



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

CONSUMO DE GLUCOSA IN VITRO EN MUESTRAS SANGUÍNEAS DE
ADULTOS SANOS SEGÚN TUBO DE RECOLECCIÓN: UNA REVISIÓN DE
ALCANCE

IN VITRO GLUCOSE CONSUMPTION IN BLOOD SAMPLES FROM
HEALTHY ADULTS ACCORDING TO COLLECTION TUBE: A SCOPING
REVIEW

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO
EN TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE LABORATORIO
CLÍNICO Y ANATOMÍA PATOLÓGICA

AUTORES

ARIANNA PATRICIA BETANCOURT CRUCES

MILENKA THAIS CHUMBE MAYTA

ZULEYKA FRANCINI DE LA CRUZ NAPAN

ASESOR

BILLY JOEL SANCHEZ JACINTO

LIMA - PERÚ

2026

JURADO

Presidente: LIC. MARIA EMILIA FLORES BARRETO

Vocal: LIC. JAIME JOSE FIGUEROA TATAJE

Secretario: LIC. LIZET LEZAMETA ABARCA

Fecha de sustentación: 06 de marzo de 2026

Calificación: Aprobado

ASESOR DE TESIS

ASESOR

LIC. BILLY JOEL SANCHEZ JACINTO

Departamento Académico de Tecnología Médica

ORCID: 0000-0001-7106-4114

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, cuyo respaldo incondicional y presencia constante han sido el fundamento emocional y moral de nuestra formación personal y profesional. Su esfuerzo, sacrificio y confianza depositada en nosotras son la inspiración más grande que impulsa cada paso de nuestra carrera. Este trabajo es el reflejo de nuestra dedicación, perseverancia y del compromiso genuino con la Tecnología Médica en Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica, área que elegimos con vocación y responsabilidad, conscientes del impacto que tiene en la vida y la salud de las personas. Asimismo, a quienes valoren y difundan este estudio, con la esperanza de que contribuya al fortalecimiento del conocimiento científico y a la mejora continua de la calidad en la atención en salud.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a Dios por guiarnos y darnos la fortaleza necesaria para culminar esta etapa tan importante de nuestra vida profesional. De manera especial a nuestro asesor, el Lic. Billy Sanchez Jacinto, por su dedicación, paciencia y orientación a lo largo de todo el proceso de elaboración de esta tesis. Sus conocimientos y su compromiso fueron fundamentales para llevar este trabajo a buen puerto. Gracias por su tiempo y por creer en nuestra investigación. Asimismo, a nuestros profesores, por compartir sus conocimientos, su experiencia y su vocación a lo largo de toda nuestra formación académica. Cada enseñanza recibida nos ayudó a crecer tanto en lo profesional como en lo personal.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Autofinanciado

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflicto de interés

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Los egresados:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	BETANCOURT CRUCES ARIANNA PATRICIA
2.	CHUMBE MAYTA MILENKA THAIS
3.	DE LA CRUZ NAPAN ZULEYKA FRANCINI

Pertencientes al programa de la **CARRERA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE LABORATORIO CLÍNICO Y ANATOMÍA PATOLÓGICA**, autores del trabajo titulado: **CONSUMO DE GLUCOSA IN VITRO EN MUESTRAS SANGUÍNEAS DE ADULTOS SANOS SEGÚN TUBO DE RECOLECCIÓN: UNA REVISIÓN DE ALCANCE** el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el **TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE LABORATORIO CLÍNICO Y ANATOMÍA PATOLÓGICA** bajo la modalidad de **TESIS**.

En calidad de docente asesor de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	SANCHEZ JACINTO BILLY JOEL	MEDICINA	ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **15 %**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **trn:oid:::1:3541266516**; fecha de entrega: **17-04-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 17 de abril del 2026.**

Firma del asesor
N° DNI: 46275162
ORCID: 0000-0001-7106-4114



TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	6
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	6
IV.	RESULTADOS	11
V.	DISCUSIÓN	17
VI.	CONCLUSIÓN	21
VII.	LIMITACIONES	21
VIII.	RECOMENDACIONES	22
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
X.	TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS	30

ANEXOS

RESUMEN

Introducción: La glucólisis *in vitro* reduce la concentración de glucosa en 5–7% por hora, generando resultados falsamente negativos. Aunque los tubos con fluoruro de sodio se usan para inhibir este proceso, las recomendaciones actuales sobre el uso de este tubo presentan evidencia moderada y resultados contradictorios.

Objetivo: Mapear la evidencia científica sobre el consumo de glucosa *in vitro* en muestras de sangre de adultos sanos según el tipo de tubo de recolección sanguínea utilizado.

Materiales y Métodos: Revisión de alcance siguiendo la guía PRISMA-ScR y el manual del JBI. Se buscó desde el 12 de octubre 2025 hasta el 11 de febrero de 2026 en Cochrane Library, Embase, Lilacs, Scopus, MEDLINE, Google Scholar y ALICIA con términos libres, MeSH y DeCS combinados con operadores booleanos. **Criterios de elegibilidad:** Estudios observacionales analíticos y cuasiexperimentales en inglés, portugués y español, evaluando consumo de glucosa *in vitro* en adultos sanos (≥ 18 años), comparando tubos de recolección (2017-2025).

Resultados: Se incluyeron 8 estudios. Los tubos con fluoruro de sodio/oxalato de potasio (NaF/KOx) mostraron sesgos variables (0,74%-4,25%). Los tubos separadores de suero (SST) son viables con centrifugación temprana (-3,70% a 0,87%). Los tubos con tampón de citrato mostraron resultados heterogéneos (+1,1% a +12,75%). **Conclusiones:** Los tubos NaF/KOx presentan limitaciones que afectan la confiabilidad. Por lo tanto, los SST son alternativas aceptables bajo condiciones controladas. Asimismo, los tubos con citrato liofilizado mostraron un buen desempeño.

Palabras clave: Glucemia, Glucólisis, Recolección de muestras de sangre (DeCS).

ABSTRACT

Introduction: In vitro glycolysis reduces glucose concentration by 5–7% per hour, leading to falsely low results. Although sodium fluoride tubes are used to inhibit this process, current recommendations are based on moderate and conflicting evidence. **Objective:** To map the scientific evidence on in vitro glucose consumption in blood samples from healthy adults according to the type of blood collection tube used. **Materials and Methods:** A scoping review following PRISMA-ScR guidelines and the JBI manual. A search was conducted from October 12, 2025 to February 11, 2026, in Cochrane Library, Embase, LILACS, Scopus, MEDLINE, Google Scholar, and ALICIA using free terms, MeSH, and DeCS combined with Boolean operators. **Eligibility Criteria:** Analytical observational and quasi-experimental studies in English, Portuguese, and Spanish evaluating in vitro glucose consumption in healthy adults (≥ 18 years), comparing blood collection tubes (2017–2025). **Results:** Eight studies were included. Sodium fluoride/potassium oxalate (NaF/KOx) tubes showed variable bias (0.74%–4.25%). Serum separator tubes (SST) were viable with early centrifugation (–3.70% to 0.87%). Citrate buffer tubes showed heterogeneous results (+1.1% to +12.75%). **Conclusions:** NaF/KOx tubes have limitations that affect reliability; therefore, SST tubes are acceptable alternatives under controlled conditions. Additionally, lyophilized citrate tubes showed good performance.

Keywords: Blood Glucose, Glycolysis, Blood Specimen Collection (MeSH).

I. INTRODUCCIÓN

Según la Federación Internacional de Diabetes (IDF) del año 2021, la diabetes afecta a 537 millones de adultos globalmente; con proyecciones epidemiológicas de 643 millones para 2030 y 783 millones para 2045 (1). Una problemática particularmente preocupante es que aproximadamente uno de cada dos adultos con diabetes desconoce su condición, resultando en 240 millones de personas viviendo con diabetes no diagnosticada a nivel mundial, lo que subraya la necesidad urgente de implementar estrategias que garanticen diagnósticos precisos y oportunos para un manejo adecuado de la enfermedad (1).

El diagnóstico de diabetes de acuerdo a la Asociación Americana de Diabetes (ADA) puede realizarse mediante diversos criterios establecidos que incluyen: *hemoglobina glicada (A1C) $\geq 6,5\%$ (≥ 48 mmol/mol), una glucemia plasmática en ayunas (GPA) ≥ 126 mg/dL ($\geq 7,0$ mmol/L), una glucemia plasmática a las 2 horas (PG 2h) ≥ 200 mg/dL ($\geq 11,1$ mmol/L) durante una prueba de tolerancia oral a la glucosa (PTOG) realizada con 75 g de glucosa anhidra disuelta en agua o una glucemia plasmática aleatoria ≥ 200 mg/dL ($\geq 11,1$ mmol/L) en presencia de síntomas clásicos de hiperglucemia (2,3).*

Uno de los principales retos en la fase preanalítica del laboratorio clínico es el consumo de glucosa *in vitro*, definida en este proyecto como un proceso bioquímico post-extracción mediante el cual las enzimas de la vía glucolítica (hexoquinasa, fosfofructoquinasa, piruvato quinasa) contenidas en eritrocitos y leucocitos continúan metabolizando glucosa plasmática después de la recolección sanguínea (4,5).

El mecanismo subyacente al consumo de glucosa *in vitro* involucra la vía glucolítica, también conocida como ruta de Embden-Meyerhof, un proceso metabólico que ocurre en el citosol celular y constituye la principal fuente de energía anaeróbica en casi todos los organismos (6). Durante este proceso, enzimas específicas como la hexoquinasa, fosfofructoquinasa, gliceraldehído-3-fosfato deshidrogenasa y piruvato quinasa que catalizan secuencialmente la conversión de glucosa en dos moléculas de piruvato, generando además 2 moléculas de NADH (dinucleótido de nicotinamida y adenina reducida) (6,7). Este proceso glucolítico no se detiene inmediatamente tras la extracción sanguínea, sino que continúa activamente hasta que se agotan los sustratos o se inhiben las enzimas responsables (6). Los eritrocitos dependen exclusivamente de la glucólisis anaeróbica como única fuente de ATP (adenosín trifosfato), ya que carecen de mitocondrias y presentan baja demanda metabólica, lo que explica por qué las células sanguíneas continúan consumiendo la glucosa plasmática post-extracción (5,6).

Este proceso enzimático puede reducir la concentración de glucosa entre 5-7% por hora a temperatura ambiente (8,9). En adultos sanos, determinar correctamente las concentraciones de glucosa permite la detección temprana de alteraciones metabólicas, dado que esta reducción en los valores puede dificultar la diferenciación entre el rango normal y la prediabetes (8).

Con el fin de minimizar este fenómeno, se han desarrollado distintos tipos de tubos de recolección. Los tubos de fluoruro de sodio (NaF) constituyen la estrategia más tradicional, actuando mediante la inhibición de la enzima enolasa de la vía glucolítica (10,11) proceso inhibitorio ocurre mediante una reacción que requiere

fosfato inorgánico, el ión fluoruro forma fluorofosfato, el cual actúa como agente inhibidor que, al unirse con el magnesio, desarrolla un complejo con la enolasa bloqueando así su actividad catalítica (12).

Sin embargo, existe una controversia significativa respecto a su eficacia, debido a que las enzimas anteriores a la enolasa en la vía glucolítica continúan metabolizando la glucosa hasta por 4 horas después de la recolección de la muestra (8,11).

Para superar esta limitación, se han desarrollado tubos con tampón citrato (ácido cítrico y citrato de sodio) combinado con otros componentes como NaF y EDTA (ácido etilendiaminotetracético) (3). La adición del tampón citrato disminuye el pH entre 5,3 a 5,9 inhibiendo enzimas tempranas como hexoquinasa y fosfofrutokinasa, presentes en las primeras etapas de la vía de Embden-Meyerhof (3,13).

Por su parte, los tubos separadores de suero (SST) ofrecen una alternativa basada en la separación física rápida del suero, debido a que, contienen un gel polimérico tixotrópico (compuesto de líquidos viscosos, rellenos o elementos adhesivos e incorpora compuestos como el dibencilideno sorbitol, que sirve como agente gelificante) (14). Tras el proceso de centrifugación, el gel forma una barrera física entre el suero y las células sedimentadas, impidiendo el contacto continuo que permite el metabolismo glucolítico de los componentes celulares, eliminando así el sustrato celular responsable de la glucólisis (11,14). Asimismo, contiene activadores de coágulo que pueden ser vidrio, sílice, caolín, bentonita o tierra de diatomeas que funcionan mediante un mecanismo dependiente de la superficie para activar la vía intrínseca de la cascada de coagulación (14,15).

Durante años, la ADA recomendaba el uso de tubos de NaF para la medición de glucosa en el diagnóstico de diabetes. Sin embargo, las recomendaciones actuales han evolucionado debido a la evidencia que cuestiona la eficacia universal de estos tubos. Las guías actuales clasifican como evidencia moderada la afirmación de que no se debe confiar exclusivamente en estos tubos para prevenir la glucólisis, generando incertidumbre sobre la metodología óptima (2,3).

Los estudios disponibles reportan resultados contradictorios sobre la efectividad comparativa de diferentes tubos. Jung *et al.*, (16) documentan 5,71% de degradación con fluoruro de sodio/ oxalato de potasio (NaF/KOx), Dibbasey *et al.*, (11) reportan equivalencia entre SST y NaF/KOx, mientras Orth *et al.*, (17) encontraron variaciones hasta del 13% con formulaciones combinadas. Esta evidencia se encuentra dispersa, por este motivo, una síntesis de la literatura proporciona información sobre qué evidencia existe sobre el consumo de glucosa *in vitro* específicamente en adultos sanos según el tipo de tubo de recolección sanguínea. Lo cual, permite identificar patrones en la literatura, reflejando vacíos de conocimiento y orientar futuras investigaciones que fortalezcan la fase preanalítica en laboratorios clínicos.

En el estudio, se adiciona el cálculo del sesgo porcentual y la diferencia entre concentraciones para evaluarlo según los criterios del rango deseable de variabilidad biológica ($\pm 2,3\%$) de acuerdo a lo propuesto por la Federación Europea de Química Clínica y Medicina de Laboratorio (EFLM) (18). La selección de este criterio se fundamenta en los tres modelos jerárquicos para establecer especificaciones de calidad analítica propuestos en la Conferencia Estratégica de la

EFLM (19): Modelo 1, basado en el efecto del desempeño analítico sobre los resultados clínicos; Modelo 2, basado en los componentes de variabilidad biológica del mensurando, que define un sesgo deseable $<0,25 \times (CV_i^2 + CV_g^2)^{1/2}$, equivalente aproximadamente a $\pm 2,3\%$ para glucosa ($CV_i=4,7\%$; $CV_g=8,0\%$); y Modelo 3, basado en el estado del arte, representando el nivel de calidad técnicamente alcanzable (19). Dada la importancia diagnóstica de la glucosa y su control homeostático bien definido, el Modelo 2 de variabilidad biológica resulta apropiado para evaluar la significancia clínica de las diferencias observadas entre tipos de tubos (18,19).

Por lo tanto, esta revisión de alcance se orienta a responder la siguiente pregunta de investigación científica: **¿Qué evidencia existe sobre el consumo de glucosa *in vitro* en muestras de sangre de adultos sanos según el tipo de tubo de recolección sanguínea utilizado?**

II. OBJETIVOS

2.1. General

Mapear la evidencia científica sobre el consumo de glucosa *in vitro* en muestras de sangre de adultos sanos según el tipo de tubo de recolección sanguínea utilizado.

2.2. Específicos

Describir la evidencia científica del consumo de glucosa *in vitro* en tubos con gel separador.

Describir la evidencia científica del consumo de glucosa *in vitro* en tubos con anticoagulantes.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Diseño de estudio

El diseño del presente estudio es una revisión de alcance. Se dispuso de las pautas metodológicas del Manual del Instituto Joanna Briggs para la Síntesis de la Evidencia (20) y de las recomendaciones de la Extensión PRISMA para revisiones de alcance (21).

3.2. Criterios de elegibilidad

Los criterios de elegibilidad que se han tenido para el presente estudio han sido:

3.2.1. Criterios de inclusión

Tipos de estudio

Estudios observacionales analíticos: estudios de cohortes (prospectivo y retrospectivo), estudios transversales, estudios de casos y controles.

Estudios Cuasiexperimentales

Idioma en inglés, portugués y español.

Participantes

Estudios que cuentan con personas sanas, las cuales no presenten enfermedades transmisibles y no transmisibles, de ambos sexos mayores de 18 años.

Concepto

Estudios que midan la degradación de glucosa en los tubos de recolección sanguínea post-obtención de la muestra.

Contexto

Investigaciones que comparen diferentes tipos de tubos de recolección para preservación de glucosa en hospitales y centros de investigación.

Periodo de tiempo

Se buscó toda la bibliografía existente desde enero del 2017 hasta octubre del 2025 para el desarrollo de esta revisión de alcance. Este rango fue seleccionado debido a un cambio tecnológico clave en los tubos utilizados para la medición de glucosa, puesto que, a finales del año 2016, los tubos Venosafe Glycaemia FC mixture (Terumo) fueron retirados del mercado y su patente pasó a Greiner Bio-One, que desarrolló una nueva versión (Vacuette FC-Mix NaF-EDTA-citrato). Esta transición motivó investigaciones para evaluar la equivalencia y eficacia del nuevo diseño, por lo que el rango temporal seleccionado abarca la evidencia generada tras esta innovación tecnológica relevante para la práctica clínica actual.

3.2.2. Criterios de exclusión

Cartas al editor, editoriales, opiniones de expertos, comentarios, conferencias, reportes de casos y revisiones narrativas o sistemáticas.

Estudios donde involucre pacientes con diagnóstico de diabetes mellitus u otras enfermedades metabólicas.

3.3. Definición de operaciones de variables

(ver Anexo 1)

3.4. Búsqueda de información

Se efectuaron búsquedas electrónicas y estructuradas en bases de datos como Cochrane Library, Embase, Lilacs, Scopus, MEDLINE, Google Scholar y ALICIA desde enero del 2017 hasta octubre del 2025. En el cual se utilizarán palabras claves del Medical Subject Headings (MeSH) o Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS). Adicionalmente, se realizó búsqueda manual mediante revisión de referencias de los artículos seleccionados.

3.5. Estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo desde el 12 de octubre hasta el 11 de febrero del 2026, siguiendo las pautas metodológicas propuestas por el Joanna Briggs Institute (JBI) para revisiones de alcance (20). Se realizó la búsqueda en las diferentes bases de datos como: Cochrane Library, Embase, Lilacs, Scopus, MEDLINE, Google Scholar, complementándose con la revisión de literatura gris en el repositorio ALICIA de tesis peruanas y revisión de referencias de los artículos seleccionados

En la base de datos de Google Scholar, debido a su gran cantidad de resultados no filtrados, se optó por revisar las cuatro primeras páginas, con la finalidad de

priorizar aquellos artículos que van relacionados a los criterios de inclusión establecidos.

Para la búsqueda, se empleó las palabras claves: blood, sample blood, glucose, glucose degradation, glycolysis, blood specimen collection. Asimismo, se aplicaron operadores booleanos (AND, OR, NOT), truncamientos y frases exactas, ajustando la sintaxis a las particularidades de cada base consultada (**ver Anexo 2**).

3.6. Selección de fuentes de evidencia

Se utilizó la extensión PRISMA para revisiones de alcance (21) para seleccionar adecuadamente los artículos de investigación de acuerdo con la pregunta de investigación científica y los objetivos del presente estudio (**ver Anexo 3**).

Se identificaron las evidencias científicas a incluir en el estudio, las cuales se adjuntaron en el gestor de citas Zotero. Además, se eliminaron todas aquellas publicaciones duplicadas. Posteriormente se evaluó en detalle los artículos seleccionados y validados de acuerdo con el protocolo PRISMA. En caso de presentarse desacuerdos entre las investigadoras (A.B.C, M.C.M y Z.D.N), se resolvieron por consenso o por medio de un cuarto revisor (asesor temático, B.S.J) que fue un mediador en la discusión hasta que se llegó a un acuerdo. Por último, los estudios que cumplieron con los criterios de inclusión fueron seleccionados para la extracción de datos.

3.7. Extracción de datos

La extracción de datos fue realizada de forma independiente por los tres investigadores (A.B.C., M.C.M. y Z.D.N.) utilizando una tabla estandarizada previamente diseñada en Microsoft Excel 2017. Cada investigador revisó los artículos seleccionados y extrajo la información requerida. Posteriormente, los

datos fueron cruzados entre los revisores para verificar su precisión y consistencia. Las discrepancias identificadas durante este proceso fueron resueltas mediante discusión y consenso entre los tres investigadores. La información recopilada de cada estudio incluyó: autores, año de publicación, país de ejecución, idioma, título del estudio, diseño metodológico, tamaño de muestra, tipo de tubo de recolección sanguínea utilizado, método de análisis utilizado, objetivo del estudio, principales resultados relacionados con el consumo de glucosa *in vitro* y conclusiones relevantes (**ver Anexo 4**).

Los datos extraídos fueron organizados y tabulados para facilitar su análisis descriptivo y síntesis narrativa. Esta información fue posteriormente utilizada para elaborar tablas de frecuencia y resúmenes temáticos que permitieron identificar patrones y vacíos de conocimiento en la literatura revisada.

3.8. Plan de análisis

Se realizó el análisis de los datos según los objetivos planteados en el estudio. Primero, se elaboró un matriz de extracción que permitió ordenar y categorizar la información de los artículos respecto a las características como año de publicación, idioma, país, diseño de estudio, tubos de extracción y tamaño de muestra.

Segundo, los resultados se organizaron en tablas de frecuencia para presentar la síntesis de información mencionada anteriormente (**Tabla 1 a 3**).

3.9. Aspectos éticos

El presente estudio se registró en el Sistema Descentralizado de Información y Seguimiento a la Investigación (SIDISI) - Dirección Universitaria de Investigación, Ciencia y Tecnología (DUICT). Asimismo, fue evaluada por la Unidad Integrada

de Gestión en Investigación, Ciencia y Tecnología (UIGICT) y el Comité de Ética de la UPCH (CIE-UPCH) previamente a su ejecución.

3.10. Protocolo y registro

Se registró el protocolo en el Sistema Descentralizado de Información y Seguimiento a la Investigación (SIDISI) – Dirección Universitaria de Investigación, Ciencia y Tecnología (DUICT), y fue publicado el 6 de octubre del 2025 con el ID: 219585 en: <https://duict.upch.edu.pe/revision-ug/index.php/FAMED/article/view/13670>

IV. RESULTADOS

4.1. Fuentes de selección de la evidencia

La búsqueda bibliográfica inicial identificó un total de 466 estudios en las bases de datos seleccionadas: MEDLINE (n=43), EMBASE (n=69), Cochrane Library (n=1), Scopus (n=39), Google Scholar (n=296), LILACS (n=17) y ALICIA (n=1). Adicionalmente, se identificaron 2 estudios mediante otras fuentes, principalmente a través de la revisión de referencias y búsqueda manual en repositorios institucionales. Tras la eliminación de duplicados mediante el gestor Zotero (n=74), se realizó el tamizaje de 392 artículos por título y resumen. De estos, se excluyeron 340 estudios por no cumplir con los criterios de inclusión establecidos. Los 52 artículos restantes fueron evaluados a texto completo, resultando en la exclusión de 46 estudios por las siguientes razones: no evaluaron tubos de recolección específicos (n=9), población fuera del criterio de adultos sanos (n=18), y tipo de publicación no elegible (n=19). Finalmente, se incluyeron 6 estudios provenientes de bases de datos y 2 estudios identificados mediante otras fuentes, totalizando 8 estudios que cumplieron con todos los criterios de elegibilidad para el análisis

cualitativo de esta revisión de alcance (11,16,17,22–26). El proceso completo de selección se detalla en el diagrama de flujo PRISMA-ScR (**ver Figura 1**).

4.2. Características generales de los estudios incluidos

4.2.1. Año de publicación

Los estudios seleccionados fueron publicados entre 2017 y 2024, con una distribución temporal que muestra 2 estudios en 2017 (25%) (24,25), uno en 2018 (12,5%) (23), uno en 2019 (12,5%) (17), uno en 2020 (12,5%) (16), uno en 2021 (12,5%) (22), y 2 en 2024 (25%) (11,26). No se identificaron publicaciones en los años 2022, 2023 y 2025 (**ver Tabla 1**).

4.2.2. Ubicación de la investigación

La distribución geográfica mostró predominio de estudios realizados en el continente europeo; se publicaron 2 estudios en Alemania (25%) (17,26), 1 estudio en Croacia (12,5%) (24) y un estudio en Italia (12,5%) (25) seguido de estudios realizados en el continente africano, Gambia (11) y Libia (23) con un estudio cada uno (12,5% respectivamente). Finalmente, se publicó un estudio en Estados Unidos (12%) (16) y uno en Nepal (12,5%) (22)(**ver Gráfico 1**)(**ver Tabla 1**).

4.2.3. Diseño metodológico

Predominaron los estudios observacionales analíticos de cohorte prospectivo (62,5%) (16,17,23,25,26), seguidos por los estudios transversales (37,5%) (11,22,24) (**ver Tabla 1**).

4.2.4. Principios analíticos enzimáticos

De los estudios, el 50% (n=4) se realizaron por el método de glucosa oxidasa (11,16,22,23); mientras que el otro 50% (n=4) se realizó por el método de hexoquinasa (17,24–26) (ver Gráfico 2) (ver Tabla 2).

4.3. Evidencia científica del consumo de glucosa *in vitro* en tubos con gel separador

Orth *et al.*, (17) evaluaron 68 voluntarios sanos en Alemania utilizando tubos de suero con activador de coágulo/gel separador centrifugados dentro de 60 minutos; empleando el tubo de fluoruro/heparina (88,92 mg/dL o 4,94 mmol/L) como método de referencia. Los tubos de suero mostraron una concentración de 87,66 mg/dL (4,87 mmol/L), con un sesgo mínimo de -1,42% y una diferencia de -1,26 mg/dL (-0,07 mmol/L). Asimismo, Dibbasey *et al.*, (11) investigaron en Gambia si los tubos con gel separador (SST) pueden reemplazar a los tubos NaF/KOx en 50 muestras pareadas de adultos sanos. Los resultados mostraron que no hubo diferencia significativa en las concentraciones de glucosa entre los tubos SST ($124,6 \pm 77,2$ mg/dL o $6,92 \pm 4,29$ mmol/L) y los tubos de NaF/KOx ($123,5 \pm 77,6$ mg/dL o $6,86 \pm 4,31$ mmol/L), el SST presentó un sesgo de 0,87% y una diferencia de 1,08 mg/dL (0,06 mmol/L) respecto al método de referencia (NaF/KOx). Ambos estudios demuestran sesgos que se mantienen dentro del rango deseable de variabilidad biológica ($\pm 2,3\%$) según el EFLM.

Sin embargo, Pant *et al.*, (22) evaluaron 63 adultos sanos comparando tubos NaF/EDTA con SST. Tomando como referencia el NaF/EDTA a 30 minutos la concentración de glucosa fue $100,8 \pm 16,6$ mg/dL ($5 \pm 0,92$ mmol/L), mientras el SST tuvo una concentración $97,7 \pm 14,8$ mg/dL ($5,43 \pm 0,82$ mmol/L) con un sesgo

porcentual de $-3,07\%$ y una diferencia de $-3,1$ mg/dL ($-0,17$ mmol/L); la pérdida de glucosa es clínicamente inaceptable según el rango deseable de los criterios de variabilidad biológica (ver **Tabla 3**).

4.4. Evidencia científica del consumo de glucosa *in vitro* en tubos con anticoagulantes

4.4.1. Tubos con fluoruro de sodio/oxalato de potasio (NaF/KOx)

Al Salhen *et al.*, (23) reportaron en 75 individuos sanos en Libia que el fluoruro/oxalato fue el mejor anticoagulante entre los evaluados. Los tubos fluoruro/oxalato iniciaron con una concentración de $101,7 \pm 23,6$ mg/dL ($5,65 \pm 1,21$ mmol/L). Además, los tubos fluoruro/oxalato mostraron un sesgo porcentual de $0,79\%$ y una diferencia de apenas $0,8$ mg/dL ($0,04$ mmol/L), utilizando el suero en agua helada como referencia ($100,9 \pm 22,4$ mg/dL o $5,60 \pm 1,24$ mmol/L). Concordantemente, Saracevic *et al.*, (24) encontraron en 20 participantes sanos en Croacia que los tubos NaF/KOx presentaban una concentración de $98,10$ mg/dL ($5,45$ mmol/L) y sesgo de $0,74\%$ con una diferencia de $0,72$ mg/dL ($0,04$ mmol/L) respecto al tubo de referencia (heparina de litio enfriada en hielo: $97,38$ mg/dL o $5,41$ mmol/L). Estos estudios demuestran sesgos que se mantienen dentro del criterio de variabilidad biológica deseable.

A pesar de los hallazgos anteriores, el estudio de Orth *et al.*, (17) evaluaron 68 voluntarios sanos en Alemania y encontraron que los tubos fluoruro/oxalato (FOX) mostraron una concentración de $92,70$ mg/dL ($5,15$ mmol/L) con un sesgo de $4,25\%$ y una diferencia de $3,78$ mg/dL ($0,21$ mmol/L) utilizando el tubo fluoruro/heparina ($88,92$ mg/dL o $4,94$ mmol/L) como referencia. Asimismo, Jung *et al.*, (16)

observaron en 16 voluntarios sanos en Estados Unidos que la concentración de glucosa en el tubo de NaF/KOx fue de $99,63 \pm 19,5$ mg/dL ($5,53 \pm 1,03$ mmol/L) con un sesgo porcentual de -2,74% y una diferencia de -2,81 mg/dL (-0,16 mmol/L); teniendo como referencia la concentración de glucosa en el tubo de heparina de sodio ($102,44 \pm 18,9$ mg/dL o 5,69 mmol/L). Estos sesgos superan ampliamente el criterio de variabilidad biológica deseable.

4.4.2. Tubos con tampón de citrato combinado

Orth *et al.*, (17) evaluaron 68 voluntarios sanos en Alemania encontrando que los tubos Glucomedics (Fluoruro/EDTA/ Ácido cítrico/ Citrato, Greiner Bio-One) mostraron una concentración de 100,3 mg/dL (5,57 mmol/L) con un sesgo de aproximadamente 12,75% y una diferencia de 11,4 mg/dL (0,63 mmol/L), tomando como referencia el tubo de fluoruro/heparina (88,9 mg/dL o 4,94 mmol/L). Concordantemente, Saracevic *et al.*, (24) evaluó en Croacia tres tipos de tubos con tampón de citrato de diferentes marcas comerciales, utilizando heparina de litio enfriada en hielo (97,38 mg/dL o 5,41 mmol/L) como referencia. Los tubos Glucomedics (Fluoruro/EDTA/Ácido cítrico/Citrato, Greiner Bio-One) mostraron una concentración de 103,7 mg/dL (5,76 mmol/L) con un sesgo de 6,47% y una diferencia de 6,3 mg/dL (0,35 mmol/L). Los tubos FC-Mix (EDTA/NaF/Ácido Cítrico/Citrato de Sodio, Greiner Bio-One) presentaron 99,7 mg/dL (5,54 mmol/L) con un sesgo de 2,38 % y una diferencia de 2,32 mg/dL (0,13 mmol/L), mientras que GlucoEXACT (NaF/Citrato/EDTA, S-Monovette) mostró una concentración de 99,7 mg/dL (5,54 mmol/L) con un sesgo de 2,38% y una diferencia de 2,32

mg/dL (0,13 mmol/L). Glucomedics presentó el sesgo más alto y clínicamente inaceptable al superar ampliamente el criterio de variabilidad biológica deseable.

En contraste con los hallazgos anteriores, otros estudios reportan sesgos menores que se mantienen dentro del criterio de variabilidad biológica deseable. Bonetti *et al.*, (25) realizaron dos estudios con tubos FC-Mix de Greiner en Italia. En el estudio 1 (n=40), no encontraron sesgos mixtos significativos entre tubos Venosafe Glycaemia (descontinuados) y los nuevos FC-Mix (Greiner Bio-One) a los 60 minutos: Terumo mostró una concentración de 99,0 mg/dL (5,5 mmol/L) versus a Greiner que evidenció un valor de 97,2 mg/dL (5,4 mmol/L). En el estudio 2 (n=50) usando heparina de litio 95,4 mg/dL (5,3 mmol/L) como referencia según las guías ADA, FC-Mix mostró una concentración de 97,2 mg/dL (5,4 mmol/L) con un sesgo de 1,62% a los 60 minutos y una diferencia de 1,8 mg/dL (0,1 mmol/L), este sesgo se encuentra dentro del límite superior del criterio de variabilidad biológica deseable ($\pm 2,3\%$), lo que sugiere intercambiabilidad clínica aceptable bajo estas condiciones específicas de procesamiento.

Un hallazgo importante fue revelado por Pleus *et al.*, (26) al evaluar dos tipos de tubos con tampón de citrato utilizando diferentes analizadores. En su estudio de verificación con 42 voluntarios sanos en Alemania, los tubos GlucoEXACT (S-Monovette) mostraron concentraciones sistemáticamente menores con una diferencia mediana de -5,6 mg/dL (-0,31 mmol/L), equivalente a un sesgo de aproximadamente -5,9%, cuando se midieron en el analizador Cobas Integra 400 plus con aplicación GLUC2 Glucose HK, usando muestras de heparina de litio centrifugadas inmediatamente (95,5 mg/dL o 5,30 mmol/L) como referencia. Sin

embargo, este sesgo no se observó cuando las mismas muestras se midieron en el analizador Cobas pro c503 con aplicación GLUC3 Glucose HK Gen.3, donde las diferencias fueron cercanas a cero. Los tubos FC Mix (Greiner Bio-One) mostraron diferencias insignificantes en ambos analizadores. Estos resultados reproducen los hallazgos del estudio inicial con 41 participantes, donde también se observó un sesgo similar de aproximadamente -5 mg/dL (-0,28 mmol/L) en tubos GlucoEXACT con el mismo analizador (**ver Tabla 3**).

V. DISCUSIÓN

Al evaluar los diferentes tipos de tubos de recolección de sangre mediante una revisión de la evidencia científica disponible. Los hallazgos demuestran una variabilidad en el consumo de glucosa.

Por un lado, los tubos con gel separador demostraron ser una alternativa viable cuando se procesan mediante centrifugación temprana (≤ 60 minutos), con sesgos mínimos que se mantienen dentro del rango deseable de variabilidad biológica. Orth *et al.*, y Dibbasey *et al.*, reportaron sesgos de -1,42% y 0,87% respectivamente, confirmando intercambiabilidad clínica con métodos de referencia. Esta capacidad de los tubos con gel separador para mantener concentraciones estables de glucosa se debe a la separación física entre el suero y los elementos celulares, interrumpiendo el proceso de glicólisis (11).

Sin embargo, los resultados de Pant *et al.*, contradicen estos hallazgos, reportando un sesgo de -3,07% incluso con centrifugación a los 30 minutos. Esta discrepancia no puede explicarse simplemente por diferencias en el tiempo de centrifugación, ya que 30 minutos es un tiempo más corto que los 60 minutos utilizados en los estudios

con resultados favorables. Por lo tanto, esta discordancia puede deberse a condiciones ambientales de procesamiento, particularmente en la temperatura. Pant *et al.*, trabajaron en Nepal a 26,0°C, mientras que Orth *et al.*, en Alemania se procesaron a 10°C y Dibbasey *et al.*, no especifica la temperatura. Este factor es crítico porque la glucólisis es un proceso enzimático altamente temperatura-dependiente, ya que a mayor temperatura incrementa el metabolismo celular (27,28), lo que significa que a 26°C las células sanguíneas metabolizan la glucosa significativamente más rápido que a 10°C; durante los 20 minutos previos a la centrifugación en el estudio de Pant *et al.*, esta temperatura elevada permitió una posible glucólisis acelerada que resultó en la pérdida significativa de la concentración de glucosa.

Por otro lado, un hallazgo común en todos los estudios evaluados es la falta de inhibición inmediata de la glicólisis por parte del fluoruro. Jung *et al.*, documentaron específicamente que en la primera hora post-venopunción, todos los tubos (incluyendo NaF/KOx) mostraron pérdidas de la concentración de glucosa de 2,31-3,34%. Este fenómeno está bien establecido en la literatura y se explica por el mecanismo de acción del fluoruro: inhibe la enolasa, una enzima tardía en la vía glucolítica, permitiendo que las enzimas del proceso inicial continúen metabolizando glucosa hasta agotar el ATP celular, proceso que requiere aproximadamente 1-4 horas (12,29).

Por último, los tubos con tampón de citrato, recomendados por guías clínicas, que tienen una capacidad de inhibición inmediata de glicólisis mediante acidificación, demostraron la mayor variabilidad en la concentración de glucosa, con sesgos que

oscilan desde 1,62% hasta 12,75%. Esta heterogeneidad representa un desafío significativo para su implementación clínica estandarizada.

El sesgo positivo pronunciado observado consistentemente con tubos Glucomedics (Greiner Bio-One) (6,47% en Saracevic *et al.*, 12,75% en Orth *et al.*) ha sido atribuido principalmente a un factor de dilución inadecuado (1,16) propuesto por el fabricante. Los tubos con aditivo líquido de citrato requieren corrección volumétrica debido a la dilución de la muestra, y estudios subsecuentes han sugerido que un factor de 1,12 sería más apropiado (24). Sin embargo, incluso con este factor corregido, Saracevic *et al.*, calcularon que el sesgo en su estudio seguiría siendo de 3,2-3,4%, aún clínicamente inaceptable, sugiriendo que el factor de dilución no es el único problema.

El hallazgo más preocupante fue revelado por Pleus *et al.*, quienes demostraron que el mismo tipo de tubo GlucoEXACT (S-Monovette) puede producir resultados dramáticamente diferentes dependiendo del analizador utilizado: sesgo de -5,2% en Cobas Integra 400 plus con aplicación GLUC2 Glucose HK pero resultados comparables al método de referencia en Cobas pro c503 con aplicación GLUC3 Glucose HK Gen.3. Este fenómeno se podría atribuir a diferencias en las longitudes de onda espectrofotométricas y composición de reactivos en aplicaciones GLUC2 y GLUC3. Además, la interferencia específica entre ciertos componentes del tampón de citrato (particularmente cuando contiene sales de potasio en lugar de sodio) y sistemas analíticos específicos no había sido suficientemente reconocida en literatura previa (26).

La falta de estandarización en la manufactura de tubos con citrato es evidente al comparar las formulaciones: Glucomedics contiene EDTA/NaF/ácido cítrico/citrato de sodio en forma líquida, FC-Mix contiene la misma combinación, pero en forma liofilizada, y GlucoEXACT contiene NaF/citrato/EDTA con sales de potasio. Estas diferencias en composición y presentación (líquida o liofilizada) afectan no sólo la precisión de la medición sino también aspectos prácticos del uso clínico. Por ejemplo, los tubos con aditivo líquido son susceptibles a errores de llenado insuficiente o excesivo, afectando directamente el factor de dilución y, por ende, la exactitud del resultado. Los tubos con aditivo liofilizado (como FC-Mix) evitan este problema, lo cual explicaría parcialmente los resultados más favorables reportados por Bonetti *et al.*, (1,62%) en comparación con otros tubos con citrato. Sin embargo, los tubos liofilizados presentan sus propios desafíos, incluyendo mayor tendencia a hemólisis y necesidad de mayor número de inversiones para mezcla adecuada (30).

Estas diferencias observadas en concentraciones de glucosa entre tipos de tubos podrían tener un impacto para el diagnóstico de diabetes mellitus. Orth *et al.*, simularon este impacto utilizando 157 415 muestras consecutivas de pacientes hospitalizados, demostrando que un sesgo de 12% incrementaría la frecuencia de pacientes con "glucosa en ayuno alterada" en 52,8% (de 34,3% a 52,4%), y el diagnóstico de "diabetes (condiciones de ayuno)" en 55,8% (de 15,4% a 24,0%) (17). Este nivel de sobrediagnóstico tendría consecuencias: etiquetación innecesaria de pacientes como diabéticos o prediabéticos, inicio de tratamientos potencialmente innecesarios con sus efectos adversos asociados. Sin embargo, los sesgos observados con ciertos tubos (GlucoEXACT: -5,2%, NaF/KOx: -2,74%) podrían

resultar en diagnósticos omitidos, dejando pacientes con hiperglucemia sin tratamiento adecuado.

VI. CONCLUSIÓN

La elección del tubo de recolección para medición de glucosa debe ser una decisión basada en el análisis del flujo de trabajo específico de cada laboratorio, considerando tiempos de procesamiento, volumen de muestras, recursos disponibles y sistema analítico utilizado.

Los tubos SST constituyen una alternativa clínicamente aceptable únicamente cuando se retrae el coágulo en los 30-60 minutos de su recolección. Cualquier retraso en el procesamiento puede comprometer significativamente el resultado.

Los tubos con fluoruro de sodio/oxalato de potasio que eran considerados el estándar presenta una limitación en la inhibición inmediata de la glicolisis, llegando a tardar hasta 4 en estabilizar la glucosa.

Los tubos con tampón de citrato modificado mostraron la mayor heterogeneidad entre los resultados. Los tubos con aditivo liofilizado (como FC-Mix de Greiner) mostraron mejor desempeño comparados con los de aditivo líquido, sugiriendo que la presentación es un factor crítico.

VII. LIMITACIONES

Esta revisión también tiene limitaciones que deben reconocerse. En primer lugar, los estudios incluidos presentaron una heterogeneidad en la metodología ya que se utilizaron diferentes tiempos de medición (desde 30 minutos hasta 60 minutos), temperaturas (ambiente, refrigeración, hielo), y condiciones de centrifugación

(inmediata versus tardía). Esta heterogeneidad dificulta la comparación directa entre estudios y puede limitar la capacidad de realizar conclusiones definitivas sobre la superioridad de un tubo específico. En segundo lugar, la mayoría de estudios incluyeron entre 16 y 68 participantes, con solo un estudio (11) incluyendo 50 muestras pareadas. Estos tamaños muestrales relativamente pequeños pueden limitar el poder estadístico para detectar diferencias pequeñas, pero clínicamente significativas.

VIII. RECOMENDACIONES

El mapeo de la evidencia realizado describe vacíos de conocimiento que requieren atención en futuras investigaciones. Existe una necesidad urgente de estudios que evalúen el desempeño de diferentes tubos bajo condiciones reales de práctica clínica habitual, considerando la variabilidad en flujos de trabajo, fluctuaciones de temperatura ambiente y diversos contextos geográficos. Asimismo, se recomienda que futuros estudios que evalúen las limitaciones de tubos con citrato liofilizado y tubos con citrato líquido, o el desempeño comparativo de diferentes inhibidores de glucólisis en diversos sistemas analíticos. Por ello, los profesionales de laboratorio deben considerar múltiples factores al seleccionar tubos de recolección, incluyendo el tiempo hasta la centrifugación, las condiciones de temperatura ambiente y la compatibilidad con sistemas analíticos específicos.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Magliano D, Boyko E, IDF Diabetes Atlas 10th edition scientific committee. IDF DIABETES ATLAS [Internet]. 10.^a ed. Bruselas: International Diabetes Federation; 2021 [citado 10 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK581934>
2. American Diabetes Association Professional Practice Committee. Diagnosis and Classification of Diabetes: Standards of Care in Diabetes—2025. Diabetes Care. 2025[citado el 13 de julio de 2025];48(Supplement_1):S27-49. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2337/dc25-S002>
3. Sacks D, Arnold M, Bakris G, Bruns D, Horvath A, Lernmark Å, et al. Guidelines and Recommendations for Laboratory Analysis in the Diagnosis and Management of Diabetes Mellitus. Diabetes Care. 2023 [citado el 15 de julio de 2025];46(10):e151-99. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2337/dci23-0036>
4. McMillin J. Blood Glucose. En: Walker H, Hall W, Hurst J, editores. Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations [Internet]. 3.^a ed. Boston: Butterworths; 1990 [citado 28 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK248/>
5. Chatzinikolaou P, Margaritelis N, Paschalis V, Theodorou A, Vrabas I, Kyparos A, et al. Erythrocyte metabolism. Acta Physiol. 2024 [citado el 06 de febrero de 2026];240(3):e14081. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/apha.14081>

6. Chaudhry R, Varacallo M. Biochemistry, Glycolysis. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023[citado el 08 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482303/>
7. Patil N, Howe O, Cahill P, Byrne H. Monitoring and modelling the dynamics of the cellular glycolysis pathway: A review and future perspectives. Mol Metab. 2022[citado el 06 de febrero de 2026];66(101635):101635. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.molmet.2022.101635>
8. Chan A, Swaminathan R, Cockram C. Effectiveness of sodium fluoride as a preservative of glucose in blood. Clin Chem. 1989 [citado el 9 de julio de 2025];35(2):315-7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/clinchem/35.2.315>
9. Sonagra A, Zubair M, Motiani A. Hexokinase Method. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [citado el 06 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK587446/>
10. Al-Kharusi A, Al-Lawati N, Al-Kindi M, Mula-Abed W. Are Tubes Containing Sodium Fluoride Still Needed for the Measurement of Blood Glucose in Hospital Laboratory Practice? Oman Med J. 2014 [citado el 06 de febrero de 2026];29(6):404–7. Disponible en: <http://www.omjournal.org/articleDetails.aspx?coType=1&aId=584>
11. Dibbasey M, Umukoro S, Bojang A. Comparative and stability study of glucose concentrations measured in both sodium fluoride and serum separator tubes.

- Pract Lab Med. 2024 [citado el 10 de agosto de 2025]; 169:467-73. Disponible en: <https://www.acpjournals.org/doi/10.7326/M18-0850#tab-citations>
12. Mikesh L, Bruns D. Stabilization of Glucose in Blood Specimens: Mechanism of Delay in Fluoride Inhibition of Glycolysis. Clin Chem. 2008 [citado el 08 de noviembre de 2025];54(5):930-2. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1373/clinchem.2007.102160>
 13. Gambino R. Sodium fluoride: an ineffective inhibitor of glycolysis. Ann Clin Biochem Int J Lab Med. 2012 [citado el 08 de noviembre de 2025];50(1):3–5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1258/acb.2012.012135>
 14. Bowen R, Dasgupta A. Blood collection device components: issues, innovations, and recommendations for clinical laboratories and manufacturers—a narrative review. J Lab Precis Med. 2025 [citado el 06 de febrero de 2026];10:11. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21037/jlpm-25-5>
 15. Lima-Oliveira G, Brennan-Bourdon L, Varela B, Arredondo M, Aranda E, Flores S, et al. Clot activators and anticoagulant additives for blood collection. A critical review on behalf of COLABIOCLI WG-PRE-LATAM. Crit Rev Clin Lab Sci. 2021[citado el 06 de febrero de 2026];58(3):207–24. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/10408363.2020.1849008>
 16. Jung J, Garnett E, Rector K, Jariwala P, Devaraj S. Effect of Collection Tube Type on Glucose Stability in Whole Blood. Ann Clin Lab Sci. 2020 [citado el 22 de julio de 2025]; 50(4): 557–9. Disponible en: <https://www.annclinlabsci.org/content/50/4/557.long>

17. Orth M, Hawran H, Ulloor J, Bachhawat K, Lennartz L. Effects of different tube types on patient classification using current diabetes decision limits. *Pract Lab Med*. 2019 [citado el 22 de julio de 2025];17(2):e00134. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.plabm.2019.e00134>
18. Aarsand A, Fernandez-Calle P, Coskun A, Gonzales-Lao E, Diaz-Garzon J. The EFLM Biological Variation Database. European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine [Internet]. 2023 [citado el 12 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://biologicalvariation.eu/>
19. Sandberg S, Fraser C, Horvath A, Jansen R, Jones G, Oosterhuis W, et al. Defining analytical performance specifications: Consensus Statement from the 1st Strategic Conference of the European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine. *Clin Chem Lab Med CCLM*. 2015 [citado el 06 de febrero de 2026];53(6): 833-5. Disponible en: <https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.1515/cclm-2015-0067/html>
20. Peters M, Godfrey C, McInerney P, Munn Z, Tricco A, Khalil H. Scoping reviews. En: Aromataris E, Lockwood C, Porritt K, Pilla B, Jordan Z, editores. *JBIManual for Evidence Synthesis* [Internet]. 2024 [citado el 9 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://synthesismanual.jbi.global>
21. Tricco A, Lillie E, Zarin W, O'Brien K, Colquhoun H, Levac D, et al. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Ann Intern Med*. 2018[citado el 10 de agosto de 2025]; 169:467-73. Disponible en: <https://www.acpjournals.org/doi/10.7326/M18-0850#tab-citations>

22. Pant V, Gautam K, Pradhan S, Pyakurel D, Shrestha A. Blood glucose concentration compared in EDTA/F plasma and serum in a referral clinical laboratory in Nepal. *J Pathol Nepal*. 2021 [citado el 2 de noviembre de 2025]; 11: 1837 - 41. Disponible en: <https://www.nepjol.info/index.php/JPN/article/view/32351/28412>
23. Al Salhen K, Saad E, Aznine A. The Effect of Storage Time and Different Anticoagulants on Fasting Blood Glucose Concentration. *Al-Mukhtar J Sci*. 2018 [citado el 3 de noviembre de 2025]; 33 (2): 104-11. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Effect-of-Storage-Time-and-Different-on-Fasting-salhen-Saad/839182a99ab34f5775972ae16715e4331a856add>
24. Saracevic A, Dukic L, Juricic G, Kopcinovic LM, Mirosevic G, Simundic A. Various glycolysis inhibitor-containing tubes for glucose measurement cannot be used interchangeably due to clinically unacceptable biases between them. *Clin Chem Lab Med CCLM*. 2017[citado el 5 de noviembre de 2025]; 56(2), 236–41. Disponible en: <https://doi.org/10.1515/cclm-2017-0279>
25. Bonetti G, Carta M. The new Greiner FC-Mix tubes equal the old Terumo ones and are useful as glucose stabilizer after prolonged storage of samples. *Biochem Medica*. 2017 [citado el 9 de noviembre de 2025]; 27(3):030901. Disponible en: <https://doi.org/10.11613/BM.2017.030901>
26. Pleus S, Beil A, Baumstark A, Haug C, Freckmann G. Plasma Glucose Concentrations in Different Sampling Tubes Measured on Different Glucose

- Analysers. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*. 2024 [citado el 10 de noviembre de 2025]; 132:260-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1055/a-2260-3715>
27. Tanner M, Kent N, Smith B, Fletcher S, Lewer M. Stability of common biochemical analytes in serum gel tubes subjected to various storage temperatures and times pre-centrifugation. *Ann Clin Biochem Int J Lab Med*. 2008 [citado el 18 de noviembre de 2025];45(4):375–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1258/acb.2007.007183>
28. Nakanga W, Balungi P, Niwaha A, Shields B, Hughes P, Andrews R, et al. Alternative pre-analytic sample handling techniques for glucose measurement in the absence of fluoride tubes in low resource settings. *PLOS ONE*. 2022 [citado el 18 de noviembre de 2025];17(2):e0264432. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0264432>
29. van den Berg S, Thelen M, Salden L, van Thiel S, Boonen K. It takes acid, rather than ice, to freeze glucose. *Sci Rep*. 2015 [citado el 19 de noviembre de 2025];5(1):8875. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/srep08875>
30. Winter T, Hannemann A, Suchsland J, Nauck M, Petersmann A. Long-term stability of glucose: glycolysis inhibitor vs. gel barrier tubes. *Clin Chem Lab Med CCLM*. 2018 [citado el 19 de noviembre de 2025];56(8):1251-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1515/cclm-2017-0860>.
31. Real Academia Española. Año. En: *Diccionario de la lengua española* [Internet]. 23.^a ed. [versión 23.8.1]; 2025 [citado el 15 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://dle.rae.es/a%C3%B1o>

32. Real Academia Española. Idioma. En: Diccionario de la lengua española [Internet]. 23.^a ed. [versión 23.8.1]; 2025 [citado el 15 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://dle.rae.es/idioma>
33. Real Academia Española. Pais. En: Diccionario de la lengua española [Internet]. 23.^a ed. [versión 23.8.1]; 2025 [citado el 15 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://dle.rae.es/pa%C3%ADs>
34. Simundic A, Cornes M, Grankvist K, Lippi G, Nybo M, Ceriotti F, et al. Colour coding for blood collection tube closures – a call for harmonisation. Clin Chem Lab Med CCLM. 2015 [citado el 18 de agosto de 2025];53(3):371-6. Disponible en: <https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.1515/cclm-2014-0927/html>
35. Enríquez M. La glucosa en el cuerpo humano. Rev Inst Tiempos Nuevos. 2020 [citado el 18 de agosto de 2025];25(27):43–53. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15658/rev.inst.tiempnuevos20.12252705>
36. Argimon J, Jiménez J. Clasificación de los tipos de estudio. En: Métodos de investigación clínica y epidemiológica [Internet]. 5.^a ed. Barcelona: Elsevier España; 2019 [citado el 20 de agosto de 2025]. p. 27–31. Disponible en: <https://www.clinicalkey.com/student/content/book/3-s2.0-B9788491130079000047>

X. TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1: Flujograma de identificación de estudios a través de bases de datos según protocolo PRISMA

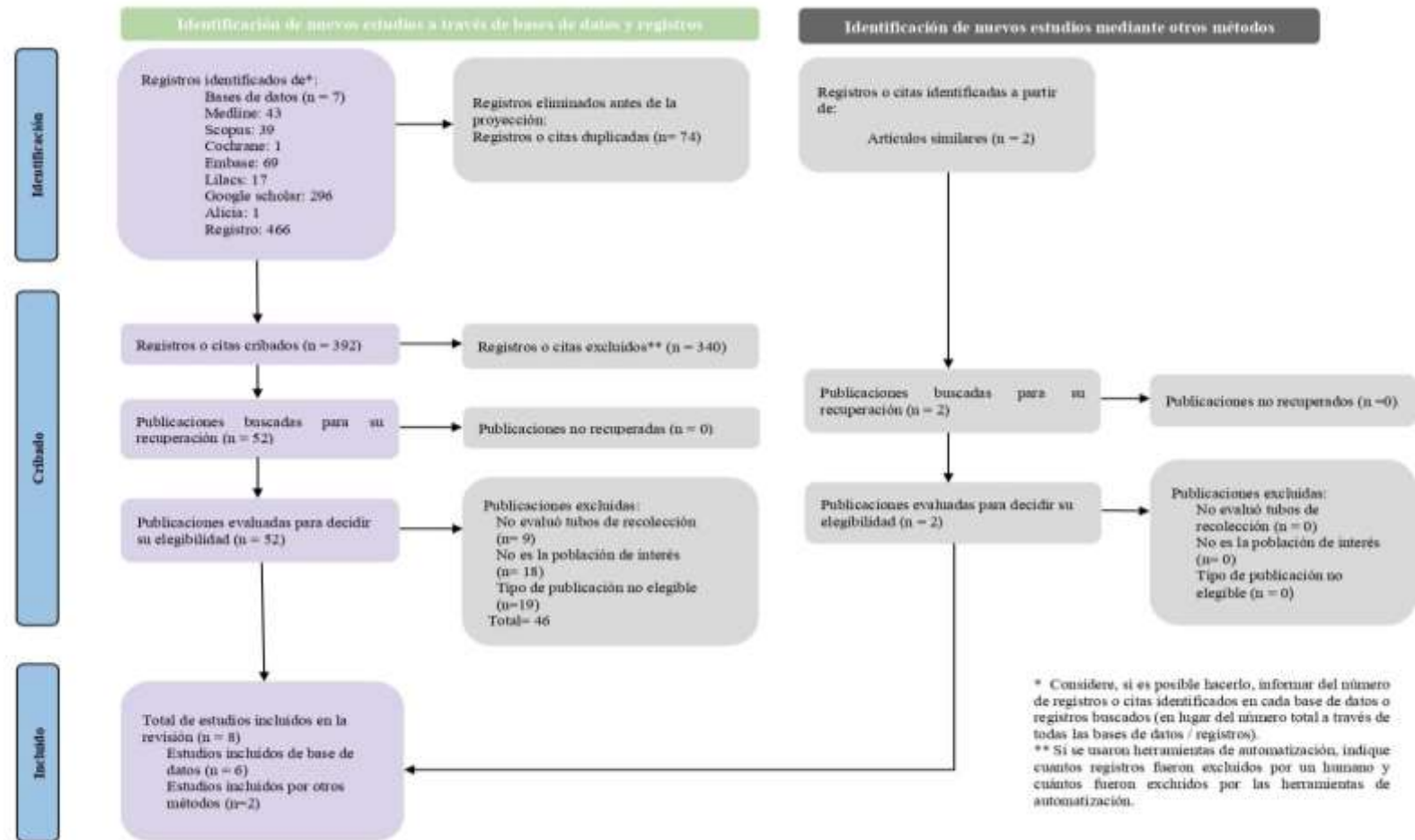


Tabla 1. Características generales de la evidencia científica sobre el consumo de glucosa *in vitro* en muestras de sangre de adultos sanos según el tipo de tubo de recolección sanguínea utilizado

Características generales de los estudios seleccionados	n=8	100%
Años		
2017	2	25%
2018	1	12,5%
2019	1	12,5%
2020	1	12,5%
2021	1	12,5%
2022	0	0 %
2023	0	0 %
2024	2	25 %
2025	0	0 %
Diseño de estudio		
Observacional analítica cohorte prospectiva	5	62,5%
Estudio Observacional Analítico Transversal	3	37,5%
Países		
Estados Unidos	1	12,5%
Alemania	2	25%
Italia	1	12,5%
Gambia	1	12,5%
Croacia	1	12,5%
Nepal	1	12,5%

Gráfico 1: Continentes donde fueron publicados los estudios (Fuente: Elaboración propia)

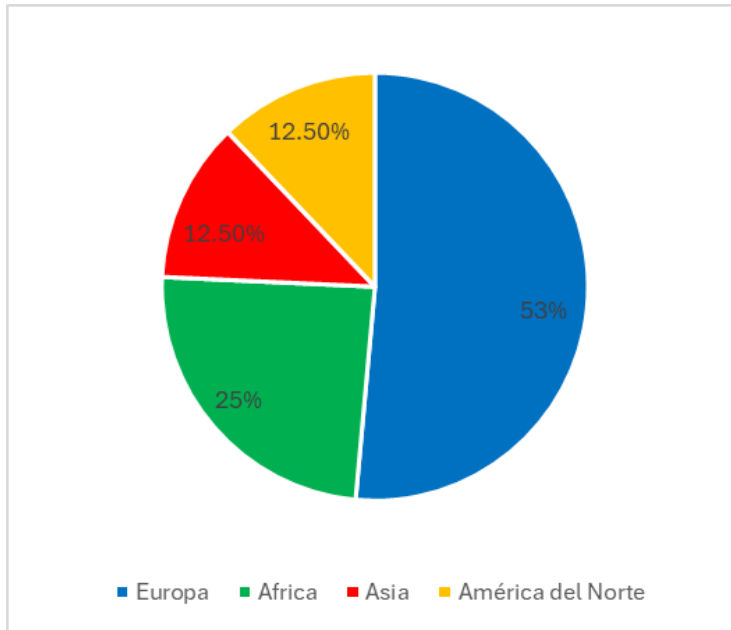


Gráfico 2: Principios Analíticos enzimáticos usados en los estudios (Fuente: Elaboración propia)

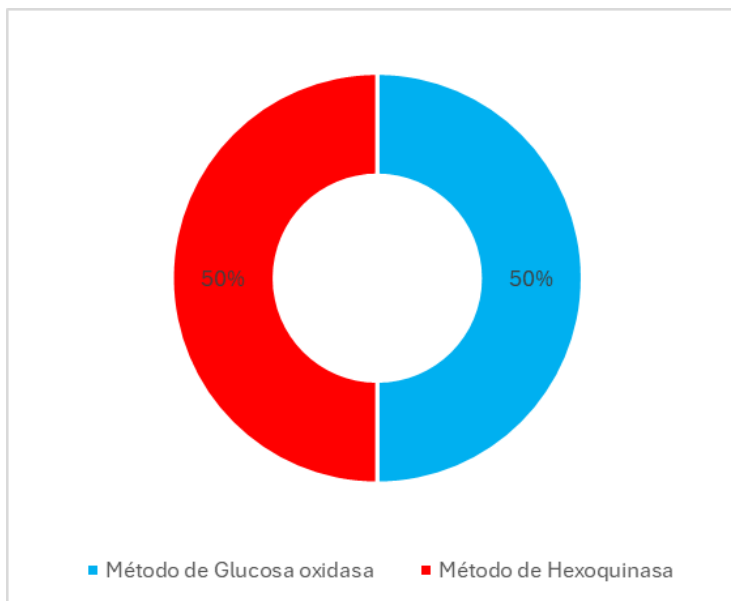


Tabla 2. Síntesis de estudios incluidos sobre consumo de glucosa *in vitro* según tipo de tubo de recolección: identificación y objetivos.

Título	Autor	Año	Diseño de estudio	País	Idioma	Tubos de extracción utilizados	Principio analítico
Comparative and stability study of glucose concentrations measured in both sodium fluoride and serum separator tubes	Dibase y M, <i>et al.</i> (11)	2024	Estudio Observacional Analítico Transversal	Gambia	Inglés	Tubos de fluoruro de sodio/oxalato de potasio (NaF/KOx) - método de referencia Tubos separadores de suero/Serum Separator Tubes (SSTs) - método candidato	Método de Glucosa oxidasa - Ortho-Clinical Diagnostics™ VITROS™ 350
Effects of different tube types on patient classification using current diabetes decision limits	Orth M, <i>et al.</i> (17)	2019	Estudio Observacional Analítico Cohorte prospectivo	Alemania	Inglés	FH: Tubo con fluoruro/heparina (S-Monovette Fluoride/Heparin, Sarstedt) Tubo con fluoruro sódico/heparina sódica (Sodium Fluoride/Sodium Heparin VACUETTE, Greiner Bio-One) Serum: Tubo con activador de coágulo (S-Monovette Clotting Activator/Serum, Sarstedt) Tubo con gel separador (Serum separator tube VACUETTE, Greiner Bio-One) FE: Tubo con fluoruro/EDTA (S-Monovette Fluoride/EDTA, Sarstedt) Tubo con Fluoruro/EDTA (Sodium	Glucosa: Método de hexoquinasa trazable a NIST SRM 965 (IDMS) Analizador: Abbott ARCHITECT ci8201 Lactato: Método colorimétrico de lactato oxidasa (Abbott lactic

						<p>Fluoride/K3EDTA VACUETTE, Greiner Bio-One) FOX: Tubo con fluoruro de sodio/oxalato de potasio (Sodium Fluoride/Potassium Oxalate VACUETTE, Greiner Bio-One) FC: Tubo con Citrato / fluoruro / EDTA (S-Monovette GlucoEXACT, Sarstedt) Tubo con EDTA/NaF/Ácido Cítrico/Citrato de Sodio (VACUETTE GLUCOMEDICS, Greiner Bio-One)</p>	<p>Acid 9P18) Analizador: Abbott ARCHITECT ci8201</p>
<p>Blood glucose concentration compared in EDTA/F plasma and serum in a referral clinical laboratory in Nepal</p>	<p>Pant V, <i>et al.</i> 2021 (22)</p>	<p>2021</p>	<p>Estudio observacional transversal</p>	<p>Nepal</p>	<p>Inglés</p>	<p>Tubo con fluoruro sódico/EDTA sódico (BD Vacutainer sodium fluoride/sodium EDTA, Becton Dickinson) Tubo con separador de gel (BD Vacutainer serum separator tube,</p>	<p>Método de glucosa oxidasa-peroxidasa utilizando un autoanalizador Randox Imola</p>

Effect of Collection Tube Type on Glucose Stability in Whole Blood	Jung J, <i>et al.</i> 2020 (16)	Estudio Observacional-Analítico de Cohorte prospectiva	Estados Unidos	Inglés	Becton Dickinson) Heparina sódica (VACUETTE Sodium Heparin, Greiner Bio-One) Citrato sódico (VACUETTE Coagulation sodium citrate 3,2%, Greiner Bio-One) Fluoruro sódico/oxalato de potasio - NaF/KOx (VACUETTE FX Sodium Fluoride / Potassium Oxalate, Greiner Bio-One)	Método de Glucosa oxidasa peroxidasa - Vitros 5.1 Analyzer (Ortho Clinical Diagnostics)
The Effect of Al Storage Time and Different Anticoagulants on	Salhen K, <i>et al.</i> 2018 (23)	Estudio Observacional - Analítico Cohorte Prospectivo	Libia	Inglés	Fluoruro de sodio/oxalato EDTA Citrato de sodio	Método de Glucosa Oxidasa (Glucose-Oxidase test kit)

Fasting Blood
Glucose
Concentration

Various glycolysis
inhibitor-containing
tubes for glucose
measurement cannot
be used
interchangeably due
to clinically
unacceptable biases
between them

Saracevi
c A, et
al. (24)

2017
observacional
transversal

Croacia

Inglés

Tubo de heparina de litio (LH Lithium-heparin tube, Greiner Bio-One)

Tubo con Fluoruro de sodio/oxalato de potasio (FX NaF/KOx tube, Greiner Bio-One)

Tubo con EDTA/NaF/Ácido Cítrico/Citrato de Sodio (Glucomedics tube, Greiner Bio-One)

Tubo con EDTA/NaF/Ácido Cítrico/Citrato de Sodio (FC mix tube, Greiner Bio-One)

Tubo con NaF/Citrato/EDTA (S-

Método de Hexoquinasa en el analizador Architect c8000

The new Greiner FC-Mix tubes equal the old Terumo ones and are useful as glucose stabilizer after prolonged storage of samples

Bonetti G, *et al.* (25)

2017

Estudio Observacional - Analítico Cohorte prospectivo

Italia

Inglés

Monovette GlucoEXACT FC, Sarstedt)

Estudio 1:

Tubo con fluoruro/EDTA/Citrato (Venosafe Glycaemia tube, Terumo)

Tubo con fluoruro/EDTA/Citrato (Vacuette FC-Mix tube, Greiner Bio-One)

Método de hexoquinasa en analizador Dimension Vista 1500 (Siemens Healthcare Diagnostics)

Estudio 2:

Tubo con heparina de litio (S-Monovette Lithium-heparin tube, Sarstedt)

Tubo con heparina de litio (BD Vacutainer Lithium-heparin tube,

Plasma	Glucose	Pleus S, 2024	Estudio Observacional - Analítico Cohorte Prospectivo	Alemania	Inglés	Becton Dickinson) Tubo con fluoruro/EDTA/Ácido Cítrico/ Citrato (Vacuette FC-Mix tube, Greiner Bio-One)	Estudio inicial: Tubo con heparina de litio (Lithium-heparin - aditivo seco) Tubo con fluoruro/EDTA/Citrato (S-Monovette GlucoEXACT - aditivo líquido) Tubo con fluoruro/EDTA/Citrato (VACUETTE FC Mix - Greiner Bio-One - aditivo seco)	Estudio inicial: Cobas Integra 400 plus con aplicación GLUC2 Glucose HK (Roche Diagnostics) Método hexokinasa (HK) Estudio de verificación: Cobas pro c503 con aplicación GLUC3 Glucose HK Gen.3 - Método
Concentrations in <i>et al.</i>	Different Sampling (26)	Tubes Measured on	Different Glucose	Analysers				

Tubo con heparina de litio (Lithium- hexokinasa (HK)
 heparin - aditivo seco) Cobas Integra 400 plus con
 Tubo con fluoruro/EDTA/Citrato (S- aplicación GLUC2 Glucose
 Monovette GlucoEXACT - aditivo HK (Roche Diagnostics) -
 líquido) Método hexokinasa (HK)
 Tubo con EDTA/NaF/Ácido
 Cítrico/Citrato de Sodio (VACUETTE
 FC Mix - Greiner Bio-One - aditivo
 seco)

Tabla 3: Resultados y sesgo porcentual de los estudios incluidos sobre consumo de glucosa *in vitro* según tipo de tubo de recolección.

Autor	Tipo de tubos utilizados	Tamaño de muestra	Resultados	Sesgo porcentual
Dibasey M, <i>et al.</i> (11)	Tubos de fluoruro de sodio/oxalato de potasio (NaF/KOx) - método de referencia	50 participantes sanos	Tubos separadores de suero: A los 120 minutos (2h): 6,92 ± 4,29 mmol/L (124,6 ± 77,2 mg/dL)	A los 120 minutos (2h): 0,87 %

Tubos separadores de suero (SSTs) -
método candidato

Tubos de fluoruro de sodio/oxalato de
potasio (NaF/KOx):
A los 120 minutos (2h): $6,86 \pm 4,31$
mmol/L ($123,5 \pm 77,6$ mg/dL)

Orth M, *et al.*
(17)

FH:

Tubo con fluoruro/heparina (S-
Monovette Fluoride/Heparin,
Sarstedt)

Tubo con fluoruro sódico/heparina
sódica (Sodium Fluoride/Sodium
Heparin VACUETTE, Greiner Bio-
One)

Serum:

Tubo con activador de coágulo (S-
Monovette Clotting
Activator/Serum, Sarstedt)

Tubo con gel separador (Serum
separator tube VACUETTE, Greiner
Bio-One)

FE:

Tubo con fluoruro/EDTA (S-
Monovette Fluoride/EDTA,
Sarstedt)

Tubo con Fluoruro/EDTA (Sodium
Fluoride/K3EDTA VACUETTE,
Greiner Bio-One)

FOX:

Tubo con fluoruro de sodio/oxalato
de potasio (Sodium

68 participantes sanos
(34 con tubos Sarstedt
+ 34 con tubos
Greiner)

Los resultados obtenidos con los
diferentes tubos Greiner y Sarstedt fueron
similares y, por lo que se presentan
conjuntamente. Los tubos FH
centrifugados en el plazo de 60 minutos (1
hora) se utilizaron como referencia para
los demás tubos con diferentes
inhibidores.

Concentración inicial de glucosa:

FH: 88,92 mg/dL (4,94 mmol/L)

FE: 89,28 mg/dL (4,96 mmol/L)

FOX: 92,70 mg/dL (5,15 mmol/L)

FC: 100,26 mg/dL (5,57 mmol/L)

Serum: 87,66 mg/dL (4,87 mmol/L)

Serum: -1,42% vs FH

FE: +0,4% vs FH

FOX: +4,25% vs FH

FC: +12,75% vs FH

FH: tubo de referencia (0%)

Fluoride/Potassium Oxalate
 VACUETTE, Greiner Bio-One)

FC:

Tubo con Citrato / fluoruro / EDTA
 (S-Monovette GlucoEXACT,
 Sarstedt)

Tubo con EDTA/NaF/Ácido
 Cítrico/Citrato de Sodio
 (VACUETTE GLUCOMEDICS,
 Greiner Bio-One)

<p>Pant V, <i>et al.</i> (22)</p>	<p>Tubo con fluoruro sódico/EDTA sódico (BD Vacutainer sodium fluoride/sodium EDTA, Becton Dickinson)</p> <p>Tubo con separador de gel (BD Vacutainer serum separator tube, Becton Dickinson)</p>	<p>63 participantes sanos</p>	<p>Tubo con fluoruro sódico/EDTA sódico 30 min (referencia) - P1a: 100,8 ± 16,6 mg/dL Tubo con separador de gel 30 min - S1a: 97,7 ± 14,8 mg/dL</p>	<p>Tubo con separador de gel S1a: -3,07%</p>
<p>Jung J, <i>et al.</i> (16)</p>	<p>Heparina sódica (VACUETTE Sodium Heparin, Greiner Bio- One)</p>	<p>16 participantes sanos</p>	<p>Concentración inicial de glucosa (tiempo 0): Heparina: 102,44±18,9 mg/dL (Referencia) Citrato: 100,44±19,7 mg/dL NaF/KOx: 99,63±19,5 mg/dL</p>	<p>Citrato sodico: -1.95 % NaF/KOx: -2.74%</p>

Citrato sódico (VACUETTE

Coagulation sodium citrate 3,2%,

Greiner Bio-One)

Fluoruro sódico/oxalato de potasio -
NaF/KOx (VACUETTE FX Sodium
Fluoride / Potassium Oxalate,
Greiner Bio-One)

Al Salhen K, <i>et al.</i> (23)	Fluoruro oxalato EDTA Citrato de sodio	75 participantes sanos	Concentración inicial de glucosa (tiempo 0): Tubo con citrato de sodio: 100,3±15,1 mg/dL Tubo con EDTA: 102,1±19,8 mg/dL Tubo con fluoruro de oxalato: 101,7±23,6 mg/dL Tubo separador en hielo: 100,9±22,4 mg/dL (Referencia)	Concentración inicial de glucosa Tubo con citrato de sodio: 0,59 % Tubo con EDTA: 1,19 % Tubo con fluoruro de oxalato: 0,79 %
Saracevic A, <i>et al.</i> (24)	Tubo de heparina de litio (LH Lithium-heparin tube, Greiner Bio-One) Tubo con Fluoruro de	40 participantes sanos + 20 con diabetes mellitus)	LiH: 97,4 mg/dL (5,41 mmol/L) NaF/KOx: 98,1 mg/dL (5,45 mmol/L) Glucomedics: 103,7 mg/dL (5,76 mmol/L) FC - mix: 99,7 mg/dL (5,54 mmol/L) GlucoEXACT: 99,7 mg/dL (5,54 mmol/L)	NaF/KOx: 0,74% Glucomedics: 6,47% FC - mix: 2,40% GlucoEXACT: 2,40%

sodio/oxalato de potasio (FX

NaF/KOx tube, Greiner

Bio-One)

Tubo con EDTA/NaF/Ácido

Cítrico/Citrato de Sodio

(Glucomedics tube, Greiner Bio-

One)

Tubo con EDTA/NaF/Ácido

Cítrico/ Citrato de Sodio (FC mix

tube, Greiner Bio-One)

Tubo con NaF/Citrato/EDTA (S-Monovette GlucoEXACT FC, Sarstedt)

Bonetti G, *et al.* (25)

Estudio 1:

Tubo con fluoruro/EDTA/Citrato (Venosafe Glycaemia tube, Terumo)

Tubo con fluoruro/EDTA/Citrato (Vacuette FC-Mix tube, Greiner Bio-One)

Estudio 1: 40

Participantes sanos

Estudio 2: 50

Participantes sanos

Estudio 1:

A los 60 minutos a temperatura ambiente (TA):

Tubo con fluoruro/EDTA/Citrato (Terumo): 99 mg/dL (5,5 mmol/L)

Tubo con fluoruro/EDTA/Citrato

Estudio 2:

A los 60 minutos (1 hora) a temperatura ambiente:

Tubo Greiner: 1,62%

Estudio 2:

Tubo con heparina de litio (S-Monovette Lithium-heparin tube, Sarstedt)

Tubo con heparina de litio (BD Vacutainer Lithium-heparin tube, Becton Dickinson)

Tubo con fluoruro/EDTA/Ácido Cítrico/ Citrato (Vacuette FC-Mix tube, Greiner Bio-One)

Pleus S, *et al.* (26) Estudio inicial y el estudio de verificación

Tubo con heparina de litio (Lithium-heparin - aditivo seco)

Tubo con fluoruro/EDTA/Citrato (S-Monovette GlucoEXACT - aditivo líquido)

Tubo con fluoruro/EDTA/Citrato (VACUETTE FC Mix - Greiner Bio-One - aditivo seco)

Estudio inicial (2018): 41 participantes sanos
Estudio de verificación (2021): 42 participantes sanos

(Greiner): 97,2 mg/dL (5,4 mmol/L)

Estudio 2:

Tubo con heparina de litio: 95 mg/dL (5,3 mmol/L)

A los 60 minutos de almacenamiento a TA:

Tubo con fluoruro/EDTA/Citrato (Greiner): 97,2 mg/dL (5,4 mmol/L)

Glucosa basal en ayunas (LiH < 5 min - REFERENCIA): 89,2 mg/dL (4,95 mmol/L)

GlucoEXACT (< 5 min): -4,1 mg/dL (-0,23 mmol/L)

VACUETTE FC Mix (< 5 min): +1,0 mg/dL (+0,05 mmol/L)

Estudio de verificación:

Glucosa basal en ayunas (LiH < 5 min - REFERENCIA): 95,5 mg/dL (5,30 mmol/L)

A) Cobas Integra 400 plus (LAB1) - Diferencias vs LiH < 5 min:

GlucoEXACT GE1 (<5 min): -5,6 mg/dL (-0,31 mmol/L)

GlucoEXACT GE2 (<5 min): -5,4 mg/dL (-0,30 mmol/L)

Estudio inicial:

GlucoEXACT (< 5 min): -4,6%

VACUETTE FC Mix (< 5 min): +1,1%

Estudio de verificación:

Glucosa basal en ayunas (LiH <5 min - REFERENCIA): 95,5 mg/dL (5,30 mmol/L)

A) Cobas Integra 400 plus (LAB1) - Diferencias vs LiH < 5 min:

GlucoEXACT GE1 (<5 min): -5,9%

GlucoEXACT GE2 (<5 min): -5,7%

VACUETTE FC Mix (<5 min): -0,4%

VACUETTE FC Mix (<5 min): -0,4
mg/dL (-0,02 mmol/L)

B) Cobas pro c503 - LAB2a - Diferencias
vs LiH < 5 min LAB1:
GlucOEXACT GE1 (<5 min): -1,5 mg/dL
(-0,08 mmol/L)
GlucOEXACT GE2 (<5 min): -0,7 mg/dL
(-0,04 mmol/L)

C) Cobas pro c503 - LAB2b - Diferencias
vs LiH < 5 min LAB1:
GlucOEXACT GE1 (< 5 min): -0,3 mg/dL
(-0.02 mmol/L) [-0,3%]
GlucOEXACT GE2 (< 5 min): +0,6
mg/dL (+0,03 mmol/L) [+0,6%]

B) Cobas pro c503 - LAB2a -
Diferencias vs LiH < 5 min

LAB1:
GlucOEXACT GE1 (<5 min):
-1,6%
GlucOEXACT GE2 (<5 min):
-0,7%

C) Cobas pro c503 - LAB2b -
Diferencias vs LiH < 5 min

LAB1:
GlucOEXACT GE1 (<5 min):
-0,3%
GlucOEXACT GE2 (<5 min):
+0,6%

ANEXOS

Anexo 1: Cuadro Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo y Escala de medición de variable	Indicador
Año de Publicación	Año calendario de publicación científica (31).	Año en el que se publicó el estudio	Numérica Escala de intervalo	Años específicos de publicación.
Idioma	Lengua de un pueblo o nación (32).	Lengua en la que está escrito el artículo.	Categórica Nominal	Español Inglés Portugués
País	Territorio con características geográficas propias (33).	Lugar donde se realizó el artículo.	Categórica Nominal	País
Tubo de recolección sanguínea	Dispositivo para la extracción de un volumen sanguíneo determinado e identificado por el color del tapón y el tipo de aditivo que contiene (34).	Dispositivo utilizado para extraer muestras de sangre registrado en el artículo.	Categórica Nominal	1. Tubos separadores de suero 2. Tubos con anticoagulantes: a. Fluoruro de sodio/Oxalato b. Fluoruro/EDT A/citrato

<p>Consumo de glucosa <i>in vitro</i></p>	<p>Fuente primaria de energía para los organismos vivos. Se encuentra de forma natural en frutas y otras partes de las plantas en estado libre. Se utiliza terapéuticamente para la reposición de líquidos y nutrientes (35).</p>	<p>Reducción de la concentración de glucosa en muestras de sangre total post-extracción debido a actividad de enzimas glucolíticas presentes en células sanguíneas.</p>	<p>Numérica Intervalo</p>	<p>mg / dL</p>
<p>Diseño de estudio</p>	<p>Método que los investigadores planifican y organizan para el desarrollo del estudio. Lo cual incluye la selección de los participantes, recolectan la información necesaria, procesan los datos y la conclusión del artículo (36).</p>	<p>Estructura metodológica que determina la forma de recolección, análisis e interpretación de datos para responder a los objetivos planteados y registrados en el artículo</p>	<p>Categórica Nominal</p>	<p>-Estudios de cohortes, estudios transversales, estudios de casos y controles.</p> <p>Tipo de estudio: Retrospectivo y prospectivo</p> <p>Cuasiexperimental</p>

Anexo 2: Algoritmos de búsqueda

Base de datos	Algoritmo de búsqueda		Total
Medline	#1	"Blood"[Mesh] OR "Blood Glucose"[Mesh] OR "Glucose, Blood" OR "Blood Sugar" OR "Sugar, Blood" OR "Glucose"[Mesh]OR "D-Glucose" OR "Dextrose" OR "Glucose, (alpha-D)-Isomer" OR "Glucose, (beta-D)-Isomer" OR "Glucose, (DL)-Isomer" OR "Glucose Monohydrate" OR "Monohydrate, Glucose" OR "Anhydrous Dextrose" OR "Dextrose, Anhydrous"	757,985
	#2	"Glycolysis"[Mesh] OR "Embden-Meyerhof Pathway" OR "Embden Meyerhof Pathway" OR "Embden-Meyerhof Pathways" OR "Pathway, Embden-Meyerhof" OR "Pathways, Embden-Meyerhof" OR "Embden-Meyerhof-Parnas Pathway" OR "Embden Meyerhof Parnas Pathway" OR "Pathway, Embden-Meyerhof-Parnas" OR "glucose consumption"[Title/Abstract] OR "glucose degradation"[Title/Abstract]	66,665
	#3	"Blood Specimen Collection"[Mesh] OR "Blood Specimen Collections" OR "Collection, Blood Specimen" OR "Collections, Blood Specimen" OR "Specimen Collection, Blood" OR "Specimen Collections, Blood" OR "blood collection tube"[Title/Abstract] OR "blood collection tubes"[Title/Abstract] OR "Sodium Fluoride"[Mesh] OR "Fluoride, Sodium" OR "Fluorides, Sodium" OR "Sodium Fluorides" OR "Zymafluor" OR "Zymafluors" OR "Ossin" OR "Ossins" OR "Fluoristat" OR "Fluoristats" OR "serum separator tube"[Title/Abstract]	34,187
	#4	(#1) AND (#2) AND (#3)	163
	#5	(#1) AND (#2) AND (#3) Filters: from 2017 - 2025	43
Scopus	(TITLE-ABS-KEY ("glucose" OR "blood glucose" OR "plasma glucose" OR "serum glucose") AND TITLE-		39

	ABS-KEY ("glycolysis" OR "glycolytic" OR "glucose consumption" OR "glucose degradation" OR "glucose decline" OR "glucose decrease" OR "glucose loss" OR "glucose reduction" OR "glucose stability" OR "glucose instability" OR "glucose preservation" OR "glucose change*" OR " <i>in vitro</i> glycolysis" OR "ex vivo glycolysis") AND TITLE-ABS-KEY ("blood collection tube*" OR "blood tube*" OR "vacutainer*" OR "evacuated tube*" OR "sodium fluoride tube*" OR "fluoride tube*" OR "NaF tube*" OR "oxalate tube*" OR "serum separator tube*" OR "SST" OR "gel tube*") AND PUBYEAR > 2016 AND PUBYEAR < 2026		
Cochrane	#1	MeSH descriptor: [Blood] explode all trees	1
	#2	MeSH descriptor: [Blood Glucose] explode all trees	
	#3	Blood Sugar OR Glucose, Blood OR Sugar, Blood	
	#4	MeSH descriptor: [Glucose] explode all trees	
	#5	"(Glucose Monohydrate) OR (Monohydrate, Glucose) OR (D Glucose) OR (D-Glucose) OR (Dextrose) OR (Dextrose, Anhydrous) OR (Anhydrous Dextrose)"	
	#6	#1 OR #2 OR #3 #4 OR #5	
	#7	MeSH descriptor: [Glycolysis] explode all trees	
	#8	(Embden-Meyerhof-Parnas Pathway) OR (Pathways, Embden-Meyerhof) OR (Pathway, Embden-Meyerhof) OR (Pathway, Embden-Meyerhof-Parnas) OR (Embden-Meyerhof Pathway) OR (Embden	

		Meyerhof Pathway) OR (Embden-Meyerhof Pathways) OR (Embden Meyerhof Parnas Pathway)	
	#9	#7 OR #8	
	#10	MeSH descriptor: [Blood Specimen Collection] explode all trees	
	#11	(Collection, Blood Specimen) OR (Blood Specimen Collections) OR (Collections, Blood Specimen) OR (Specimen Collection, Blood) OR (Specimen Collections, Blood) OR (blood collection tube):ti,ab,k	
	#12	#10 OR #11	
	#13	#6 AND #9 AND #12	
Embase	#1	blood glucose.mp. or glucose blood level/	69
	#2	glucose.mp. or glucose/	
	#3	"blood sugar".ti,ab,kw.	
	#4	1 or 2 or 3	
	#5	glycolysis/	
	#6	("glucose degradation" or "glucose decline" or "glucose consumption" or "glucose loss" or glycolytic).ti,ab,kw.	
	#7	5 or 6	

	#8	blood collection tube/ct, dc [Clinical Trial, Device Comparison]	
	#9	("sodium fluoride" or "NaF" or "serum separator tube*" or "SST" or vacutainer* or "fluoride tube*").ti,ab,kw	
	#10	8 or 9	
	#11	4 and 7 and 10	
	#12	limit 11 to yr="2017 - 2025"	
Lilacs		(Glucemia OR "Glucosa en la Sangre") AND (Glucólisis) AND ("Recolección de Muestras de Sangre" OR "Fluoruro de Sodio")	17
Google scholar		("blood glucose" OR "blood glucose concentration") AND ("glycolysis") AND ("anticoagulant" OR "sodium fluoride") AND ("collection tube" OR "specimen") AND ("healthy")	296
Alicia		(Sangre OR Glucemia) AND (Glicolisis) AND ("Recolección de Muestras de Sangre" OR "Fluoruro de Sodio" OR "Tampón Citrato")	1

Anexo 4: Cuadro de extracción de datos

Título y año de publicación	Base de datos	Autores (Apellido, Nombre)	Idioma y país	Diseño de estudio	Principio analítico	Tubos de extracción utilizados	Tamaño de muestra y edad	Objetivo	Resultados	Sesgo
Effect of Collection Tube Type on Glucose Stability in Whole Blood (2020)	Medline	Jung, Joanna; Garnett, Emily; Rector, Keshia; Jariwala, Purviben; Devaraj, Sridevi	Inglés - Estados Unidos	Estudio Observacional - Analítico - Cohorte prospectiva	Método de hexoquinasa - Vitros 5.1 Analyzer (Ortho Clinical Diagnostics)	Heparina sódica (VACUETTE Sodium Heparin, Greiner Bio-One) Citrato sódico (VACUETTE Coagulation sodium citrate 3,2%, Greiner Bio-One) Fluoruro sódico/oxalato de potasio - NaF/KOx (VACUETTE FX Sodium Fluoride / Potassium Oxalate, Greiner Bio-One)	16 participant es sanos - Edad no especificada	Evaluar el efecto de tres tipos de tubos de recolección (heparina sódica, citrato sódico y fluoruro de sodio) sobre la estabilidad de la glucosa en muestras de sangre completa	<p>Concentración inicial de glucosa (tiempo 0):</p> <p>Heparina: 102,44±18,9 mg/dL Citrato: 100,44±19,7 mg/dL NaF/KOx: 99,63±19,5 mg/dL</p> <p>No hubo diferencia significativa entre tipos de tubos en tiempo 0</p> <p>Cambios a 1 hora:</p> <p>Heparina: 99,5±19,2* mg/dL (-2,87%) Citrato: 98,12±20,5* mg/dL (-2,31%) NaF/KOx: 96,25±19,9* mg/dL (-3,34%)</p> <p>Cambios similares entre todos los tubos</p> <p>Cambios a 2 horas:</p> <p>Heparina: 95,69±18,7* mg/dL (-6,59%) Citrato: 95,49±19,4* mg/dL (-4,93%) NaF/KOx: 94,56±19,6* mg/dL (-5,08%)</p>	Citrato sodico: -1.95 % NaF/KOx: -2.74%

Effects of different tube types on patient classification using current diabetes decision limits (2019)	Medline	Orth, Matthias; Hawran, Hannes; Ulloor, Jagadish; Bachhawat, Kiran; Lennartz, Lieselotte	Inglés - Alemán	Estudio Observacional - Analítico - Cohorte prospectiva	Glucosa: Método de hexoquinasa (Abbott glucose 3L82) trazable a NIST SRM 965 (IDMS) Lactato: Método colorimétrico de lactato oxidasa (Abbott lactic Acid 9P18) Analizador: Abbott ARCHITECT ci8201	FH: Tubo con fluoruro/heparina (S-Monovette Fluoride/Heparin, Sarstedt) Tubo con fluoruro sódico/heparina sódica (Sodium Fluoride/Sodium Heparin VACUETTE, Greiner Bio-One) Serum: Tubo con activador de coágulo (S-Monovette Clotting Activator/Serum, Sarstedt) Tubo con gel separador (Serum separator tube VACUETTE, Greiner Bio-One) FE: Tubo con fluoruro/EDTA (S-Monovette Fluoride/EDTA, Sarstedt) Tubo con Fluoruro/EDTA (Sodium Fluoride/K3EDTA VACUETTE, Greiner Bio-One) FOX: Tubo con fluoruro de sodio/oxalato de potasio	Fase experiment al: 68 voluntarios sanos (34 con tubos Sarstedt + Greiner) Fase de simulación : 157,415 pacientes consecutivos del Marienhospital Stuttgart - Edad no especificada	Objetivo principal: Estimar el impacto de diferentes tipos de tubos con diferentes inhibidores de glucólisis en la clasificación del control glucémico	Resultados en Baseline (centrifugación en 1h, análisis inmediato): Glucosa: FC: Niveles más altos en todos los sujetos (+12,75% vs FH) FOX: +4,25% vs FH FE: +0,4% vs FH Serum: -1,42% vs FH FH: tubo de referencia (0%) Estabilidad de glucosa tras almacenamiento: Recuperación de glucosa a 48h: 99-101% en diferentes tubos En tubos FH, FE, FOX: Glucosas estables incluso después de 48h y almacenamiento a TA En tubos FC: Resultados heterogéneos e inconsistentes Mayor aumento a TA que a 4°C Aumento medio de 50% a las 48h En tubos Serum: NO se recomienda su uso Glucólisis masiva: Disminución de glucosa: 27 mg/dL (centrifugación en 1-2h) Disminución de glucosa: 52.2 mg/dL (centrifugación	Serum: -1,42% vs FH FC: +12,75% vs FH FOX: +4,25% vs FH FE: +0,4% vs FH FH: tubo de referencia (0%)
---	---------	--	-----------------	---	--	---	--	--	--	---

					(Sodium Fluoride/Potassium Oxalate VACUETTE, Greiner Bio-One) FC: Tubo con Citrato / fluoruro / EDTA (S-Monovette GlucoEXACT, Sarstedt) Tubo con EDTA/NaF/Ácido Cítrico/Citrato de Sodio (VACUETTE GLUCOMEDICS, Greiner Bio-One)			tardía a 48h) Cambios específicos en concentraciones medias: Glucosa media a diferentes tiempos: Baseline: FC 100.3 mg/dL, FH 88.9 mg/dL, FOX 92.7 mg/dL, FE 89.3 mg/dL, Serum 87.7 mg/dL 48h (RT): FC 97.7 mg/dL, FH 89.3 mg/dL, FOX 93.6 mg/dL, FE 89.5 mg/dL, Serum 60.7 mg/dL Todas las mediciones en FE, FH y FOX dentro de 3.6 mg/dL del valor baseline.	
--	--	--	--	--	---	--	--	---	--

<p>The new Greiner FC-Mix tubes equal the old Terumo ones and are useful as glucose stabilizer after prolonged storage of samples (2017)</p>	<p>Medline</p>	<p>Bonetti, Graziella Carta, Mariarosa</p>	<p>Inglés - Italia</p>	<p>Estudio Observacional - Analítico - Cohorte prospectiva</p>	<p>Método de hexoquinasa en analizador Dimension Vista 1500 (Siemens Healthcare Diagnostics)</p>	<p>Estudio 1: Tubo con fluoruro/EDTA/Citrato (Venosafe Glycaemia tube, Terumo) Tubo con fluoruro/EDTA/Citrato (Vacuette FC-Mix tube, Greiner Bio-One) Estudio 2: Tubo con heparina de litio (S-Monovette Lithium-heparin tube, Sarstedt) Tubo con heparina de litio (BD Vacutainer Lithium-heparin tube, Becton Dickinson) Tubo con fluoruro/EDTA/Ácido Cítrico/ Citrato (Vacuette FC-Mix tube, Greiner Bio-One)</p>	<p>Estudio 1: 40 voluntarios sanos Edad: 50, RI: no especificada Rango de edad: 24-70 años. Estudio 2: 50 voluntarios sanos Mediana: 45 años RI: no especificada Rango: 20-62 años</p>	<p>Objetivo principal del Estudio 1: Comparar los nuevos tubos Greiner que contienen buffer de citrato granulado con los tubos Terumo para verificar si son equivalentes Objetivo principal del Estudio 2: Verificar si los tubos Greiner son adecuados para la estabilización de glucosa después de almacenamiento prolongado (hasta 72h a temperatura ambiente)</p>	<p>A 1 hora de almacenamiento a TA: Terumo: 99 mg/dL Greiner: 97,2 mg/dL A 2 horas de almacenamiento a TA: Terumo: 97,2 mg/dL Greiner: 97,2 mg/dL Conclusión Estudio 1: Sesgos mínimos entre tubos Terumo y Greiner Estudio 2: Tubo con heparina de litio: 95 mg/dL A los 60 minutos de almacenamiento a TA: Tubo con fluoruro/EDTA/Citrato (Greiner Bio-One): 97,2 mg/dL</p>	<p>Estudio 2: A los 60 minutos (1 hora) a temperatura ambiente: Tubo Greiner: 1,62%</p>
--	----------------	--	------------------------	--	--	--	--	---	--	---

Comparative and stability study of glucose concentration s measured in both sodium fluoride and serum separator tubes (2024)	Medline	Mustapha Dibbasey, Solomon Umukoro, Abdoulie Bojang	Inglés - Gambia	Estudio Observacional - Analítico - Cohorte prospectiva	Ortho-Clinical Diagnostics™ VITROS™ 350	Tubos de fluoruro de sodio/oxalato de potasio (NaF/KOx) - método de referencia	50 parejas de muestras	Determinar si los tubos separadores de suero (SSTs) pueden reemplazar los tubos NaF/KOx para la medición de glucosa en sangre en laboratorio	Comparación entre tubos: MGC total NaF/KOx: 123,8 mg/dL ± 78,48 mg/dL MGC total SST: 124,9 mg/dL ± 77,58 mg/dL Diferencia media: 1,08 mg/dL Estabilidad temporal: No hubo evidencia de cambio en la concentración de glucosa (p = 0,25) en ambos tubos durante 3 días Las concentraciones de glucosa permanecieron estables en ambos tubos de 2h a 72h cuando las muestras se separaron dentro de 2h y se refrigeraron a 2-8°C	A los los 60 minutos (2h): 0,87 %
Various glycolysis inhibitor-containing tubes for glucose measurement cannot be used interchangeably due to clinically unacceptable	Medline	Saracevic Andrea, Dukic Lora, Juricic Gordana, Milevoj Kopcinovic Lara, Mirosevic Gorana, Simundic Ana-Maria	Inglés - Croacia	Estudio Observacional - Analítico - Transversal comparativo	Método de Hexoquinasa en el analizador Architect c8000	Tubo de heparina de litio (LH Lithium-heparin tube, Greiner Bio-One) Tubo con Fluoruro de sodio/oxalato de potasio (FX NaF/KOx tube, Greiner Bio-One) Tubo con EDTA/NaF/Ácido Cítrico/Citrato de Sodio (Glucomedics tube, Greiner Bio-One) Tubo con EDTA/NaF/Ácido Cítrico/ Citrato de Sodio (FC	40 participant es (20 sanos + 20 diabetes mellitus) Edad: 51 ± DE: no especificada Rango de edad: 22-	Determinar la diferencia entre la concentración de glucosa medida a 30 minutos de la venopunción en tubos con heparina de litio, tubos disponibles que contienen tampón de citrato, y los tubos de fluoruro de sodio/oxalato de potasio	Se determinó que las diferencias en las concentraciones de glucosa entre los cinco tipos de tubos examinados fueron estadísticamente significativas (p<0,001), utilizando la prueba de Friedman. Al evaluar los sesgos frente al criterio deseable del 1,95%, los tubos que contenían tampón de citrato (Glucomedics, FC mix y GlucoEXACT) mostraron concentraciones de glucosa significativamente más altas que el tubo de referencia (Heparina de Litio), con sesgos de 7,3%, 3,2% y 2,0% respectivamente, lo cual se consideró clínicamente inaceptable. El único tubo inhibidor que resultó ser estadística y clínicamente comparable al método de referencia fue el NaF/KOx (sesgo del 0,2%).	NaF/KOx: 0,74% Glucomedics: 6,47% FC - mix: 2,40% GlucoEXACT: 2,40%

biases between them (2017)						mix tube, Greiner Bio-One)	91 años				
						Tubo con NaF/Citrato/EDTA (S-Monovette GlucoEXACT FC, Sarstedt)					
Blood glucose concentration compared in EDTA/F plasma and serum in a referral laboratory in Nepal (2021)	Google scholar	Pant, Vivek; Gautam, Keyoor; Pradhan, Santosh; Pyakurel, Devish; Shrestha, Abha	Inglés - Nepal	Estudio observacional transversal	Método de glucosa oxidasa-peroxidasa (glucose oxidase-peroxidase method) determinado espectrofotométricamente utilizando un autoanalizador Randox Imola	de Tubo con fluoruro sódico/EDTA sódico (BD Vacutainer sodium fluoride/sodium EDTA, Becton Dickinson) Tubo con separador de gel (BD Vacutainer serum separator tube, Becton Dickinson)	63 participantes Edad: no especificada	Investigar la estabilidad de la glucosa en muestras recolectadas en tubos separadores de suero y en tubos con fluoruro de sodio/EDTA sódico, comparando la concentración de glucosa a los 30 minutos y a las 4 horas de recolección	la	Los resultados demostraron que la disminución de la concentración media de glucosa en los tubos y el procesamiento fue estadísticamente significativa con respecto a la referencia. No obstante, al comparar el suero centrifugado tempranamente a 4 horas (S1b) con la referencia (P1a), aunque la reducción media relativa fue del 3,70%, la diferencia se consideró no clínicamente significativa. Por el contrario, cuando la centrifugación se retrasó 4 horas (muestras S2a), la pérdida de glucosa alcanzó una reducción media relativa del 18,05% en suero, y solo el 63% de los resultados se mantuvieron dentro del margen de error aceptable, confirmando una diferencia estadística y clínicamente significativa.	Tubo con fluoruro sódico/EDTA sódico P1b: -1,28% P2a: -7,24% Tubo con separador de gel S1a: -3,07% S1b: -3,70% S2a: -18,05%

The Effect of Storage Time and Different Anticoagulants on Fasting Blood Glucose Concentration (2018)	Google scholar	Al Salhen, Khaled S.; Saad, Eman K.; Aznine, Aml J	Inglés - Libia	Estudio observacional transversal	Método de Glucosa Oxidasa (Glucose-Oxidase test kit)	Fluoruro oxalato, EDTA, citrato de sodio	75 participantes Edad: 49,7 ± 11,45 años	Determinar los efectos estabilizadores comparativos del tiempo de almacenamiento y los anticoagulantes en el nivel de glucosa en sangre en ayunas. Medir la concentración de glucosa en suero y plasma a diferentes períodos de tiempo para elegir el anticoagulante adecuado	Concentración inicial de glucosa (tiempo 0): Tubo con citrato de sodio: 100,3±15,1 mg/dL Tubo con EDTA: 102,1±19,8 mg/dL Tubo con fluoruro de oxalato: 101,7± 23,6 mg/dL Tubo separador en hielo: 100,9±22,4 mg/dL (Referencia) % Concentración de glucosa (30 min): Tubo con citrato de sodio: 98,5±17,7 mg/dL Tubo con EDTA: 88,0±23,9 mg/dL Tubo con fluoruro de oxalato: 100,9±12,6 mg/dL Tubo separador en hielo: 99,5±22,8 mg/dL Concentración de glucosa (60 min): Tubo con citrato de sodio: 92,6±21,7 mg/dL Tubo con EDTA: 75,2±22,6 mg/dL Tubo con fluoruro de oxalato: 100,1±16,1 mg/dL Tubo separador en hielo: 79,9±27,2 mg/dL Concentración de glucosa (90 min): Tubo con citrato de sodio: 87,1±23,1 mg/dL Tubo con EDTA: 61,6±27,8 mg/dL Tubo con fluoruro de oxalato: 99,4±12,9 mg/dL Tubo separador en hielo: 65,6±29,1 mg/dL Concentración de glucosa (120 min): Tubo con citrato de sodio: 78,9±25,2 mg/dL Tubo con EDTA: 55,2±30,6 mg/dL Tubo con fluoruro de oxalato: 98,1± 25,8 mg/dL Tubo separador en hielo: 50,1±33,2 mg/dL	Concentración inicial de glucosa Tubo con citrato de sodio: 0,59 % Tubo con EDTA: 1,19 % Tubo con fluoruro de oxalato: 0,79 %
---	----------------	--	----------------	-----------------------------------	--	--	---	---	---	--

Plasma Glucose Concentration s in Different Sampling Tubes Measured on Different Glucose Analysers (2024)	Medline	Pleus, Stefan Beil, Alexandra Baumstark , Annette Haug, Cornelia Freckmann , Guido	Inglés - Alemana	Estudio Observacio nal - Analítico Cohorte prospectiv o	Analizador LAB1 (ambos estudios): Cobas Integra 400 plus con aplicación GLUC2 Glucose HK (Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Germany) Método hexokinasa (HK)	ESTUDIO INICIAL (2018, n=41): LH (Lithium-heparin) - aditivo seco - 2 tubos por persona GE1 (GlucoEXACT 75x13 mm) - S-Monovette GlucoEXACT (Sarstedt, Nümbrecht, Germany) - aditivo líquido - 2 tubos Contiene: ácido cítrico monohidratado, fluoruro de potasio, sal tripotásica de EDTA VA (VACUETTE FC Mix) - (Greiner Bio-One, Kremsmünster, Austria) - aditivo seco - 2 tubos Contiene: ácido cítrico monohidratado, fluoruro de	Estudio inicial (2018): 41 participant es Estudio inicial: Edad: 25,5 ± 9,7 años Estudio de verificació n: Edad: 25,1 ± 4,9 años	Estudio inicial (2018): Objetivo primario: Obtener trazas de concentración de glucosa de personas sin diabetes Objetivo secundario: Evaluación de diferentes procedimientos preanalíticos en OGTT según recomendaciones de la DDG (Asociación Alemana de Diabetes)	Glucosa basal en ayunas (LiH < 5 min - REFERENCIA): 89,2 mg/dL (4,95 mmol/L) GlucoEXACT (< 5 min): -4,1 mg/dL (-0,23 mmol/L) VACUETTE FC Mix (< 5 min): +1,0 mg/dL (+0,05 mmol/L) Estudio de verificación: Glucosa basal en ayunas (LiH < 5 min - REFERENCIA): (5,30 mmol/L) A) Cobas Integra 400 plus (LAB1) - Diferencias vs LiH < 5 min: GlucoEXACT GE1 (<5 min): -5,9% GlucoEXACT GE2 (<5 min): -5,7% VACUETTE FC Mix (<5 min): - 0,4% B) Cobas pro c503 - LAB2a - Diferencias vs LiH < 5 min LAB1: GlucoEXACT GE1 (<5 min): -1,6% GlucoEXACT GE2 (<5 min): -0,7% C) Cobas pro c503 - LAB2b - Diferencias vs LiH < 5 min LAB1:	Estudio inicial: GlucoEXACT (< 5 min): -4,6% VACUETTE FC Mix (< 5 min):+1,1% Estudio de verificación: Glucosa basal en ayunas (LiH <5 min - REFERENCIA): 95,5 mg/dL (5,30 mmol/L) A) Cobas Integra 400 plus (LAB1) - Diferencias vs LiH < 5 min: GlucoEXACT GE1 (<5 min): -5,9% GlucoEXACT GE2 (<5 min): -5,7% VACUETTE FC Mix (<5 min): - 0,4% B) Cobas pro c503 - LAB2a - Diferencias vs LiH < 5 min LAB1: GlucoEXACT GE1 (<5 min): -1,6% GlucoEXACT GE2 (<5 min): -0,7% C) Cobas pro c503 - LAB2b - Diferencias vs LiH < 5 min LAB1:

						<p>sodio, citrato trisódico dihidratado, sal disódica de EDTA dihidratada</p>			<p>C) Cobas pro c503 - LAB2b - Diferencias vs LiH < 5 min LAB1: GlucoEXACT GE1 (< 5 min): -0,3 mg/dL (-0.02 mmol/L) [-0,3%] GlucoEXACT GE2 (< 5 min): +0,6 mg/dL (+0,03 mmol/L) [+0,6%]</p>	<p>GlucoEXACT GE1 (<5 min): -0,3% GlucoEXACT GE2 (<5 min): +0,6%</p>
--	--	--	--	--	--	---	--	--	---	---