

Artículo original

## Evaluación de concordancia entre mediciones de glucosa laboratorial y con glucómetro en pacientes de Ecuador

Evaluation of concordance between laboratory and glucometer glucose measurements in Ecuadorian patients

Ronelsys Martínez Martínez<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2996-1249>

Alvaro Paúl Moina Veloz<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-8050-8562>

Blanca Cristina Estrella López<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3193-6069>

<sup>1</sup>Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES). Ecuador.

<sup>2</sup>Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES Ambato). Ecuador.

<sup>3</sup>Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES Santo Domingo). Ecuador.

\*Autor para la correspondencia: [ua.ronelsysmartinez@uniandes.edu.ec](mailto:ua.ronelsysmartinez@uniandes.edu.ec)

### RESUMEN

**Introducción:** Es relevante reconocer que la precisión de las mediciones de glucosa realizadas con glucómetros puede verse influenciada por varios factores.

**Objetivo:** Evaluar la concordancia entre mediciones de glucosa laboratorial y con glucómetro en pacientes de una universidad de Ecuador.

**Métodos:** El estudio fue de tipo observacional, transversal y prospectivo. La población de estudio estuvo compuesta por un total de 138 estudiantes matriculados en la Carrera de Medicina (primer semestre) de la Universidad Regional Autónoma de los Andes, ubicada en la ciudad de Ambato, Ecuador. se empleó el software estadístico SPSS (versión 25) y se calculó el coeficiente Kappa de Cohen.

**Resultados:** En las mediciones "Normales" según el glucómetro, el 23,2 % coincidió con las mediciones de laboratorio, mostrando cierta concordancia. Sin embargo, el 22,5 % se categorizó de manera diferente, indicando discrepancias. En las mediciones "Elevadas" por el glucómetro, el 31,9 % coincidió con las mediciones de laboratorio, demostrando concordancia, pero el 54,3 % se categorizó de manera diferente. El coeficiente Kappa de Cohen fue 0,095, con un valor de significación de 0,266.

**Conclusiones:** Se encontró una baja concordancia y asociación no significativa entre las mediciones de glucosa obtenidas con el glucómetro y las mediciones de laboratorio.

**Palabras clave:** Control de glucosa; glucómetro; glucosa laboratorial; coeficiente Kappa de Cohen; concordancia entre mediciones de glucosa.

## ABSTRACT

**Introduction:** It is relevant to recognize that the accuracy of glucose measurements performed with glucometers can be influenced by several factors. **Objective:** The objective of the study was to evaluate the concordance between laboratory and glucometer glucose measurements in patients at a university in Ecuador.

**Methods:** The study was observational, cross-sectional and prospective. The study population consisted of a total of 138 students enrolled in the Medical School (first semester) of the Universidad Regional Autónoma de los Andes, located in the city

of Ambato, Ecuador. SPSS statistical software (version 25) was used and Cohen's Kappa coefficient was calculated.

**Results:** In the "Normal" measurements according to the glucometer, 23.2 % coincided with the laboratory measurements, showing a certain concordance. However, 22.5 % were categorized differently, indicating discrepancies. In the "Elevated" measurements by glucometer, 31.9 % agreed with the laboratory measurements, showing agreement, but 54.3 % were categorized differently. Cohen's Kappa coefficient was 0.095, with a significance value of 0,266.

**Conclusions:** Low concordance and nonsignificant association were found between glucose measurements obtained with the glucometer and laboratory measurements.

**Keywords:** Glucose control; glucometer; laboratory glucose; Cohen's Kappa coefficient; concordance between glucose measuremen.

Recibido: 16/08/2023

Aceptado: 15/09/2023

## Introducción

La línea de investigación el presente estudio se enmarca en el campo de la medicina y más específicamente en el área de la endocrinología o diabetología. En este contexto, se centra en la evaluación de la precisión y concordancia de las mediciones de glucosa realizadas con glucómetros en comparación con las mediciones de glucosa de laboratorio en estudiantes universitarios ecuatorianos. Esta línea de investigación busca comprender cuán confiables y precisas son las mediciones de glucosa obtenidas mediante glucómetros, especialmente en un

grupo demográfico de Ecuador.

El objeto de estudio es la precisión y concordancia de las mediciones de glucosa en sangre realizadas en estudiantes universitarios ecuatorianos. Este objeto de estudio se refiere específicamente a la comparación de las mediciones de glucosa obtenidas con un glucómetro (un dispositivo portátil) y las mediciones de glucosa realizadas en un laboratorio clínico. Los autores pretenden determinar si existe una alta concordancia entre estos dos métodos de medición y, por lo tanto, si los glucómetros son confiables para el monitoreo de la glucosa en este grupo de población.

Evidentemente, el campo de acción se encuentra dentro de la medicina, con un enfoque específico en la endocrinología o diabetología, y se extiende a la investigación clínica y epidemiológica. En este ámbito, involucra la recopilación de datos de glucosa, la comparación de resultados y la evaluación de la concordancia entre las mediciones de glucosa de laboratorio y las obtenidas con glucómetros en estudiantes universitarios ecuatorianos. También incluye el análisis de los factores que podrían influir en la precisión de estas mediciones, como la variabilidad en la respuesta de la glucosa en diferentes situaciones y personas.

De acuerdo con la teoría de referencia que se está consultando, la guía clínica para el tratamiento de la sepsis aconseja el empleo de muestras de sangre arterial con el fin de supervisar los niveles de glucosa en sangre. Sin embargo, un estudio que involucra a 86 unidades de cuidados intensivos (UCI) en España demuestra que el 85,4 % de estas UCI optan por realizar la punción capilar en su lugar.<sup>(1)</sup>

En un estudio reciente que analiza si la plataforma Vivovitals puede ayudar a las personas con diabetes tipo 2 a controlar mejor su azúcar en sangre y reducir sus niveles de HbA1c, se compara un grupo que recibe atención médica habitual con otro grupo que usa una aplicación de telesalud conectada a un teléfono inteligente,

un glucómetro configurado previamente y un registro de lecturas de azúcar en sangre. Los resultados muestran que el uso de la plataforma Vivovitals puede ser beneficioso para mejorar el control de azúcar en sangre en personas con diabetes tipo 2.<sup>(2)</sup>

El método principal para prevenir problemas de salud en personas con diabetes es mantener los niveles de azúcar en sangre bajo control. Varios estudios destacan la importancia de este control e investigan los factores que lo afectan. Sin embargo, los resultados de estos estudios varían. Una investigación reciente señala que ser hombre puede actuar como un factor de protección contra un control deficiente de los niveles de azúcar en sangre, mientras que la falta de adherencia a una dieta adecuada, la falta de ejercicio, la no toma regular de medicamentos para la diabetes y el hábito de fumar aumentan la probabilidad de un control deficiente de la glucosa en sangre.<sup>(3)</sup>

La situación problemática del presente estudio radica en la necesidad de determinar cuán precisas y concordantes son las mediciones de glucosa que se realizan mediante el uso de glucómetros en comparación con las mediciones de glucosa obtenidas en un laboratorio clínico en pacientes ecuatorianos. Por ello, la pregunta de investigación que se busca responder es: ¿Existe una concordancia adecuada entre las mediciones de glucosa realizadas con un glucómetro y las mediciones de glucosa de laboratorio en pacientes de Ecuador, y en qué medida estas mediciones concuerdan entre sí?"

Este estudio es importante y pertinente porque aborda una cuestión de salud relevante, considera la diversidad de la población, tiene implicaciones para el uso generalizado de glucómetros y contribuye al avance del conocimiento en el campo médico. Además, proporciona datos actualizados que pueden influir en la atención médica y las políticas de salud en Ecuador y más allá.

El objetivo del estudio es evaluar la concordancia entre mediciones de glucosa laboratorial y con glucómetro en pacientes de una universidad de Ecuador.

## Métodos

El estudio fue de tipo observacional, transversal y prospectivo, tal como se detalla a continuación:

- Observacional: en este estudio, los investigadores observaron y recopilaron datos sin intervenir activamente en la situación. Se limitaron a analizar y comparar las mediciones de glucosa sin modificarlas, sin aplicar ningún tratamiento o intervención específica a los participantes.
- Transversal: la naturaleza transversal del estudio implica que la recopilación de datos se llevó a cabo en un único punto específico en el tiempo (diciembre 2022), sin seguimiento a largo plazo de los participantes. En este caso, se compararon las mediciones de glucosa de un grupo de pacientes en ese momento dado.
- Prospectivo: este estudio fue prospectivo porque los investigadores planearon y llevaron a cabo la recopilación de datos en el futuro, en lugar de analizar datos ya existentes o retrospectivos. Se diseñó y ejecutó específicamente para evaluar la concordancia entre las mediciones de glucosa realizadas con glucómetros y las mediciones de laboratorio en un grupo de pacientes ecuatorianos.

## Población de estudio

La población de estudio estuvo compuesta por un total de 138 estudiantes matriculados en la Carrera de Medicina (primer semestre) de la Universidad Regional Autónoma de los Andes, ubicada en la ciudad de Ambato, Ecuador.

- **Criterios de inclusión**

Se tuvieron en cuenta aquellos estudiantes que cumplieran con los requisitos siguientes:

- ❖ Estar oficialmente inscritos en la Carrera de Medicina de la Universidad Regional Autónoma de los Andes.
- ❖ Poseer la capacidad de realizar mediciones de glucosa con el glucómetro y de comprender y seguir las instrucciones proporcionadas, teniendo en cuenta que esta población efectuó sus propias mediciones de glucosa con el glucómetro.

- **Criterios de exclusión**

Por otro lado, fueron excluidos los estudiantes que no hubiesen otorgado su consentimiento informado voluntario para participar en el estudio.

Con la implementación de estos criterios de selección, se aseguró la integridad de los datos recopilados y la capacidad de los participantes para llevar a cabo las mediciones de glucosa de manera precisa y efectiva.

### **Variables de estudio**

- **Tipo de medición de glucosa:** esta variable dicotómica indicó si las mediciones de glucosa se realizaron utilizando un glucómetro o en un laboratorio clínico.
- **Resultados de las mediciones de glucosa:** esta variable representó los valores numéricos obtenidos al medir la glucosa en sangre de los pacientes, pero se dicotomizó como normal o elevada.

La glucosa en sangre se midió en miligramos por decilitro (mg/dL). Las concentraciones de glucosa en sangre se realizaron en ayunas. Se estableció la categorización siguiente:

- ❖ Normal: se consideró que los niveles de glucosa en sangre en ayunas normales deberían estar en el rango de 70 a 100 mg/dL.
- ❖ Elevada: se consideró que los niveles de glucosa en sangre en ayunas elevados deberían superar los 100 mg/dL.

No se consideró necesario para cumplimentar el objetivo del estudio la distinción generalmente aceptada en cuanto a Prediabetes (entre 100 a 125 mg/dL) y Diabetes (superiores a 126 mg/dL).

### **Procedimiento de estudio**

En este estudio, se utilizó el glucómetro Walmart ReliOn para medir los niveles de glucosa en la sangre. Esto se logró tomando una pequeña muestra de sangre mediante una punción en el dedo. Posteriormente, esta muestra se colocó en una tira reactiva ReliOn, especialmente diseñada para este modelo de glucómetro. La tira reactiva se insertó en el glucómetro, y en cuestión de segundos, se mostró el resultado en la pantalla.

La variable "Resultados de las mediciones de glucosa" se evaluó en dos situaciones diferentes: primero, utilizando el glucómetro y, segundo, mediante una medición de laboratorio. Este enfoque permitió analizar la concordancia entre las mediciones y la capacidad del glucómetro para predecir los resultados de las mediciones de laboratorio. Es importante destacar que el glucómetro se utilizó como una herramienta de cribado inicial o tamizaje, mientras que la medición de laboratorio se consideró el diagnóstico definitivo o el estándar de referencia (Gold standard).

Para analizar la concordancia entre las mediciones, se empleó el software estadístico SPSS (versión 25) y se calculó el coeficiente Kappa de Cohen. Este coeficiente es una medida estadística utilizada para evaluar la consistencia o acuerdo entre dos o más observadores en diversos contextos. Representa la



proporción de acuerdo observado, teniendo en cuenta el acuerdo que podría deberse al azar. El valor del coeficiente Kappa oscila entre -1 y 1: un Kappa de 1 indica un acuerdo perfecto, un Kappa de 0 indica un acuerdo similar al esperado por casualidad y un Kappa menor que 0 señala un acuerdo inferior al esperado por casualidad. En resumen, un valor más alto de Kappa indica un mejor acuerdo entre los observadores.

## Resultados

La Tabla 1 presenta una tabla cruzada que compara los resultados de las mediciones de glucosa obtenidas mediante un glucómetro con los resultados de las mediciones de glucosa realizadas en un laboratorio clínico. Esta tabla permite analizar la concordancia entre las mediciones obtenidas de ambas fuentes y proporciona información importante sobre la precisión y la capacidad predictiva del glucómetro en comparación con las mediciones de laboratorio.

**Tabla 1-** Comparación de las mediciones de glucosa entre el glucómetro y el laboratorio clínico

Tabla cruzada Glucosa (Glucómetro) *Glucosa (Laboratorial)					
			Glucosa (Laboratorial)		Total
			Normal	Elevada	
Glucosa (Glucómetro)	Normal	Recuento	32	31	63
		% del total	23,2 %	22,5 %	45,7 %
	Elevada	Recuento	31	44	75
		% del total	22,5 %	31,9 %	54,3 %
Total		Recuento	63	75	138
		% del total	45,7 %	54,3 %	100,0 %

La Tabla 1 muestra que se evaluaron un total de 138 mediciones de glucosa en pacientes. Estas mediciones se distribuyeron en cuatro categorías diferentes, según los resultados obtenidos tanto con el glucómetro como con las mediciones de laboratorio: "Normal" (niveles normales de glucosa) y "Elevada" (niveles elevados de glucosa).

Para las mediciones categorizadas como "Normal" según el glucómetro, 32 de ellas (equivalente al 23,2 % del total) también se categorizaron como "Normal" mediante las mediciones de laboratorio. Esto indicó una concordancia entre el glucómetro y las mediciones de laboratorio en estas ocasiones.

Por otro lado, 31 mediciones (22,5 % del total) se categorizaron como "Normal" según el glucómetro, pero como "Elevada" según las mediciones de laboratorio. Esto sugirió que hubo discrepancias entre las dos fuentes de medición en estos casos.

Para las mediciones categorizadas como "Elevada" por el glucómetro, 44 de ellas (31,9 % del total) también se categorizaron como "Elevada" mediante las mediciones de laboratorio, lo que indicó concordancia.

Finalmente, 75 mediciones (54,3 % del total) se categorizaron como "Elevada" según el glucómetro, pero como "Normal" en las mediciones de laboratorio, lo que indicó discrepancias en estos casos.

En resumen, la Tabla 1 muestra que hubo cierta concordancia entre las mediciones de glucosa obtenidas con el glucómetro y las mediciones de laboratorio, pero también revela discrepancias en algunos casos. Esto indicó que el glucómetro puede proporcionar una estimación útil de los niveles de glucosa en sangre, pero no siempre coincide exactamente con las mediciones de laboratorio, que se consideran el estándar de referencia. La tasa de concordancia y discrepancia específica fue útil para evaluar la precisión del glucómetro en este contexto

particular.

Por su parte, la Tabla 2 presenta los resultados de las medidas de acuerdo entre las mediciones de glucosa realizadas con el glucómetro y las mediciones de laboratorio utilizando el coeficiente Kappa, el cual se utilizó para evaluar la concordancia entre las mediciones de glucosa obtenidas de las dos fuentes. Además, se proporciona información sobre el valor del coeficiente Kappa, el error estándar asintótico y la significación aproximada de los resultados.

**Tabla 2-** Medidas de concordancia entre el glucómetro y el laboratorio clínico utilizando el coeficiente Kappa de Cohen

Medidas simétricas					
		Valor	Error estándar asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada
Medida de acuerdo	Kappa	0,095	0,085	1,111	0,266
N de casos válidos		138			
a. No se presupone la hipótesis nula.					
b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.					

La Tabla 2 muestra los siguientes resultados relevantes de las medidas de acuerdo con la utilización del coeficiente Kappa de Cohen:

- Valor de Kappa: el valor del coeficiente Kappa de Cohen obtenido fue de 0,095. Fue un valor bajo, considerando que el coeficiente Kappa varía entre -1 y 1, donde 1 representa un acuerdo perfecto, 0 indica un acuerdo similar al esperado por casualidad y valores negativos indican un acuerdo peor que el esperado por casualidad.
- Error estándar asintótico: el error estándar asintótico asociado al valor de Kappa de Cohen fue de 0,085. Este valor proporcionó información sobre la precisión de la estimación del coeficiente Kappa.

En términos generales, el valor de Kappa de 0,095 sugirió que la concordancia entre las mediciones de glucosa obtenidas con el glucómetro y las mediciones de laboratorio fueron bastante bajas. Un valor de Kappa cercano a cero indica que el acuerdo entre las dos fuentes de medición es similar al que se esperaría por casualidad. Además, el valor de significación aproximada de 0,266 indicó que la diferencia entre las mediciones no fue estadísticamente significativa, lo que respaldó la baja concordancia observada.

En resumen, según el coeficiente Kappa y los resultados presentados en la Tabla 2, hubo una baja concordancia entre las mediciones de glucosa obtenidas con el glucómetro y las mediciones de laboratorio en este estudio.

La Tabla 3 presenta los resultados de las pruebas de Chi-cuadrado realizadas para evaluar la asociación entre las mediciones de glucosa obtenidas con el glucómetro y las mediciones de laboratorio. Estas pruebas se utilizaron para determinar si existía una relación significativa o asociación entre las dos fuentes de medición. Los resultados incluyeron varios valores de Chi-cuadrado, así como las significancias asintóticas y exactas, tanto bilaterales como unilaterales.

**Tabla 3-** Resultados de pruebas de Chi-cuadrado para evaluar la asociación entre el glucómetro y el laboratorio clínico en las mediciones de glucosa

Pruebas de Chi-cuadrado					
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,235 <sup>a</sup>	1	0,266		
Corrección de continuidad <sup>b</sup>	0,883	1	0,347		
Razón de verosimilitud	1,236	1	0,266		
Prueba exacta de Fisher				0,305	0,174
Asociación lineal por lineal	1,226	1	0,268		

N de casos válidos	138				
a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 28,76.					
b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2					

La Tabla 3 expone los resultados de las pruebas de Chi-cuadrado, las cuales no muestran una asociación estadísticamente significativa entre las mediciones de glucosa obtenidas con el glucómetro y las mediciones de laboratorio. Los valores de significación asintótica y exacta son mayores que el nivel de significación comúnmente utilizado (por ejemplo, 0,05), lo que indicó que no había evidencia sólida para afirmar una asociación significativa entre las dos fuentes de medición en este estudio.

En resumen, según los resultados de las pruebas de Chi-cuadrado presentados en la Tabla 3, no se encuentra una asociación significativa entre las mediciones de glucosa realizadas con el glucómetro y las mediciones de laboratorio en este estudio.

Es importante destacar que la confiabilidad de un glucómetro puede variar según el modelo específico y la calidad de las tiras reactivas utilizadas. Además, la elección del glucómetro ideal puede depender de las necesidades individuales de los pacientes y las preferencias personales.

## Discusión

Los autores del presente estudio consideran que la precisión de las mediciones de glucosa realizadas con glucómetros puede verse influenciada por varios factores. Algunos de los factores clave que podrían afectar la precisión de estas mediciones incluyen:

- **Calibración de los glucómetros:** los glucómetros deben estar adecuadamente calibrados para proporcionar mediciones precisas. Si no se calibran correctamente o si la calibración está desactualizada, las mediciones pueden ser inexactas.
- **Variabilidad biológica:** la respuesta de la glucosa en sangre puede variar de una persona a otra y en una misma persona en diferentes momentos del día. Los niveles de glucosa pueden verse influenciados por factores como la alimentación, el ejercicio, el estrés y otros aspectos de la salud. Esta variabilidad biológica puede afectar la precisión de las mediciones.
- **Muestra de sangre inadecuada:** la forma en que se obtiene la muestra de sangre para la medición también puede afectar la precisión. Si la muestra no se toma correctamente o si hay problemas con la muestra, como la presencia de burbujas de aire o contaminantes, las mediciones pueden ser incorrectas.
- **Calidad de las tiras reactivas:** las tiras reactivas que se utilizan en los glucómetros pueden variar en calidad. Si las tiras reactivas no son de alta calidad o si están vencidas, esto puede afectar la precisión de las mediciones.
- **Errores en la técnica de medición:** la forma en que se realiza la medición, como la limpieza del área de punción, la profundidad de la punción y la aplicación de la sangre en la tira reactiva, también puede influir en la precisión de las mediciones.
- **Condiciones ambientales:** las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad, pueden afectar la precisión de los glucómetros. Algunos dispositivos pueden ser sensibles a estas condiciones y dar lecturas erróneas si no se utilizan en el entorno adecuado.
- **Diferencias entre glucómetros:** no todos los glucómetros son iguales en

términos de precisión. Algunos modelos y marcas pueden tener características técnicas que los hacen más precisos que otros. Por lo tanto, la elección del glucómetro utilizado también puede ser un factor importante.

- Interferencias con medicamentos o sustancias: algunos medicamentos y sustancias pueden interferir con las mediciones de glucosa. Es importante tener en cuenta si los pacientes están tomando medicamentos que podrían afectar sus niveles de glucosa y considerar cómo esto podría influir en las mediciones.

En un estudio de concordancia entre mediciones de glucosa que se realiza con glucómetros y las mediciones de laboratorio, es esencial tener en cuenta y controlar estos factores para determinar la precisión real de los glucómetros y comprender cómo pueden influir en la comparación de resultados.

Por otra parte, la elección de un glucómetro específico para un estudio de investigación o para el monitoreo de la glucosa puede depender de varios factores, incluyendo la disponibilidad en la región, el presupuesto y las preferencias personales. Algunos ejemplos de glucómetros se utilizan frecuentemente y son reconocidos por su calidad y confiabilidad son:

- Accu-Chek: la marca Accu-Chek ofrece una variedad de modelos de glucómetros, como Accu-Chek Guide y Accu-Chek Aviva, que se reconocen por su precisión y facilidad de uso. Estos glucómetros suelen recibir buenas críticas por su confiabilidad.
- OneTouch: los glucómetros de OneTouch, como OneTouch Verio y OneTouch Ultra, son populares y ampliamente utilizados. Estos dispositivos suelen ser fiables y tienen una larga historia en el mercado.
- FreeStyle: los glucómetros FreeStyle, como FreeStyle Libre y FreeStyle Precision Neo, son conocidos por su precisión y comodidad. FreeStyle Libre,

en particular, es conocido por su sistema de monitoreo continuo de glucosa.

- Contour: los glucómetros Contour, como el Contour Next One, son reconocidos por su precisión y facilidad de uso. También ofrecen características adicionales, como la capacidad de conectividad con aplicaciones móviles.
- Bayer: la marca Bayer ofrece glucómetros como el Bayer Contour Plus que suelen ser fiables y precisos. También ofrecen una variedad de opciones para satisfacer las necesidades de los usuarios.
- Glucomen: los glucómetros de la marca Glucomen, como Glucomen Areo, son conocidos por su precisión y facilidad de uso. Son populares en algunas regiones europeas.
- iHealth: iHealth ofrece dispositivos de monitoreo de glucosa en sangre, como iHealth Align y iHealth Smart, que son apreciados por su portabilidad y conectividad con aplicaciones móviles.

Es importante mencionar que la mayoría de las marcas de glucómetros en el mercado tienen altos estándares de calidad y están sujetas a regulaciones estrictas para garantizar su precisión y seguridad. Sin embargo, en la industria de los dispositivos médicos, es posible que surjan problemas ocasionales con ciertos modelos o marcas.

El glucómetro Walmart ReliOn que se emplea en este estudio, es una marca propia de Walmart que ofrece dispositivos de monitoreo de glucosa a un precio más económico en comparación con algunas marcas líderes en el mercado. Sin embargo, este estudio no se cuestiona la calidad de la misma por las diferencias encontradas en relación a las mediciones del laboratorio, pues como aquí se explica, la precisión de las mediciones de glucosa realizadas con glucómetros puede verse afectada por varios aspectos.



Precisamente, para determinar cuál es el glucómetro más confiable en un estudio de investigación específico, se pueden realizar pruebas de precisión y concordancia utilizando métodos como el coeficiente Kappa. También es importante consultar con profesionales de la salud y considerar las recomendaciones de las autoridades sanitarias locales para garantizar que se elija un dispositivo confiable y adecuado para el propósito del estudio.

Los autores consideran que el presente estudio es importante, actual y pertinente porque la diabetes y los problemas relacionados con el control de la glucosa son cuestiones de salud pública significativas a nivel mundial. Un estudio que evalúa la precisión de las mediciones de glucosa en un grupo demográfico específico, como estudiantes universitarios, puede arrojar luz sobre la efectividad de los dispositivos que se utilizan para el monitoreo de la diabetes, lo que es relevante para la salud de la población en general.

Además, los estudios que se realizan en diferentes poblaciones pueden proporcionar información valiosa sobre cómo las características demográficas y genéticas pueden influir en la concordancia entre las mediciones de glucosa. Esto es especialmente importante en un país multiétnico como Ecuador, que tiene diferencias en la respuesta a las mediciones de glucosa en comparación con otros lugares del mundo.

Los autores opinan que los glucómetros son ampliamente utilizados por pacientes con diabetes para el automonitoreo de la glucosa en sangre. Por lo tanto, es fundamental garantizar su precisión y comparabilidad con las mediciones de laboratorio, ya que esto puede afectar las decisiones de tratamiento y la calidad de vida de las personas con diabetes.

Asimismo, la investigación científica está en constante evolución, y es importante tener estudios actualizados que reflejen las tecnologías y las prácticas médicas

contemporáneas. Este estudio en estudiantes universitarios ecuatorianos proporciona datos actuales que pueden influir en la toma de decisiones clínicas y políticas de salud en el país. Además, contribuye al conocimiento científico en el campo de la medicina y la endocrinología, y sirve como base para investigaciones adicionales y mejoras en las prácticas clínicas.

En un estudio reciente llevado a cabo en Chile, se examinaron un total de 28 artículos y el foco principal de medición en estos artículos fue la glucemia, y se identifican cuatro tipos de dispositivos médicos para este propósito: glucómetros convencionales, glucómetros con puerto de infrarrojos, glucómetros con Bluetooth, modelos tipo Smart y monitores continuos de glucosa. Estos dispositivos, en conjunto con la tecnología digital, permiten la implementación de funciones específicas a través de dos plataformas digitales identificadas: aplicaciones móviles y sistemas en línea.<sup>(5)</sup>

En un estudio sobre diabetes tipo 2 (DM2) que se publica en 2021, se reconocen dos aspectos clave a partir de las experiencias compartidas por los participantes del estudio: la factibilidad y la utilidad. También se observa un tema relacionado con la creación de representaciones visuales a partir de los datos que se recopilan por dispositivos móviles. A pesar de enfrentar ciertos desafíos, las personas que padecen DM2 encuentran viable la utilización de múltiples dispositivos móviles para facilitar su participación en prácticas de autocontrol para manejar la enfermedad.<sup>(6)</sup>

Respecto a la medición de la glucemia, a pesar de que existen indicios preliminares alentadores, muchos usuarios abandonan el uso de soluciones basadas en la web debido a la carga que implica la introducción de datos, los costos no evidentes, la pérdida de interés y la falta de funciones completas. Las evaluaciones suelen enfocarse en la efectividad o el impacto y no tienen en cuenta las variables más

sutiles que pueden interactuar y contribuir al éxito o fracaso del resultado.<sup>(7)</sup>

Un tratamiento apropiado que apunte a mantener un estricto control de los niveles de glucosa en sangre reduce el riesgo de desarrollar complicaciones a largo plazo asociadas con la diabetes. Estas complicaciones incluyen accidente cerebrovascular isquémico, problemas como retinopatía, nefropatía, enfermedad coronaria, neuropatía, y enfermedad vascular periférica. El concepto de "control" de la enfermedad se refiere a un enfoque integral que engloba aspectos como la monitorización regular de los niveles de glucosa en sangre, la administración de insulina (ya sea mediante múltiples inyecciones diarias o el uso de una bomba de insulina), la utilización de medicamentos antihiper glucémicos, o la implementación de cambios en el estilo de vida, como una dieta adecuada y la actividad física.<sup>(8)</sup>

Las fluctuaciones en los niveles de glucosa pueden tener consecuencias adversas para el cuerpo. Se han propuesto diversas técnicas para la medición de la glucosa en sangre, aunque el enfoque enzimático se reconoce como el estándar más preciso, tanto para seres humanos como para animales. El Colegio de Patólogos Estadounidenses recomienda la utilización de glucómetros portátiles (PG), que son comúnmente empleados en la medicina humana debido a su simplicidad, asequibilidad y capacidad de proporcionar resultados de manera rápida.<sup>(9)</sup>

Los investigadores de este estudio creen que las limitaciones metodológicas tienen un impacto en la calidad de la atención médica en Ecuador.<sup>(10)</sup> El uso de herramientas estadísticas como el coeficiente Kappa de Cohen no es una excepción a estas limitaciones, lo que subraya la necesidad de que más investigadores y personal médico adquieran un conocimiento más profundo en el manejo de estas herramientas estadísticas.

Además, es importante tener en cuenta que los estudiantes de Medicina pueden enfrentar ciertas limitaciones en su formación en estadística. Por lo tanto,

resultaría interesante llevar a cabo un estudio estadístico neutrosófico<sup>(11)</sup> para evaluar el nivel de análisis de conocimiento de estos estudiantes en cuanto a la medición de la glucosa y de aplicaciones de inteligencia artificial (IA), lo que incluiría la comprensión de los protocolos pertinentes<sup>(12)</sup> y el desarrollo de sus habilidades de investigación en este campo.

Estas consideraciones se vinculan con los resultados del presente estudio en términos de la necesidad de mejorar en los estudiantes la formación y el conocimiento en técnicas de medición de glucosa y desarrollar investigaciones con enfoques neutrosóficos cuando los contenidos lo ameriten.<sup>(13)</sup>

Por último, es importante destacar que actualmente alrededor de 30 millones de ciudadanos estadounidenses padecen diabetes, y se proyecta que esta cifra aumente a casi 55 millones para el año 2030. Los sistemas de monitoreo continuo de glucosa (CGM) desempeñan un papel crucial al proporcionar a los pacientes información en tiempo real para gestionar su atención.<sup>(14)</sup> Además, los individuos con DM2 pueden obtener beneficios significativos de los programas de autocuidado respaldados por telemedicina, que ofrecen nuevas opciones tanto para el tratamiento como para la prevención de la progresión de la enfermedad.<sup>(15)</sup> Estos comentarios, en el contexto del presente estudio resultan relevantes, aunque es oportuno indicar que se necesita más seguimiento e investigación para evaluar la viabilidad y eficacia a mayor escala sobre esta línea de investigación.

## Conclusiones

Este estudio revela que existió una baja concordancia y una asociación no significativa entre las mediciones de glucosa realizadas con el glucómetro y las mediciones de laboratorio en la población de estudio de matriculados en la Carrera de Medicina (primer semestre) de la Universidad Regional Autónoma de los Andes,

ubicada en la ciudad de Ambato, Ecuador.

Esto indica que el glucómetro empleado no siempre ofrece mediciones precisas y exactas en comparación con las mediciones de laboratorio, que son consideradas el estándar de referencia. Es importante destacar que este aspecto es complejo y puede involucrar diversas causas más allá del funcionamiento del glucómetro, como se ha mencionado anteriormente. Por lo tanto, se recomienda ejercer precaución al depender exclusivamente del glucómetro para el diagnóstico o para tomar decisiones clínicas en pacientes con diabetes u otras condiciones relacionadas con los niveles de glucosa en sangre, manteniendo en mente la posibilidad de otras potenciales causas de discrepancias en las mediciones.

Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar múltiples factores y la necesidad de una supervisión médica adecuada en la gestión de la glucosa en pacientes.

## Referencias bibliográficas

1. Arias-Rivera S, Raurell-Torredà M, Fernández-Castillo RJ, Campos-Asensio C, Thuissard-Vasallo IJ, Andreu-Vázquez C, Rodríguez-Delgado ME. Blood glucose monitoring in critically ill adult patients: type of sample and method of analysis. Systematic review and meta-analysis. *Enferm Intensiva (Engl Ed)*. 2023 Jul 18:S2529-9840(23)00034-4. <https://doi: 10.1016/j.enfie.2023.02.002>.
2. Sachmechi I, Salam S, Amini M, Khan R, Spitznogle A, Belen T. Frequent Monitoring of Blood Glucose Levels via a Remote Patient Monitoring System Helps Improve Glycemic Control. *Endocr Pract*. 2023 Jun;29(6):441-447. <https://doi: 10.1016/j.eprac.2023.03.270>.
3. Bitew ZW, Alemu A, Jember DA, Tadesse E, Getaneh FB, Sied A, Weldeyannes M. Prevalence of Glycemic Control and Factors Associated With

Poor Glycemic Control: A Systematic Review and Meta-analysis. *Inquiry*. 2023 Jan-Dec;60:469580231155716. [https://doi: 10.1177/00469580231155716](https://doi:10.1177/00469580231155716).

4. Bertini A, Gárate B, Pardo F, Pelicand J, Sobrevia L, Torres R, Chabert S, Salas R. Impact of Remote Monitoring Technologies for Assisting Patients With Gestational Diabetes Mellitus: A Systematic Review. *Front Bioeng Biotechnol*. 2022 Mar 3;10:819697. [https://doi: 10.3389/fbioe.2022.819697](https://doi:10.3389/fbioe.2022.819697).

5. Lewinski AA, Vaughn J, Diane A, Barnes A, Crowley MJ, et al. Perceptions of Using Multiple Mobile Health Devices to Support Self-Management Among Adults With Type 2 Diabetes: A Qualitative Descriptive Study. *J Nurs Scholarsh*. 2021 Sep;53(5):643-652. [https://doi: 10.1111/jnu.12667](https://doi:10.1111/jnu.12667).

6. Desveaux L, Shaw J, Saragosa M, Soobiah C, Marani H, Hensel J, et al. A Mobile App to Improve Self-Management of Individuals With Type 2 Diabetes: Qualitative Realist Evaluation. *J Med Internet Res*. 2018 Mar 16;20(3):e81. [https://doi: 10.2196/jmir.8712](https://doi:10.2196/jmir.8712).

7. Bidonde J, Fagerlund BC, Frønsdal KB, Lund UH, Robberstad B. FreeStyle Libre Flash Glucose Self-Monitoring System: A Single-Technology Assessment [Internet]. Oslo, Norway: Knowledge Centre for the Health Services at The Norwegian Institute of Public Health (NIPH); 2017 Aug 21. Report from the Norwegian Institute of Public Health No. 2017-07. PMID: 29553668.

8. Helayel MA, Cunha NC, Moron SE, Silva PC, Unha IM, Chenard MG, et al. Comparação analítica entre resultados da glicemia em bovinos obtidos com glicosímetro portátil vs método enzimático. *Acta Scientiae Veterinariae*. 2020; 48:1734.

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/225058/1/Comparacao-analitica.pdf>

9. González Chico MG, Hernández Bandera N, Blacksmith Loop S, Laica

Sailema N. Evaluación de la Relevancia de la Atención Médica Intercultural.

Muestreo Neutrosófico. Neutrosophic Sets and Systems. 2021;44(1):46.

Disponible en: [https://digitalrepository.unm.edu/nss\\_journal/vol44/iss1/46](https://digitalrepository.unm.edu/nss_journal/vol44/iss1/46)

10. Cisneros Zúñiga CP, Jiménez Martínez RC, Ricardo Velázquez M, Andrade Santamaría DR. Inteligencia artificial: desafíos para el marco normativo laboral ecuatoriano. Rev Univ Soc. 2021;13(Supl 3):340-345.

11. Jaramillo MN, Chuga ZN, Hernández CP, Lits RT. Análisis multicriterio en el ámbito sanitario: selección del sistema de triaje más adecuado para las unidades de atención de urgencias en Ecuador. Rev Investig Oper. 2022;43(3):316-324.

12. Smarandache F, Estupiñán Ricardo J, González Caballero E, Leyva Vázquez MY, Batista Hernández N. Delphi method for evaluating scientific research proposals in a neutrosophic environment. Neutrosophic Sets and Systems. 2020;34(1). Disponible en:

[https://digitalrepository.unm.edu/nss\\_journal/vol34/iss1/26](https://digitalrepository.unm.edu/nss_journal/vol34/iss1/26)

13. Isaacson B, Kaufusi S, Sorensen J, Joy E, Jones C, Ingram V, et al. Demonstrating the Clinical Impact of Continuous Glucose Monitoring Within an Integrated Healthcare Delivery System. J Diabetes Sci Technol. 2022 Mar;16(2):383-389. [https://doi: 10.1177/1932296820955228](https://doi:10.1177/1932296820955228).

14. von Storch K, Graaf E, Wunderlich M, Rietz C, Polidori MC, Woopen C. Telemedicine-Assisted Self-Management Program for Type 2 Diabetes Patients. Diabetes Technol Ther. 2019 Sep;21(9):514-521. [https://doi: 10.1089/dia.2019.0056](https://doi:10.1089/dia.2019.0056).