantidad de aditivos líquidos y sus desviaciones límite cumplen con los requisitos y recomendaciones de la Norma Internacional "ISO 6710". Recipiente desechable para recogida de sangre venosa “Contenedores desechables para la recolección de muestras de sangre venosa” y pautas del NCCLS. La elección del tubo adecuado a utilizar depende del método analítico. Se deben seguir las instrucciones del fabricante del reactivo y/o del fabricante del equipo analítico que realiza la prueba. El interior del tubo es estéril. (MurciaSalud, 2019)

**2.1.7.2. Tubos con activador de coagulo (tapón rojo).** Los tubos de suero en las paredes internas tienen un especial recubrimiento partículas microscópicas de sílice donde se

activan el proceso de coagulación. Los tubos de suero en gel contienen un gel en el fondo del tubo. La gravedad específica del gel se encuentra entre la de los coágulos de sangre y la del formándose una barrera estable. Esto permite que ciertos parámetros permanezcan estables dentro del tubo primario hasta por 48 horas si se siguen las condiciones de acopio recomendadas. (MurciaSalud, 2019; LAC, 2019)

**2.1.7.3. Tubos de EDTA K3 (tapón lila).** La cantidad de EDTA por mililitro de sangre es esencialmente la misma para las tres formas de EDTA (1,5 a 2,2 mg/ml). Sin embargo, se pueden observar ligeras diferencias en la hemoglobina entre EDTAK2 y ETAK3 debido al efecto de dilución de EDTAK3.

**2.1.7.4. Tubos de glucosa (tapón gris).** Este es un tubo de glucosa exclusivo que contiene anticoagulantes y estabilizadores. Además, se encuentran disponibles tubos con diferentes tipos de aditivos, incluidos EDTA y fluoruro de sodio, oxalato de potasio y fluoruro de sodio, heparina sódica y fluoruro de sodio, y heparina litio y monoyodoacetato de litio. Estos tubos de glucosa son adecuados para medir los niveles de glucosa y lactato. (MurciaSalud, 2019; LAC, 2019)

### **2.1.8. Definiciones Operativas**

**Azúcar en sangre:** Es una medida de la concentración de glucosa libre en la sangre, suero o plasma. Los niveles normales de azúcar en sangre durante el ayuno oscilan entre 70 y 100 mg/dL.

**Tubos de recolección de sangre:** Un sistema de esterilización cerrado que mantiene la integridad de la muestra y un sistema de vacío que elimina la posibilidad de reflujo de sangre hacia las venas durante la recolección de la muestra y la obtención de volúmenes precisos durante el llenado.

**Tubo con tapa lila:** el tubo EDTA viene hacer un tubo estándar que se utilizados en pruebas de grupos sanguíneos, pruebas cruzadas, hematología clínica y diversos instrumentos

de análisis de células sanguíneas. Actúa como un fuerte anticoagulante al unirse al calcio en la sangre. Este tubo proporciona una protección integral para las células sanguíneas.

**Tubos de glucosa con tapas grises:** Los tubos de glucosa se utilizan para extraer sangre para pruebas como niveles de glucosa en sangre, tolerancia a la glucosa y lactato. El fluoruro de sodio agregado inhibe eficazmente el metabolismo del azúcar en sangre y la heparina sódica resuelve con éxito la hemólisis. Lo cual, la sangre mantiene su estado original durante mucho tiempo y se garantiza que las mediciones de azúcar en sangre serán estables durante 72 horas.

### **III. MÉTODO**

#### **3.1. Tipo de investigación**

Nivel: prospectivo porque se registraron los datos obtenidos en la medida que fue ocurriendo el tiempo durante el dosaje de glucosa en suero y plasma.

Corte transversal analítico: debido a que compararon el nivel de glucosa de los donantes de sangre en un momento específico.

Tipo observacional: porque se emplearon técnicas que permitieron obtener información por medio de la observación directa, así como registro.

#### **3.2. Ámbito temporal o espacial**

##### ***3.2.1. Ámbito temporal***

Este estudio se realizó después de obtener el permiso de la institución para recolectar muestras de sangre y obtener datos útiles. El estudio incluyó a donantes de sangre que acudieron al Banco de Sangre Tipo II del Hospital Cayetano Heredia y dieron su consentimiento informado para participar en el estudio.

##### ***3.2.2. Ámbito espacial***

Centro de Hemoterapia y Banco de Sangre Tipo II del Hospital Cayetano Heredia; ubicado en la Av. Honorio Delgado N° 262, en el distrito de San Martín de Porres, La metrópoli está ubicada al norte de la región de Lima, en la margen derecha del río Rímac y pertenece al Departamento de Lima.

El Centro de Hemoterapia y Banco de Sangre, está bajo la jurisdicción del Hospital Cayetano Heredia, el cual pertenece al Departamento de Anatomía Patológica y Patología Clínica y pertenece exclusivamente a la V Dirección de Salud de la Ciudad de Lima.

### 3.3. Variables

#### 3.3.1. Operacionalización de las variables

##### Variable independiente

Tubo de extracción al vacío

##### Variable dependiente

Glucosa en donantes de sangre

Variables	Definición conceptual	Tipo de variable	Indicador
<b>Independiente</b>			
<b>Glucosa en donantes de sangre</b>	La glucosa es la medida de concentración libre en la sangre, suero o plasma Sanguíneo.	Cuantitativo, en escala de razón	mg/dl
<b>Dependiente</b>			
<b>Tubo con fluoruro de sodio NaF</b>	El fluoruro de sodio es un anticoagulante que inhibe la enzima enolasa durante la glicolisis.	Cuantitativo, en escala de razón	mg/dl
<b>Tubo con EDTA K3</b>	El EDTA es un anticoagulante cuyo principio es la quelación de calcio.	Cuantitativo, en escala de razón	mg/dl
<b>Tubo Rojo con activadores de coagulación</b>	Son tubos que contienen aditivos que promueven la formación de coágulos.	Cuantitativo, en escala de razón	mg/dl

<b>Sexo</b>	Característica biológica y genética que definen en mujer o varón.	Cualitativo, escala nominal	Femenino Masculino
<b>Edad</b>	A partir del nacimiento de un individuo los años cumplidos.	Cuantitativo, en escala de razón	Años

### 3.4. Población y muestra

#### 3.4.1. Población

Estuvo conformada por 920 donantes que asistieron durante los meses de octubre y noviembre del 2020 y que resultaron aptos para la donación según resultado serológico, de ambos sexos, mayores de edad y que cumplieron con los criterios de inclusión.

#### 3.4.2. Muestra

Conformada por 90 donantes de sangre que aceptaron de manera voluntaria participar en el estudio, a los cuales se le determinaron el nivel de glucosa sanguínea en suero y plasma.

#### 3.4.3. Tipo de Muestreo

El tamaño de muestra fue calculado en el programa Open Epi versión 3.1, mediante diferencias de medias. La información se obtuvo del estudio de Kang J. G. (2016) donde el promedio de glucosa plasmática fue de  $119.4 \pm 9.9$  y de glucosa sérica fue de  $108.5 \pm 6.5$  mg/dl, la potencia fue de 80% y un 95% de confianza. El tamaño de muestra mínimo es de 10 sujetos. Sin embargo, en la presente tesis se evaluaron a 90 participantes.

#### **Criterios de inclusión:**

- Todos los donantes de sangre que pasaron la entrevista personal.
- Todos los donantes que estuvieron en ayunas
- Todos los donantes que presentaron buen acceso venoso
- Todos los donantes que estuvieron de acuerdo y firmaron el consentimiento

informado.

### **Criterios de exclusión**

- Todos los donantes de sangre que fueron excluidos por algún motivo para la donación.
- Todos los donantes de sangre que no estuvieron de acuerdo con el consentimiento informado para participar en el estudio.
- Todos los donantes de sangre que no vinieron en ayunas

### **3.5. Instrumentos**

Para la recolección de datos, los resultados se ingresaron a una ficha (Anexo C) el cual fue diseñado por el investigador teniendo en cuenta las variables del estudio como: valor de glucosa plasmática, glucosa sérica, edad, sexo. El análisis de la glucosa enzimática se realizó en un equipo Beckman Coulter AU® Clinical Systems y los insumos (reactivo) de la compañía Diagnostica Peruana. Se cumplió en realizar el control de calidad diario del equipo y la calibración del analito (anexo E).

### **3.6. Procedimientos**

La toma de muestra en los donantes de sangre se realizó ante una respuesta afirmativa en el consentimiento informado (anexo D) una vez obtenida la muestra, estas estuvieron en reposo por 45 minutos a temperatura ambiente (22 °C) en posición vertical en una gradilla para luego pasar a centrifugación x 10 minutos a 3500 revoluciones por minuto (rpm), después de ello fueron alicuotados y refrigerados a - 60° C hasta su procesamiento. El análisis de la glucosa se realizó en un analizador automatizado de bioquímica clínica de la marca Al 400 Beckman Coulter, La validación de los resultados (anexo F) se dio mediante los controles de calidad interno en el nivel patológico y normal.

### **3.7. Análisis de datos**

Los análisis se realizaron en el software estadístico MedCalc v20.027. Se evaluó frecuencia absoluta y porcentaje para las variables cualitativas, mientras promedios o mediana

en variables numéricas. Para la comparación de glucosa entre los distintos tubos se realizó T Student pareado, prueba de concordancia de Lin, correlación de Pearson o Spearman (previa evaluación de los supuestos). Además, se utilizó el gráfico de Bland Altman para la determinación del sesgo y sesgo porcentual. Finalmente se ordenó en distintas tablas y gráficos de acuerdo a los objetivos trazados.

### **3.8. Consideraciones éticas**

Una vez recibido el permiso institucional, este trabajo de investigación continuó realizándose de acuerdo con los lineamientos éticos básicos de objetividad, honestidad, respeto a la libertad y respeto a los derechos individuales. La autorización institucional se evidencia en (anexo B).

De manera similar, los resultados de todos los participantes se sometieron a una codificación personalizada y a un consentimiento informado. De esta manera, a lo largo del estudio solo se mencionaron las características generales necesarias para realizar la tarea de investigación, evitando proporcionar los nombres o posibles identificadores de los encuestados.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Presentación de Resultados

Del total de donantes de sangre  $n=90$ . Se determinaron el nivel de glucosa en suero y de plasma. Los varones representaron el 52.22% ( $n=47$ ) y la edad promedio de los participantes fue  $32.12 \pm 9.74$  años.

**Tabla 1**

*Nivel de glucosa en diferentes tubos recolección sanguínea en un mismo tiempo en los donantes de sangre del Hospital Nacional Cayetano Heredia.*

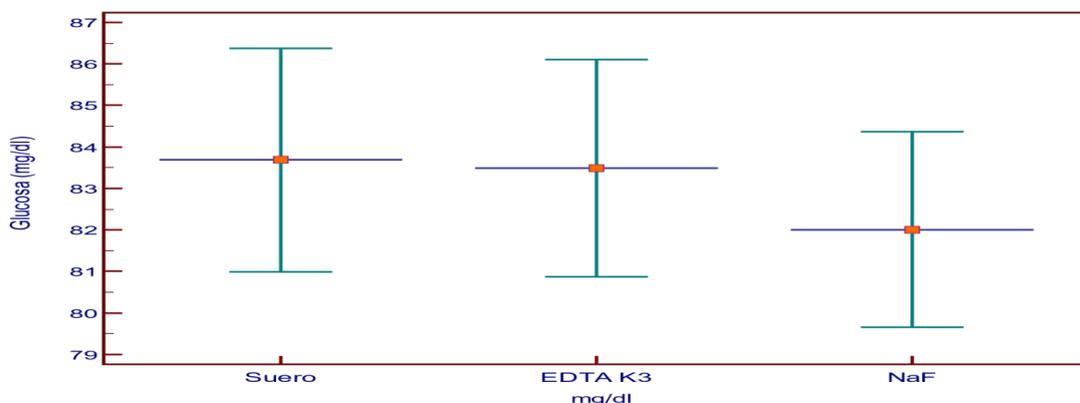
Determinación de Glucosa Sanguínea	N	(mg/dl)
Suero (activador de coagulación)	90	$83.68 \pm 12.86$
Plasma (EDTA K3)	90	$83.48 \pm 12.48$
Plasma (NaF)	90	$82.00 \pm 11.24$

¥ Mediana (p25 – p75)

*Nota.* El promedio de glucosa en el suero fue de  $83.68 \pm 12.86$  mg/dl mientras, en la muestra de plasma con EDTA y NaF fueron de  $83.48 \pm 12.48$  y  $82.00 \pm 11.24$  respectivamente.

**Figura 1**

*Nivel de glucosa en diferentes tubos recolección sanguínea en un mismo tiempo*



*Nota.* En la gráfica se puede observar que el promedio de la glucosa en NaF fue menor en comparación a los tubos con gel activador y EDTA.

**Tabla 2**

*Valor de glucosa sérica en el tubo rojo con activador de coagulación en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia.*

<b>Determinación de Glucosa Sérica</b>	<b>N</b>	<b>(mg/dl)</b>
Suero (activador de coagulación)	90	83.68 ± 12.86
¥ Mediana (p25 – p75)		

*Nota.* De las muestras de suero correspondiente a los donantes de sangre (n=90) se obtuvo una mediana de 83.68 ± 12.86 mg /dl de glucosa en sangre.

**Tabla 3**

*Valor de glucosa plasmática en el tubo lila con EDTA K3 en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia.*

<b>Determinación de Glucosa Plasmática</b>	<b>N</b>	<b>(mg/dl)</b>
Plasma (EDTA K3)	90	83.48 ± 12.48
¥ Mediana (p25 – p75)		

*Nota.* De las muestras de plasma con EDTA correspondiente a los donantes de sangre (n=90) se obtuvo una mediana de 83.48 ± 12.48 mg /dl de glucosa en sangre.

**Tabla 4**

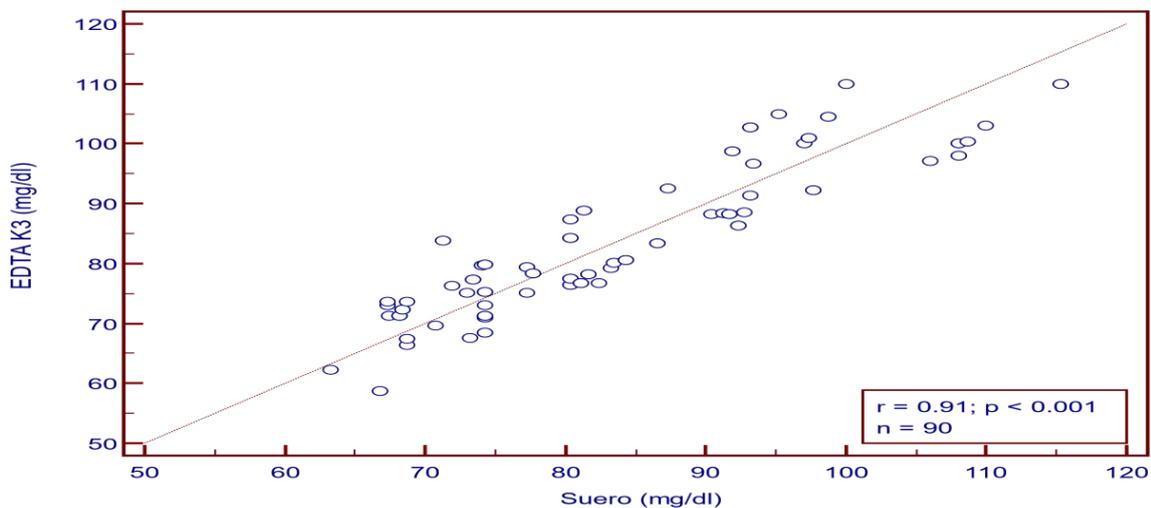
*Valor de glucosa plasmática en el tubo gris con fluoruro de sodio NaF en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia.*

Determinación de Glucosa Plasmática	N	(mg/dl)
Plasma (NaF)	90	82.00 ± 11.24
¥ Mediana (p25 – p75)		

*Nota.* De las muestras de plasma con NaF correspondiente a los donantes de sangre (n=90) se obtuvo una mediana de 82.00 ± 11.24 mg /dl de glucosa en sangre.

**Figura 2**

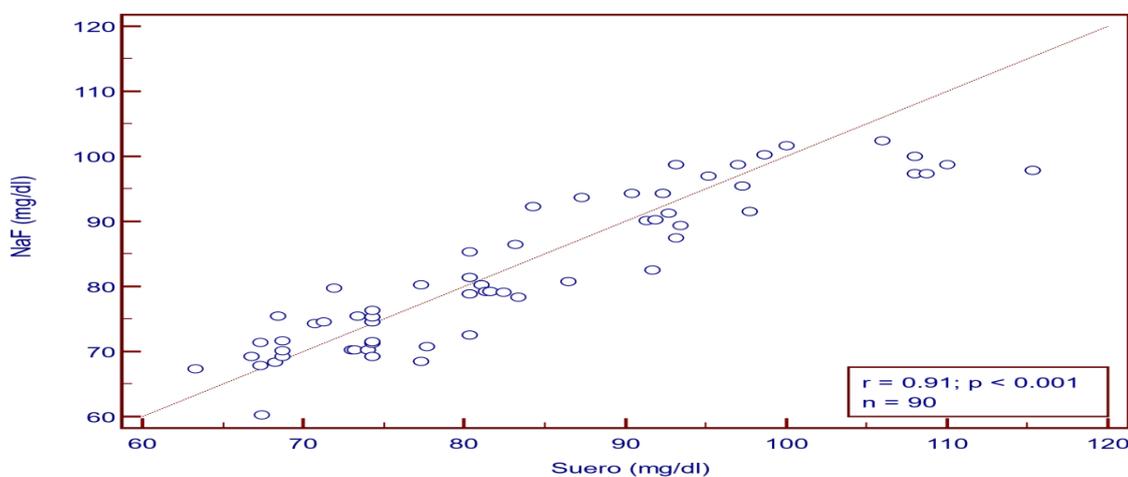
*Comparación entre la glucosa plasmática EDTA K3 y en suero*



*Nota.* La glucosa en suero presenta una correlación positiva, fuerte y significativo estadísticamente ( $r = 0.91$ ,  $p < 0.001$ ) con respecto a la glucosa plasmática en EDTA K3.

**Figura 3**

Comparación entre la glucosa plasmática NaF y en suero



Nota. La glucosa en suero presenta una correlación positiva, fuerte y significativo estadísticamente ( $r = 0.91$ ,  $p < 0.001$ ) con respecto a la glucosa plasmática en NaF.

**Tabla 5**

Sesgo de la glucosa plasmática y sérica en diferentes puntos de decisión clínica Concordancia:

Plot de Bland Altman

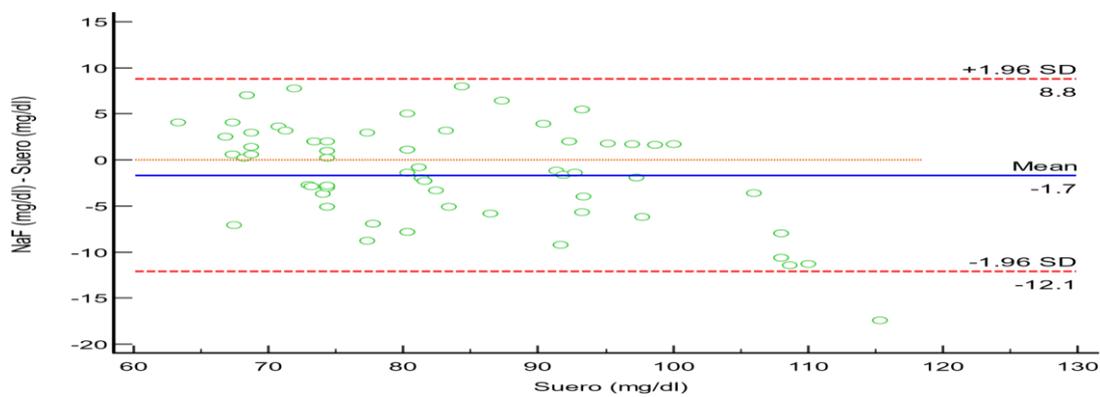
Analito	Suero	EDTA	NaF	p value
<b>Glucosa (mg/dl)</b>	83.68 ± 12.86	83.48 ± 12.48	82 ± 11.24	0.008
<b>EDTA</b>				
	Sesgo	Sesgo	Coefficiente de	Sesgo
	(p value)	IC 95%	porcentual	deseable*
	-0.2 mg/dl	-1.33 a	-0.009	
<b>Suero</b>	(0.72)	0.92	(0.98)	0.91
				2.34
<b>NaF</b>				
	Sesgo	Sesgo	Coefficiente de	Sesgo
	(p value)	IC 95%	porcentual	deseable*
	-1.67 mg/dl	-2.79 a -	-1.62	
<b>Suero</b>	(p<0.001)	0.56	(0.01)	0.91
				2.34

\*Sesgo deseable se encuentra basado en la variación biológica.

*Nota.* Se encontró diferencia estadística de la glucosa sérica en comparación a la glucosa plasmática ( $p = 0.008$ ) y no se encontró relevancia clínica debido a que no se excedió el sesgo deseable basado en la variación biológica de las tablas de Westgard.

#### Figura 4.

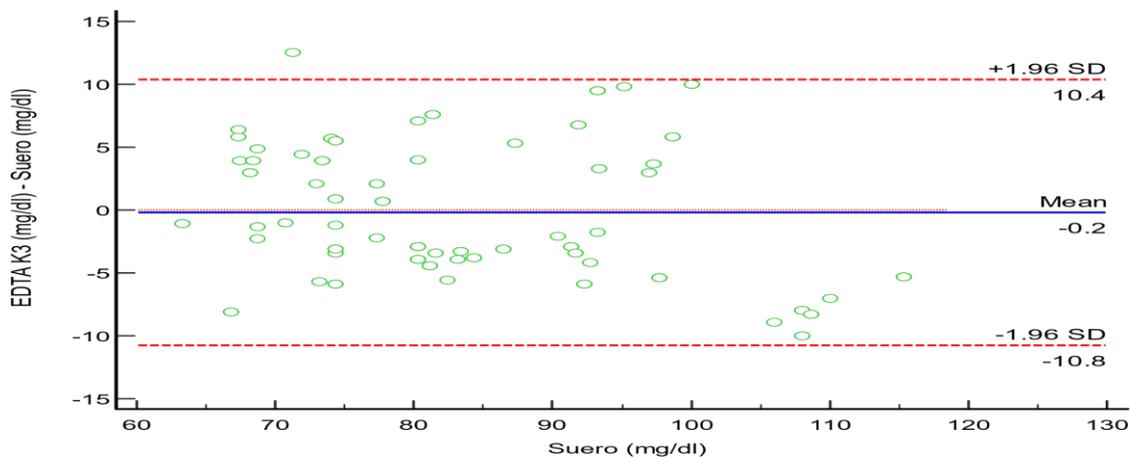
*Sesgo de la glucosa plasmática (EDTA K3) y suero*



*Nota.* La glucosa plasmática en EDTA K3 fue 0.2 mg/dl menos que la glucosa sérica.

#### Figura 5

*Sesgo de la glucosa plasmática (NaF) y suero*



*Nota.* La glucosa plasmática en NaF fue 1.7 mg/dl menos que la glucosa sérica.

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La glucosa es una prueba de laboratorio de vital importancia para el diagnóstico y manejo de la diabetes; una enfermedad crónica cuya prevalencia se ha incrementado rápidamente en países con bajos y medianos ingresos. Si bien existe un marcador alternativo aprobado por la Asociación Americana de Diabetes, denominado hemoglobina glicada (HbA1c) para el diagnóstico, en nuestro país aún se considera la medición de glucosa, ya sea de forma basal o tolerancia para el diagnóstico, tratamiento y control de la diabetes mellitus tipo 2 en el primer nivel de atención, debido que no se puede implementar la HbA1c por las múltiples plataformas analíticas que existen en mercado de diagnóstico in vitro y todavía no ha sido estandarizado en nuestro país.

El bajo costo, la implementación rápida y estandarización de la glucosa en un nivel de atención primario hace pensar que pueda ser una molécula fácil de medir; Sin embargo, existen varios factores pre analítico que pueden afectar la medición y por lo tanto llevar a un no diagnóstico de diabetes o tratamiento inadecuado. Un factor pre analítico que se debe tener en cuenta es la glicolisis, si no se separa o procesa la muestra dentro de las 2 horas, puede generar una disminución de la glucosa “in vitro” causado por las células sanguíneas, para evitar dicho "consumo" existen diferentes tubos de recolección sanguínea que contienen anticoagulantes que ayudan a bloquear el consumo de glucosa como es el fluoruro de sodio (NaF).

El presente estudio estuvo representado por los donantes de sangre que acudieron al centro de hemoterapia y banco de sangre del Hospital Cayetano Heredia durante el mes de octubre y noviembre del año 2020. Que de manera voluntaria aceptaron la extracción de las muestras para el estudio, la determinación de la glucosa se realizó en un equipo automatizado de la marca Belmat Coolter empleando el fundamento de la glucosa hexoquinasa.

En el presente estudio se observó que el valor medio de la glucosa en los tubos de suero fue 83.68 mg /dl, y en el plasma con NaF y EDTA K3 83.48 mg/dl y 82.0 mg/dl

respectivamente ( $p>0.05$ ). Los valores reportados no muestran diferencias significativas en los resultados en los tres tubos de recolección sanguínea analizados en un mismo tiempo, estando acorde a lo encontrado Kang et al. (2016), Li et al. (2013) y Fernández et al. (2013) donde también evaluaron la glicemia en suero y plasma y no encontraron diferencia marcada, a pesar que emplearon distintos tiempos para la medición de la glicemia; sin embargo, este resultado difiere a lo encontrado por But et al. (2018), Carey et al. (2016), Marroquín et al. (2016) y Winter et al. (2018), donde se observó una mayor reducción de glucosa en muestra con suero. Ello se debe a que los autores antes mencionados en sus estudios emplearon distintos tiempos para la medición de la glicemia y ello ocurrió con el transcurrir del tiempo en el procesamiento. Lo contrario sucedió con Roccaforte et al. (2016) donde en su estudio el nivel de glucosa en suero fue mayor en comparación con el de plasma con un margen de 3.4 mg/dl.

Por otro lado, en el presente estudio también se encontró que existe diferencia estadística entre la glucosa sérica y plasmática en los tubos con fluoruro de sodio, donde fue 1.67 mg/dl más bajo en comparación con la glucosa sérica ( $p < 0.001$ ); sin embargo, esto difiere del estudio propuesto Al-Kharusi et al. (2014) y Dimeski et al. (2014). donde reportaron que el nivel de glucosa plasmática en NaF fue 1.8, y 3.6 mg/dl más respectivamente frente a la glucosa en suero; esta diferencia de nuestros resultados con los autores mencionados anteriormente se debe que en ambos estudios el tubo con NaF se centrifugaron inmediatamente después de la recolección y procesó, evitando la glicolisis. Por otra parte, un estudio por Fernández et al. (2013), donde las muestras fueron recolectadas bajo “iguales condiciones” reportó que la glucosa plasmática en NaF fue 0.09 mg/dl más frente al suero, pero no fue estadísticamente significativo ( $p=0.63$ ) al margen si la glucosa en NaF es mayor o menor estadísticamente, no se observó relevancia clínica porque en nuestro estudio no excedió el sesgo deseable de la variación biológica.

En teoría, la literatura menciona que la glucosa plasmática es mayor en comparación al

suero y esto se debe que la cantidad de agua es plasma es mayor y por lo tanto directamente proporcional a la cantidad de glucosa. En nuestro estudio la glucosa sérica fue 0.2 mg/dl más y sin diferencia estadística ( $p=0.72$ ) en comparación a la glucosa plasmática y esto fue diferente a lo descrito por Sánchez y Zeballos (2015). Donde la glucosa plasmática fue 1.57 mg/dl ( $p = 0.41$ ) más frente a la glucosa sérica; donde también se evaluó bajo las mismas condiciones entre los tubos con recolección sanguínea; esta diferencia quizás se puede deber por las células sanguíneas que se encuentran “in vitro” dentro del tubo de recolección. Mientras Nakanga et al. (2022) encontró que la glucosa plasmática fue 3.6 mg/dl más frente a la glucosa sérica debido que el contacto entre el plasma y las células sanguíneas fue de corto tiempo, por la rápida centrifugación.

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1. Se determinó el nivel de glucosa en los diferentes tubos al vacío de recolección sanguínea en un mismo tiempo, encontrándose variaciones en las concentraciones.
- 6.2. El valor de la glucosa sérica obtenida en tubo tapa roja con retractor de coagulo presento la mayor concentración de glucosa en sangre.
- 6.3. El valor de la glucosa en plasma tubo de tapa lila EDTA K3 presento una concentración de glucosa cercana a la de suero.
- 6.4. El valor de la glucosa en plasma tubo con NaF presento una concentración de glucosa cercana a la de suero.
- 6.5. La comparación de la glucosa plasmática y sérica, esta resulto fuerte positiva, por lo tanto; es estadísticamente significativo.
- 6.6. En el sesgo de la glucosa plasmática y sérica, se encontraron diferencia estadística, pero no se encontró relevancia clínica debido a que el sesgo deseable de variación biológica no fue excedido.

## VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. La diabetes mellitus es un problema de salud pública que va en crecimiento en nuestro país, el laboratorio es indispensable como ayuda al diagnóstico. Por ello, se recomienda evaluar correctamente el uso de tubos al vacío para la recolección de muestra en la determinación de la glucosa.
- 7.2. El uso alternativo de materiales para la toma de muestra de la glicemia como el tubo de tapa roja son necesario en lugares de bajo alcance ya que se emplea para múltiples pruebas bioquímicas, se recomienda seguir empleándolo siempre con los cuidados necesarios para evitar la glicolisis.
- 7.3. Las concentraciones de plasma en tubos con EDTA y NaF no resultaron muy elevadas en comparación con la sérica, se recomienda realizar más estudios para la estandarización de los tubos al vacío en la toma de muestra.
- 7.4. Se recomienda establecer un sistema de calidad en el área pre analítica en los laboratorios de los establecimientos de salud, respetando el adecuado uso de tiempos y materiales, así como su paso al área de procesamiento.
- 7.5. La automatización y control de calidad en los laboratorios de nivel I son de vital importancia, por ello; se recomienda implementar estos centros con equipos para la determinación de analito de bioquímica y así garantizar los procesos realizados en el laboratorio.
- 7.6. Para estudios posteriores se recomienda adicionar el empleo del hemograma para poder evaluar si hay disminución de este analito, tal cual menciona uno de los investigadores, sería de gran aporte.

### VIII. REFERENCIAS

- Al-Kharusi, A., Al-Lawati, N., Al-Kindi, M., & Mula-Abed, W. A. (2014). Are tubes containing sodium fluoride still needed for the measurement of blood glucose in hospital laboratory practice?. *Oman medical journal*, 29(6), 404 – 407.  
<https://doi.org/10.5001/omj.2014.109>
- Álvarez, C., Avalos, M., Morales, M., & Córdova, J. (2014). Nivel de conocimiento y estilo de vida en el control metabólico del paciente con diabetes mellitus tipo 2 en la UMF. [Tesis de pregrado, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco México].  
<https://www.redalyc.org/pdf/4578/457845287003.pdf>
- American Diabetes Association. (2013). Hiperglucemia, U.S. state of Texas.  
<http://www.diabetes.org/es/vivir-con-diabetes/tratamiento-y-cuidado/elcontrol-de-la-glucosa-en-losange/hiperglucemia.html?referrer=>
- Bush, V., & Cohen, R. (2003). La evolución de los tubos de extracción de sangre evacuados. *Labmedicine*, 34, 304-310.  
<https://ur.booksc.eu/journal/16387/34/4>
- Butt, T., Masud, K., Butt, H., & Bhatti, M. (2018). Glucose level variation in blood with Sodium Fluoride and in Serum. *PJMHSI*, 12(2), 687-689.  
[https://pjmhsonline.com/2018/april\\_june/pdf/687.pdf](https://pjmhsonline.com/2018/april_june/pdf/687.pdf)
- Castrejón, V., Carbó, R., & Martínez, M. (2007). MECANISMOS MOLECULARES QUE INTERVIENEN EN EL TRANSPORTE DE LA GLUCOSA. *REB* 26 (2), 49 - 51.  
[http://www.facmed.unam.mx/publicaciones/ampb/numeros/2007/02/e\\_TranspoGlucosa.pdf](http://www.facmed.unam.mx/publicaciones/ampb/numeros/2007/02/e_TranspoGlucosa.pdf)
- Carey, R., Lunt, H., Heenan, H., Frampton, C., & Florkowski, C. (2016). Collection tubes

containing citrate stabiliser over-estimate plasma glucose, when compared to other samples undergoing immediate plasma separation. *Clinical biochemistry*, 49 (18), 1406–1410.

<https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2016.05.017>

Delgado, D., Leon, J., Navas, J., & Rodriguez, J. (2011) *Bioquímica Estructural y Metabólica*, Universidad de Cantabria.

<https://digital.csic.es/handle/10261/89147>

Diez, A., Hiramaya, B., Osswald, C., & Koepsell, H. (2003). A glucose sensor hiding in a family of transporters. *Proc Natl Acad Sci*. 100(20), 11753 - 11757.

<https://doi.org/10.1073/pnas.1733027100>

Dimeski, G., Yow, K. S., & Brown, N. N. (2015). What is the most suitable blood collection tube for glucose estimation?. *Annals of clinical biochemistry*, 52 (Pt 2), 270–275.

<https://doi.org/10.1177/0004563214544708>

Espinoza, F. (2020). American Diabetes Association, Actualización y resumen de la guía ADA2020.

<https://sinapsismx.org/2020/02/09/actualizacion-y-resumen-de-las-guias-ada-2020-american-diabetes-association/comment-page-1/>

Fernandez, L., Jee, P., Klein, M., Fischer, P., Perkins, S., & Brooks, S. (2013). A comparison of glucose concentration in paired specimens collected in serum separator and fluoride/potassium oxalate blood collection tubes under survey 'field' conditions. *Clinical biochemistry*, 46 (4 - 5), 285 – 288.

<https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2012.11.027>

Fobker, M. (2014) Stability of glucose in plasma with different anticoagulants. *Clin Chem LabMed*, 52(7), 1057-60.

<https://doi.org/10.1515/cclm-2013-1049>

Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2020). Nota de prensa. Diabetes.

<https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/el-399-de-peruanos-de-15-y-mas-anos-de-edad-tiene-al-menos-una-comorbilidad-12903/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2013). Resultados de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar ENDES.

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1211/pdf/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1211/pdf/Libro.pdf)

Instituto Nacional de Salud [INS]. (2010). Situación Nutricional por etapas de vida. Encuesta Nacional de Hogares. (ENAHO 2009-2010).

[https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/cenan/van/vigilancia\\_poblacion/Estado\\_Nutricional\\_en\\_el\\_Per%C3%BA\\_2009-2010.pdf](https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/cenan/van/vigilancia_poblacion/Estado_Nutricional_en_el_Per%C3%BA_2009-2010.pdf)

Jafar, N., Edriss, H., & Naugent, K. (2016). The effect of short-term hyperglycemia on the innate immune system. *The American Journal of the Medical Sciences*. 351(2), 201-211.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26897277/>

Kang, J. G., Park, C. Y., Ihm, S. H., & 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>

Laboratorio de Análisis Clínicos. (2019). Manual de Pruebas y Toma de muestras. MTEC.

<https://www.lac.com.uy/Manual-de-Pruebas.pdf>

Lesage, J., Hahn, D., Leonhardt, M., Blondeau, B., Breant, B., & Dupouy, J. (2002) Maternal undernutrition during late gestation-induced intrauterine growth restriction in the rat is associated with impaired placental GLUT 3 expression, but does not correlate with endogenous corticosterone levels. *J Endocrinol.* 174(1), 37 – 43.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12098661/>

Li, G., Cabanero, M., Wang, Z., Wang, H., Huang, T., Alexis, H., Eid, I., Muth, G., & Pincus, M. (2013) Comparison of Glucose Determinations on Blood Samples Collected in Three Types of Tubes. *Ann Clin Lab Sci*, 43(3), 278-84.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23884222>

Marroquín, M., Rivera, Z., & Sánchez, K. (2016). “Análisis comparativo de la reducción de la glucosa en el tubo sin anticoagulante y en el tubo que contiene fluoruro de sodio y oxalato de potasio utilizados en el Hospital Nacional Rosales -Tesis.

<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/15853/1/An%C3%A1lisis%20comparativo%20de%20la%20reducci%C3%B3n%20de%20la%20glucosa%20en%20el%20tubo%20sin%20anticoagulante%20y%20el%20tubo%20que%20contiene%20Fluoruro%20de%20Sodio%20y%20Oxalato%20de%20Potasio%20utilizados%20en%20el%20Hospital%20Nacional%20Rosales%20de%20Marzo%20a%20Abril%20del%20a%C3%B1o%202016.pdf>

Ministerio de Salud [MINSA]. (2016). Guía de práctica para el diagnóstico, tratamiento y control de la diabetes mellitus Tipo 2 en el primer nivel de atención.

<http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3466.pdf>

Murray, R., Granner, D., Rodwell, V. (2007) Harper. Bioquímica ilustrada. 17a ed. El Manual Moderno. pp. 121-125.

<https://docplayer.es/77800039-Harper-bioquimica-ilustrada.html>

MurciaSalud (2019). Orden de llenado de los tubos de muestras analíticas. MurciaSalud.

<http://www.murciasalud.es/preevid/22934>

Nakanga, WP., Balungi, P., Niwaha, AJ., Shields, BM., Hughes, P., Andrews, RC, et al.

(2022) Alternative pre-analytic sample handling techniques for glucose measurement in the absence of fluoride tubes in low resource settings. PLoS ONE 17(2): e0264432.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264432>

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (20 de Marzo 2016). Informe mundial sobre la diabetes. Resumen de orientación.

[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204877/WHO\\_NMH\\_NVI\\_16.3\\_spa\\_df?jsessionid=0A8DCA9472F3820ECADAB18283071206?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204877/WHO_NMH_NVI_16.3_spa_df?jsessionid=0A8DCA9472F3820ECADAB18283071206?sequence=1)

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (12 de Junio 2016). Perfiles de los países para la diabetes. Perú.

[https://www.who.int/diabetes/country-rofiles/per\\_es.pdf?ua=1](https://www.who.int/diabetes/country-rofiles/per_es.pdf?ua=1)

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2018). Diabetes Tipo II. Centro de prensa.

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>

Organización Panamericana de la Salud [OPS]. (2016). Portal de vigilancia. Diabetes.

[https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=category&id=4475&layout=blog&Itemid=40610&lang=es&limitstart=15](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=category&id=4475&layout=blog&Itemid=40610&lang=es&limitstart=15)

Revilla, L. (2021). Situación de la diabetes según datos del sistema de vigilancia. CDC Peru.

<http://www.dge.gob.pe/portal/docs/tools/teleconferencia/2021/SE202021/03.pdf>

Roccaforte, V., Daves, M., Platzgummer, S., & Lippi, G. (2016). The impact of different samplematrices in delayed measurement of glucose. *Clinical biochemistry*, 49(18),

1412 – 1415.

<https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2016.08.015>

Rosenfeld, L. (2000) A Golden Age of Clinical Chemistry: 1948 – 1960. *Clinical Chemistry*, 46:10, 1705-1710.

<http://clinchem.aaccjnls.org/content/clinchem/46/10/1705.full.pdf>

Salvador, R. (2018). Relación de niveles de glicemia basal y hemoglobina glicosilada en pacientes del Hospital Nacional Daniel Alcides Carrión 2016-2017. Tesis de pregrado Universidad Nacional Federico Villareal [LIMA – PERU] Repositorio UNFV.

<https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2038/ROM%C3%81N%20SALVADOR%20LUIS%20ALBERTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sacks, D. (2012). Guías y recomendaciones para el diagnóstico y manejo de la diabetes mellitus Capítulos 7 al 13. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*, 46 (4).

[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0325-29572012000400015&lng=es&tlng=es.](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-29572012000400015&lng=es&tlng=es)

Sánchez Jacinto, B., & Zeballos Conislla, H. (2015). “Glucosa, ¿qué tubo de recolección usar?” *Rev Med Hered.*26: 60-61.

<http://www.scielo.org.pe/pdf/rmh/v26n1/a12v26n1.pdf>

Scheepers, A., Joost, H., & Schurmann, A. (2004) Las familias de transportadores de glucosa SGLT y GLUT: base molecular de la función normal y aberrante. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 28(5), 364 – 371.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15449578/>

Winter, T., Hannemann, A., Suchsland, J., Nauck, M., & Petersmann, A. (2018). Long-term stability of glucose: glycolysis inhibitor vs. gel barrier tubes. *Clin Chem Lab Med*, 56(8), 1251-1258.

<https://doi.org/10.1515/cclm-2017-0860>

Wright, E. (1998). I. Glucose galactose malabsorption. *Am J Physiol*. 275(5): G879 - 882?

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9815014/>

Wu, X., & Freeze, H. (2002) GLUT 14, un duplicon of GLUT 3, se expresa específicamente en testículos como formas de empalme alternativas. *NIH*. 80(6):553 – 557.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12504846/>

Uldry, M., Ibberson, M., Horisberger, J., Chatton, J., Riederer, B., & Thorens, B. (2001)

Identification of a mammalian H<sup>+</sup> -myo-inositol symporter expressed predominantly in the brain. *EMBOJ*20:4467-4477.

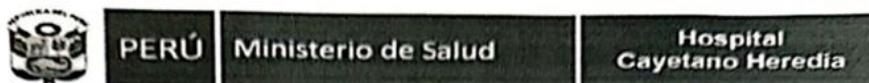
<https://www.embopress.org/doi/full/10.1093/emboj/20.16.4467>

## IX. ANEXOS

## Anexo A. Matriz de consistencia

TITULO	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DE ESTUDIO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Evaluación de la glucosa en tubos de recolección sanguínea en donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia – 2020	<p><b>Problema general:</b> ¿Cuál es el nivel de glucosa en tubos recolección sanguínea en un mismo tiempo en los donantes de sangre Hospital Cayetano Heredia?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <p><b>PE1.</b> ¿Cuál es el nivel de glucosa en la muestra sanguínea recolectada en tubo de tapa roja en un mismo tiempo en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia?</p> <p><b>PE2.</b> ¿Cuál es el nivel de glucosa en la muestra sanguínea recolectada en tubo de tapa lila en un mismo tiempo en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia?</p> <p><b>PE3.</b> ¿Cuál es el nivel de glucosa en la muestra sanguínea recolectada en tubo de tapa gris en un mismo tiempo en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia?</p> <p><b>PE4.</b> ¿Cuál será la comparación de la glucosa plasmática y glucosa sérica en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia?</p> <p><b>PE5.</b> ¿Cuál será el sesgo de la glucosa plasmática y sérica en diferentes puntos de decisión clínica?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Evaluar la determinación de glucosa en diferentes tubos recolección sanguínea en un mismo tiempo en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p><b>OE1:</b> Determinar el valor de glucosa sérica en el tubo con activador de coagulación en los donantes de sangren del Hospital Cayetano Heredia.</p> <p><b>OE2:</b> Conocer el valor de glucosa plasmática en el tubo con EDTA.</p> <p><b>OE3:</b> Identificar el valor de glucosa plasmática en el tubo con fluoruro de sodio en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia.</p> <p><b>OE4:</b> Comparar la glucosa plasmática y glucosa sérica en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia.</p> <p><b>OE5:</b> Establecer el sesgo de la glucosa plasmática y sérica en diferentes puntos de decisión clínica.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> <b>Ha:</b> El nivel de glucosa es diferente entre los distintos tubos de recolección sanguínea</p> <p><b>Ho:</b> El nivel de glucosa no es diferente entre los distintos tubos de recolección sanguínea</p>	<p><b>Dependiente</b> Glucosa</p> <p><b>Independientes</b> Tubo con NaF Tubo con EDTA Tubo con activador de coagulación. Edad Sexo</p>	<p>Frecuencias Porcentajes Promedios Sesgo Sesgo porcentual</p>	<p><b>Tipo y diseño de estudio:</b> Observacional Transversal Prospectivo</p> <p><b>Población en estudio:</b> La población estará conformada por los donantes de sangre que acuden al Centro de Hemoterapia y Banco de Sangre del Hospital Cayetano Heredia durante el año 2022.</p>

## Anexo B. Autorización institucional para el trabajo de investigación



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"

Lima.

**OFICIO N° 2235-2020 – DG – 910 – OEGRRH – 343 – OADI/HCH**

Lic. Tecnólogo Médico  
**Marynn Yahara MINETTO PERALTA**  
Investigador Principal  
Universidad Nacional Federico Villareal  
**Presente. -**

Asunto : Autorización Institucional del Trabajo de Investigación.

Referencia : Carta del 26 de agosto de 2020  
Registro de Expediente 16070/2020

De mi consideración:

Me dirijo a usted, para saludarlo cordialmente y comunicarle, que contando con la aceptación del Departamento de Patología Clínica y Anatomía Patológica y la Aprobación del Comité Institucional de Ética en la Investigación, esta Dirección autoriza la ejecución del trabajo de Investigación "EVALUACION DE LA GLUCOSA EN TUBOS DE RECOLECCION SANGUINEA EN DONANTES DE SANGRE DEL HCH – 2020". Código 110-2020

Esta autorización tendrá vigencia mientras dure el Trabajo; sin embargo, la Constancia de Aprobación deberá ser renovada anualmente por el Comité Institucional de Ética en Investigación (CIEI) del Hospital Cayetano Heredia.

Cabe resaltar que, el investigador Principal asumirá la responsabilidad del Trabajo de Investigación y deberá informar al CIEI, de acuerdo a normas vigentes de cualquier enmienda, eventos adversos, avance, cierre y el respectivo informe final, según corresponda.

Es propicia la ocasión, para expresarle los sentimientos de mi especial consideración. Atentamente,

MINISTERIO DE SALUD  
HOSPITAL CAYETANO HEREDIA  
BRA. AIDA CECILIA PALACIOS RAMIREZ  
DIRECTORA GENERAL  
C.M.P. 7339 R.N.E. 9034

ACRPR/DRGC/NMY

Cc  
Dirección General  
Dirección OEGRRH  
Dirección OADI  
Archivo CIEI  
Archivo (1)  
Distribución (4)  
Proy. Ofic. 26-08-2020  
Folios (02)



[www.hospitalcayetano.gob.pe](http://www.hospitalcayetano.gob.pe)

Av. Honorio N° 262 Urb. Ingeniería  
San Martín de Porres  
Lima 31, PERU  
Tel.: (511) 482-0402  
(511) 481-9502

**Anexo C. Ficha de recolección de datos**

Los valores de glucosa plasmática, glucosa sérica, edad, sexo.

**VALORES DE GLUCOSA**

Edad:		Sexo:	M	F
Código:		Concentración		
Glucosa plasmática EDTAK3		mg/dl		
Glucosa plasmática NaF		mg/dl		
Glucosa sérica		mg/dl		

**Anexo D. Consentimiento informado y/u hoja informativa**

**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN**

**(Adultos)**

***Título del estudio:***

***Investigador (a):***

***Institución :***

**Propósito del estudio:**

Lo estamos invitando a participar en un estudio para ver la importancia de calcular los rangos de referencia para que se puedan obtener valores que estén acorde con la población en la que se desarrollan. Este es un estudio desarrollado por la Lic. TM Marynn Yahara Minetto Peralta Tecnólogo medico con especialidad del Laboratorio Clínico.

Es de gran relevancia en el diagnóstico de diversas enfermedades una correcta interpretación médica de los resultados clínicos; por ello, es una práctica fundamental en las decisiones clínicas sobre el paciente y, para ello, es de gran importancia comparar los resultados obtenidos con los valores de referencia calculados para una determinada población que se encuentra relacionada con nuestro paciente.

El estudio tiene por objetivo la determinación el nivel de glucosa en diferentes tubos recolección sanguínea en un mismo tiempo en los donantes de sangre del Hospital Cayetano Heredia.

**Procedimientos:**

Si decide participar en este estudio se realizará lo siguiente:

Se le extraerá 3 tubos de muestra sanguínea obtenidas por sistema al vacío en condiciones de total higiene y bioseguridad.

La muestra obtenida será procesada por la licenciada Marynn Yahara Minetto Peralta.

**Riesgos:**

La toma de muestra de sangre es ligeramente dolorosa y existe un riesgo muy pequeño de que se pueda infectar si no se mantiene la higiene adecuada, además la toma de muestra del antebrazo puede ocasionar un pequeño hematoma (moretón); el cual, desaparecerá en aproximadamente cinco días.

**Beneficios:**

El participante se beneficiará de una evaluación clínica para el despistaje de Glucosa Sanguínea que se estudiará en el proyecto de investigación. Se le informará de manera personal y confidencial los resultados que se obtengan de los exámenes realizados.

**Costos y compensación:**

Los costos de todos los exámenes serán cubiertos por el estudio y no ocasionarán gasto alguno. No deberá pagar nada por participar en el estudio. Igualmente, no recibirá ningún incentivo económico ni de otra índole.

**Confidencialidad:**

Nosotros guardaremos su información con códigos y no con nombres. Sólo los investigadores tendrán acceso a las bases de datos. Si los resultados de este seguimiento son publicados, no se mostrará ninguna información que permita la identificación de las personas que participaron en este estudio.

**USO FUTURO DE INFORMACIÓN**

Deseamos almacenar los datos recaudados en esta investigación por 20 años. Estos datos podrán ser usados para investigaciones futuras. Como comparar los resultados obtenidos o tomar como base de datos para futuras investigaciones con objetivos relacionados. También para determinar los beneficios que brinda la obtención de valores de referencia y su impacto en los resultados clínicos.

Estos datos almacenados no tendrán nombres ni otro dato personal, sólo serán identificables con códigos. Si no desea que los datos recaudados en esta investigación permanezcan

almacenados ni utilizados posteriormente, aún puede seguir participando del estudio. En ese caso, terminada la investigación sus datos serán eliminados.

Previamente al uso de sus datos en un futuro proyecto de investigación, este proyecto contará con el permiso de un Comité Institucional de Ética en Investigación.

Autorizo a tener mis datos almacenados por 20 años para un uso futuro en otras investigaciones. (Después de este periodo de tiempo se eliminarán).

SI ( ) NO ( )

**Derechos del participante:**

Si decide participar en el estudio, puede retirarse de este, en cualquier momento, o no participar en una parte del estudio sin daño alguno. Si tiene alguna duda adicional, por favor pregunte al personal del estudio o llame al teléfono de la investigadora principal: 954133712

Una copia de este consentimiento informado le será entregada.

**DECLARACIÓN Y/O CONSENTIMIENTO**

Acepto voluntariamente participar en este estudio, comprendo las actividades en las que participaré si decido ingresar al estudio, también entiendo que puedo decidir no participar y que puedo retirarme del estudio en cualquier momento.

.....  
**Nombres y Apellidos**  
**Participante**

.....  
**Fecha y hora**

.....  
**Firma del Participante**

.....  
**Firma del Investigador**

## Anexo E. Inserto y calibrador de glucosa, Beckman Coulter



## AU® Clinical Systems

Lista de Intervalo Analítico y Valores de referencia

NOMBRE	ABREVL.	CLASIFICACIÓN	PRINCIPIO DEL MÉTODO	TIPO DE MUESTRA	UNIDADES			INTERVALO DE REFERENCIA CONV		RANGO ANALÍTICO CONV	
					CONVENCIONALES (CONV)	SI	FACTOR DE CONVERSIÓN	MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO
Deshidrogenasa láctica	LDH	Química General	Lactate-Pyruvate (NAD), IFCC	Suero/Plasma	U/L	ukat/L	60	A: 140	A: 271	25	1200
Factor Reumatoide	RF	Proteínas/Serología	Latex Particle Immunoturbidimetric	Suero/Plasma	IU/L	IU/L	1	A: ≤ 14	-	10	120
Fosfatasa Alcalina	ALP	Enzimas	p-Nitro-fenilfosfato	Suero/Plasma	IU/L	ukat/L	60	A: 34	A: 104	5	1500
Fosforo	PHOS	Química General	Phosphomolybdate Complex	Suero/Plasma	mg/dL	mmol/L	3.1	A: 2.5 N: 4.0 BC: 3.7	A: 5.0 N: 7.0 BC: 7.2	1	20
Fosforo	PHOS	Química General	Phosphomolybdate Complex	Orina	mg/dL *g/24hrs	mmol/L mmol/24 hrs	3.1	*A: 0.3 *N: 4.0	*A: 1.3 *N: 0.8	10	200
Gama Glutamyltransferasa	GGT	Enzimas	Glutamyl-carboxy-p-nitroanilide	Suero/Plasma	U/L	ukat/L	60	A: 9	A: 64	3	1200
Glucosa	GLU	Química General	Hexokinase-UV/NAD	Suero/Plasma	mg/dL	mmol/L	18	A: 70 NE: 21	A: 105 NE: 58	10	800
Glucosa	GLU	Química General	Hexokinase-UV/NAD	CSF	mg/dL	mmol/L	18	NA	NA	10	700
Glucosa	GLU	Química General	Hexokinase-UV/NAD	Orina	mg/dL	mmol/L	18	A: 40 N: 60	A: 70 N: 80	10	800
Haptoglobina	HAPT	Proteínas/Serología	Immunoturbidimetric	Suero	mg/dL	g/L	0.01	A: 30	A: 200	30	400
Hemoglobina A1c	HBA1C	Otros	Turbidimetric-Immuno-inhibition	Sangre total	%	%	1	A: 4	A: 6.2	THB: 7.0 A1C: Cal N1	THB: 23 A1C: Cal N6
Hierro	IRON	Química General	TPTZ	Suero/Plasma	ug/dL	umol/L	5.6	A: 50	A: 212	10	1000
Inmunoglobulina A	IGA	Proteínas/Serología	Immunoturbidimetric	Suero/Plasma	mg/dL	g/L	0.01	A: 70	A: 400	10	700

## Beckman Coulter de México S.A. de C.V.

Avenida Popocatepetl No. 396 Teléfono: (55) 91-83-28-00  
 Col. General Pedro Ma. Anaya Lada: 01800-008-9800  
 C.P. 03340 México, D.F.

Tips de Operaciones Técnicas  
AU® Clinical System

Versión 1.0  
 Efectivo Enero-2016  
 Página 3 de 5



### Lyophilized Chemistry Calibrator

DR0070-1	12 x 5 mL	Level 1	Calibrator, dry
	12 x 6 mL	Level 1	Diluent
DR0070-2	12 x 5 mL	Level 2	Calibrator, dry
	12 x 6 mL	Level 2	Diluent

#### DxC 700 AU

REF DR0070-1      LOT 6101K51



#### DxC 700 AU

REF DR0070-2      LOT 6102K51



#### INTENDED USE

Beckman Coulter Chemistry Calibrators are intended for use when calibrating methods run on the Beckman Coulter AU® series of chemistry analyzers.

#### SUMMARY

Beckman Coulter Chemistry Calibrators are lyophilized, human serum based products formulated for use as a reference material when calibrating Beckman Coulter AU® clinical chemistry system assays.

#### CONSTITUENTS

Beckman Coulter Chemistry Calibrators are prepared from human serum with human and nonhuman proteins and non-protein constituents added. Bacteriostatic agents have been added.

The Beckman Coulter Chemistry Calibrators have been assayed for the following constituents: Albumin, Bicarbonate (CO<sub>2</sub>), Direct Bilirubin, Total Bilirubin, Calcium, Cholesterol, Creatinine, Glucose, Inorganic Phosphorus, Iron, Lactate, Magnesium, Total Protein, Triglyceride, Unbound Iron Binding Capacity (UIBC), Urea Nitrogen (BUN), and Uric Acid. The above constituents have been separated into two separate vials so as to provide maximum stability and 2 levels of set points (in some assays).

#### PRECAUTIONS

1. For *in vitro* diagnostic use.
2. WARNING-POTENTIAL BIOHAZARDOUS MATERIAL.

These calibrators are prepared from human source material. Components of the calibrator which are derived from human source material have been tested using FDA accepted methods and found non-reactive for Hepatitis B Surface Antigen (HbsAg), Hepatitis C (HCV), HIV-1 and HIV-2.

However, no test method can offer complete assurance that products derived from human source materials are free of infectious agents. These calibrators must be handled in accordance with recommendations from the Centers for Disease Control / National Institutes of Health manual, "Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories", 1996.

3. DO NOT pipette calibrator diluents by mouth as this may introduce carbon dioxide into the materials and cause erroneous results.



Manufactured for  
Beckman Coulter, Inc.  
250 S. Kraemer Blvd.  
Brea, CA 92821  
Made in U.S.A.

**RECONSTITUTION INSTRUCTIONS**

1. Remove the vials of calibrator and diluent from storage and let stand at room temperature (15-25°C) for 5 minutes.
2. Remove the cap and stopper from the vials of the lyophilized serum and reconstituting diluent.
3. Using a volumetric pipette or a calibrated air-displacement pipettor, add exactly 5.0 mL of reconstituting diluent to DR0070 lyophilized serum vial. Do Not pour directly from the reconstituting diluent vial.
4. Replace the cap and stopper to the vial of the lyophilized serum immediately after adding the diluent.
5. Allow the material to stand for 5 to 10 minutes. Gently swirl the contents until completely dissolved.

**STORAGE AND STABILITY**

1. Unreconstituted lyophilized calibrators and diluents are stable until the expiration date stated on the label when stored at 2-8°C.
2. Reconstituted calibrator materials are stable for 7 days from the date of reconstitution when stored at 2-8°C, except for Total and Direct Bilirubin which are stable for 4 days and Bicarbonate for 3 days. The materials should be capped and stored upright at 2-8°C when not in use.
3. If there is any evidence of microbial contamination in the reconstituted calibrator, discontinue use and discard.

**RECOMMENDED PROCEDURES**

1. Gently swirl for 30 seconds prior to each use.
2. Transfer sufficient volume of the calibrator to sample cups. Handle this calibrator with the same care used for patient samples.
3. Replace the cap immediately and store unused calibrator at 2-8°C.
4. Refer to the appropriate Instrument User's Guide for System Calibration Information.
5. Good Quality Control Practices should be observed to assure proper System performance.
6. Ensure each 2 Dimensional bar code is scanned and loaded individually on to the DxC 700 AU.

**USE LIMITATIONS**

1. This calibrator has not been tested for use with any other Chemistry System method other than those listed on the Assay Value section.
2. For best results when measuring Bicarbonate (CO<sub>2</sub>), avoid prolonged exposure of the samples to air; run calibrator samples without delay.
3. The results obtained using these calibrators are dependent upon several factors, including proper storage of the calibrator, proper technique and good laboratory practices.
4. The 2 Dimensional bar codes are intended for use with the DxC 700 AU analyzer only.
5. The DxC 700 AU is not available in all geographies.

**VALUE ASSIGNMENT**

The assigned values for the constituents are traceable to the materials listed in the table below.

1. The assigned value for each constituent has been established in accordance to Beckman Coulter testing protocols and the values **ONLY APPLY** to this particular lot of materials.
2. All values were obtained using Beckman Coulter AU<sup>®</sup> chemistry analyzers in conjunction with its respective reagents. Any instrument or reagent modification may invalidate these assigned values.

LOT NO.: 6101K51 6102K51 EXP. DATE: 2018-01-31

**BECKMAN COULTER AU<sup>®</sup> SERIES ANALYZERS**

Test Name	Constituent	Traceability	Units	DR0070-1 Level 1	DR0070-2 Level 2	SI	DR0070-1 Level 1	DR0070-2 Level 2
ALB1U	Albumin	ERM DA470k	g/dL		4.24	g/L		42.4
CO21U	Bicarbonate	NIST SRM 351	mEq/L	19	35	mmol/L	19	35
DBC1U	Bilirubin, Direct (OSR6x11)	NIST SRM 916a	mg/dL	4.4		µmol/L	75.2	
DBC2U	Bilirubin, Direct (OSR6x181)	Beckman Coulter Master Calibrator	mg/dL	2.3		µmol/L	39.3	
TBC1U	Bilirubin, Total (OSR6x12)	Jendrasik-Grof Method	mg/dL	6.5		µmol/L	111	
CAZ1U	Calcium (Ars)	NIST SRM 956c	mg/dL	7.9	11.7	mmol/L	2.0	2.9
CAO1U	Calcium (oCPC)	NIST SRM 956c	mg/dL	7.9	11.6	mmol/L	2.0	2.9
CHO1U	Cholesterol	NIST SRM 1951b	mg/dL		232	mmol/L		6.0
CRE1U	Creatinine	NIST SRM 967a	mg/dL	0.41	5.7	µmol/L	36	504
GLU1U	Glucose	NIST SRM 965b	mg/dL		233	mmol/L		12.9
PHO1U	I. Phosphorus	Beckman Coulter Master Calibrator	mg/dL		5.0	mmol/L		1.61
FE-1U	Iron	Beckman Coulter Master Calibrator	µg/dL	328		µmol/L	59	
LAC1U	Lactate	Gravimetric Std	mg/dL		38	mmol/L		4.2
MG-1U	Magnesium	NIST SRM 956c	mg/dL		3.0	mEq/L		2.5
MG-1U	Magnesium	NIST SRM 956c	mg/dL		3.0	mmol/L		1.2
TP-1U	Total Protein	NIST SRM 927d	g/dL		7.0	g/L		70
TRG1U	Triglycerides	NIST SRM 1951b	mg/dL		268	mmol/L		3.0
UBC1U	UIBC	Beckman Coulter Master Calibrator	µg/dL		320	µmol/L		57
BUN1U	Urea Nitrogen (BUN)	NIST SRM 909b	mg/dL		49	mmol/L		18
UA-1U	Uric Acid	ID-GCMS	mg/dL		7.0	µmol/L		417

## Anexo F. Resultados de participantes

PARTICIPANTES	TUBO TAPA ROJO (ACTIVADOR DE COAGULO)	TUBO TAPA LILA (EDTA K3)	TUBO TAPA GRIS (NaF)
PARTICIPANTE 1	92.7	88.5	91.3
PARTICIPANTE 2	71.9	76.3	79.7
PARTICIPANTE 3	68.7	66.4	69.3
PARTICIPANTE 4	106	97.1	102.4
PARTICIPANTE 5	80.3	87.4	85.3
PARTICIPANTE 6	68.7	73.6	70.1
PARTICIPANTE 7	71.3	83.8	74.5
PARTICIPANTE 8	73	75.1	70.3
PARTICIPANTE 9	63.3	62.2	67.4
PARTICIPANTE 10	83.2	79.3	86.4
PARTICIPANTE 11	70.7	69.7	74.3
PARTICIPANTE 12	67.3	73.1	67.9
PARTICIPANTE 13	100	110	101.7
PARTICIPANTE 14	95.2	105	97
PARTICIPANTE 15	77.3	75.1	80.3
PARTICIPANTE 16	93.2	91.4	87.5
PARTICIPANTE 17	83.4	80.1	78.3
PARTICIPANTE 18	74.3	73.1	76.3
PARTICIPANTE 19	91.3	88.4	90.1
PARTICIPANTE 20	82.4	76.8	79.1
PARTICIPANTE 21	73.2	67.5	70.3
PARTICIPANTE 22	108.7	100.4	97.3
PARTICIPANTE 23	87.3	92.6	93.7
PARTICIPANTE 24	67.3	73.7	71.4
PARTICIPANTE 25	93.4	96.7	89.4
PARTICIPANTE 26	90.4	88.3	94.3
PARTICIPANTE 27	68.7	67.4	71.7
PARTICIPANTE 28	110	103	98.7
PARTICIPANTE 29	97	100	98.7
PARTICIPANTE 30	74.3	68.4	71.3
PARTICIPANTE 31	108	98	100
PARTICIPANTE 32	81.6	78.2	79.3
PARTICIPANTE 33	80.3	76.4	72.5
PARTICIPANTE 34	98.7	104.5	100.3
PARTICIPANTE 35	93.2	102.7	98.7
PARTICIPANTE 36	91.9	98.7	90.3
PARTICIPANTE 37	91.7	88.3	82.5
PARTICIPANTE 38	74.3	79.8	75.3
PARTICIPANTE 39	74	79.7	70.3
PARTICIPANTE 40	97.3	101	95.4
PARTICIPANTE 41	84.3	80.5	92.3
PARTICIPANTE 42	66.8	58.7	69.3
PARTICIPANTE 43	108	100	97.4

PARTICIPANTE 44	97.7	92.3	91.5
PARTICIPANTE 45	68.4	72.3	75.4
PARTICIPANTE 46	115.3	110	97.9
PARTICIPANTE 47	77.7	78.4	70.8
PARTICIPANTE 48	74.3	75.2	69.2
PARTICIPANTE 49	81.3	88.9	79.3
PARTICIPANTE 50	74.3	71.2	74.5
PARTICIPANTE 51	68.2	71.2	68.4
PARTICIPANTE 52	92.3	86.4	94.3
PARTICIPANTE 53	73.4	77.3	75.4
PARTICIPANTE 54	74.3	70.9	71.5
PARTICIPANTE 55	80.3	77.4	81.4
PARTICIPANTE 56	81.1	76.7	80.3
PARTICIPANTE 57	77.3	79.4	68.5
PARTICIPANTE 58	86.5	83.4	80.7
PARTICIPANTE 59	80.3	84.3	78.9
PARTICIPANTE 60	67.4	71.3	60.3
PARTICIPANTE 61	74.3	68.4	71.3
PARTICIPANTE 62	108	98	100
PARTICIPANTE 63	81.6	78.2	79.3
PARTICIPANTE 64	80.3	76.4	72.5
PARTICIPANTE 65	98.7	104.5	100.3
PARTICIPANTE 66	93.2	102.7	98.7
PARTICIPANTE 67	91.9	98.7	90.3
PARTICIPANTE 68	91.7	88.3	82.5
PARTICIPANTE 69	74.3	79.8	75.3
PARTICIPANTE 70	74	79.7	70.3
PARTICIPANTE 71	97.3	101	95.4
PARTICIPANTE 72	84.3	80.5	92.3
PARTICIPANTE 73	66.8	58.7	69.3
PARTICIPANTE 74	108	100	97.4
PARTICIPANTE 75	97.7	92.3	91.5
PARTICIPANTE 76	68.4	72.3	75.4
PARTICIPANTE 77	115.3	110	97.9
PARTICIPANTE 78	77.7	78.4	70.8
PARTICIPANTE 79	74.3	75.2	69.2
PARTICIPANTE 80	81.3	88.9	79.3
PARTICIPANTE 81	74.3	71.2	74.5
PARTICIPANTE 82	68.2	71.2	68.4
PARTICIPANTE 83	92.3	86.4	94.3
PARTICIPANTE 84	73.4	77.3	75.4
PARTICIPANTE 85	74.3	70.9	71.5
PARTICIPANTE 86	80.3	77.4	81.4
PARTICIPANTE 87	81.1	76.7	80.3
PARTICIPANTE 88	77.3	79.4	68.5
PARTICIPANTE 89	86.5	83.4	80.7
PARTICIPANTE 90	80.3	84.3	78.9
	83.68666667	83.48555556	82.00888889