

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA  
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO



**“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 DE MARZO A ABRIL DEL AÑO 2016.”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO

RESPONSABLES:

MARROQUÍN LEIVA, MIRNA VANESSA  
RIVERA RIVERA, ZULMA CLARALUZ  
SÁNCHEZ NERIO, KELLY BEATRIZ

DOCENTE DIRECTOR:

LIC. GONZALO TOLOZA JUÁREZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, JULIO 2016

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**Autoridades académicas**

**Rector interino**

Lic. Luis Argueta Antillón

**Vicerrector administrativo**

Ing. Carlos Armando Villalta

**FACULTAD DE MEDICINA**

**DECANA**

Dra. Maritza Bonilla

**VICEDECANA**

Licda. Nora Elizabeth Abrego de Amado

**ESCUELA DE TECNOLOGIA MÉDICA**

**Directora**

Licda. Dalide Ramos de Linares

**CARRERA DE LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICA**

**Directora**

Msp. Miriam Cecilia Recinos de Barrera

## **AGRADECIMIENTOS.**

Cada una de nosotras al comenzar la carrera veía como un gran sueño el culminarla, hoy podemos decir con mucho orgullo que ese sueño empieza a hacerse realidad, lo que nos llena de mucha satisfacción y dicha, porque nos demuestra lo lejos que podemos llegar.

A lo largo de nuestros estudios hemos aprendido valiosas herramientas para hacer frente a la vida y para triunfar en el aspecto profesional.

Es por eso que en el presente trabajo de tesis nos gustaría agradecer primeramente a Dios por bendecirnos para llegar donde hemos llegado.

A la Universidad de El Salvador por darnos la oportunidad de estudiar y ser unas buenas profesionales.

También agradecer a nuestras madres que son los seres más maravillosos de todo el mundo. Gracias por el apoyo moral, el cariño y la comprensión que nos brindan, por guiar nuestro camino y estar a nuestro lado en los momentos más difíciles.

De igual manera a nuestros padres porque han sido para nosotras hombres maravillosos que siempre hemos admirado.

Agradecemos de manera especial a nuestro asesor de tesis, Lic. Gonzalo Toloza Juárez por su esfuerzo, su dedicación, su experiencia, su apoyo y consejos, que nos ayudaron mucho a lograr realizar y terminar nuestras metas con éxito.

Gracias en especial a la Licda. Gloria A. Callejas, Gerente general de la empresa DIAGNOSTIKA CAPRIS SA de CV, por creer en nosotras y por la oportunidad brindada para el desarrollo de nuestra tesis.

También gracias a la empresa NIPRO MEDICAL CORPORATION, por su colaboración y apoyo en el desarrollo de nuestra investigación y en especial a la Licda. Sara Mavel Cordova.

Le agradecemos a Licda. Nora Aguilar de Escobar, por su apoyo, consejos, conocimiento y por crear en nosotras el interés en seguir aprendiendo.

Por último, agradecer a nuestros compañeros, amigos y personas que sin darse cuenta han sido de mucha importancia porque han compartido sus conocimientos, estuvieron a nuestro lado en momentos de alegría y tristeza apoyándonos y logrando que este sueño se haga realidad.

*“Si quieres triunfar, no te quedes mirando la escalera. Empieza a subir, escalón por escalón, hasta que llegues arriba”*

## ÍNDICE

### Páginas

- Introducción.....6
- Planteamiento del problema.....7
- Justificación.....8
- Objetivos.....10
- Hipótesis.....11
- Marco teórico.....13
- Diseño metodológico.....35
- Resultados.....37
- Análisis y discusión.....46
- Conclusiones.....50
- Recomendaciones.....51
- Referencias.....53
- Anexos.....55

## INTRODUCCIÓN

En la extracción de sangre se utiliza una gama completa de tubos al vacío, que aseguran la calidad y una buena reproducibilidad de los resultados de las pruebas analíticas en el laboratorio, entre estas se encuentra la determinación de glucosa.

Para este análisis hay una variedad de tubos que se pueden utilizar entre estos se encuentran: tubo de tapón rojo, tubo de tapón gris, tubo de tapón morado y otros, ya que cumplen con los requisitos necesarios para su análisis.

Esta prueba ha tomado mucha importancia en los últimos tiempos, ya que, muchas personas se la realizan para controlar e investigar posibles enfermedades relacionadas con el metabolismo de los hidratos de carbono.

La medición de la glucosa es muy importante para las personas diabéticas, además se utiliza para detectar la enfermedad en su fase precoz, y así, poder iniciar el tratamiento.

En el mundo, según la OMS, hay más de 347 millones de personas con diabetes. Se calcula que en el 2012 fallecieron 1,5 millones de personas como consecuencia del exceso de azúcar en la sangre. Más del 80% de las muertes por diabetes se presentan en países con ingresos bajos y medios.

En el presente trabajo se analizó cómo se ven modificados los resultados de la glucosa por medio del factor tiempo, desde la toma de la muestra realizando mediciones en diferentes horas.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La determinación de la glucosa en sangre, es uno de los análisis más realizados en el área de química, debido a que, es de mucha importancia conocer si los valores de la concentración de glucosa en sangre se encuentran dentro de los rangos normales. Según la Asociación Americana de diabetes los valores se deben encontrar entre 80 a 120 mg/dl en ayunas y niveles inferiores a 160 mg/dl después de haber consumido los alimentos, en el Hospital Nacional Rosales los valores se manejan entre 70 a 100 mg/dl niveles superiores pueden indicar la posibilidad de tener enfermedades como la diabetes.

La recolección de muestras sanguíneas se realiza con jeringa o por el sistema de extracción de sangre al vacío, posteriormente, se puede colocar la muestra en una serie de diferentes tubos que contienen características adecuadas para mantener estables los valores de los analitos por más tiempo. Estos permiten mantener los valores debido a que, se pueden ver afectados por factores como la temperatura, tiempo de procesamiento de la muestra y problemas técnicos.

En las unidades de salud se ha dejado de realizar las pruebas químicas(a excepción que sea una emergencia) incluyendo la determinación de la glucosa, el cual es un metabolito que se degrada con rapidez, las muestras recolectadas son enviadas al Laboratorio de Referencia, prolongando así el tiempo de su determinación.

Los tubos utilizados en el Hospital Nacional Rosales son:

- **Tapón rojo:** Con activador de la coagulación (micropartículas de sílice) aplicada por aspersión. Este sirve para obtener los valores de glucosa, ácido úrico, electrolitos séricos y pruebas de función hepática. (VACUETTE)

- **Tapón gris:** Contiene aditivos como el fluoruro de sodio (inhibidor del efecto glucolítico de los eritrocitos) y oxalato de potasio (anticoagulante). Este es exclusivo para determinación de glucosa (VACUETTE).

Ambos son recomendables para el procesamiento de la muestra y obtención de los valores de glucosa, pero cada uno de ellos posee ventajas y desventajas con respecto a su uso porque el tubo sin anticoagulante de tapón rojo no es exclusivo para medición de la glucosa a excepción del tubo de tapón gris que contiene fluoruro de sodio y oxalato de potasio, del cual se desconoce si tiene variación en los resultados de los niveles de glucosa por hora. El tubo de tapón rojo se conoce que tiene una variación de 5 mg/dl por hora.

Preguntas que surgieron del planteamiento del problema:

1. ¿Cuál es la magnitud de la variación en los resultados de la glucosa, obtenidos en las mediciones realizadas a los diferentes tubos?
2. ¿En qué medida afecta el tiempo en la obtención de resultados confiables, en la medición de la glucosa?
3. ¿De cuánto es la reducción de la glucosa a las 48 horas, en ambos tubos?
4. ¿Por cuánto tiempo se mantiene el valor inicial de la glucosa en los tubos?

## JUSTIFICACIÓN

Los motivos que llevaron a la realización de la investigación es que día a día aumenta la utilización de los tubos al vacío en la toma de muestras sanguíneas por sus ventajas y comodidad, además, porque facilitan el mantenimiento de la muestras.

Una de las principales ventajas es que su uso es variado en el procesamiento de los diferentes exámenes que se realizan en el laboratorio, entre estos la glucosa, que es una prueba que ha tomado importancia y para su determinación existen diferentes alternativas de tubos los cuales son: el tubo de tapón rojo sin anticoagulante y el tubo de tapón gris con fluoruro de sodio y el oxalato de potasio.

Con esta investigación se pretendió comparar en ambos tubos como se mantiene la muestra, si se da variación en los resultados de la glucosa, ya que, en nuestro país no se le ha dado relevancia suficiente y se desconoce cuál es el más indicado.

El conocimiento que se pretendió obtener es de gran ayuda para el mejoramiento del sistema de calidad del hospital, también para la obtención de resultados más confiables lo cual ayudará a los médicos en la realización de diagnósticos más exactos, beneficiando a los pacientes.

Además servir como fundamento en las unidades de salud para implementar en un futuro el uso del tubo de fluoruro de sodio y oxalato de potasio de tapa gris por sus ventajas en el mantenimiento de este metabolito, ya que, estas han dejado de realizar

la determinación de la glucosa en el establecimiento, enviándolas al laboratorio de referencia lo que prolonga el tiempo en su procesamiento.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Conocer la variación, efecto del tiempo y reducción en los resultados en la determinación de glucosa con respecto a la utilización del tubo sin anticoagulante de tapón rojo y el tubo que contiene fluoruro de sodio y oxalato de potasio de tapón gris utilizados en el área de química.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la magnitud de variación en los resultados de la glucosa, obtenidos en las diferentes mediciones realizadas a los tubos.
- Analizar en qué medida afecta el tiempo en la obtención de resultados confiables, en la medición de glucosa.
- Establecer cuánto es la reducción de la glucosa en 48 horas en ambos tubos
- Determinar por cuánto tiempo se mantiene el valor inicial de la glucosa.

## HIPÓTESIS

Hi: La variación encontrada, en el tubo que contiene fluoruro de sodio y oxalato de potasio, fue menor o ausente que la encontrada en el tubo sin anticoagulante.

Ho: La variación encontrada, en el tubo que contiene fluoruro de sodio y oxalato de potasio, fue igual al del tubo sin anticoagulante.

Hi: Entre mayor tiempo transcurrido la concentración de la glucosa en las muestras de los tubos sin anticoagulante fue diferente, por lo que afectará la obtención de resultados confiables.

Ho: Entre mayor tiempo transcurrido la concentración de glucosa en los tubos sus resultados fueron siempre iguales, por lo que no afectó la obtención de resultados confiables.

Hi: La concentración de glucosa, en el tubo que contiene fluoruro de sodio y oxalato de potasio, se mantuvieron hasta por 48 horas, mientras que en el tubo sin anticoagulante tuvo variaciones en menos horas.

Ho: La concentración de glucosa, en el tubo sin anticoagulante y el tubo que contiene fluoruro de sodio y oxalato de potasio, tuvo variaciones desde la primera medición después de tomada la muestra.

## MARCO TEÓRICO

La glucosa:

Es un monosacárido con fórmula molecular  $C_6H_{12}O_6$ . Es una hexosa, es decir, contiene 6 átomos de carbono, y es una aldosa por el grupo carbonilo que está en el extremo de la molécula (es un grupo aldehído). Es una forma de azúcar que se encuentra libre en las frutas y en la miel. Su rendimiento energético es de 3,75 kilocalorías por cada gramo en condiciones estándar. Es un isómero de la fructosa, con diferente posición relativa de los grupos  $-OH$  y  $=O$ . (Anexo 3)

Es considerado el monosacárido más importante y abundante que se encuentra en la naturaleza. En los animales es un constituyente normal muy importante de la sangre, de donde difunde a los tejidos donde se utiliza como principal fuente de energía metabólica. (LEIVA, 2007, pág. 2)

### Importancia de la glucosa

Es uno de los grandes motores de la naturaleza pues provee de energía a todos los seres vivos. Cuando comemos, el cuerpo procesa los alimentos en moléculas simples que pasan del intestino al torrente sanguíneo, el cual se encarga de llevarlas a todas las células del cuerpo. De esta manera, los distintos alimentos son “convertidos” por el cuerpo en aminoácidos, proteínas, glucosa, etc. Los carbohidratos y azúcares son los que se transforman en glucosa, la cual es utilizada inmediatamente como energía.

Sin embargo, para poder utilizar este combustible, el cuerpo requiere de una hormona llamada insulina, la cual funciona como una llave que abre a la glucosa las puertas de las células. (FONTEBOA, 2013)

Componente inicial o el resultado de las principales rutas del metabolismo de los glúcidos y principal combustible del cerebro que consume alrededor de 140 gr de glucosa al día. Si este nivel desciende, como ocurre en casos de ayuno prolongado, utiliza como fuente de energía los cuerpos cetónicos procedentes de la oxidación de ácidos grasos en el hígado.

Cuando la glucosa que llega a las células es degradada, en un proceso denominado glucólisis, con ayuda del oxígeno, cuya principal función es combustionar la glucosa. Como producto de este proceso se convierte en agua (que se elimina o se reutiliza) y anhídrido carbónico (que exhalamos por medio de la respiración).

Este es el modo principal de obtener energía para realizar todas las actividades que la requieran.

### **Metabolismo de la glucosa**

Los hidratos de carbono de nuestra dieta, solo se absorben en forma de monosacáridos, y en el caso de la glucosa podemos distinguir entre:

#### Absorción pasiva

En el proceso de la digestión hay un momento en el que se hidrolizan los oligosacáridos y esto da lugar a una elevada concentración de glucosa, que al ser superior a la célula, pasa a través de la membrana sin necesidad de energía. Sin embargo, a diferencia de las pentosas, requiere un transportador específico de la misma y se mantiene mientras haya esta diferencia de gradiente.

### ✚ Absorción activa:

El transporte de glucosa por la membrana requiere energía metabólica, iones de sodio y una proteína transportadora. Son estos iones los que provocan una diferencia de gradiente que libera energía aprovechada por la glucosa para atravesar la membrana.

Luego la glucosa es transportada a los capilares sanguíneos de forma pasiva.

Posteriormente, la glucosa es metabolizada en las células intestinales. De toda la que entra, cerca del 50% se transforma en lactato, antes de pasar al torrente sanguíneo, por medio de un proceso denominado glucólisis y sirve para mantener el gradiente adecuado para la absorción por transferencia pasiva. El proceso se completará en el hígado, cuando mediante el proceso llamado gluconeogénesis, el lactato se vuelve a convertir en glucosa con el aporte de energía en forma de ATP. (GOMEZ-JARABO, 2012)

### **Concentración de glucosa en sangre o plasma**

La concentración de glucosa en el plasma es más alta que en sangre, ya que la proporción de agua es distinta: El plasma sanguíneo contiene 97% de agua mientras que la sangre con sus células contiene un 73%. La concentración acuosa de glucosa es igual en ambos compartimientos. En consecuencia, la concentración de glucosa en plasma es de un 10 a un 15% superior a la concentración en sangre cuando la fracción de volumen de los eritrocitos está dentro del intervalo de referencia.

La concentración de glucosa en sangre arterial es más elevada que en sangre venosa debido al consumo de glucosa por parte de las células. En ayunas estas diferencias son del orden de 0.10 – 0.25 mmol/l, pero después de la ingestión de alimentos puede ser de hasta 0.80 mmol/l.

La concentración de glucosa en sangre disminuye desde el momento de su recogida debido a la glucólisis leucocítica y eritrocítica. Este descenso oscila entre el 6 y el 13% después de 1 hora a temperatura ambiente y entre el 10 y el 30% a las 4 horas. Para evitar este descenso es preciso centrifugar la sangre de inmediato. El uso de inhibidores de la glucólisis limita en gran parte el descenso de la concentración de glucosa. La conservación de la sangre a una temperatura de 4 a 8 °C permite mantener sin alteraciones la concentración de glucosa durante más de tres horas. (FUENTES ARDERIU, 1998, pág. 667 y 668)

### **La glucolisis:**

En la glucolisis se degrada una molécula de glucosa en una serie de reacciones catalizadas enzimáticamente, dando dos moléculas del compuesto de tres carbonos piruvato. Durante la secuencia de reacciones parte de la energía libre cedida por la glucosa se conserva en forma de ATP y NADH. La glucolisis es la ruta central, prácticamente universal, del catabolismo de glucosa, la ruta con el mayor flujo de carbono en la mayoría de las células. En ciertos tejidos de mamífero y algunos tipos de células (eritrocitos, medula renal, cerebro y espermatozoides, por ejemplo).

## **La fase preparatoria de la glucólisis precisa ATP.**

En la fase preparatoria de la glucólisis se invierten 2 moléculas de ATP y se rompe la cadena de hexosa en 2 triosas fosfato.

**1. Fosforilación de la glucosa:** en el primer paso de la glucólisis, la glucosa es activada para posteriores reacciones mediante la Fosforilación en el C-6 dando **glucosa 6-fosfato**; el ATP es el dador de fosforilo. Esta reacción que es irreversible en condiciones intracelulares, esta catalizada por la **hexoquinasa**. Las quinasa son enzimas que catalizan la transferencia del grupo fosforilo terminal del ATP a algún nucleofilo aceptor. Las quinasa son una subclase de transferaras. El aceptor en el caso de la hexoquinasa es una hexosa, normalmente la D-glucosa. La hexoquinasa al igual que muchas quinasa, necesita  $Mg^{2+}$  para su actividad, porque el verdadero sustrato del enzima no es le ATP, sino el complejo  $MgATP^{2+}$ . (Anexo 4)

**2. Conversión de la glucosa 6-fosfato en fructosa 6-fostato:** el enzima **fosfohexosa isomerasa (fosfoglucosa isomerasa)** cataliza la isomerización reversible de la glucosa 6- fosfato, una aldosa, en fructosa 6-fosfato, una cetosa. Esta isomerización tiene un carácter crítico en la química global de la ruta glucolítica ya que el reordenamiento de los grupos carbonilo e hidroxilo en C-1 y C-2 es un prelude necesario para los siguientes pasos. (Anexo 5)

**3. Fosforilación de la fructosa 6-fosfato a fructosa 1,6-bisfosfato:** en la segunda de las dos reacciones activadoras de la glucólisis, la **fosfofructoquinasa-1 (pfk-1)** cataliza la transferencia de un grupo fosforilo desde el ATP a la fructosa 6-fosfato para dar fructosa 1,6-bisfosfato, esta reacción es irreversible en condiciones celulares y

constituye el primer paso comprometido en la ruta glucolítica. La fosfofructoquinasa-1 es una enzima regulador, la actividad de la pfk-1 aumenta siempre que se agota el suministro de ATP en las células o cuando existe un exceso de los productos de rotura del ATP, es decir el ADP y el AMP, especialmente el segundo. El enzima es inhibido siempre que la célula tenga mucho ATP, y disponga de un buen suministro de otros combustibles, tales como ácidos grasos. (Anexo 6)

**4. Rotura de la fructosa 1,6-bisfosfato:** el enzima fructosa 1,6-bisfosfato aldolasa, a menudo llamado simplemente **aldolasa**, cataliza una condensación aldólica reversible, la fructosa 1,6-bisfosfato se rompe dando 2 triosas fosfato diferente, el gliceraldehido 3-fosfato, una aldosa, y la dihidroxiacetona fosfato, una cetosa. (Anexo 7)

**5. Interconversión de las triosas fosfato:** solamente una de las dos triosas fosfato formadas por la aldolasa, el gliceraldehido 3-fosfato, puede ser degradada directamente en los siguientes pasos de la glucolisis, el otro producto, la dihidroxiacetona fosfato es convertida rápida y reversiblemente en gliceraldehido 3-fosfato por el quinto enzima de la secuencia glucolítica, la **triosa fosfato isomerasa**.

El mecanismo de reacción es similar a la reacción promovida por la fosfohexosa isomerasa en el paso 2 de la glucolisis. Después de la reacción de la triosa fosfato isomerasa, los carbonos C-1, C-2 y C-3 de la glucosa inicial son químicamente indistinguibles de los carbonos C-6, C-5 y C-4 respectivamente, estableciendo el eficiente metabolismo de la molécula entera de seis carbonos de la glucosa. Esta reacción completa la fase preparatoria de la glucolisis. La molécula de hexosa se ha fosforilado en C-1 y C-6 y a continuación se ha partido para formar dos moléculas de gliceraldehido 3-fosfato. (Anexo 8)

## **La fase de beneficios de la glucólisis produce ATP y NADH<sup>+</sup>**

La fase de beneficios de la glucólisis, incluye los pasos de fosforilación conservadores de energía en los que parte de la energía libre de la molécula de glucosa se conserva en forma de ATP. Recuérdese que una molécula de glucosa produce dos moléculas de gliceraldehído 3-fosfato; las dos mitades de la molécula de glucosa siguen la misma ruta en la segunda fase de la glucólisis. La conversión de gliceraldehído 3-fosfato en dos de piruvato se acompaña de la formación de cuatro moléculas de ATP a partir de ADP, sin embargo el rendimiento neto de ATP por molécula de glucosa degradada es solo de dos. Porque se han invertido dos moléculas de ATP en la fase preparatoria de la glucólisis para fosforilar los dos extremos de la molécula de hexosa.

**6. Oxidación del gliceraldehído 3-fosfato a 1,3-bisfosfoglicerato:** el primer paso de esta fase de beneficios es la conversión del gliceraldehído 3-fosfato a 1,3-bisfosfoglicerato, catalizada por la gliceraldehído 3-fosfato deshidrogenasa. Esta es la primera de las 2 reacciones conservadoras de energía de la glucólisis que conducen, en último término a la formación de ATP. El grupo aldehído del gliceraldehído 3-fosfato es oxidado, no a un grupo carboxilo libre sino a un anhídrido de ácido carboxílico con ácido fosfórico. (Anexo 9

**7. Transferencia de fosforilo desde el 1,3-bisfosfoglicerato al ADP:** El enzima fosfoglicerato quinasa transfiere el grupo fosforilo de alta energía desde el grupo carboxilo del 1,3-bisfosfoglicerato al ADP, lo cual conlleva la formación de ATP y 3 fosfoglicerato. Al igual que todas las enzimas, este cataliza la reacción en ambas direcciones. La formación de ATP por transferencia del grupo fosforilo a partir de un

sustrato tal como el 1,3-bisfosfoglicerato se conoce como Fosforilación a nivel de sustrato para distinguir este mecanismo de la Fosforilación ligada a la respiración. La Fosforilación a nivel de sustrato implica enzimas solubles e intermediarios químicos. La Fosforilación ligada a la respiración, por otro lado, implica enzimas de membrana y un gradiente transmembrana de protones. (Anexo 10)

**8. Conversión del 3-fosfoglicerato en 2-fosfoglicerato:** el enzima fosfoglicerato mutasa cataliza un desplazamiento reversible del grupo fosforilo entre C-2 y C-3 del glicerato. El  $Mg^{2+}$  es esencial para esta reacción. La reacción tiene lugar en dos pasos, un grupo fosforilo inicialmente unido a un residuo de His de la mutasa es transferido al grupo hidroxilo en C-2 de 3-fosfoglicerato, formando 2,3-bisfosfoglicerato. Se transfiere a continuación el fosforilo en C-3 de 2,3-BPG al mismo residuo de His del enzima, produciendo 2-fosfoglicerato y regenerando el enzima fosforilado. A pesar de que en muchas células el 2,3-BPG está presente en muy pequeñas cantidades, es uno de los principales componentes de los eritrocitos, donde regula la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno. (Anexo 11)

**9. Deshidratación del 2-fosfoglicerato a fosfoenolpiruvato:** La enolasa promueve la eliminación reversible de una molécula de agua del 2-fosfoglicerato, dando fosfoenolpiruvato (PEP) aunque el 2-fosfoglicerato y el fosfoenolpiruvato contienen aproximadamente la misma cantidad total de energía, la pérdida de la molécula de agua del 2-fosfoglicerato comporta una redistribución de energía dentro de la molécula, aumentando claramente la energía libre estándar de la hidrólisis del grupo fosfato. (Anexo 12)

**10. Transferencia del grupo fosforilo desde el fosfoenolpiruvato al ADP:** El último paso de la glucólisis es la transferencia del grupo fosforilo desde el fosfoenolpiruvato al ADP catalizada por la piruvato quinasa, que requiere  $K^+$  y también  $Mg^{2+}$  o  $Mn^{2+}$ . En esta Fosforilación a nivel de sustrato, el producto piruvato aparece en primer lugar en su forma Enol y a continuación se tautomeriza rápidamente y de forma no enzimática para dar la forma ceto, que es la que predomina a pH 7. La reacción de la piruvato quinasa es básicamente irreversible en condiciones intracelulares y constituye un punto importante de regulación. (NELSON, 2012, Pág. 522-523) (Anexo 13)

### **Transporte de solutos a través de membranas**

Todas las células vivas deben adquirir de su alrededor las materias primas para la biosíntesis y para la producción de energía y deben liberar a su entorno los productos secundarios del metabolismo. En algunos casos una proteína de membrana simplemente facilita la difusión de un soluto a favor de su gradiente de concentración. Con unas pocas excepciones el tráfico de moléculas pequeñas a través de la membrana plasmática esta mediado por proteínas tales como canales transmembrana, transportadores y bombas. Las proteínas de membrana que aceleran el movimiento de un soluto a través de una membrana facilitando la difusión se conocen como transportadores o permeasas.

### **El transportador de glucosa de los eritrocitos facilita el transporte pasivo**

El metabolismo productor de energía del eritrocito depende de un suministro constante de glucosa que proviene del plasma sanguíneo, donde la concentración se mantiene alrededor de 5mM. La glucosa penetra en el eritrocito por difusión facilitada vía un

transportador de glucosa específico a una velocidad unas 50.000 veces mayor que la difusión no catalizada. El transportador de glucosa de los eritrocitos (llamado GLUT-1 para distinguirlo de los transportadores de glucosa de otros tejidos) es una proteína integral de tipo III ( $M_r = 45.000$ ) que tiene 12 segmentos hidrofóbicos, cada uno de los cuales se cree que forma una hélice que abarca la membrana. La estructura detallada de GLUT-1 no se conoce todavía, pero un modelo plausible sugiere que la unión lado por lado de varias hélices produce un canal transmembrana revestido de residuos hidrofílicos que pueden formar un enlace por puente de hidrógenos con la glucosa al desplazarse por el canal.

El proceso de transporte de glucosa se puede describir por analogía con una reacción enzimática en el que el sustrato es la glucosa del exterior de la célula, el producto es la glucosa del interior y el enzima es el transportador T. (NELSON, 2012, Pág. 522)  
(Anexo 14)

### **Las enfermedades que se relacionan con alteraciones en los resultados de glucosa:**

- ✓ Diabetes mellitus
- ✓ Diabetes sacarina
- ✓ Galactosemia
- ✓ Enfermedades por almacenaje de glucógeno.

**¿Qué es la diabetes?** La diabetes es una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce insulina suficiente o cuando el organismo no utiliza eficazmente la

insulina que produce. La insulina es una hormona que regula el azúcar en la sangre. El efecto de la diabetes no controlada es la hiperglucemia (aumento del azúcar en la sangre), que con el tiempo daña gravemente muchos órganos y sistemas, especialmente los nervios y los vasos sanguíneos.

En el mundo hay más de 347 millones de personas con diabetes. Se calcula que en 2012 fallecieron 1,5 millones de personas como consecuencias del exceso de azúcar en la sangre en ayunas. Más del 80% de las muertes por diabetes se registran en países de ingresos bajos y medios. (OMS, 2014)

### **Sistema de vacío**

El sistema al vacío constituye la forma más frecuente de obtención de muestras sanguíneas en la actualidad son también cómodos de utilizar, más baratos y evitan que se escape sangre cuando se cambian. El sistema consta de tres elementos una aguja estéril con la que se obtiene la sangre, un soporte para asegurar la aguja y el tubo en el que se ha hecho el vacío y al que se han añadido unos aditivos.

Obtención de suero: se obtiene dejando coagular la sangre sobre tubo seco sin anticoagulante. La sangre se deja reposar 10 minutos a temperatura ambiente para que se forme el coágulo y posteriormente se centrifuga obteniendo el suero en el sobrenadante. Es la muestra utilizada en el laboratorio de bioquímica, serología e inmunología. (MARTINEZ LLAMA, 2007, pág. 25, 27)

**Tubos para la recolección de muestras sanguíneas.** Una gama completa de tubos para la extracción de sangre por sistema de vacío en plástico, de tamaños 13x75mm

aseguran tanto la calidad como la consistencia necesarias para una mayor exactitud y reproducibilidad de los resultados de las pruebas analíticas en el laboratorio.

Los tubos para la recolección de sangre y suero tienen tapas de diversos colores y pueden contener agregados como anticoagulantes o conservantes. Es esencial usar el tubo de recolección correcto para proteger la muestra. Si se guarda la sangre en tubo incorrecto se puede retrasar el diagnóstico porque será necesario adquirir una muestra. Aunque el instrumentista no suele obtener las muestras, las personas encargadas de la recolección de muestras deben tener el conocimiento básico sobre los tubos de recolección adecuados.

#### Tubos de extracción al vacío VACUETTE® para laboratorio

Los tubos de extracción de sangre son de material sintético y tienen un vacío predosificado para obtener un volumen exacto de llenado. Están equipados con tapones de seguridad con códigos de colores. Los tubos, las concentraciones de aditivos químicos o los volúmenes de aditivos líquidos, así como sus desviaciones límite, cumplen las exigencias y las recomendaciones de la norma internacional "ISO 6710". Recipientes de un solo uso para la extracción de sangre venosa; Single-use containers for venous blood specimen collection" y las directivas del NCCLS. La selección del tubo correcto a utilizar depende del método de análisis. Hay que observar las indicaciones del fabricante de los reactivos y/o del fabricante de los aparatos para análisis con los que se realicen las pruebas. La parte interior de los tubos es estéril.

#### Tubos de coagulación y tubos CTAD (tapón celeste).

Los tubos de coagulación VACUETTE® contienen una solución tampón de citrato trisódico. Hay disponibles concentraciones de citrato de 0,109 mol/l (3,2 %) o de 0,129 mol/l (3,8 %). La relación de mezcla es la siguiente: 1 parte de solución de citrato con 9 partes de sangre.

Los tubos CTAD contienen, además de la solución tampón de citrato trisódico, teofilina, adenosina y dipiramidol. Los tubitos coagulantes y CTAD son apropiados para analizar los parámetros de coagulación.

#### Tubos de suero (tapón rojo).

La pared interior de todos los tubos de suero tiene un recubrimiento especial con partículas microscópicas de sílice que activan el proceso de coagulación. Los tubos de suero con gel tienen un gel en el fondo del tubo. El peso específico del gel está situado entre el del coágulo y el del suero. Durante el centrifugado se desplaza este gel situándose entre el suero y el coágulo formando una barrera estable. Con ello permanecen estables determinados parámetros en el tubo primario hasta durante 48 horas si se observan las condiciones de almacenamiento recomendadas. (Anexo 15)

INDICACIÓN: antes de su envío por correo o su transporte a través de dispositivos neumáticos de transporte, los tubos con gel deberían almacenarse durante aproximadamente 1 hora en vertical después del centrifugado y a temperatura ambiente para reducir a un mínimo el riesgo de deterioro de la barrera de gel debido a las sacudidas.

#### Los tubos de suero con granulado.

Contienen bolitas de poliestireno en el fondo del tubo. El peso específico de este granulado está situado entre el del coágulo y el del suero. El granulado forma durante el

centrifugado una barrera permeable entre el suero y el coágulo. Los tubos de suero son apropiados para hacer análisis químicos clínicos de suero (parámetros rutinarios de química clínica y hormonas, valores TDM).

#### Tubos de heparina (tapón verde)

La pared interna del tubo lleva un recubrimiento de heparina de litio, heparina de amonio o de heparina sódica. Estos aditivos son anticoagulantes que bloquean la cascada de coagulación activando las antitrombinas con lo que se evita la coagulación de la prueba de sangre.

Con ello se obtiene una prueba de sangre entera o plasma en lugar de sangre coagulada y suero.

#### Los tubos de plasma de heparina de litio con gel (tapón verde).

Tienen un gel en el fondo del tubo cuyo peso específico está situado entre el de las células sanguíneas y el del plasma. Durante el centrifugado se desplaza este gel situándose entre el plasma y las células sanguíneas formando una barrera estable. Con ello permanecen estables determinados parámetros en el tubo primario hasta durante 48 horas si se observan las condiciones de almacenamiento recomendadas.

Los tubos de heparina son apropiados para hacer análisis químicos clínicos de plasma (parámetros rutinarios de química clínica). Los tubos de plasma no son apropiados para determinar valores de TDM, hacer mediciones de sodio, de litio, ni para determinar el amonio ni para su uso en bancos de sangre.

#### Tubos de EDTA (tapón morado)

La pared interior del tubo está recubierta con EDTA K2 o con EDTA K3. El tubito está también disponible con un 8% de solución de EDTA.

EDTA aglutina los iones de calcio y bloquea de esta forma la cascada de coagulación. Los tubos de EDTA pueden utilizarse directamente en todos los aparatos usuales de análisis sin que sea necesario abrir el tapón. Los eritrocitos, leucocitos y trombocitos se mantienen estables en una prueba de sangre anticoagulada con EDTA hasta durante 24 horas.

La extensión de la sangre debería hacerse dentro de las 3 horas siguientes a la extracción de la sangre. Los tubos de EDTA son también apropiados para análisis con sangre entera. Los tubos EDTA (ácido etilendiamidotetraacético) son apropiados para análisis de sangre entera en ácido etilendiamidotetraacético para la serología inmunohematológica (para determinar los grupos sanguíneos ABO y Rh, prueba de determinación de anticuerpos). Los tubos EDTA K2 son apropiados para análisis con sangre entera en ácido etilendiamidotetraacético para el diagnóstico molecular. Los tubos EDTA K2/Gel son apropiados para análisis de plasma en ácido etilendiamidotetraacético para el diagnóstico molecular y para determinar infecciones víricas. Los virus de hepatitis C y VIH en la sangre entera en ácido etilendiamidotetraacético se mantienen estables hasta durante 72 horas a temperatura ambiente. Se recomienda centrifugar los tubos EDTA K2/Gel dentro de las 6 horas siguientes a la extracción para obtener los mejores resultados posibles. Almacenamiento a medio plazo (<2 semanas) a \*20°C.

Cuando el almacenamiento sea a largo plazo (>2 semanas) a \*70°C o temperaturas más bajas, por favor, almacenar por partes alícuotas en criorecipientes.

#### Tubos de glucosa (tapón gris)

Este tubo es exclusivo para la glucosa, estos contienen un anticoagulante y un estabilizador. Además, hay disponibles tubos con distintos tipos de aditivos, entre estos se encuentra: EDTA y fluoruro sódico, oxalato de potasio y fluoruro sódico, heparina sódica y fluoruro sódico, heparina de litio y monoyodoacetato de litio. Los tubos de glucosa son apropiados para determinar valores de glucosa y de lactatos. (Anexo 22)

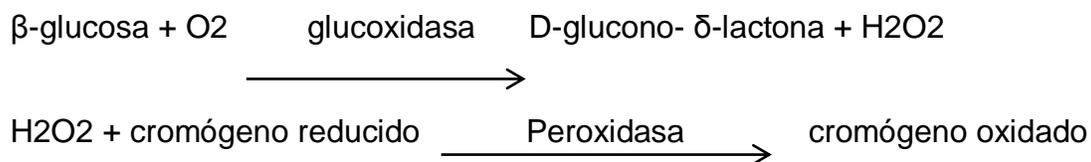
#### **La determinación de glucosa**

Es la cantidad de glucosa (azúcar) que contiene la sangre. El nivel de glucosa en sangre también se denomina glucosa en suero y glucemia. La cantidad de glucosa que contiene la sangre se mide en milimoles por litro (mmol/L) o en miligramos por decilitro (mg/dl).

#### **Métodos para detección de glucosa**

##### **❖ Método colorimétrico glucosa – oxidasa**

La enzima glucosa oxidasa cataliza la oxidación de Beta-D-glucosa por oxígeno molecular formando ácidoglucorónico y peróxido de hidrógeno. En una segunda reacción la enzima peroxidasa cataliza la oxidación de un aceptor incoloro de oxígeno (cromógeno reducido) por el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> producido, formando un producto coloreado (cromógeno oxidado) (GOMEZ ALMANZA, 2007, pág. 6,25 y 26)



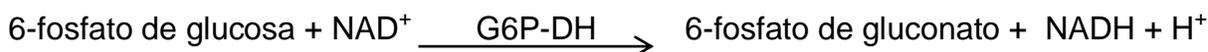
❖ **Método automatizado para la determinación de glucosa**

**Glucosa Hexoquinasa**

**Principio de la prueba**

La glucosa se fosforila con hexocinasa (HK) en presencia de trifosfato de adenosina (ATP) e iones de magnesio para producir glucosa-6-fosfato y difosfato de adenosina (ADP). La 6-fosfato de glucosa deshidrogenasa (G6P-DH) oxida específicamente el 6-fosfato de glucosa y produce 6-fosfato de gluconato con la correspondiente reducción de NAD<sup>+</sup> a NADH. El aumento de la absorbancia hasta a 340 nm es proporcional a la concentración de glucosa en la muestra. (Anexo 20)

**Principio de la reacción**



**Colección y almacenamiento de las muestras:**

1. Suero: utilice suero fresco no hemolizado.
2. Plasma: Se pueden utilizar muestras de tubos que contengan oxalato, EDTA, fluoruro y heparina.

3. El suero y el plasma se deben separar de las células rojas para evitar la glucólisis, la glucosa disminuirá un 7% por hora aproximadamente cuando se dejan en contacto con glóbulos rojos, la adición de fluoruro de sodio al espécimen puede prevenir la glucólisis.

4. La glucosa en suero o plasma es estable por 8 horas a temperatura ambiente y por 24 horas si se encuentra a temperatura de 2-8 °C. (BRANDSD, 2012, Pág. 1,2)

La hexoquinasa es una enzima relativamente inespecífica que se encuentra en todas las células, que cataliza la fosforilación de hexosas (D-glucosa, D-manosa y D-fructosa). Las células del hígado contienen además la glucoquinasa, específica para la glucosa, que interviene en la mantención de los niveles de glucosa en la sangre. El segundo sustrato de la hexoquinasa, y de otras quinasas, es el complejo  $Mg^{2+} - ATP^{4-}$ . El ATP libre es un inhibidor competitivo de la hexoquinasa

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <p><b>Hexoquinasa</b></p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Altamente distribuida en el cerebro, músculo esquelético.</li> <li>• Amplia especificidad.</li> <li>• <math>K_m \gg 0,05</math> mM.</li> <li>• Regulatoria (animales).</li> <li>• Inhibida por sus productos.</li> </ul> |
| <p><b>Glucoquinasa</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribuida en el hígado.</li> <li>• <math>K_m \gg 20</math> mM.</li> <li>• No regulatoria.</li> <li>• No inhibida por sus productos</li> </ul>  |

### Ventajas:

- ✓ Estándar ideal.
- ✓ 95% diagnóstico certero.
- ✓ Resultado en 15 minutos.
- ✓ Poco doloroso.

### Desventaja:

- ✓ Se realiza solo en el laboratorio.
- ✓ La toma de la muestra es en vena.
- ✓ Puede provocar un hematoma.

### **Los valores de glucosa:**

En ayuna, los valores se encuentran hasta 80 – 110 mg/dl (o 4 – 7 mmol/l).

Los valores deben ser inferiores a 180 mg/l (o 10 mmol/l) si se mide una hora y media después de las comidas. (MARTÍN PEÑA, 2015).

### **Equipo automatizado Beckman Coulter AU680:**

La incorporación más reciente a la serie de analizadores de laboratorio Beckman Coulter de alto rendimiento es el sistema de química clínica AU680. A partir de un profundo sondeo entre los clientes, el sistema de química clínica AU680 se pensó para ayudar a que los laboratorios de producción media y alta cumplan las crecientes demandas en cuanto a tiempo y productividad. Las ventajas del sistema de química clínica AU680 se dividen en tres categorías principales: mayor practicidad para el

usuario, incluidas opciones de automatización; amplio alcance analítico; y menores costos operativos. En cuanto a la practicidad, el sistema de química clínica AU680 se maneja mediante una nueva interfaz gráfica de usuario altamente intuitiva, incluidos videos incrustados que asisten en los pasos clave de mantenimiento. La flexibilidad está asegurada gracias al menú con una capacidad de hasta 63 ensayos diferentes. En una nueva vía prioritaria especial, se realizan las repeticiones con rapidez. Para aumentar los niveles de automatización, se pueden cargar las muestras mediante una nueva bandeja de gradillas estandarizada para transferencia directa desde la estación de trabajo perianalítica Beckman Coulter AutoMate 2500. A fin de satisfacer las demandas de mayor alcance analítico, el sistema de química clínica AU680 ofrece mediciones de hemoglobina glucosilada (HbA1c) totalmente automatizadas, sin los inconvenientes y los riesgos asociados con el tratamiento manual previo.

El dispensador triple de reactivos permite que el sistema de química clínica AU680 realice ensayos que requieran hasta tres reactivos independientes. De esa manera, se mejora el rendimiento analítico y se abren las puertas a nuevas posibilidades para ensayos actuales y futuros. En general, los costos operativos se reducen eliminando la necesidad de usar. (Anexo 17)

### **Variabilidad pre-analítica**

#### Variabilidad fisiológica

-  Edad
-  Sexo
-  Embarazo

- ✚ Ciclos biológicos
- ✚ Estilos de vida
- ✚ Paciente ambulatorio o hospitalario

#### Factores que influyen en la toma de muestra

- ✚ Ayuno
- ✚ Tiempo de aplicación del torniquete
- ✚ Pacientes con sueros terapéuticos
- ✚ Ejercicio intenso

#### **Variabilidad en la fase pre-analítica intra-laboratorio**

##### Errores en la muestra

- ✚ Registro administrativo: entrada de datos del paciente y peticiones
- ✚ Almacenamiento: tiempo de espera de las muestras hasta su manipulación.
- ✚ Centrifugación
- ✚ Distribución y alícuota
- ✚ Preparación de especímenes
- ✚ Elección del espécimen correcto

Demostrar la causa que puede generar una interferencia y conocer el número de errores de laboratorio procedentes de la fase pre-analítica que la provocan es una tarea difícil pero si se analizan paso a paso todo el proceso, se comprueba que muchas de ellas tienen sus origen en esta fase.

Entre las posibles causas de error se pueden citar:

- ✓ La medicación administrada al paciente y una mala preparación del mismo para la magnitud de medir.
- ✓ La extracción incorrecta de la muestra: estasis venosa, toma de una vía, higiene defectuosa.
- ✓ La recogida en recipiente inadecuado, anticoagulante incorrecto, contaminación por arrastre en el llenado de tubos.
- ✓ El transporte y almacenamiento sin las condiciones adecuadas o de duración prolongada, que puedan alterar las condiciones físicoquímicas de las muestras o deteriorarlas.
- ✓ La centrifugación insuficiente o excesiva
- ✓ La demora en la medida de la magnitud o la mala preparación del espécimen.

### **Variabilidad analítica**

#### Procesamiento de la muestra

-  Hemolisis
-  Lipemia
-  Ictericia
-  Fármacos

(MARTINEZ LLAMA, 2007, Pág. 13, 14 y 19)

## DISEÑO METODOLÓGICO

### Tipo de investigación

El estudio realizado se clasifica como: experimental, diacrónica, prospectiva, analítica.

### Población y muestra

Pacientes atendidos por determinación de glucosa en el Hospital Nacional Rosales en los meses de abril-mayo del año 2016.

De los cuales se seleccionaron 26 unidades de observación.

El muestreo fue tomado por conveniencia debido a que, no se buscó una población en particular, debido a que los datos no lo ameritaban, ya que la comparación se realizó entre una misma muestra

### Criterios de inclusión:

- ✚ Paciente con vena visible
- ✚ Disponibilidad del paciente a ser incluido en el estudio.

### Criterios de exclusión:

- ✚ Paciente con vena de acceso difícil
- ✚ Rechazo del paciente a la inclusión del estudio.

### Fuente y procedimiento de la obtención de datos

La información se obtuvo al realizar el examen de la glucosa a intervalos de tiempos establecidos a cada una de las diferentes muestras que se incluían en el estudio.

El primer día se realizaron 4 análisis a las muestras que fueron:

1. Al tomar la muestra (el resultado que se obtuvo fue con el que se hizo el control de duración de este).
2. A las dos horas.
3. A las seis horas.
4. A las veinticuatro horas.

El segundo día se realizaron dos análisis a las muestras:

1. A las treinta y dos horas de realizada la primera medición.
2. A las 48 horas.

### **Instrumentos utilizados**

Se elaboró un instrumento de comparación de resultados en base a las horas (véase anexo N° 1 y 2), días, tipo de tubo y número de muestras que se utilizaron (las cuales están representadas con el alfabeto para ser diferenciadas), para que haya un control y así fuese más fácil la detección de cambios de los resultados.

### **Recursos:**

- Tubos de tapón rojo sin anticoagulante.
- Tubos de tapón gris que contienen fluoruro de sodio y oxalato de potasio.
- Reactivo para glucosa ( Anexo 20)
- Equipo AU 680. (El sistema de química clínica AU680 ofrece una velocidad de hasta 1200 pruebas por hora y una capacidad de hasta 63 analitos distintos en paralelo). (Anexo 17)

Principio analítico: Espectrofotometría y potenciométrica

Tipos de análisis: final, tasa, punto fijo e ISE indirecto

Los métodos de análisis: colorimetría, turbidimetría, aglutinación de látex, EIA homogénea, ISE indirecto (Un electrodo selectivo de iones (ISE por sus siglas en inglés))

- Cartas de petición para uso de equipos e instalación, obtención de materiales y reactivo.
- Cámara refrigerante FOGEL. (Anexo 18)
- Centrifuga PRESVAC

El procesamiento de la muestra fue de forma automatizada, mantenidas a temperatura de 25°C el primer día y se guardaron en refrigeración a una temperatura de 4°C, y fueron analizadas en suero y en plasma, según el tubo utilizado.

#### Proceso automatizado

Ventajas:

- ✓ Menor tiempo en el procesamiento
- ✓ Menor número de materiales
- ✓ Diminución de costos operativos
- ✓ Flujo continuo en la realización de las pruebas
- ✓ Capacidad de realizar pruebas de emergencia

Desventajas:

- ✓ No procesamiento de sueros lipémicos.

#### TÉCNICA PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Una vez recolectados los datos proporcionados, se procedió al análisis estadístico respectivo según los resultados obtenidos por día. Los datos fueron tabulados y presentados en tablas y gráficos de distribución de variaciones.

## PRESENTACION DE RESULTADOS

**Tabla N°1**

Resultados obtenidos de la concentración de glucosa en el tubo con fluoruro de sodio/oxalato de potasio en un periodo de 48 horas en abril-mayo 2016.

| <b>Muestras</b>  | 0 Horas   | 2 Horas   | 6 Horas   | 24 Horas  | 32 Horas  | 48 Horas  |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                  | Tubo gris |
| A                | 89        | 92        | 89        | 90        | 90        | 87        |
| B                | 92        | 94        | 95        | 95        | 95        | 92        |
| C                | 92        | 91        | 92        | 93        | 93        | 92        |
| D                | 442       | 444       | 440       | 444       | 440       | 442       |
| E                | 71        | 71        | 72        | 71        | 71        | 70        |
| F                | 345       | 345       | 343       | 345       | 345       | 345       |
| G                | 80        | 79        | 81        | 81        | 81        | 82        |
| H                | 112       | 109       | 112       | 111       | 114       | 111       |
| I                | 85        | 87        | 87        | 88        | 88        | 88        |
| J                | 74        | 73        | 75        | 74        | 74        | 74        |
| K                | 77        | 76        | 75        | 75        | 78        | 75        |
| L                | 75        | 77        | 76        | 76        | 75        | 75        |
| M                | 76        | 76        | 77        | 76        | 76        | 78        |
| N                | 90        | 91        | 92        | 92        | 93        | 92        |
| O                | 148       | 145       | 145       | 146       | 145       | 149       |
| P                | 98        | 98        | 98        | 99        | 98        | 99        |
| Q                | 83        | 84        | 85        | 84        | 83        | 84        |
| R                | 79        | 76        | 78        | 78        | 79        | 79        |
| S                | 85        | 84        | 85        | 85        | 85        | 85        |
| T                | 88        | 88        | 87        | 89        | 88        | 87        |
| U                | 84        | 82        | 84        | 85        | 84        | 84        |
| V                | 105       | 99        | 103       | 99        | 102       | 99        |
| W                | 86        | 86        | 88        | 87        | 86        | 86        |
| X                | 101       | 99        | 101       | 101       | 101       | 101       |
| Y                | 100       | 99        | 98        | 101       | 99        | 99        |
| Z                | 107       | 108       | 110       | 107       | 109       | 107       |
| <b>Promedios</b> | 114       | 113.6     | 114.2     | 114.3     | 114.3     | 113.9     |

Fuente: Muestreo realizado en el Laboratorio clínico del Hospital Nacional Rosales.

**Tabla N°2**

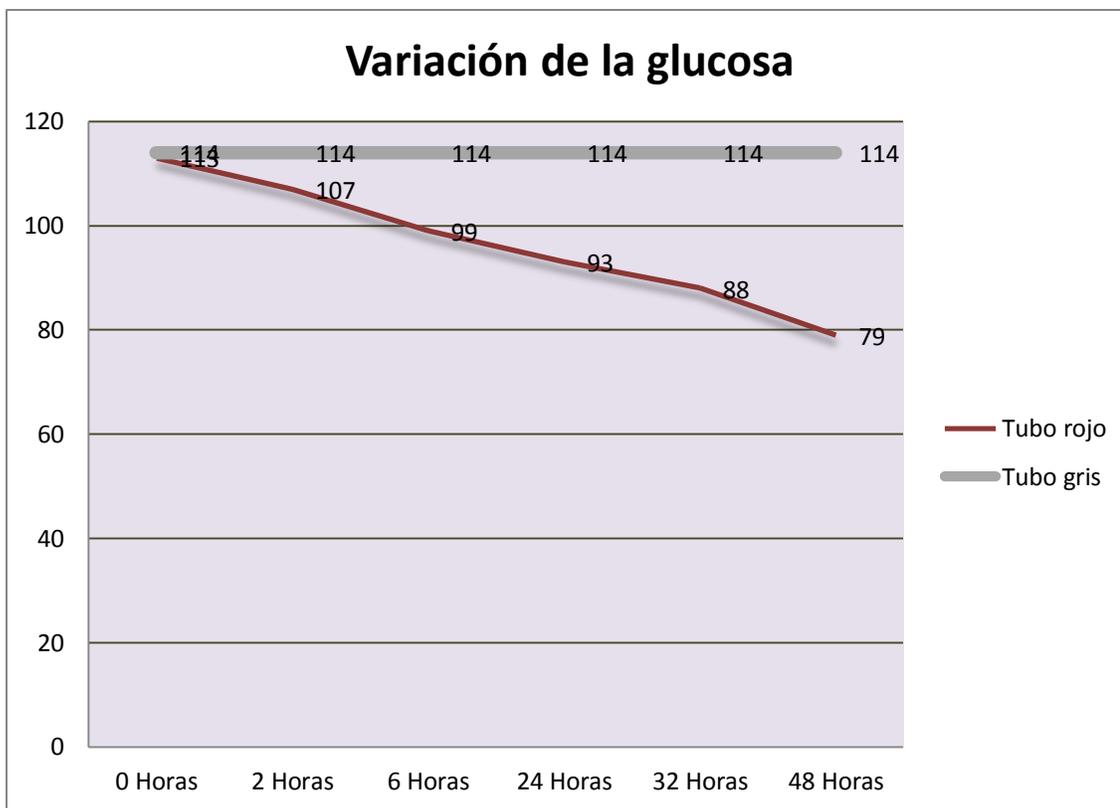
Resultados obtenidos de la concentración de glucosa en el tubo sin anticoagulante en un periodo de 48 horas en abril-mayo 2016.

| <b>Muestras</b> | 0 Horas          | 2 Horas          | 6 Horas          | 24 Horas         | 32 Horas         | 48 Horas         |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                 | <b>Tubo rojo</b> |
| A               | 89               | 89               | 83               | 80               | 78               | 73               |
| B               | 92               | 90               | 82               | 80               | 78               | 66               |
| C               | 92               | 85               | 73               | 68               | 57               | 46               |
| D               | 442              | 433              | 432              | 421              | 427              | 421              |
| E               | 70               | 63               | 50               | 44               | 31               | 27               |
| F               | 344              | 334              | 320              | 315              | 307              | 280              |
| G               | 81               | 78               | 74               | 72               | 69               | 67               |
| H               | 113              | 109              | 104              | 92               | 90               | 82               |
| I               | 86               | 82               | 78               | 77               | 73               | 65               |
| J               | 73               | 69               | 66               | 62               | 60               | 58               |
| K               | 76               | 71               | 67               | 64               | 61               | 60               |
| L               | 73               | 68               | 60               | 57               | 52               | 35               |
| M               | 74               | 73               | 70               | 67               | 65               | 56               |
| N               | 88               | 85               | 84               | 80               | 79               | 67               |
| O               | 150              | 144              | 136              | 129              | 120              | 113              |
| P               | 96               | 88               | 79               | 65               | 54               | 38               |
| Q               | 85               | 81               | 74               | 65               | 53               | 44               |
| R               | 82               | 63               | 52               | 48               | 41               | 31               |
| S               | 82               | 73               | 61               | 55               | 47               | 36               |
| T               | 85               | 78               | 68               | 63               | 58               | 50               |
| U               | 81               | 73               | 58               | 52               | 46               | 36               |
| V               | 108              | 86               | 81               | 78               | 76               | 74               |
| W               | 89               | 82               | 69               | 62               | 58               | 47               |
| X               | 97               | 91               | 77               | 71               | 63               | 49               |
| Y               | 95               | 92               | 85               | 76               | 73               | 61               |
| Z               | 102              | 95               | 94               | 78               | 73               | 63               |
| Promedios       | 113              | 107              | 99               | 93               | 88               | 79               |

Fuente: Muestreo realizado en el Laboratorio clínico del Hospital Nacional Rosales.

### Gráfico N° 1 y 2

Promedios de las diferencias en los resultados obtenidos de las concentraciones de glucosa entre el tubo sin anticoagulante y tubo con fluoruro de sodio/oxalato de potasio en un periodo de 48 horas en abril-mayo 2016.



Fuente: Muestreo realizado en el Laboratorio clínico del Hospital Nacional Rosales.

**Tabla N°3**

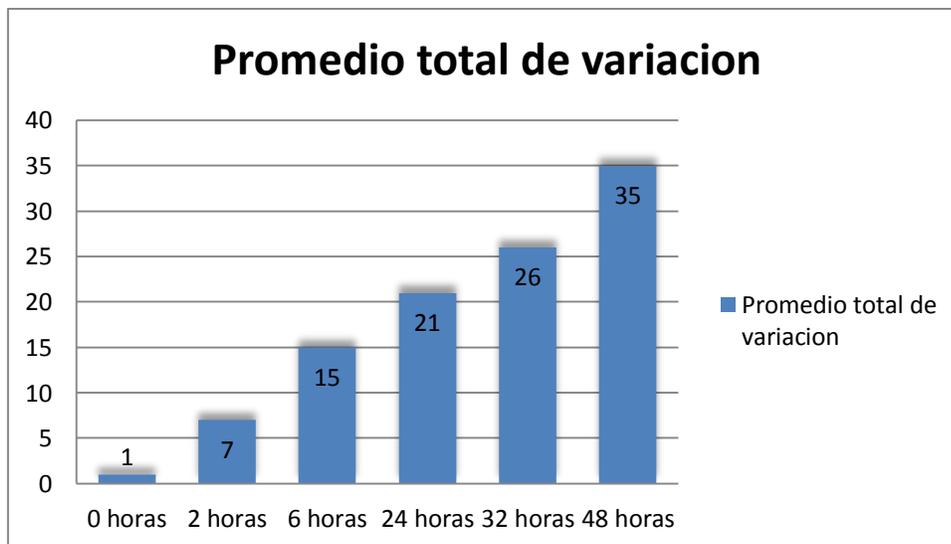
Promedios totales en los resultados obtenidos de las concentraciones de glucosa obtenidos de los tubos sin anticoagulante y con fluoruro de sodio/oxalato de potasio, en un periodo de 48 horas, en abril- mayo 2016.

| HORAS | PROMEDIO TOTAL DEL TUBO ROJO | PROMEDIO TOTAL DEL TUBO GRIS | PROMEDIO TOTAL DE VARIACIÓN. |
|-------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 0h    | 113                          | 114                          | 1                            |
| 2h    | 107                          | 114                          | 7                            |
| 6h    | 99                           | 114                          | 15                           |
| 24h   | 93                           | 114                          | 21                           |
| 32h   | 88                           | 114                          | 26                           |
| 48h   | 79                           | 114                          | 35                           |

Fuente: Muestreo realizado en el Laboratorio clínico del Hospital Nacional Rosales.

**Gráfico N°3**

Promedios de la variación total en los resultados obtenidos de las concentraciones de glucosa de los tubos sin anticoagulante y con fluoruro de sodio/oxalato de potasio, en un periodo de 48 horas, en abril- mayo 2016.



Fuente: Muestreo realizado en el Laboratorio clínico del Hospital Nacional Rosales.

**Tabla N° 4**

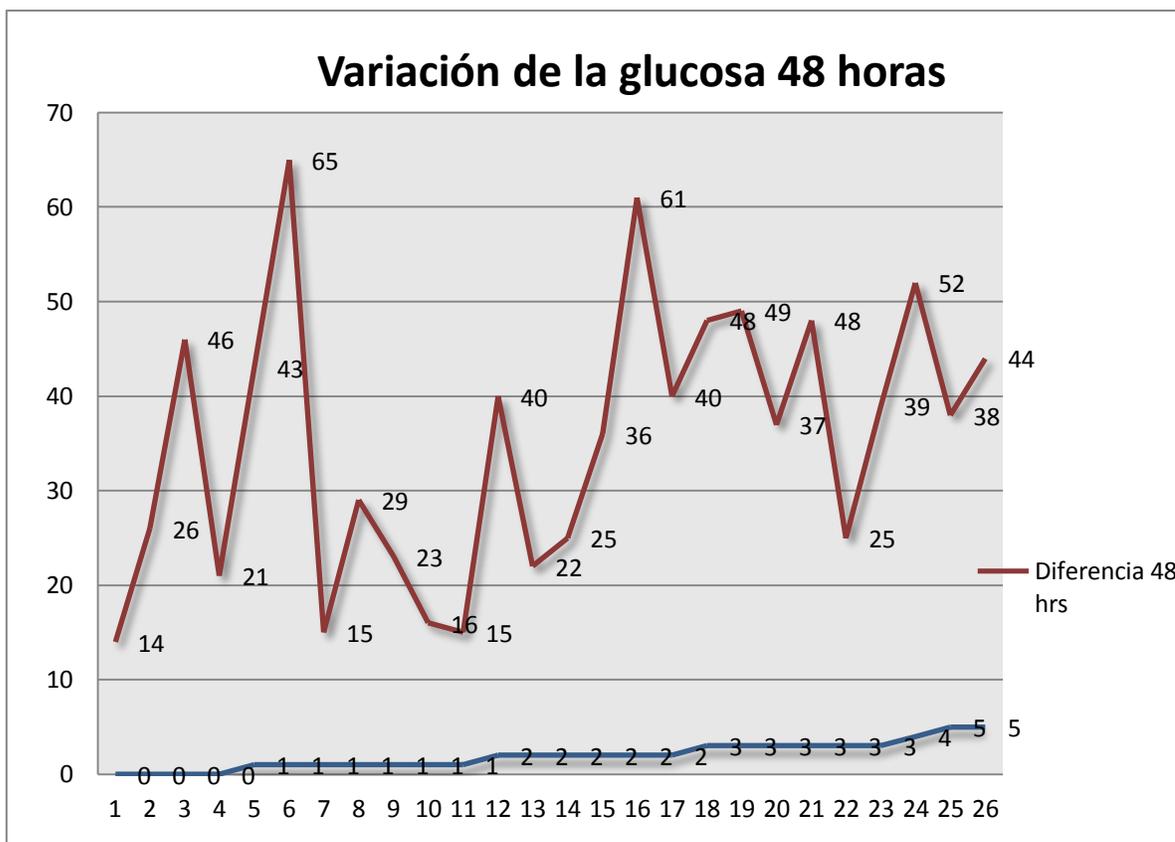
Variación en los resultados de la concentración de glucosa obtenidos entre el tubo sin anticoagulante y tubo con fluoruro de sodio/oxalato de potasio en la 48 horas de evaluación en abril- mayo 2016.

| <b>Muestras</b> | <b>Diferencia 0 horas</b> | <b>Diferencia 2 horas</b> | <b>Diferencia 6 horas</b> | <b>Diferencia 24 horas</b> | <b>Diferencia 32 horas</b> | <b>Diferencia 48 horas</b> |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| A               | 0                         | 3                         | 6                         | 10                         | 12                         | 14                         |
| B               | 0                         | 4                         | 13                        | 15                         | 17                         | 26                         |
| C               | 0                         | 6                         | 19                        | 25                         | 36                         | 46                         |
| D               | 0                         | 11                        | 8                         | 23                         | 13                         | 21                         |
| E               | 1                         | 8                         | 22                        | 27                         | 40                         | 43                         |
| F               | 1                         | 11                        | 23                        | 30                         | 38                         | 65                         |
| G               | 1                         | 1                         | 7                         | 9                          | 12                         | 15                         |
| H               | 1                         | 0                         | 8                         | 19                         | 24                         | 29                         |
| I               | 1                         | 5                         | 9                         | 11                         | 15                         | 23                         |
| J               | 1                         | 4                         | 9                         | 12                         | 14                         | 16                         |
| K               | 1                         | 5                         | 8                         | 11                         | 17                         | 15                         |
| L               | 2                         | 9                         | 16                        | 19                         | 23                         | 40                         |
| M               | 2                         | 3                         | 7                         | 9                          | 11                         | 22                         |
| N               | 2                         | 6                         | 8                         | 12                         | 14                         | 25                         |
| O               | 2                         | 1                         | 9                         | 17                         | 25                         | 36                         |
| P               | 2                         | 10                        | 19                        | 34                         | 44                         | 61                         |
| Q               | 2                         | 3                         | 11                        | 19                         | 30                         | 40                         |
| R               | 3                         | 13                        | 26                        | 30                         | 38                         | 48                         |
| S               | 3                         | 11                        | 24                        | 30                         | 38                         | 49                         |
| T               | 3                         | 10                        | 19                        | 26                         | 30                         | 37                         |
| U               | 3                         | 9                         | 26                        | 33                         | 38                         | 48                         |
| V               | 3                         | 13                        | 22                        | 21                         | 26                         | 25                         |
| W               | 3                         | 4                         | 19                        | 25                         | 28                         | 39                         |
| X               | 4                         | 8                         | 24                        | 30                         | 38                         | 52                         |
| Y               | 5                         | 7                         | 13                        | 25                         | 26                         | 38                         |
| Z               | 5                         | 13                        | 16                        | 29                         | 36                         | 44                         |

Fuente: Muestreo realizado en el Laboratorio clínico del Hospital Nacional Rosales.

### Gráfico N°4

Variación en los resultados de la concentración de glucosa obtenidos entre el tubo sin anticoagulante y tubo con fluoruro de sodio/oxalato de potasio a las 48 horas en abril-mayo 2016.



Fuente: Muestreo realizado en el Laboratorio clínico del Hospital Nacional Rosales.

**Tabla N°5**

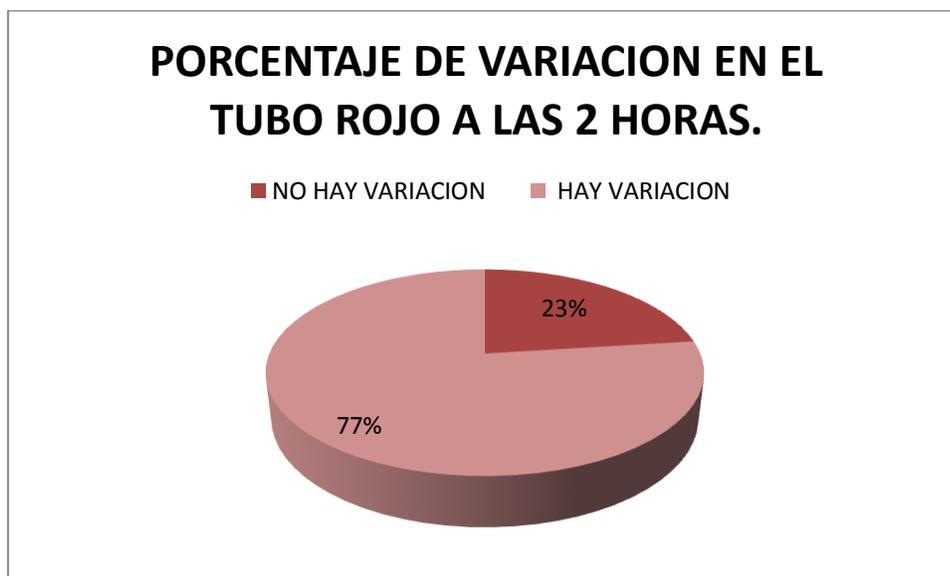
Muestras totales y porcentajes de tubo sin anticoagulante que mantuvieron el valor inicial de las concentraciones de glucosa, con un rango de variación de 5mg/dl, a las 2 horas en abril-mayo 2016.

| TOTAL DE MUESTRA | TUBO ROJO        | PORCENTAJE |
|------------------|------------------|------------|
| 6                | NO HAY VARIACION | 23%        |
| 20               | HAY VARIACION    | 77%        |

Fuente: Muestreo realizado en el Laboratorio clínico del Hospital Nacional Rosales.

**Gráfico N° 5**

Porcentajes de tubo sin anticoagulante que mantuvieron el valor inicial de las concentraciones de glucosa, con un rango de variación de 5mg/dl, a las 2 horas en abril-mayo 2016.



Fuente: Muestreo realizado en el Laboratorio clínico del Hospital Nacional Rosales.

**Tabla N°6**

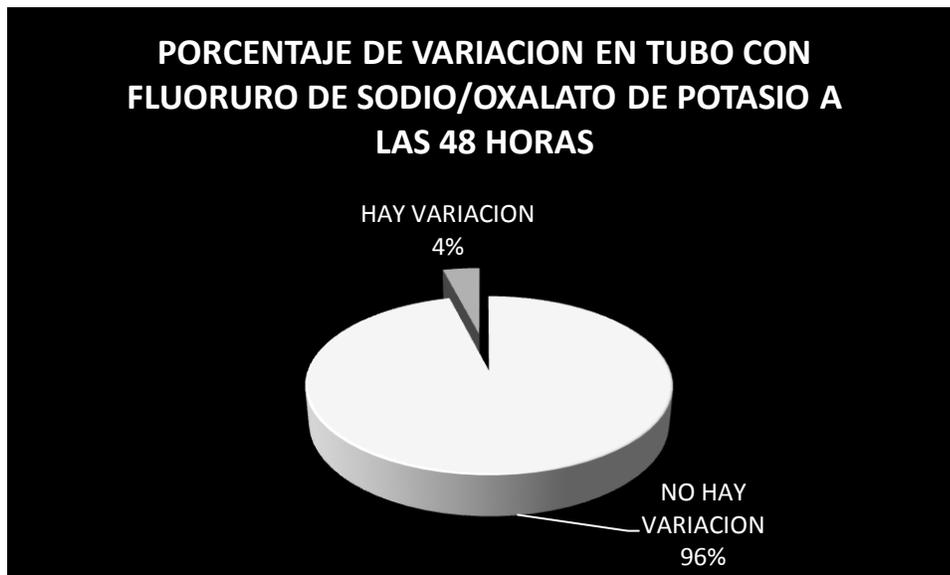
Muestras totales y porcentaje de tubos con fluoruro de sodio/oxalato de potasio, que mantuvieron el valor inicial de las concentraciones de glucosa con un rango de variación de 5mg/dl en un periodo de 48 horas, abril-mayo 2016.

| TOTAL DE MUESTRA | TUBO GRIS        | PORCENTAJE |
|------------------|------------------|------------|
| 25               | NO HAY VARIACIÓN | 96%        |
| 1                | HAY VARIACIÓN    | 4%         |

Fuente: Muestreo realizado en el Laboratorio clínico del Hospital Nacional Rosales.

**Gráfico N°6**

Porcentaje de tubos con fluoruro de sodio/oxalato de potasio, que mantuvieron el valor inicial de las concentraciones de glucosa con un rango de variación de 5mg/dl en un periodo de 48 horas, abril-mayo 2016.



Fuente: Muestreo realizado en el Laboratorio clínico del Hospital Nacional Rosales.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La utilización de tubos al vacío en la recolección de muestras sanguíneas en laboratorio clínico ha sido de gran ayuda, para mantener en buenas condiciones las muestras antes de su procesamiento y así reducir los errores para obtener un resultado más cercano a la realidad del pacientes.

Estos tubos con el pasar de los años se han ido mejorando y se han producido algunos con características únicas, en los que encontramos al tubo de fluoruro de sodio/oxalato de potasio que su principal función es el mantenimiento de la glucosa por mayor tiempo y que según la teoría del fabricante (VACUETTE) es hasta por 48 horas, este tubo se ha está utilizando a nivel hospitalario, como es el caso del HOSPITAL NACIONAL ROSALES.

Es por eso que el objetivo principal de la investigación se centró en conocer la variación, efecto del tiempo y reducción en los resultados en la determinación de glucosa con respecto a la utilización del tubo sin anticoagulante de tapa roja y el tubo que contiene fluoruro de sodio y oxalato de potasio de tapa gris, aunque tienen la diferencia que uno produce suero y el otro plasma, tienen la característica de que ambos están en contacto con el paquete globular, permitiendo así la igualdad de condición.

En la investigación se analizaron 26 muestras provenientes de pacientes ambulatorios que asistieron a la toma de muestra por determinación de glucosa al laboratorio clínico del Hospital Nacional Rosales, a los cuales se les pidió el consentimiento de tomar las muestras adicionales en los tubos de tapa roja y tapa gris, para que se considerara una

muestra representativa de continuar con el estudio, se verificó que tuvieran las características de un buen llenado de tubo, que el tubo fuera mezclado lo necesario, (Anexo 22) además , que el tubo gris fuera centrifugado inmediatamente y que el tubo de tapa roja tuviera el tiempo necesario para su coagulación de 10 minutos y centrifugar antes de transcurrida 1 hora de haber sido tomada la muestra a 3,500 rpm por 5 minutos.

Para la realización del primer procesamiento fue utilizado el equipo automatizado Beckman Coulter (AU680) las muestras fueron introducidas al mismo tiempo; luego de obtenidos los resultados fueron confrontados con los datos obtenidos del tubo que contiene fluoruro de sodio y oxalato de potasio frente al tubo rojo, para verificar que no tuvieran una variación mayor a 5mg/dl.

Con la información obtenida se determinó la magnitud de la variación en la concentración de la glucosa durante todo el periodo de evaluación, es por eso que se calculó el promedio con los datos obtenidos por separado del tubo gris y el tubo rojo en la tabla 1 y 2 donde se presentan los resultados y el promedio de los diferentes periodos de tiempo en los tubos. En el gráfico 1, se puede observar como el tubo gris mantuvo el valor promedio sin variación durante todo el proceso de medición, mientras que en el tubo rojo se observa que va disminuyendo su concentración en la medida que fue aumentando el tiempo.

También se analizó el efecto del tiempo, en un período comprendido de 48 horas, debido a que es un factor importante a la hora de medir la concentración de glucosa, ya que, este es un analito que se degrada con el tiempo por la actividad glucolítica del

eritrocito, como se puede observar en los resultados obtenidos en el anexo 3, la concentración de glucosa contenida en el tubo sin anticoagulante va disminuyendo con cada medición.

En el gráfico 2 se puede observar cómo va aumentando la variación en cada medición y que a las 48 horas se alcanzó un promedio de variación total entre ambos tubos de 35 mg/dl, cabe mencionar que el tubo que más contribuye a esta variación es el tubo rojo, por esto podemos decir que el comportamiento de la concentración de la glucosa, con respecto al tiempo, es inversamente proporcional, o sea, a mayor tiempo transcurrido desde la toma de muestra hasta su análisis, menor será la concentración de glucosa por lo que afectará la obtención de resultados confiables.

Además se propuso establecer cuánto es la reducción de la concentración de glucosa en 48 horas, haciendo una medición a intervalos de tiempo para la comparación de ambos tubos, la primera medición se realizó luego de haber extraído la muestra de sangre, en la cual se obtuvieron valores con una diferencia de 0 a 5 mg/dl sacando la diferencia de la medición del tubo rojo con el tubo gris. La siguiente medición que se realizó a las 2 horas de haber hecho la primer medición se obtuvo valores con diferencia de 0 a 13 mg/dl, en la tabla 4 se pueden observar cada una de las diferencias obtenidas en las mediciones realizadas en los intervalos de tiempo, hasta finalizar con la medición obtenida a las 48 horas de haber realizado la primer medición , comprobando que la diferencia entre ambos tubos fue de 14 mg/dl que es el dato menor y de 65 mg/dl que es el dato mayor, en el gráfico 4 se demuestra la estabilidad del tubo

gris, el cual preserva la glucosa por las 48 horas, y se comprueba la inestabilidad del tubo rojo a las 48 horas.

En cuanto a la determinación del tiempo en que se mantiene el valor inicial de la concentración de la glucosa sin que se dé una variación significativa se consideró el tratamiento adecuado de los tubos tanto el rojo como el gris, como se menciona anteriormente. Como se puede ver en los datos obtenidos en la tabla 5, el 23% de los tubos que corresponden a 6 muestras no presentaron variación mayor a 5mg/dl, mientras que las muestras restantes que corresponden a un 77% presentaron una variación mayor. En el caso del tubo gris un 96% que corresponde a 25 muestras no presentaron variación a las 48 horas y el 4% restante presentó variación.

Todos los resultados que se expresan en esta investigación estuvieron respaldados por el control de calidad interno del Hospital Nacional Rosales (ANEXO 24) y el control de calidad externo o control de tercera opinión Randox, del mes de mayo. (ANEXO 23)

## CONCLUSIONES.

- Como resultado de la investigación es posible concluir que la magnitud de variación encontrada en el tubo que contiene fluoruro de sodio y oxalato de potasio fue menor o ausente a la encontrada en el tubo sin anticoagulante, debido al mecanismo de preservación de la concentración de glucosa.
- Después de haber analizado el proceso de obtención de resultados se concluye que a mayor tiempo transcurrido la concentración de la glucosa en las muestras de los tubos sin anticoagulante es diferente por lo que afecta la obtención de resultados confiables.
- A lo largo de la presente investigación logró demostrarse que la concentración de glucosa en los tubos de fluoruro de sodio y oxalato de potasio se mantuvieron hasta por 48 horas, mientras que en los tubos sin anticoagulante se tuvo variación desde las 2 horas.
- Se concluyó que la reducción a las 48 horas en el tubo rojo no es constante, y su variación puede llegar a ser significativamente grande, mientras que en el tubo gris no tiene reducción significativa.

## RECOMENDACIONES

- **Recomendaciones a los profesionales en laboratorio clínico.**

Practicar una buena manipulación de ambos tubos, desde la toma de muestra adecuada así como también verificar que el llenado sea hasta la marca indicada en el tubo, y realizar el mezclado por inversión de 5 a 10 veces según sea el tubo. Con respecto al tubo rojo esperar el tiempo de coagulación de 10 minutos, para luego centrifugar a 3,500 rpm por 5 minutos.

Mantener las muestras a una temperatura no mayor de 25°C antes de realizar su análisis, para disminuir la actividad enzimática y así evitar la degradación de la glucosa.

En el caso que solo se utilice el tubo rojo y su análisis no sea inmediato se recomienda separar el suero del paquete globular.

Evitar movimientos bruscos e innecesarios después de haber sido centrifugada la muestra tanto en el tubo rojo como en el gris.

- **Recomendaciones a las Unidades de salud.**

Analizar las posibilidades de la obtención del tubo de tapón gris, ya que por sus características mantiene los valores de concentración de glucosa por mayor tiempo, lo cual permitiría que al enviar las muestras al laboratorio de referencia no se vean afectados los resultados por factores externos.

- **Recomendaciones al HOSPITAL NACIONAL ROSALES**

Capacitar al personal de enfermería en la adecuada utilización del tubo gris y de todo el sistema al vacío, realizando el llenado hasta la marca, y mezclarlo correctamente.

Promover la utilización del tubo gris en todos los servicios del hospital para la conservación de los valores de glucosa.

## REFERENCIAS

1. BRANDSD. Glucosa Hexoquinasa. Pointe Scientific, Inc. Industrial C.P. Tijuana, Mexico. 2012. Pág. 1, 2. [http://brandsd.com/wp-content/uploads/2012/11/GLU\\_HEX-esp.pdf](http://brandsd.com/wp-content/uploads/2012/11/GLU_HEX-esp.pdf)
2. FONTEBOA MARIANA. Cuál es la importancia de la glucosa. Diabetes bienestar y salud. 2013. <http://www.diabetesbienestarysalud.com/2010/02/cual-es-la-importancia-de-la-glucosa/>
3. FUENTES ARDERIU X; CASTIÑEIRAS LACAMBRA M. J.; QUERALTÓ COMPAÑÓ J. M.1998. Bioquímica clínica y patología molecular. SEGUNDA EDICION. Barcelona, España. Editorial Reverté S. A. Pág. 667 y 668.
4. GÓMEZ ALMANZA, GLADYS ANAHÍ. 2007. Estudio comparativo en la determinación de los niveles de glucosa por método automatizado de laboratorio y glucómetro. Universidad veracruzana. Veracruz, México. Pág. 6, 25 y 26
5. GOMEZ-JARABO G. Glucosa. Tratado multidisciplinar sobre la actividad cerebral, los procesos mentales superiores y nuestro comportamiento. Ministerio de ciencia y tecnología e innovación productiva. Argentina. 2012 <http://www.biopsicologia.net/Nivel-3-participacion-plastica-y-funcional/6.1.-Glucosa.html>

6. LEIVA ENRÍQUEZ, MYNOR. 2007. Conceptos de bioquímica básica. Universidad de San Carlos de Guatemala. San Carlos, Guatemala. Pág. 2.
7. NELSON, DAVID; COX, MICHAEL. Lehninger Principios de la bioquímica. 2012. Capítulo 11: Membranas biológicas y transporte y Capítulo 14: Glucólisis. Cuarta edición. Pág. 522, 525 – 533.
8. MARTÍN PEÑA, GONZALO; PERTUSA MARTINEZ, SALVADOR. Glucosa en la sangre. Netdoctor.es. 2015. <http://www.netdoctor.es/articulo/niveles-glucosa-en-sangre>.
9. MARTÍNEZ LLAMAS, SOLEDAD; LÓPEZ BARBA, JOSÉ Y OTROS. Actualización de la fase pre-analítica de los laboratorios clínicos del hospital “Cruz Roja”. Ministerio de Sanidad y Consumo. Instituto Nacional de Gestión Sanitaria. Alcalá, Madrid. Junio 2007. Pág. 13, 14, 19, 25 y 27.
10. ORGANIZACIÓN MUNDIAL PARA LA SALUD. 2014. Diabetes. Naciones Unidas. 2014. Nota descriptiva N° 312.
11. <https://www.youtube.com/watch?v=b2fCnP2W26w>
- 12 [http://www.vacurette.es/pdfs/Instrucciones\\_tubos.pdf](http://www.vacurette.es/pdfs/Instrucciones_tubos.pdf)

**ANEXOS.**

**Anexo 1:** Tabla de control para el día 1

TABLA DE CONTROL DE RESULTADOS DE LA VARIACION DE GLUCOSA EL PRIMER DIA

Objetivo: Registrar la variacion de la concentracion de glucosa en los diferentes tubos en el primer día

| Día 1       |           |           |           |           |           |           |           |           |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Correlativo | Hora:     |           | Hora:     |           | Hora:     |           | Hora:     |           |
|             | Tubo Rojo | Tubo Gris |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |

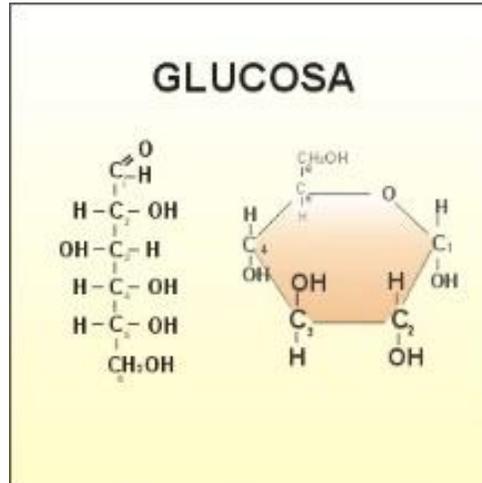
**Anexo 2:** Tabla de control del día 2

**TABLA DE CONTROL DE LOS RESULTADOS DE LA MEDICION DE GLUCOSA**

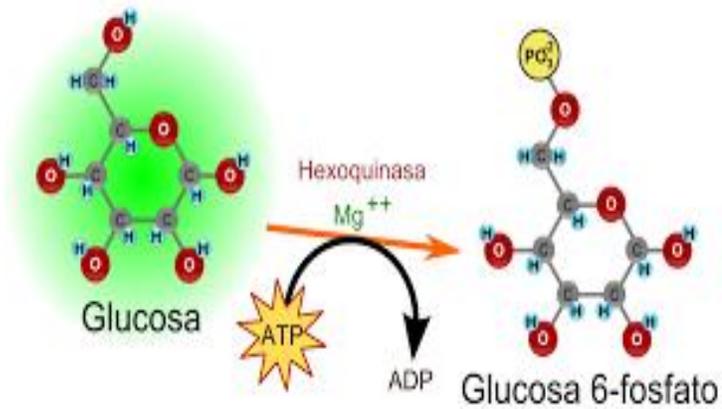
Objetivo: Registrar la variación de la concentración de glucosa en los diferentes tubos en el segundo día

| Día 2       |           |           |           |           |           |           |           |           |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Correlativo | Hora:     |           | Hora:     |           | Hora:     |           | Hora:     |           |
|             | Tubo Rojo | Tubo Gris |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |
|             |           |           |           |           |           |           |           |           |

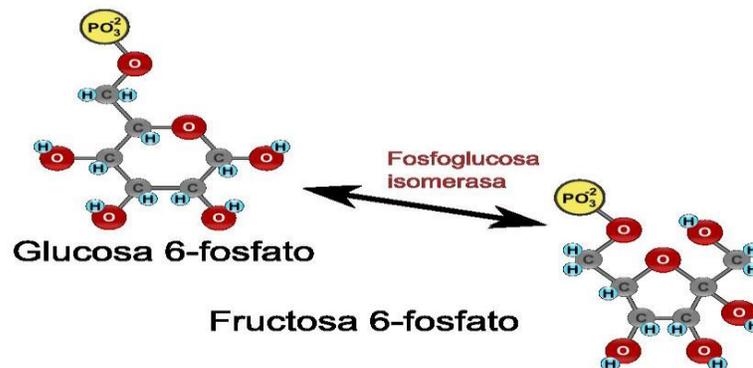
**Anexo 3:** Formula química de la molécula de glucosa



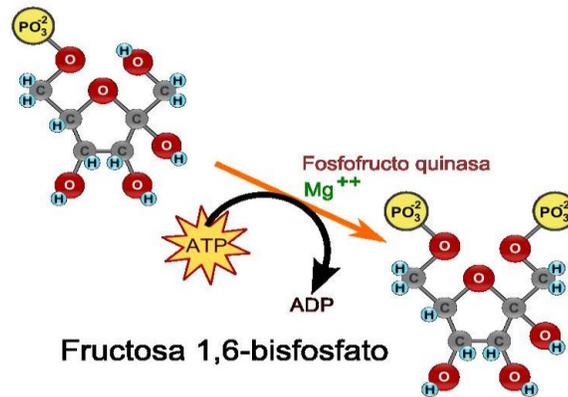
**Anexo 4:** Etapa 1 de la glucólisis



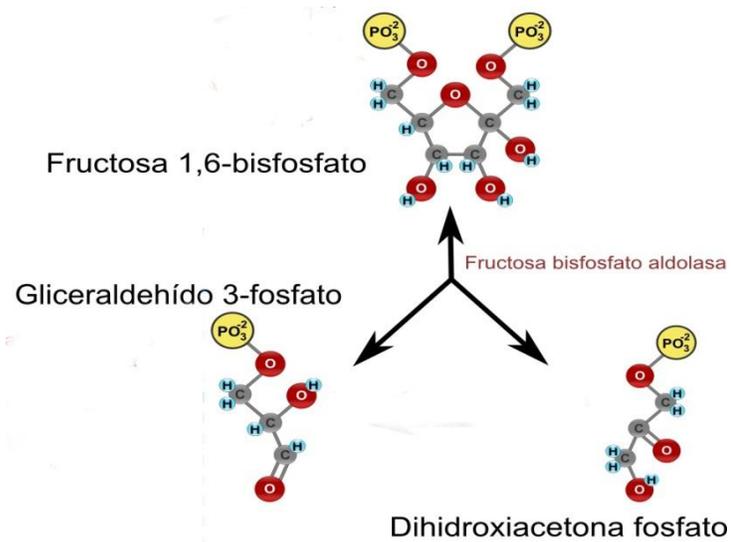
**Anexo 5:** Etapa 2 de la glucólisis



### Anexo 6: Etapa 3 de la glucólisis

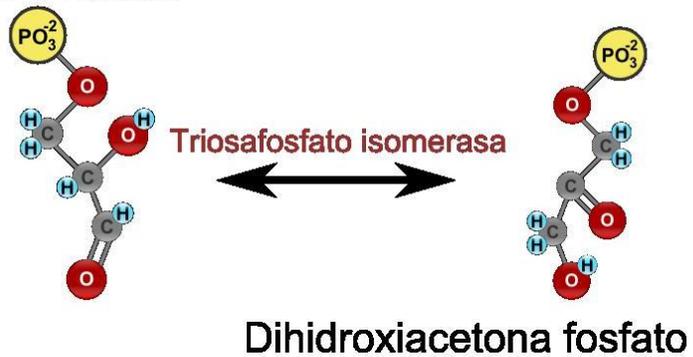


### Anexo 7: Etapa 4 de la glucólisis

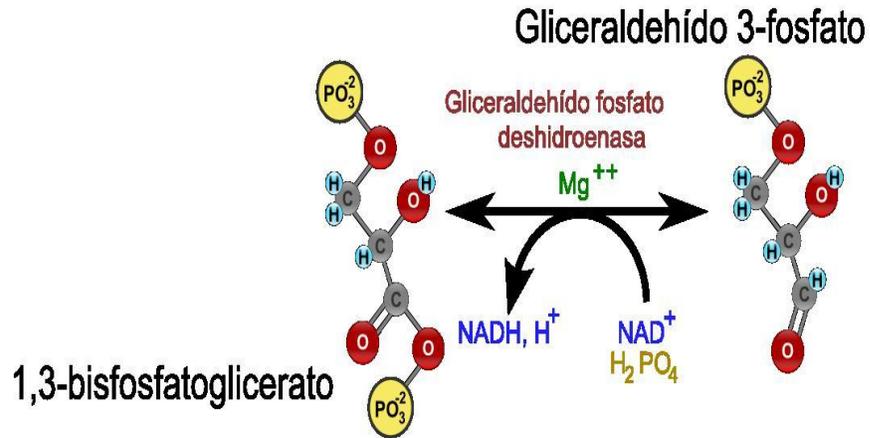


### Anexo 8: Etapa 5 de la glucólisis

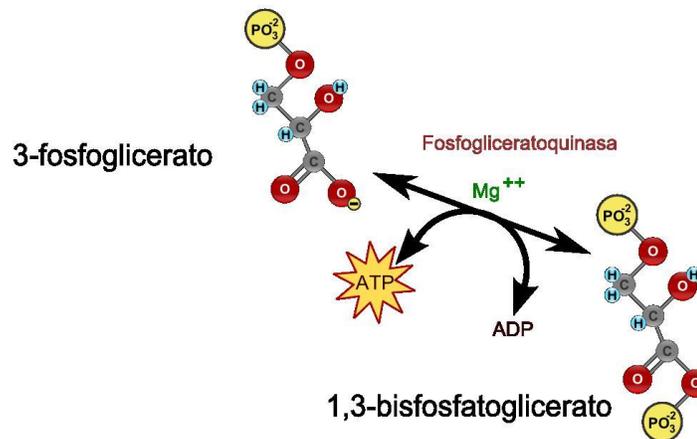
#### Gliceraldehído 3-fosfato



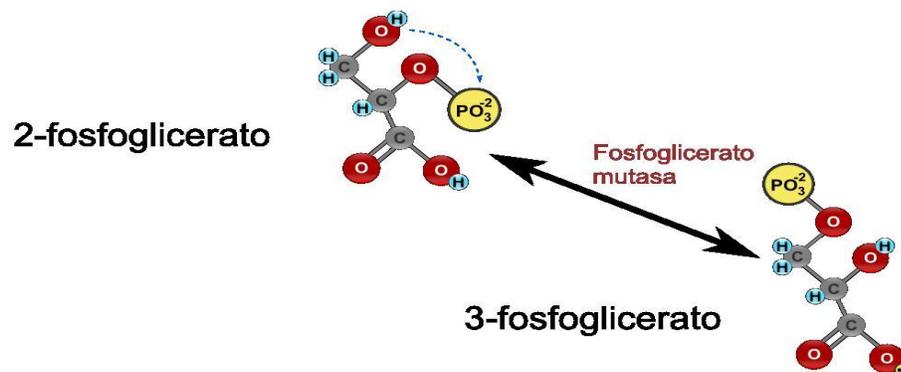
**Anexo 9:** Etapa 6 de la glucólisis



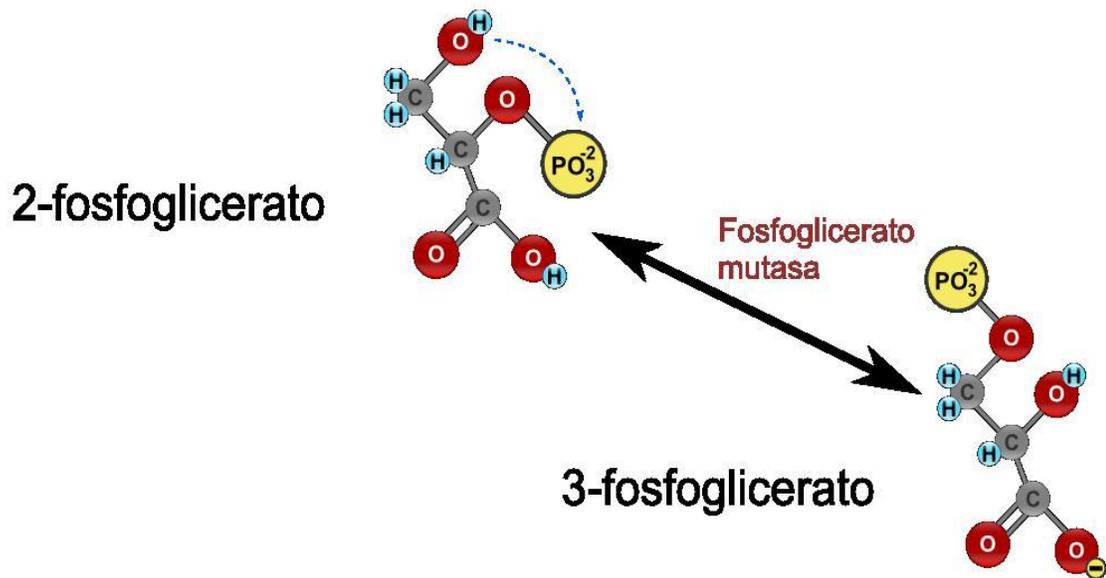
**Anexo 10:** Etapa 7 de la glucólisis



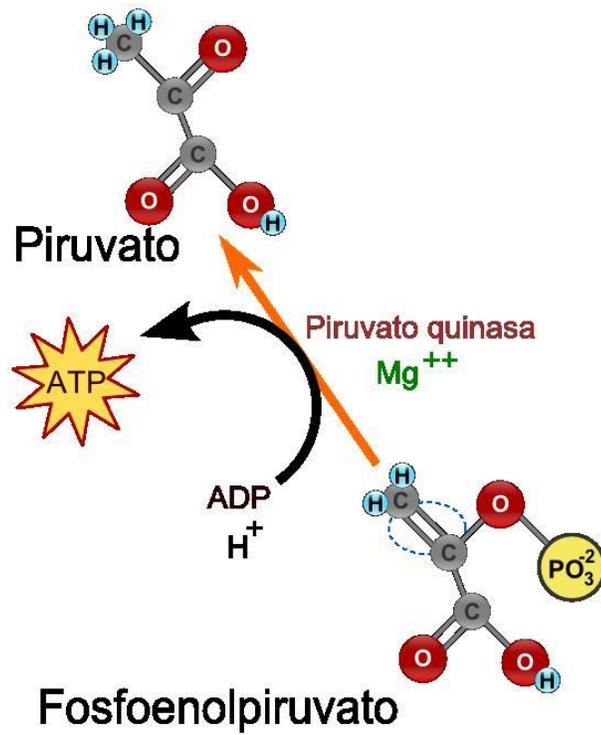
**Anexo 11:** Etapa 8 de la glucólisis



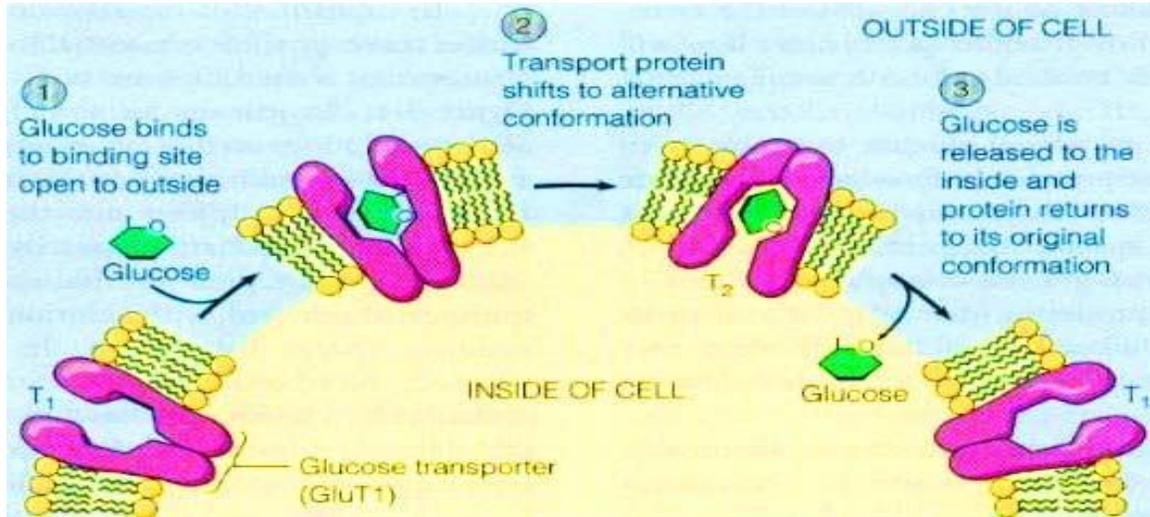
Anexo 12: Etapa 9 de la glucólisis



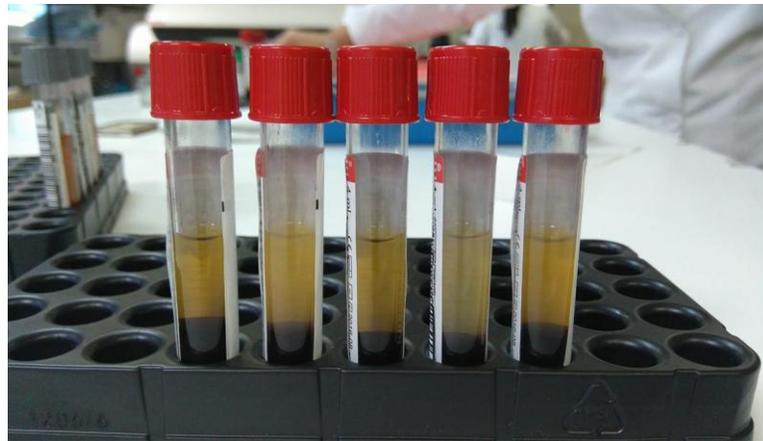
Anexo 13: Etapa 10 de la glucólisis



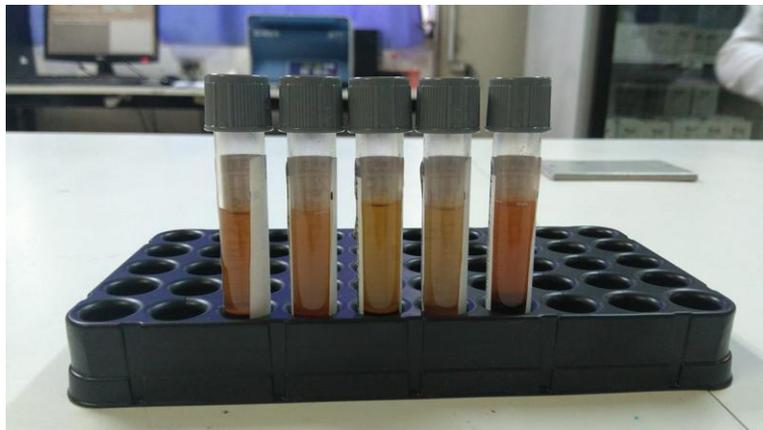
**Anexo 14:** Entrada de la glucosa a través de la membrana del eritrocito.



**Anexo 15:** Tubo sin anticoagulante de tapa roja marca Vacuette.



**Anexo 16:** Tubo que contiene fluoruro de sodio y oxalato de potasio marca Vacuette.



**Anexo 17:** Equipo automatizado de química clínica AU 680 Beckman Coulter



**Anexo 18:** Cámara refrigerante FOGEL



**Anexo 19:**  
**Sistema de extracción al  
vacío**

## Preparando la toma de muestra

### a) Identificación del paciente

Se lleva a cabo mediante la comparación de la información contenida en la petición analítica del paciente y la identificación numérica, código de barras, brazalete o cualquier otro criterio objetivo predeterminado.

### b) Posición

El paciente debe encontrarse en una posición estable (sentado o recostado) desde, al menos, 15 minutos antes de la extracción.

### c) Preparación del material para la extracción

Con anterioridad a la venopunción el personal debe tener a su disposición el siguiente material:

- ☞ Sistema de extracción **VACUETTE®**: consta de aguja multimuestra para extracción **VACUETTE®**, así como portatubos y tubos de extracción de sangre **VACUETTE®**.
- ☞ Guantes estériles y desechables.
- ☞ Algodón estéril.
- ☞ Solución desinfectante o alcohol.
- ☞ Apósitos.
- ☞ Torniquete **VACUETTE®**
- ☞ Contenedor de desecho **VACUETTE®**
- ☞ Etiqueta identificativa del paciente (el momento del etiquetado puede variar en cada país)

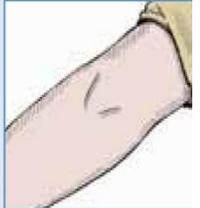


## Selección de la zona de punción

Orden de elección:

1

Área antecubital del brazo  
(venas Mediana, Basilica o Cefálica)



2

Cara dorsal de la mano  
(venas dorsales)



3

Superficie dorsal del pie  
(arco venoso)



Antes de realizar la selección definitiva del área de venopunción, es preciso realizar una inspección de las zonas mencionadas. La secuencia de selección debería corresponder con el mencionado orden de elección. No obstante, las opciones 1. y 2. son adecuadas en un 95% de los casos y dan lugar a resultados satisfactorios.

## Venopunción

1

Golpear suavemente la vena  
(sólo en el caso de venas poco prominentes).



2

Provocar un éxtasis venoso con un torniquete,  
durante no más de 1 minuto.



3

Desinfectar área de punción  
(dejar que el desinfectante seque por completo).



4

Venopunción: enroscar la aguja en el portatubos y  
después canalizarla en la vena del paciente. El brazo  
del paciente debe permanecer en posición inclinada  
hacia abajo.



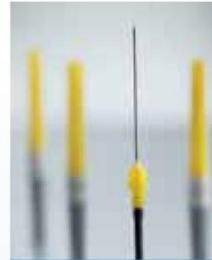
5

Con la mano libre, introducir el tubo de vacío en  
el portatubos (con el tapón del tubo hacia arriba).  
Asegurarse que la goma del tapón se perfora com-  
pletamente. Liberar el torniquete tan pronto como la  
sangre empiece a fluir.



## Venopunción

En pacientes con venas prominentes recomendamos la utilización de los siguientes productos estándar **VACUETTE®** para extracción de sangre:



### Agujas multimuestreo **VACUETTE®**,

con punta biselada que permite una fácil y no traumática canalización de la vena (existen tres diámetros disponibles 20G, 21G y 22G).



### Portatubos estándar **VACUETTE®**.

Su diseño ergonómico y su superficie especialmente adaptada permiten una mejor manipulación del portatubo durante la extracción.



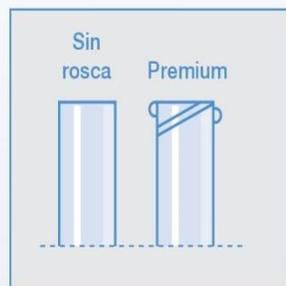
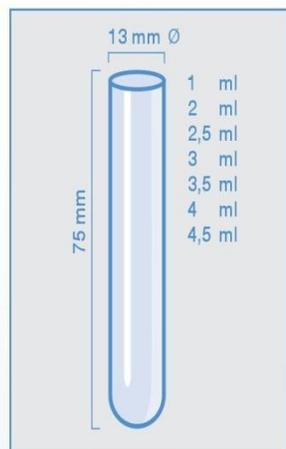
### Tubos de extracción **VACUETTE®**.

Disponibles exclusivamente en plástico PET. Todos los tubos disponen de tapón de seguridad. El uso de un sistema de vacío elimina la posibilidad de que durante la toma de la muestra se produzca el reflujó de la sangre hacia el interior de la vena.

## Dimensiones de los tubos

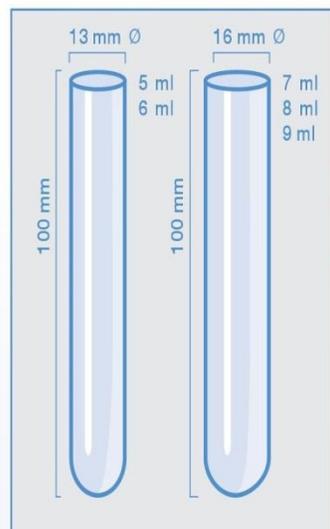
### Tubos de 75mm

Volúmenes de muestra



### Tubos de 100mm

volúmenes de muestra



## Tapones de seguridad VACUETTE®

### Tapón estándar



16 mm 13 mm

### Tapón para retaponado



para retaponado  
de tubos de 13mm



- Previene el efecto aerosol
- Seguridad absoluta durante el transporte
- Retaponado sencillo
- Evita el contacto con la sangre del paciente

16

## Áreas de aplicación para los tubos VACUETTE®

| Tipo de tubo VACUETTE®      | Color del tapón | Aditivo  | Uso propuesto  |
|-----------------------------|-----------------|--|--|
| Suero                       |                 | Activador de coágulo                           | Determinaciones en suero para bioquímica, microbiología, inmunología, TDM  |
| Suero con gel               |                 | Activador de coágulo y gel separador           | Determinaciones en suero para bioquímica, microbiología, inmunología, TDM  |
| Suero con gránulos          |                 | Activador de coágulo y gránulos                | Determinaciones en suero para bioquímica, microbiología, inmunología   |
| Suero para pruebas cruzadas |                 | Activador de coágulo                           | Determinaciones en suero para análisis de pruebas cruzadas de histocompatibilidad  |
| Plasma                      |                 | Heparina sódica                                | Determinaciones en plasma heparinado para bioquímica   |
| Plasma                      |                 | Heparina de litio<br>Heparina amónica          | Determinaciones en plasma heparinado para bioquímica   |
| Plasma con gel              |                 | Heparina de litio y gel separador              | Determinaciones en plasma heparinado para bioquímica   |
| EDTA                        |                 | K2 EDTA<br>K3 EDTA                             | Determinaciones en sangre total con EDTA para hematología  |
| EDTA para pruebas cruzadas  |                 | K3 EDTA  | Determinaciones en sangre total con EDTA para análisis de pruebas cruzadas de histocompatibilidad  |
| EDTA con gel                |                 | EDTA K2 y gel separador                        | Determinaciones en sangre total con EDTA para identificar virus, parásitos y bacterias en biología molecular                                   |
| Coagulación                 |                 | Citrato sódico (3.2%)<br>Citrato sódico (3.8%) | Determinaciones en plasma con citrato para análisis de coagulación   |
| CTAD                        |                 | CTAD (3.2%)                                    | Determinaciones en plasma con citrato para análisis de coagulación cuando se intenta evitar la aparición de factores plaquetarios en la sangre |
| Glucosa                     |                 | Anticoagulante<br>Inhibidor de glicólisis      | Determinaciones en sangre total anticoagulada y estabilizada o plasma para determinación de glucosa y lactato                                  |
| Traza de metales            |                 | Activador de coágulo<br>Heparina sódica        | Determinaciones en suero / plasma heparinado para análisis de traza de metales   |
| Grupo sanguíneo             |                 | ACD-A<br>ACD-B<br>CPDA                         | Determinaciones en sangre total con ACD / CPDA para análisis del grupo sanguíneo   |

17

www.gbo.com/preanalytics

**Anexo 20:**  
Reactivo de la glucosa.



| <b>GLUCOSE</b> |             |    |
|----------------|-------------|----|
| <b>OSR6121</b> | 4 x 25 mL   | R1 |
|                | 4 x 12,5 mL | R2 |
| <b>OSR6221</b> | 4 x 53 mL   | R1 |
|                | 4 x 27 mL   | R2 |
| <b>OSR6521</b> | 4 x 102 mL  | R1 |
|                | 4 x 52 mL   | R2 |

### Uso previsto

Prueba UV enzimática (método de la hexocinasa) para cuantificar la glucosa del suero, plasma, orina, hemolizado y líquido cefalorraquídeo de seres humanos, en analizadores Beckman Coulter. Únicamente para uso en diagnósticos *in vitro*. Reactivo de glucosa OSR6521, únicamente utilizable en los sistemas AU2700 y AU5400.

### Resumen<sup>1,2,3</sup>

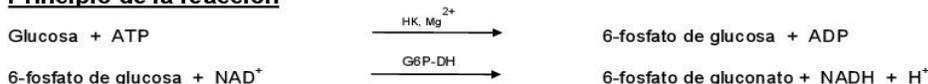
La glucemia en ayunas se regula por medio del hígado, con lo cual se asegura que las concentraciones se mantengan dentro de unos límites precisos. La manera rápida y precisa en que se regulan las concentraciones glucémicas en ayunas contrasta notablemente con el rápido aumento de la glucemia como resultado de la ingestión de hidratos de carbono. Un descenso de la glucemia hasta una concentración crítica (aproximadamente 2,5 mM) conduce a la disfunción del sistema nervioso central. Este trastorno se manifiesta en forma de hipoglucemia caracterizada por cansancio muscular, falta de coordinación y pérdida de lucidez. Un nuevo descenso de las concentraciones glucémicas desemboca en un coma hipoglucémico. Las fluctuaciones observadas en las concentraciones glucémicas de individuos diferentes dependen de la actividad muscular y del tiempo transcurrido desde la última ingesta. Dichas fluctuaciones vuelven a incrementarse donde haya un deterioro regulatorio como el resultante de varios procesos patológicos que aumentan o disminuyen la glucemia (hiperglucemia o hipoglucemia). La hiperglucemia suele resultar de una deficiencia de la cantidad o de la eficacia de la insulina, afección que recibe el nombre de diabetes sacarina. Esta enfermedad se caracteriza por una elevación de la glucemia tan extrema que, al superarse el umbral renal, aparece azúcar en la orina (glucosuria). La cuantificación de la glucemia sirve como prueba de detección de la diabetes sacarina cuando se sospecha una hiperglucemia, en el control del tratamiento de la diabetes sacarina, para evaluar el metabolismo de los hidratos de carbono, por ejemplo en la hepatitis aguda de la diabetes gravídica, en la pancreatitis aguda y en la enfermedad de Addison. La hipoglucemia se asocia a procesos patológicos como el síndrome disneico neonatal, la toxemia del embarazo, las enzimopatías congénitas, el síndrome de Reye, la ingestión de alcohol, la disfunción hepática, los tumores pancreáticos productores de insulina (insulinomas), los anticuerpos antinsulinicos, las neoplasias apanteáticas, la septicemia y la insuficiencia renal crónica.

La glucosa del líquido cefalorraquídeo (LCR) puede ser escasa o indetectable en pacientes afectados de meningitis aguda bacteriana, criptocócica, tuberculosa o carcinomatosa; o en el absceso cerebral, probablemente atribuible al consumo de la glucosa por parte de los leucocitos o de otras células de metabolización rápida. Suele ser normal en la meningitis o la encefalitis atribuibles a virus.

### Principio de la prueba<sup>4</sup>

La glucosa se fosforila con hexocinasa (HK) en presencia de trifosfato de adenosina (ATP) e iones de magnesio para producir glucosa-6-fosfato y difosfato de adenosina (ADP). La 6-fosfato de glucosa deshidrogenasa (G6P-DH) oxida específicamente el 6-fosfato de glucosa y produce 6-fosfato de gluconato con la correspondiente reducción de NAD<sup>+</sup> a NADH. El aumento de la absorbencia hasta 340 nm es proporcional a la concentración de glucosa en la muestra.

### Principio de la reacción



### Contenido y composición de los reactivos en la prueba

Concentración final de los ingredientes reactivos:

|                             |               |
|-----------------------------|---------------|
| Amortiguador PIPES (pH 7,6) | 24,0 mmol/L   |
| ATP                         | ≥ 2,0 mmol/L  |
| NAD <sup>+</sup>            | ≥ 1,32 mmol/L |
| Mg <sup>2+</sup>            | 2,37 mmol/L   |
| Hexocinasa                  | ≥ 0,59 kU/L   |
| G6P-DH                      | ≥ 1,58 kU/L   |
| Conservante                 |               |

### Precauciones y advertencias

Adopte las precauciones normales necesarias para manipular todos los reactivos de laboratorio.

Para evitar posibles acumulaciones de compuestos ácidos, haga circular agua por los tubos de evacuación cuando elimine reactivos sin diluir. Elimine todos los materiales de desecho respetando la normativa local.

### Preparación de los reactivos

Estos reactivos están listos para su uso y pueden colocarse directamente en el instrumento.

### Conservación y estabilidad

Si no se abren, los reactivos guardados a 2-8° C son estables hasta su fecha de caducidad. Una vez abiertos, los reactivos guardados en el instrumento son estables durante 30 días.

### Muestra

Suero, ácido edético o plasma heparinizado<sup>5,6</sup>. Para minimizar la pérdida de glucosa debida a la glucólisis, extraígaselo del suero de los eritrocitos lo antes posible. Las muestras que no puedan separarse rápidamente deberán recogerse en tubos provistos de fluoruro, monoyodoacetato o manosa. La glucosa en plasma y hemolizado estabilizado se mantiene estable hasta siete días si se guarda a 2-8° C y dos días a 15-25° C. Evitense las muestras ictericas y muy lipémicas.

Orina: Se recomiendan recogidas recientes y aleatorias de las muestras de orina.<sup>7</sup> Estable en orina durante dos horas si se guarda a 2-25° C. Analícese lo antes posible.<sup>5</sup>

Líquido cefalorraquídeo<sup>7</sup>. Prepárese inmediatamente para evitar resultados erróneamente bajos.

### Procedimiento

Consulte las instrucciones para el análisis en el Manual de Utilización y en la hoja de configuración pertinentes, para el tipo de muestra tal y como se describe en el apartado de Indicaciones. La aplicación pediátrica es adecuada para su uso con muestras de suero/plasma de volumen reducido.

Para la aplicación de hemolisato, use uno de los siguientes reactivos: Rolf Greiner, N° de ref. H10582, o Hatado, N° de ref. 60690201.

### Calibración

Suero / plasma / hemolizado / LCR: utilice System Calibrator N° Cat. 66300.

Orina: utilice System Calibrator N.º Cat. ODC0025.

Los valores de glucosa de ambos calibradores facilitados en el encarte del paquete del calibrador son atribuibles al Material de Referencia Normalizado (SRM) 965 del Instituto Nacional de Normas y Tecnología (NIST).

Vuelva a calibrar el análisis cada 30 días, o cuando se den estas circunstancias:

Cambio en el lote del reactivo o alteración significativa de los valores de control;

Se ha sometido el analizador a una importante operación de mantenimiento preventivo o se le ha cambiado una pieza crucial.

### Control de calidad

Suero / plasma / hemolizado: Pueden utilizarse los Controls N° Cat. ODC0003 y ODC0004 u otros materiales de control con valores

cuantificados mediante este sistema Beckman Coulter.

Orina: Pueden utilizarse los controles Biorad Liquichek Urine Chemistry Controls n.º de ref. 397 y 398, u otros materiales de control con valores cuantificados mediante este sistema Beckman Coulter, para el análisis de orina.

LCR: Pueden utilizarse materiales de control cuyos valores se hayan determinado mediante este sistema Beckman Coulter.

Cada laboratorio deberá determinar la frecuencia de sus controles. No obstante, las prácticas correctas de laboratorio sugieren la realización de controles cada día en que se cuantifiquen muestras de pacientes y cada vez que se realicen calibraciones.

Los resultados obtenidos por cada laboratorio pueden variar respecto al valor medio proporcionado. Por lo tanto, se recomienda que cada laboratorio genere intervalos y valores de referencia de control específicos para análisis basados en varias series según sus requisitos. Estos valores de referencia deberían hallarse dentro de los límites aceptables correspondientes que se proporcionan en la documentación de producto correspondiente.

Revise todas las variables de trabajo si observa tendencias o cambios súbitos en estos valores.

Si los controles no vuelven a los límites especificados, cada laboratorio deberá establecer unas directrices para la adopción de medidas correctoras.

### Cálculo

Los analizadores Beckman Coulter calculan automáticamente la concentración de glucosa de cada muestra.

### Intervalos de referencia<sup>8,1</sup>

| Suero / plasma (ayunas) | Adultos | 4,1 – 5,9 mmol/L (74 – 106 mg/dL)                           |
|-------------------------|---------|---|
|                         | Niños   | 3,3 – 5,6 mmol/L (60 – 100 mg/dL)                           |
| Hemolizado              | Adultos | 3,3 – 5,5 mmol/L (60 – 100 mg/dL)                           |
| Orina                   |         | 0,1 – 0,8 mmol/L (1 – 15 mg/dL)                             |
| LCR                     | Adulto  | 2,2 – 3,9 mmol/L (40 – 70 mg/dL) = 60% del valor plasmático |

Para el diagnóstico de la diabetes suelen aceptarse los siguientes límites discriminatorios<sup>9</sup>:

(a) glucosa plasmática aleatoria de  $\geq 11,1$  mmol/L

(b) glucosa plasmática en ayunas (GPA)  $\geq 7,0$  mmol/L o bien

(c) glucosa de 2 h después de la carga  $\geq 11,1$  mmol/L durante una prueba bucal de tolerancia a la glucosa (PBTG).

Si se cumple cualquiera de estos criterios, los resultados deberán confirmarse repitiendo la prueba otro día, salvo en presencia de una hiperglucemia inequívoca con descompensación metabólica aguda.

Los valores previstos pueden variar en función de la edad, el sexo, el tipo de muestra, el régimen alimenticio y la ubicación geográfica. Cada laboratorio debe verificar las posibilidades de transferir los valores previstos a su propia población y, si es necesario, determinar su propio intervalo de referencia, de acuerdo con las prácticas correctas de laboratorio. A efectos de diagnóstico, los resultados siempre se deben evaluar de forma conjunta con el historial médico del paciente, las exploraciones físicas y cualquier otra información de la que se disponga.

### Características específicas de los resultados

Los datos de esta sección indican resultados obtenidos con sistemas Beckman Coulter. Los datos obtenidos en su laboratorio pueden ser diferentes.

### Linealidad

Esta prueba es lineal en una concentración de 0,6 – 45,0 mmol/L (10 – 800 mg/dL) de suero, plasma, hemolizado y LCR. Esta prueba es lineal en una concentración de 0 – 45 mmol/L (1 – 800 mg/dL) para orina.

### Precisión

Los datos siguientes se obtuvieron en un AU600 utilizando 3 muestras de suero mezcladas que se analizaron en 10 días.

| n = 60 | Dentro de la serie |      | Total |      |
|--------|--------------------|------|-------|------|
|        | Media mmol/L       | SD   | CV%   |      |
| 3,27   | 0,02               | 0,70 | 0,04  | 1,25 |
| 6,27   | 0,03               | 0,54 | 0,06  | 0,97 |
| 16,36  | 0,08               | 0,51 | 0,18  | 1,11 |

Los datos siguientes se obtuvieron en un AU640 utilizando 3 muestras de orina mezcladas que se analizaron en 20 días.

| n = 80 | Dentro de la serie |      | Total |      |
|--------|--------------------|------|-------|------|
|        | Media mmol/L       | SD   | CV%   |      |
| 0,46   | 0,01               | 1,39 | 0,01  | 2,53 |
| 11,40  | 0,09               | 0,82 | 0,17  | 1,46 |
| 42,45  | 0,13               | 0,31 | 0,52  | 1,22 |

Los datos siguientes se obtuvieron en un AU2700 utilizando 3 muestras de hemolizado mezcladas que se analizaron en 20 días.

| n = 80 | Dentro de la serie |      | Total |      |
|--------|--------------------|------|-------|------|
|        | Media mmol/L       | SD   | CV%   |      |
| 2,25   | 0,05               | 2,30 | 0,09  | 4,15 |
| 5,94   | 0,09               | 1,54 | 0,20  | 3,41 |
| 18,6   | 0,12               | 0,67 | 0,35  | 1,90 |

### Sensibilidad

Se ha calculado que, en un analizador AU600 configurado para suero, el mínimo nivel detectable es 0,04 mmol/L.

Se ha calculado que, en un analizador AU2700 configurado para orina, el mínimo nivel detectable es 0,04 mmol/L.

El mínimo nivel detectable significa el mínimo nivel cuantificable de glucosa que se distingue de cero. Se calcula como el promedio absoluto más tres desviaciones típicas de 20 réplicas de una muestra libre de análitos.

### Comparación con otros métodos

Se utilizaron muestras de suero del paciente para comparar este análisis de Glucose OSR6121 en el AU600 con otro análisis de glucosa comercializado normalmente. Los resultados del análisis de regresión lineal fueron los siguientes:

|                      |             |           |   |
|----------------------|-------------|-----------|---|
| $y = 1,037x - 0,081$ | $r = 0,998$ | $n = 117$ | Intervalo de la muestra = 0,3 - 43,3 mmol/L |
|----------------------|-------------|-----------|---|

Se utilizaron muestras de orina del paciente para comparar este análisis de Glucose OSR6121 en el AU2700 con otro análisis de glucosa comercializado normalmente. Los resultados del análisis de regresión lineal fueron los siguientes:

|                      |             |           |   |
|----------------------|-------------|-----------|---|
| $y = 1,001x - 0,008$ | $r = 1,000$ | $n = 120$ | Intervalo de la muestra = 0,06 - 26,23 mmol/L |
|----------------------|-------------|-----------|---|

Se utilizaron muestras de líquido cefalorraquídeo (LCR) del paciente para comparar este análisis de Glucose OSR6121 en el AU600 con otro análisis de glucosa comercializado normalmente. Los resultados del análisis de regresión lineal fueron los siguientes.

|                    |             |           |  |
|--------------------|-------------|-----------|--|
| $y = 0,97x - 0,02$ | $r = 0,991$ | $n = 101$ | Intervalo de la muestra = 1,8 - 7,7 mmol/L |
|--------------------|-------------|-----------|--|

### Sustancias interferentes

Los resultados de los estudios de suero realizados para evaluar la susceptibilidad de este método a las interferencias fueron los siguientes:

Ascorbato: Interferencia inferior al 3% hasta 20 mg/dL de ascorbato

Ictericia: Interferencia inferior al 10% hasta 40 mg/dL o 684  $\mu$ mol/L de bilirrubina

Hemólisis: Interferencia inferior al 3% hasta 5 g/L de hemoglobina

Lipemia: Interferencia inferior al 10% hasta 700 mg/dL de Intralipid®

Los resultados de los estudios de orina realizados para evaluar la susceptibilidad de este método a las interferencias fueron los siguientes:

Ascorbato: Interferencia inferior al 3% hasta 50 mg/dL de ascorbato

Ictericia: Interferencia inferior al 3% hasta 40 mg/dL o 684  $\mu$ mol/L de bilirrubina

Los resultados de los estudios de hemolizado realizados para evaluar la susceptibilidad de este método a las interferencias fueron los siguientes:

Hemólisis: Interferencia inferior al 20% hasta 150 g/L de hemoglobina

Ictericia: Interferencia inferior al 10% hasta 16 mg/dL o 273,6  $\mu$ mol/L de bilirrubina

Lipemia: Interferencia inferior al 10% hasta 700 mg/dL de Intralipid®

Son pocos los casos en que la gammopatía, concretamente la de tipo monoclonal IgM (macroglobulinemia de Waldenstrom), puede dar lugar a resultados no fidedignos.

Consulte Young<sup>10</sup> si necesita más datos sobre sustancias interferentes.

### Notas al pie de la hoja de configuración

# Definido por el usuario      □ Valor predeterminado del analizador

† System Calibrator, N° Cat.: 66300/ Orine Calibrator, N.º Cat. ODC0025

\* Valores definidos para trabajar en unidades SI (mmol/L) Para trabajar en mg/dL, multiplíquense por 18.

‡ Preprocese todas las muestras: muestra de 20  $\mu$ L y 1000  $\mu$ L de agente reactivo hemolizante.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Thomas L. Blood glucose. In: Thomas L, ed. Clinical laboratory diagnostics. Use and assessment of clinical laboratory results. Frankfurt/Main: TH-Books Verlagsgesellschaft, 1998:131-37.
2. Sacks DB. Carbohydrates. In: Burtis CA, Ashwood ER, eds. Tietz textbook of clinical chemistry. Philadelphia:WB Saunders Company, 1999; 766-85.
3. Smith AF, Beckett GJ, Walker SW, Rae PWH, eds. Lecture notes on clinical biochemistry, 6th ed. Oxford: Blackwell Science, 1998:283pp.
4. Czok R, Barthelmai W. Enzymatische Bestimmungen der Glucose in Blut, Liquor und Harn. Klin Wschr 1962;40:585-589.
5. Ehret W, Heil W, Schmitt Y, Töpfer G, Wisser H, Zawta B, et al. Use of anticoagulants in diagnostic laboratory investigations and stability of blood, plasma and serum samples. WHO/DIL/LAB/99.1 Rev.2:32pp, 47pp.
6. Dods RF. Diabetes mellitus. In: Kaplan LA, Pesce AJ, eds. Clinical chemistry theory, analysis, and correlation. St Louis: Mosby, 1996:635pp.
7. Tietz NW, ed. Clinical guide to laboratory tests, 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1995:272pp.
8. Painter PC, Cope JY, Smith JL. Reference information for the clinical laboratory. In: Burtis CA, Ashwood ER, eds. Tietz textbook of clinical chemistry. Philadelphia:WB Saunders Company, 1999; 1815pp.
9. Sacks DB, Bruns DE, Goldstein DE, MacLaren NK, McDonald JM, Parrott M. Guidelines and recommendations for laboratory analysis in the diagnosis and management of diabetes mellitus. Clin Chem 2002;48:436-72.
10. Young DS. Effects of drugs on clinical laboratory tests, 5th ed. AACC Press, 2000.

CE

**Anexo 21:** Carta enviada a Diagnostik Capri S.A de C.V

San Salvador, 28 de marzo de 2016

Señora  
**Gloria A. Callejas**  
Gerente General  
**Diagnostika Capri S.A. de C. V.**

Reciba un cordial saludo y éxitos en la labor que desempeña esperando que este año esté lleno de bendiciones en su vida profesional y familiar.

Somos estudiantes egresadas de la UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, de la carrera de LICENCIATURA EN LABORATORIO CLINICO, en proceso de graduación y tesis la cual, lleva por nombre “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 DE MARZO A ABRIL DEL AÑO 2016.” Por medio de la presente solicitamos a usted en calidad de donación de un kit de reactivos para la determinación de glucosa en equipo automatizado, que necesitamos para poder realizar el muestreo de nuestra tesis debido a que esta es de tipo experimental, necesitamos realizar aproximadamente 1,000 mediciones de la concentración de glucosa en sangre. Conociendo que la empresa es la proveedora de los mismos hacemos esta solicitud a usted y nos comprometemos a realzar el importante papel que desempeñan, así como su nombre en nuestra tesis.

Agradeciendo anticipadamente por su atención. Nos despedimos esperando una respuesta positiva

Atentamente: Rivera Rivera, Zulma Claraluz                      tel. 73343709

Sánchez Nerio, Kelly Beatriz                                      tel. 74429910

Marroquín Leiva, Mirna Vanessa                                tel. 77290991

## **Anexo 22**

**Catálogo de tubos de  
extracción al vacío de  
VACUETTE.**



## Sistema de extracción de sangre para el diagnóstico in vitro

ES

**Utilización:** El sistema de extracción de sangre VACUETTE® consta de un tubo VACUETTE®, un portatubos y una aguja. En conjunto forman un sistema destinado a utilizarse una sola vez para la extracción de sangre venosa. Los tubos Vacuette® son aptos para la extracción, el transporte y como tubo primario para el análisis del suero, del plasma y de la sangre completa en un laboratorio clínico.

**Descripción del producto:** Los tubos de extracción de sangre Vacuette® son de material sintético y tienen un vacío predosificado para obtener un volumen exacto de llenado. Están equipados con tapones de seguridad Vacuette® con códigos de colores (véase la tabla de más abajo). Los tubos, las concentraciones de aditivos químicos o los volúmenes de aditivos líquidos, así como sus desviaciones límite, cumplen las exigencias y las recomendaciones de la norma internacional ISO 6710 „Recipientes de un solo uso para la extracción de sangre venosa; Single-use containers for venous blood specimen collection“ y las directivas del NCCLS. La selección del tubo correcto a utilizar depende del método de análisis. Hay que observar las indicaciones del fabricante de los reactivos y/o del fabricante de los aparatos para análisis con los que se realicen las pruebas. La parte interior de los tubos es estéril.

### Código de colores de los tapones de seguridad VACUETTE®

| Tipo de tubo / aditivo   | Color del tapón de seguridad              | Color de la anilla interior         |
|--|---|-------------------------------------|
| <b>Tubos sin aditivo</b><br>sin aditivo  | blanc                                     | negro                               |
| <b>Tubos coagulantes</b><br>Citrate trisódico, 3,2%<br>Citrate trisódico, 3,8%<br>CTAD   | azul claro<br>azul claro<br>azul claro    | negro<br>negro<br>amarillo          |
| <b>Tubos de suero</b><br>Activador coagulante<br>Activador coagulante y gel<br>Activador coagulante y granulado  | rojo<br>rojo<br>rojo                      | negro<br>amarillo<br>rojo           |
| <b>Tubos de heparina</b><br>Heparina de litio<br>Heparina de litio y gel<br>Heparina de amonio<br>Heparina de sodio  | verde<br>verde<br>verde<br>verde          | negro<br>amarillo<br>negro<br>negro |
| <b>Tubos EDTA (haematology)</b><br>EDTA K2 (también inmunohematología)<br>EDTA K3 (también inmunohematología)  | lila<br>lila                              | negro<br>negro                      |
| <b>Tubos EDTA (diagnóstico molecular, determinación de infecciones víricas)</b><br>EDTA K2<br>EDTA K2 y gel  | lila<br>lila                              | negro<br>amarillo                   |
| <b>Tubos de glucosa</b><br>EDTA y fluoruro sódico<br>Oxalato de potasio y fluoruro sódico<br>Heparina de litio y monoyodoacetato de litio<br>Heparina sódica y fluoruro sódico | gris<br>gris<br>gris<br>gris              | negro<br>negro<br>negro<br>negro    |
| <b>Tubos de pruebas cruzadas</b><br>Activador coagulante<br>EDTA K3  | rosa<br>rosa                              | negro<br>negro                      |
| <b>Tubos para determinar el grupo sanguíneo</b><br>ACD-B<br>ACD-A<br>CPDA  | amarillo<br>amarillo<br>amarillo          | negro<br>negro<br>negro             |
| <b>Tubos para oligoelementos</b><br>Heparina de sodio<br>Activador coagulante<br>sin aditivo   | azul oscuro<br>azul oscuro<br>azul oscuro | negro<br>negro<br>negro             |
| <b>Tubos para sedimentación de hematíes</b><br>Citrate trisódico, 3,2%   | negro                                     | negro                               |

(Los tubos con anilla estabilizadora blanca indican que tienen volúmenes inferiores de llenado 1 ml o 2 ml)

**Tubos de coagulación y tubos CTAD VACUETTE®** (los tubos CTAD VACUETTE® no son suministrables a los EE.UU.)

Los tubos de coagulación VACUETTE® contienen una solución tampón de citrato trisódico. Hay disponibles concentraciones de citrato de 0,109 mol/l (3,2 %) o de 0,129 mol/l (3,8 %). La relación de mezcla es la siguiente: 1 parte de solución de citrato con 9 partes de sangre.

Los tubos CTAD VACUETTE® contienen, además de la solución tampón de citrato trisódico, teofilina, adenosina y dipiridol. Los tubos coagulantes y CTAD VACUETTE® son apropiados para analizar los parámetros de coagulación.

### Tubos de suero VACUETTE®

La pared interior de todos los tubos de suero VACUETTE® tiene un recubrimiento especial con partículas microscópicas de sílice que activan el proceso de coagulación. Los tubos de suero

VACUETTE® con gel tienen un gel en el fondo del tubo. El peso específico del gel está situado entre el del coágulo y el del suero. Durante el centrifugado se desplaza este gel situándose entre el suero y el coágulo formando una barrera estable. Con ello permanecen estables determinados parámetros en el tubo primario hasta durante 48 horas si se observan las condiciones de almacenamiento recomendadas.

**INDICACIÓN:** antes de su envío por correo o su transporte a través de dispositivos neumáticos de transporte, los tubos con gel deberían almacenarse durante aproximadamente 1 hora en vertical después del centrifugado y a temperatura ambiente para reducir a un mínimo el riesgo de deterioro de la barrera de gel debido a las sacudidas.

980200 Rev.06, 01-2005

Los tubitos de suero VACUETTE® con granulado (no suministrables a EE.UU.) contienen bolitas de poliestireno en el fondo del tubo. El peso específico de este granulado está situado entre el del coágulo y el del suero. El granulado forma durante el centrifugado una barrera permeable entre el suero y el coágulo. Los tubitos de suero VACUETTE® son apropiados para hacer análisis químicos clínicos de suero (parámetros rutinarios de química clínica y hormonas, valores TDM).

#### **Tubitos de heparina VACUETTE®**

La pared interna del tubito lleva un recubrimiento de heparina de litio, heparina de amonio o de heparina sódica. Estos aditivos son anticoagulantes que bloquean la cascada de coagulación activando las antitrombinas con lo que se evita la coagulación de la prueba de sangre. Con ello se obtiene una prueba de sangre entera o plasma en lugar de sangre coagulada y suero.

Los tubitos de plasma VACUETTE® de heparina de litio con gel tienen un gel en el fondo del tubo cuyo peso específico está situado entre el de las células sanguíneas y el del plasma. Durante el centrifugado se desplaza este gel situándose entre el plasma y las células sanguíneas formando una barrera estable. Con ello permanecen estables determinados parámetros en el tubito primario hasta durante 48 horas si se observan las condiciones de almacenamiento recomendadas.

**INDICACIÓN:** Antes de su envío por correo o su transporte a través de dispositivos neumáticos de transporte, los tubitos con gel deberían almacenarse durante aproximadamente 1 hora en vertical después del centrifugado y a temperatura ambiente para reducir a un mínimo el riesgo de deterioro de la barrera de gel debido a las sacudidas. Los tubitos de heparina VACUETTE® son apropiados para hacer análisis químicos clínicos de plasma (parámetros rutinarios de química clínica). Los tubitos de plasma VACUETTE® no son apropiados para determinar valores de TDM, hacer mediciones de sodio, de litio, ni para determinar el amonio ni para su uso en bancos de sangre. (Los tubitos de heparina de amonio no son suministrables a los EE.UU.)

#### **Tubitos de EDTA VACUETTE®**

La pared interior del tubito está recubierta con EDTA K2 o con EDTA K3. El tubito está también disponible con un 8% de solución de EDTA. EDTA aglutina los iones de calcio y bloquea de esta forma la cascada de coagulación. Los tubitos de EDTA VACUETTE® pueden utilizarse directamente en todos los aparatos usuales de análisis sin que sea necesario abrir el tapón. Los eritrocitos, leucocitos y trombocitos se mantienen estables en una prueba de sangre anticoagulada con EDTA hasta durante 24 horas. La extensión de la sangre debería hacerse dentro de las 3 horas siguientes a la extracción de la sangre. Los tubitos de EDTA VACUETTE® son también apropiados para análisis con sangre entera. Los tubitos VACUETTE® EDTA (ácido etilendiamidotetraacético) son apropiados para análisis de sangre entera en ácido etilendiamidotetraacético para la serología inmunohematológica (para determinar los grupos sanguíneos ABO y Rh, prueba de determinación de anticuerpos). Los tubitos VACUETTE® EDTA K2 son apropiados para análisis con sangre entera en ácido etilendiamidotetraacético para el diagnóstico molecular. Los tubitos VACUETTE® EDTA K2/Gel son apropiados para análisis de plasma en ácido etilendiamidotetraacético para el diagnóstico molecular y para determinar infecciones víricas. Los virus de hepatitis C y VIH en la sangre entera en ácido etilendiamidotetraacético se mantienen estables hasta durante 72 horas a temperatura ambiente. Se recomienda centrifugar los tubitos VACUETTE® EDTA K2/Gel dentro de las 6 horas siguientes a la extracción para obtener los mejores resultados posibles. Almacenamiento a medio plazo (<2 semanas) a \*20°C. Cuando el almacenamiento sea a largo plazo (>2 semanas) a \*70°C o temperaturas más bajas, por favor, almacenar por partes alicuotas en criorecipientes.

#### **Tubitos de glucosa VACUETTE®**

Hay disponibles tubitos de glucosa VACUETTE® con distintos tipos de aditivos. Los tubitos de glucosa contienen un anticoagulante y un estabilizador. EDTA y fluoruro sódico / oxalato de potasio y fluoruro sódico / heparina sódica y fluoruro sódico (no suministrable a los EE.UU.) / heparina de litio y monoyodoacetato de litio (no suministrable a los EE.UU.) / Los tubitos de glucosa son apropiados para determinar los valores de glucosa y de lactatos.

**Tubitos de pruebas cruzadas VACUETTE®** (no suministrables a EE.UU.)

Los tubitos de pruebas cruzadas VACUETTE® están disponibles en dos versiones. El tubito de suero para pruebas cruzadas VACUETTE® contiene un activador de coágulos para poder realizar la prueba cruzada con suero, mientras que el tubito EDTA VACUETTE® para pruebas cruzadas contiene EDTA por lo que puede ser utilizado en pruebas cruzadas con sangre entera.

**Tubitos para determinar el grupo sanguíneo VACUETTE®** (no suministrables a EE.UU.)

Los tubitos para determinar el grupo sanguíneo VACUETTE® están disponibles con los 2 aditivos formulados ACD-A, ACD-B (Acid Citrate Dextrose) o con una solución CPDA (Citrate Phosphate Dextrose Adenin). Los tubitos para determinar el grupo sanguíneo VACUETTE® son apropiados para determinar los grupos sanguíneos y para la conservación de las células.

**Tubitos de oligoelementos VACUETTE®** ((Tubito de oligoelementos con activador coagulante; no suministrables a EE.UU.)

Los tubitos de oligoelementos VACUETTE® están disponibles con heparina sódica, sin aditivos o con activador coagulante y son apropiados para el análisis de oligoelementos –Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn; Mg–; tubitos de oligoelementos VACUETTE® con heparina sódica.

**Tubitos para sedimentación de hematíes VACUETTE®**

Los tubitos para sedimentación de hematíes VACUETTE® contienen una solución tampón con un 3,2% de citrato trisódico (0,109 mol/l). La relación de mezcla es la siguiente: 1 parte de solución de citrato con 4 partes de sangre. Los tubitos para sedimentación de hematíes VACUETTE® se utilizan para determinar la velocidad de sedimentación de hematíes. El sistema de sedimentación de hematíes VACUETTE® se basa en el método de Westergren.

**Sistemas para sedimentación de hematíes VACUETTE®**

**Sistema abierto para sedimentación de hematíes®** (no suministrable a EE.UU.)

Este sistema consta de 3 partes: ●Tubito para sedimentación de hematíes (13/75 mm) con solución de citrato ●Pipeta graduada con adaptador de goma ●Soporte de sedimentación de hematíes sin graduación.

**Forma de proceder:**

1. Tras la extracción de la sangre y directamente antes de la medición de la sedimentación de hematíes hay que invertir cuidadosamente el tubito entre 5 y 10 veces para conseguir una mezcla óptima. Se recomienda utilizar un mezclador automático.
2. Quitar el tapón de seguridad del tubito para sedimentación girando y tirando simultáneamente en el sentido contrario al de las agujas del reloj.
3. Introducir la pipeta en el tubito para sedimentación que se llenará automáticamente hasta la línea cero.
4. Colocar el tubito y la pipeta verticalmente en el soporte de sedimentación.
5. Tras 60 o 120 minutos hay que ver en la pipeta la altura entre los eritrocitos sedimentados y el sobrante de plasma.
6. Desechar luego el tubito junto con la pipeta.

**Sistema cerrado para sedimentación de hematíes**

Este sistema consta de dos partes:

- Tubito para sedimentación de hematíes (9/120 mm) con solución de citrato, disponible con volumen de llenado de 1.6 ml o 2.9 ml
- Soporte de sedimentación de hematíes graduado, apto para tubitos de 1.6 ml o 2.9 ml

## Indicaciones de seguridad y advertencias para VACUETTE®

### Indicaciones de seguridad

¡No utilizar en ningún caso tubitos que contengan elementos extraños!

### Advertencias

1. La manipulación de pruebas biológicas y accesorios para la extracción de sangre (por ejemplo: lancetas, agujas, adaptadores Luer y kits para extracción de sangre) tiene que hacerse observando y respetando las correspondientes directivas higiénicas y de seguridad vigentes.
2. Virus de hepatitis B, C, VIH y otras enfermedades infecciosas pueden transmitirse a través del contacto con las pruebas biológicas. Se recomienda un tratamiento médico inmediato en caso de contacto con pruebas biológicas por el riesgo de infección que ello conlleva.
3. La eliminación de residuos de accesorios para la extracción de sangre (por ejemplo: lancetas, agujas, adaptadores Luer y kits para extracción de sangre) tiene que hacerse en los recipientes de eliminación de residuos previstos para ello.
4. No está previsto transferir pruebas de sangre con una jeringuilla a tubitos de extracción de sangre VACUETTE® evacuados. Manipular adicionalmente con las agujas aumenta el riesgo de pincharse con una aguja. Además, existe el peligro de que al apretar el émbolo de la jeringa se genere una sobrepresión en el tubito que puede llevar a la apertura involuntaria del tapón. ¡Peligro de infección! El llenado con jeringuilla de tubitos para extracción de sangre puede llevar a obtener resultados falsos de análisis.
5. Si la prueba de sangre se obtiene a través de una sonda hay que comprobar que la sangre no esté contaminada con ningún producto químico proveniente de la sonda (por ejemplo heparina).
6. No utilizar tubitos de glucosa con aditivo de monoyodoacetato de litio, en los que se vea un velo amarillo en la pared interior.
7. La mayor parte de los aditivos líquidos son incoloros e inodoros. (Excepción: los tubitos CPDA contienen un líquido amarillento). No utilizar aquellos tubitos en los que haya cambiado el color del aditivo.
8. No utilizar ningún tubito que haya superado la fecha de caducidad.

### Almacenamiento

Temperatura recomendada para el almacenamiento: entre 4 y 25°C (40–77° F). **INDICACIÓN:** Evitar la exposición directa a la luz solar. Superar la temperatura máxima recomendada de almacenamiento puede alterar la calidad de los tubitos (por ejemplo: pérdida de vacío, secado de aditivos líquidos, decoloraciones, etc.).

### Extracción de sangre y manipulación

¡Lea usted atentamente las siguientes informaciones antes de comenzar con la extracción de sangre!

#### Equipo necesario para la extracción de sangre.

Asegúrese de que están disponibles los siguientes utensilios:

1. Tubito para extracción de sangre del tamaño, volumen de llenado y aditivos necesarios
2. Etiqueta para la identificación del paciente.
3. Cánula y portatubos **INDICACIÓN:** Las cánulas de extracción de sangre VACUETTE® están adaptadas óptimamente para la su utilización con los portatubos de Greiner Bio-One. El usuario se hace cargo de la responsabilidad al utilizar accesorios de otros fabricantes.
4. Guantes de un sólo uso y ropa adecuada para la protección contra sangre potencialmente infecciosa.
5. Algodón empapado en alcohol, o algo similar, para desinfectar el punto de punción
6. Venda para contener la sangre venosa
7. Gasa, emplastos
8. Recipiente para la eliminación segura de las agujas usadas.

#### Orden recomendado para el uso de tubitos de extracción de sangre: (NCCLS, H3-A5 standard)

- 1●Tubito de hemocultivo 2●Tubito coagulante\* 3● Suero con y sin gel 4● Heparina con y sin gel 5●Ácido etilendiamidotetraacético 6●Glucosa 7●Tubitos de otros tipos

\*Para reconocimientos rutinarios (tiempo de protrombina y tiempo de protrombina parcial activado) puede utilizarse también un tubito coagulante como primer tubito.

**INDICACIÓN:** Greiner Bio-One recomienda utilizar tubitos sin aditivos en los casos en los que no se necesiten tubitos de hemocultivo.

**INDICACIÓN:** Observe siempre las directivas para la extracción de sangre que se apliquen en su centro.

#### Inhibición del reflujo de la sangre

Debido a que la mayor parte de los tubitos para extracción de sangre contienen aditivos químicos es importante evitar un posible reflujo desde el tubo a las venas porque ello puede tener consecuencias negativas para el paciente. Por ello es necesario tomar las siguientes medidas de prevención:

1. Poner el brazo del paciente inclinado hacia abajo.
2. Mantener el tubito con el tapón hacia arriba.  
Asegurarse de que el contenido del tubito (por ejemplo: el aditivo o la prueba de sangre) no entre en contacto con el tapón ni con el extremo de la aguja durante la extracción de la sangre.

## Técnicas de venipuntura y extracción de pruebas

### Instrucciones generales

**UTILIZAR GUANTES DURANTE LA EXTRACCIÓN DE SANGRE Y AL TRABAJAR CON LOS TUBITOS DE MUESTRAS DE SANGRE PARA REDUCIR EL RIESGO EN ENTRAR EN CONTACTO CON LA SANGRE:**

1. Seleccionar los tubitos requeridos.
2. Quitar la parte gris del tapón protector de la cánula.
3. Atornillar la cánula en el soporte. Comprobar que la cánula está bien fija y que no se puede soltar durante su utilización.
4. Comprimir la vena (máximo 1 min) y desinfectar el punto de punción. ¡No palpar la vena después de la limpieza!
5. Mantener el brazo del paciente inclinado hacia abajo.
6. Quitar el tapón de protección de la cánula. Realizar la venipuntura con el brazo del paciente orientado hacia abajo.
7. Presionar el tubito en el soporte hasta que la cánula traspase la parte de goma del tapón. Prestar atención a perforar el tubito en el centro del tapón de goma para evitar que se salga la sangre, así como una pérdida prematura del vacío.
8. AFLOJAR EL TORNIQUETE EN EL MOMENTO EN EL QUE SE VEA SANGRE EN EL TUBITO. LA PRUEBA DE SANGRE NO DEBE ENTRAR EN CONTACTO CON EL TAPÓN DE GOMA DURANTE LA EXTRACCIÓN, eso significa que en ningún caso se debe poner el tubito boca abajo. Mantener el tubito en posición sirviéndose del pulgar hasta que esté completamente lleno.

9. Una vez que el tubito esté completamente lleno y se haya detenido el flujo de sangre, quitarlo lentamente del soporte.
10. Colocar sucesivamente los otros tubitos en los soportes. Observar el "orden recomendado de uso de tubitos de extracción de sangre".
11. Invertir cuidadosamente el tubito unas 5 o 10 veces (Tubitos coagulantes: 4 veces, EDTA: 8 o 10 veces) inmediatamente después de la extracción de la sangre para lograr una mezcla completa de la sangre con el aditivo. La pompa de aire debe desplazarse de un extremo al otro del tubito con cada movimiento de inversión.  
**INDICACIÓN:** ¡Está prohibido agitar los tubitos! Ello provoca la formación de espuma, de hemólisis y falsean los resultados del análisis. Una mezcla insuficiente provoca también el falseo de los resultados (por ejemplo: coagulación posterior en tubitos de suero, microcoágulos en tubitos con anticoagulantes, etc.).
12. Una vez hecha la extracción del último tubito, quitar la cánula y el soporte de la vena. Presionar el punto de punción con una torunda estéril y seca hasta que deje de salir sangre. Cuando sea necesario puede ponerse una tirita estéril.  
**INDICACIÓN:** Tras la venipuntura puede quedar sangre residual en la cavidad del tapón. Tome precauciones para evitar entrar en contacto con la sangre al manipular los tubitos. Todos los soportes contaminados con sangre deben considerarse como peligrosos y tienen que desecharse inmediatamente.
13. Deseche las cánulas utilizadas y el soporte en el recipiente previsto para la eliminación de residuos. ¡NO VOLVER A CERRAR LAS CÁNULAS! Existe el riesgo de pincharse con una aguja. ¡Peligro de infección!  
El laboratorio es responsable de verificar que el cambio de un tubito de un fabricante a otro de un fabricante diferente no tenga una influencia significativa en el resultado del análisis de una prueba del paciente.

#### Centrifugado:

Comprobar la colocación correcta de los tubitos en la pieza de encaje de la centrifugadora. La utilización de piezas de encaje falsas para la centrifugadora puede provocar que se suelten los tapones de seguridad de los tubitos.

**INDICACIÓN:** Los tubitos de suero VACUETTE® no deben centrifugarse hasta pasados 30 minutos de la extracción de sangre, para evitar la coagulación posterior (formación de fibrina) en el suero. Ello puede provocar la contaminación del aparato de análisis y llevar al falseado de los resultados del análisis.

| Tipo de tubos                            | Invertir cuidadosamente el tubito | Número g recomendado (rcf) Aceleración relativa de centrifugado | Tiempo [r in] |
|--|-----------------------------------|---|---------------|
| Tubitos de suero VACUETTE®               | 5-10                              | Mínimo 1500 g   | 10            |
| Tubitos de suero VACUETTE® con gel       | 5-10                              | 1800 g  | 10            |
| Tubitos de suero VACUETTE® con granulado | 5-10                              | 1800 g  | 10            |
| Tubitos de EDTA VACUETTE® con gel        | 8-10                              | 1800 - 2200 g   | 10            |
| Tubitos de plasma VACUETTE®              | 5-10                              | 2000 - 3000 g   | 15            |
| Tubitos de plasma VACUETTE® con gel      | 5-10                              | 2200 g  | 15            |
| Tubitos de EDTA VACUETTE®                | 8-10                              |   |               |
| Tubitos de coagulación VACUETTE®         | 4                                 |   |               |
| Pruebas de función de trombocitos (PRP)  |                                   | 150 g   | 5             |
| Análisis de coagulación plasmática (PPP) |                                   | 1500 - 2000 g   | 10            |
| Plasma citrica para congelar (PPF)       |                                   | 2500 - 3000 g   | 20            |

Con centrifugadoras de amortiguación se obtiene una barrera amarilla algo más gruesa (más estable) que con centrifugadoras de cabezal angular. El centrifugado debe hacerse en una centrifugadora refrigerada. Las altas temperaturas pueden tener efectos negativos sobre las propiedades físicas del gel. La obtención de suero o de plasma debería hacerse de forma ideal a temperaturas de entre 15° y 24°C.

**INDICACIÓN:** Los tubitos con gel separador no deberían centrifugarse después de pasadas 2 horas desde la extracción de la sangre. En caso contrario, y debido a un contacto de larga duración de las células sanguíneas con suero o plasma, podrían falsearse los resultados del análisis. No es recomendable volver a centrifugar los tubitos.

**INDICACIÓN:** El recentrifugado de tubitos ya centrifugados puede tener efectos desfavorables debido a que pueden desprenderse partes del gel y acceder al suero.

**INDICACIÓN:** antes de su envío por correo o su transporte a través de dispositivos neumáticos de transporte, los tubitos con gel deberían almacenarse durante aproximadamente 1 hora en vertical después del centrifugado y a temperatura ambiente para reducir a un mínimo el riesgo de deterioro de la barrera de gel debido a las sacudidas.

#### Tapones de seguridad y tubitos VACUETTE®

Los tubitos para extracción de sangre VACUETTE® están dotados de tapones de seguridad que minimizan el efecto de aerosol al abrir el tubo.

**Tubito de 13 mm:** Hay disponibles dos tipos diferentes de tubitos:

Los tubitos „con pestaña“ con tapón roscable de seguridad VACUETTE® pueden abrirse fácilmente girando y tirando simultáneamente en el sentido contrario al de las agujas del reloj. Los tubitos no pueden abrirse tirando sencillamente del tapón.

Los tubitos „sin pestaña“ con tapón de seguridad superpuesto VACUETTE® pueden abrirse tirando sencillamente del tapón.

**Tubito de 16 mm:** El tapón de seguridad superpuesto VACUETTE® se quita girando y tirando sencillamente del tapón.

#### Eliminación de residuos

1. Hay que observar y respetar las directivas generales sobre higiene y las normas legales para la eliminación adecuada de residuos de material infeccioso.
2. Llevar guantes reduce el riesgo de infecciones.
3. Los tubitos para extracción de sangre contaminados o llenos tienen que recogerse en recipientes apropiados para residuos de material potencialmente infeccioso.
4. La eliminación de residuos se hace usualmente en instalaciones incineradoras apropiadas o se tratan en autoclave (esterilización por vapor).

#### Caracterización en las etiquetas del producto

|   |  |                  |  |
|---|--|------------------|--|
|  | Fecha de caducidad: los tubitos pueden utilizarse hasta el final del mes indicado. | <b>LOT</b>       | Número de lote: número de lote, número de remesa.              |
| <b>Ref.</b>   | Número de artículo: los tubitos pueden pedirse sirviéndose de este número.         | <b>STERILE R</b> | Indicación de que la esterilización se ha hecho por radiación. |

#### Referencias:

##### ISO / EN / ANSI/AAMI Standards

ISO 6710 "Single-use containers for venous blood specimen collection"

ANSI/AAMI/ISO 11137 "Sterilisation of health care products – Requirements for validation and routine control – Radiation sterilisation"

EN 552 "Sterilisation of medical devices – Validation and routine control of sterilisation by irradiation"

##### National Committee for Clinical Laboratory and Approved Standards (NCCLS)

H1-A5 "Evacuated Tubes and Additives for Blood Specimen Collection- 5th Edition"; Approved Standard

H2-A3 "Methods for the Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR) Test-3rd Edition"; Approved Standard

H21-A3 "Collection, Transport, and Processing of Blood Specimens for Coagulation Testing and General Performance of Coagulation Assays; Appr. Guidel.-3rd Edition

H3-A5 "Procedures for the Collection of Diagnostic Blood Specimens by Venipuncture"; Approved Standard-5th Edition

Este producto contiene goma natural seca.



greiner bio-one

Headquarter: Greiner Bio-One GmbH, 4550 Kremsmünster, Austria

Greiner Vacuette North America Inc., 4238 Capital Drive, Monroe, NC 28112, U.S.A.

www.gbo.com

## **Anexo 23:**

**Control de calidad externo,  
Randox del mes de mayo.**

### Glucose, mg/dl

|                        | N    | Mean    | CV% | U <sub>m</sub> | SDPA | Exc. |
|------------------------|------|---------|-----|----------------|------|------|
| All Methods            | 5978 | 124.570 | 4.6 | 0.09           | 6.13 | 525  |
| Hexokinase             | 3085 | 124.793 | 2.9 | 0.08           | 6.14 | 275  |
| Beckman AU instruments | 565  | 124.963 | 3.2 | 0.21           | 6.15 | 56   |

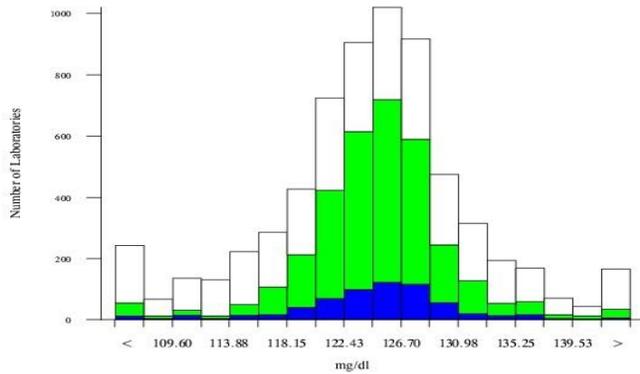
|                       |         |         |       |
|-----------------------|---------|---------|-------|
| ▲ Your Result         | 111.000 | SDI     | -2.27 |
|                       |         | RMSDI   | -1.13 |
| ■ Mean for Comparison | 124.963 | TS      | 36    |
|                       |         | RMTS    | 79    |
|                       |         | %DEV    | -11.2 |
|                       |         | RM %DEV | -5.5  |

Acceptable limits derived from Biological Variation 6.96%

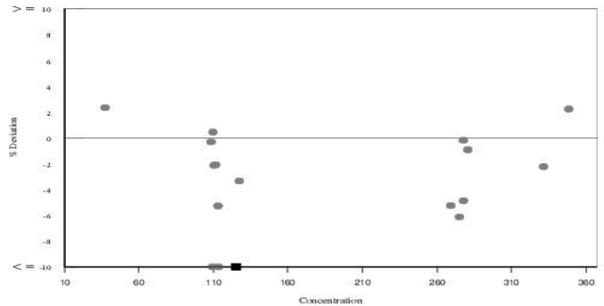
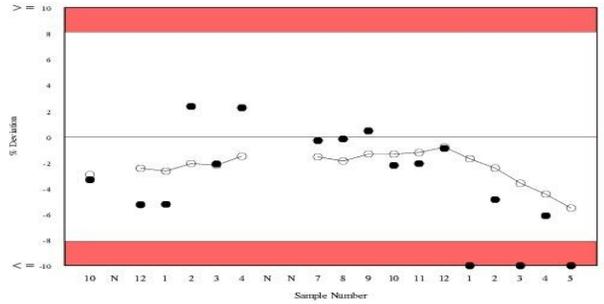
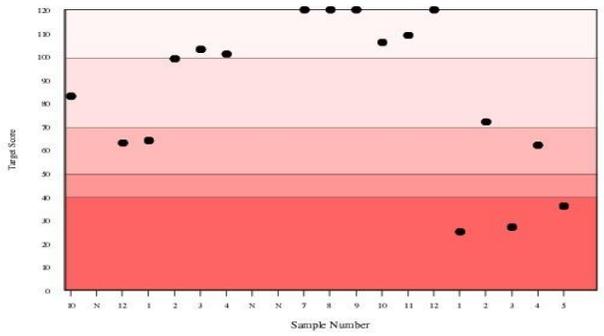
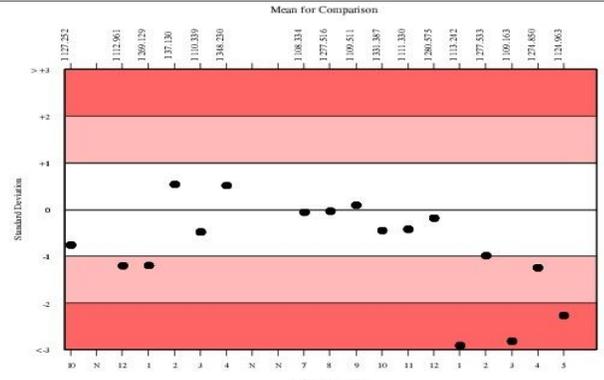
Acceptable limits of performance for RIQAS 8.10%

SDI in bottom 5% of peer group

TS & %DEV outside limits



| Method                          | N    | Mean    | CV% | U <sub>m</sub> |
|---------------------------------|------|---------|-----|----------------|
| Hexokinase                      | 3085 | 124.793 | 2.9 | 0.08           |
| Glucose oxidase                 | 2457 | 124.227 | 6.9 | 0.21           |
| Ortho Vitros MicroSlide Systems | 260  | 120.751 | 2.7 | 0.25           |
| Glucose dehydrogenase           | 50   | 125.781 | 2.6 | 0.57           |
| GOD/02-Beckman method           | 43   | 122.998 | 2.6 | 0.62           |
| Agappe - GOD-PAP                | 42   | 126.107 | 6.9 | 1.68           |
| Oxygen electrode                | 27   | 122.764 | 2.0 | 0.60           |
| Other Dry Chemistry             | 16   | 122.847 | 4.2 | 1.61           |
| Vitros, DT60/DT60 II            | 12   | 119.536 | 3.4 | 1.48           |



**Anexo 24:** Cuadro de los resultados del control de calidad interno de la concentración de glucosa realizada en el equipo AU 680 Beckman Coulter en el área de química de Hospital Nacional Rosales durante el muestreo de la investigación.

| <b>Fecha</b> | <b>Randox 2</b> | <b>Rango de referencia del control de calidad</b> | <b>Randox 3</b> | <b>Rango de referencia del control de calidad</b> |
|--------------|-----------------|---|-----------------|---|
| 30/04/16     | 114             | 93-125  | 303             | 241-325   |
| 01/05/16     | 125             | 85-133  | 280             | 241-325   |
| 03/05/16     | 125             | 85-133  | 268             | 241-325   |
| 05/05/16     | 102             | 93-125  | 271             | 241-325   |
| 06/05/16     | 98              | 93-125  | 280             | 241-325   |

Media de **RANDOX 2**: 109

Media de **RANDOX 3**: 285