

Determinación de concentraciones de fructosamina sérica en pacientes diabéticos tipo 2 del municipio de Moniquirá, Boyacá

Determination of serum fructosamine concentrations in type 2 diabetic patients from the municipality of Moniquirá, Boyacá

Guisell Mariana Pérez Rozo^{1,a}, Aleida Eliana Rozo Ortiz^{2,a,b}, Astrid Maribel Aguilera Becerra^{3,a}, Darney Albeiro Londoño Atehortúa^{4,a}, Víctor Manuel Buitrago Lara^{5,a}, Natalia Ramírez Sánchez^{6,a}, Nadia Catalina Alfonso Vargas^{7,a}, Laura Ximena Ramírez López^{8,a}

Resumen

Introducción. La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) constituye un problema de salud pública. Para su seguimiento, se utiliza la hemoglobina A1c (HbA1C); sin embargo, esta presenta desventajas en pacientes con alteraciones en la hemoglobina. Por otro lado, la fructosamina permite evaluar la glicación de todas las proteínas presentes en el suero, reflejando los valores de glucemia de las últimas 2-3 semanas. Este biomarcador puede ser utilizado en el control glucémico de pacientes con DM2. **Objetivo.** Establecer las concentraciones de fructosamina sérica en pacientes con DM2 del municipio de Moniquirá, Boyacá y asociaciones de su elevación con factores sociodemográficos. **Metodología.** Estudio analítico de corte transversal, con una muestra de 53 participantes que fueron canalizados en una institución de segundo nivel de complejidad de Moniquirá. Se les aplicó un cuestionario de información sociodemográfica y una encuesta clínica. Se determinaron las concentraciones séricas de fructosamina, glucosa, proteínas totales y albúmina. Se evaluó la asociación entre la fructosamina y las variables sociodemográficas de interés y se estimaron razones de disparidad (OR) con intervalos de confianza (IC) del 95%. **Resultados.** El 62,3% de la población fueron mujeres y el 37,7% hombres; todos mostraron concentraciones elevadas

1. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2680-578X>

2. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0342-4188>

3. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2892-6916>

4. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6015-7707>

5. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0665-7570>

6. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5244-8031>

7. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6388-5796>

8. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3585-3797>

a. Universidad de Boyacá, Tunja, Colombia.

b. E.S.E Hospital Regional de Moniquirá, Moniquirá, Colombia.

Autor de correspondencia: Laura Ximena Ramírez López - lauramirez@uniboyaca.edu.co

de fructosamina. Se encontró asociación positiva significativa en el grupo de participantes con fructosamina por encima de la media poblacional (>776 mmol/L) y el estado civil soltero (OR=3.83; IC95%=1,22-11,98). **Conclusiones.** Se propone la fructosamina como un biomarcador útil para el seguimiento a corto plazo de los pacientes diabéticos.

Palabras clave: Fructosamina (33025), Hemoglobina Glucada (22190), Diabetes Mellitus Tipo 2 (3946).

Abstract

Introduction. Type 2 diabetes mellitus (T2DM) constitutes a public health problem. Hemoglobin A1c (HbA1C) is used for its monitoring; however, it has disadvantages in patients with hemoglobin alterations. On the other hand, fructosamine allows for the evaluation of glycation of all proteins present in the serum, reflecting blood glucose levels over the past 2-3 weeks. This biomarker can be used in the glycemic control of patients with T2DM.

Objective. To establish serum fructosamine concentrations in patients with T2DM in the municipality of Moniquirá, Boyacá, and to explore associations between elevated fructosamine levels and sociodemographic factors. **Methodology.** An analytical cross-sectional study was conducted with a sample of 53 participants who were referred to a second-level complexity institution in Moniquirá. A sociodemographic information questionnaire and a clinical survey were administered. Serum concentrations of fructosamine, glucose, total proteins, and albumin were determined. The association between fructosamine and the sociodemographic variables of interest was evaluated, and odds ratios (OR) with 95% confidence intervals (CI) were estimated. **Results.** 62.3% of the population were women and 37.7% were men; all showed elevated fructosamine concentrations. A significant positive association was found in the group of participants with fructosamine above the population mean (>776 mmol/L) and the single marital status (OR=3.83; 95% CI=1.22-11.98). **Conclusions.** Fructosamine is proposed as a useful biomarker for the short-term monitoring of diabetic patients.

Keywords: Fructosamine (33025), Glycated Hemoglobin (22190), Type 2 Diabetes Mellitus (3946).

Introducción

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) constituye un importante problema de salud pública que forma parte de las enfermedades no transmisibles (ENT) (1) y ocupa el quinto lugar como causa de muerte en personas de 30 a 70 años; además, es la quinta causa de años de vida ajustados por discapacidad en el país (2).

Esta enfermedad cobra importancia en el ámbito regional, pues para 2022 en Boyacá se reportaron 16.601 individuos entre 18 y 69 años que padecen diabetes (3), equivalentes al 1,8% del total de la población en ese grupo etario. Por otro lado, según el Análisis de Situación de Salud (ASIS) para el municipio de Moniquirá, la prevalencia de diabetes fue de 3,2% (4) cifra similar a la prevalencia nacional de 3,6% (5).

Una falta de adherencia al tratamiento en la diabetes conlleva a complicaciones agudas y crónicas, que aumentan la frecuencia de hospitalizaciones y consultas (6); estas incluyen ceguera, amputaciones de extremidades inferiores, daños renales y cardíacos (7), las cuales son caracterizadas por provocar disfunción y fallo en diferentes órganos (8). De acuerdo con investigaciones realizadas en Colombia, la tasa de adherencia en pacientes diabéticos va desde el 68% hasta el 79% (6).

En la actualidad, la Asociación Americana de Diabetes (ADA) 2024 indica que el diagnóstico de cualquier tipo de diabetes se realiza a través de pruebas de sangre realizadas en el laboratorio clínico. Los exámenes diagnósticos utilizados para la diabetes mellitus incluyen: la glucemia plasmática en ayunas (126 mg/dl o más), la prueba de tolerancia oral a la glucosa (200 mg/dl o más) y la medición de HbA1c (6,5% o más) (9).

De otra parte, para el seguimiento de los pacientes diabéticos y monitorear su tratamiento también se hace uso de biomarcadores, siendo el más usado la hemoglobina A1c o hemoglobina glicosilada (HbA1C), que mide los niveles de glucosa de los últimos 2 o 3 meses (10); además, al ser uno de los componentes principales de la hemoglobina en los glóbulos rojos, refleja cambios debido a la condensación de la glucosa en la porción N-terminal de la cadena beta de la hemoglobina A (11). Sin embargo, una de las desventajas de esta prueba es que su uso no es recomendable en personas que padecen hemoglobinopatía C, hemoglobinopatía S-C, anemia de células falciformes (12), talasemias, que afectan al rededor del 7% de la población (13) y anemias graves, especialmente las originadas por la deficiencia de hierro (14). La medición de la HbA1c tampoco es recomendable en casos de aumento en el recambio de glóbulos rojos (15), es decir, cuando un hematíe por

diferentes causas tiene una vida menor a los 120 días. Esta situación se debe a que son enfermedades en las que se experimentan condiciones que afectan la estructura y producción de la hemoglobina (16), generando así alteraciones en los resultados.

Adicionalmente, la ADA ha considerado otros biomarcadores, como la fructosamina y la albúmina glicada, que son medidas alternativas de hiperglucemia crónica que están aprobadas para uso clínico para monitorear el control glucémico en personas con diabetes (17).

En el caso de la fructosamina, esta se forma a partir de la glucosilación de varias proteínas, incluida la albúmina, y a diferencia de la HbA1c, refleja el control de la glucemia durante un período más corto, aproximadamente de 2 a 3 semanas (18).

Investigaciones han concluido que, dado que la tasa de glicación de la albúmina es nueve veces mayor que la de la hemoglobina, es probable que la fructosamina sea más sensible a los factores que influyen en la glicación en comparación con la HbA1C (19). Además, las concentraciones de fructosamina y HbA1C están significativamente correlacionados entre sí; por lo que, la fructosamina puede ser utilizada como un biomarcador alternativo para la evaluación del control glucémico en diabéticos tipo 2, especialmente cuando los valores de HbA1C se encuentran alterados (20).

Teniendo en cuenta que la ADA ha recomendado la fructosamina para seguimiento de la diabetes y que en el país existen pocas investigaciones al respecto, el objetivo de esta investigación fue determinar las concentraciones de fructosamina sérica en pacientes diabéticos tipo 2 del municipio de Moniquirá, Boyacá.

Materiales y métodos

Se trató de un estudio analítico de corte transversal. Utilizando el programa OpenEpi, se estableció una muestra de 53 participantes, con una población de 16.820 personas mayores de 18 años que habitan el municipio de Moniquirá (21), una prevalencia estimada de diabetes del 3,2% para el municipio de Moniquirá (4), un porcentaje de pérdida del 10% y un límite de confianza del 95%. Este estudio tuvo aprobación del Comité de Bioética de la Universidad de Boyacá.

Los participantes fueron canalizados en un laboratorio clínico de una institución de segundo nivel de complejidad del municipio de Moniquirá, Boyacá; inicialmente se realizó un proceso de sensibilización y se les invitó a participar en el estudio, mencionando los alcances del mismo. Una vez los individuos aceptaban participar, firmaron un consentimiento informado y se les aplicó un cuestionario estructurado de información sociodemográfica y una encuesta

de libre acceso sobre sus actividades diarias (22), como la frecuencia de ejercicio, el plan de alimentación y las posibles complicaciones relacionadas con la DM2 que puedan afectar su rutina.

La muestra de sangre venosa fue tomada previo ayuno de 8-10 horas por una profesional en Bacteriología. Dichas muestras fueron centrifugadas a 400 gravedades por 5 minutos y los sueros obtenidos se transportaron bajo las normas de triple embalaje (23) a la ciudad de Tunja para su procesamiento en un laboratorio clínico particular.

Se determinaron las concentraciones séricas de fructosamina, glucosa, proteínas totales y albúmina con controles de calidad y reactivos Biosystems ®, en el equipo automatizado de química sanguínea A-15 de la misma casa comercial. Se consideró el resultado de la hemoglobina A1c proporcionado por la historia clínica del paciente, a fin de relacionarlo con los resultados de glucemia y fructosamina.

Como criterios de inclusión se consideró el diagnóstico previo con DM2 y tener un resultado de HbA1c realizada en un periodo no mayor a seis meses. Se excluyeron pacientes que no tuvieran ayuno previo (de 8 a 10 horas), con menos de 7 horas de descanso y aquellos individuos que tuvieran enfermedades como demencia en adultos diabéticos (24), cirrosis hepática, síndrome nefrótico, mieloma múltiple y

enteropatías con pérdida de proteínas (25), esto último debido a que estas enfermedades pueden afectar la concentración de fructosamina sérica.

Con los resultados de los biomarcadores obtenidos se realizaron pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk) (26) con un nivel de significancia de $p < 0,05$. Los datos obtenidos de las encuestas se sistematizaron y analizaron con IBM SPSS Statistics 28. Las variables sociodemográficas categóricas se describieron mediante frecuencias y proporciones, mientras que para las variables continuas se calcularon medias y desviaciones estándar si seguían distribución normal y con medianas y rangos intercuartílicos si seguían una distribución no normal. Para evaluar la asociación entre la fructosamina y las variables sociodemográficas de interés, se tuvieron en cuenta los participantes que tuvieron resultados por encima de la media del biomarcador y se estimaron razones de disparidad (OR) con intervalos de confianza (IC) del 95%.

En este estudio la determinación de proteínas totales y albúmina permitió establecer el correcto resultado de la fructosamina, ya que en dado caso de que estos parámetros estuvieran alterados, la fructosamina también se vería afectada (27,28).

Resultados

De los 53 participantes, 33 fueron mujeres (62,3%) y 20 hombres (37,7%). De otra parte, la edad no siguió una distribución normal, por lo que se evidenció una mediana

de 67 años y un rango intercuartílico de 16. En la tabla 1 se detallan las características sociodemográficas.

Tabla 1. Características sociodemográficas de la población de estudio

Características	n	%	
Sexo	Femenino	33	62,3
	Masculino	20	37,7
Estado civil	Unión libre	7	13,3
	Soltero/a	12	22,6
	Casado/a	20	37,7
	Separado/a	2	3,8
	Viudo/a	12	22,6
Estrato socioeconómico	Uno	19	35,8
	Dos	11	20,8
	Tres	6	11,4
	Cuatro	4	7,5
	Sin clasificación	13	24,5
Área de residencia	Rural	27	50,9
	Urbana	26	49
Escolaridad	Ninguna	3	5,7
	Preescolar	1	1,9
	Primaria	30	56,6
	Secundaria	11	20,7
	Universidad	8	15,1
Régimen de afiliación	Subsidiado	27	50,9
	Contributivo	26	49

En relación con los resultados de los biomarcadores, el 100% de los participantes mostraron concentraciones elevadas de fructosamina, por encima del intervalo

biológico de referencia utilizado (29). En relación con la HbA1c, el 79,2% de los pacientes registraron un resultado superior a 6,5%, el 13,2% obtuvo un resultado

superior a 5,7%, y el 7,5% tuvo valores inferiores a 5,7%. (Tablas 2 y 3). En la

Figura 1 se presenta el estado glucémico de la población de estudio.

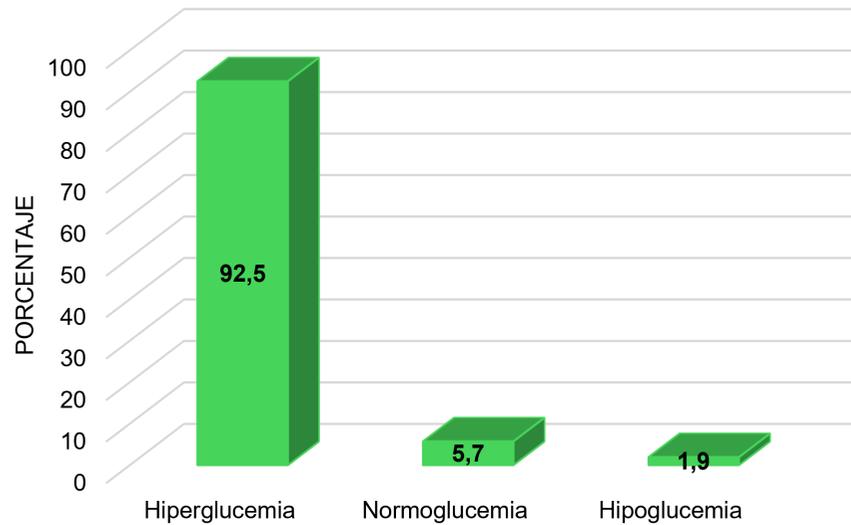


Figura 1. Estado glucémico de la población de estudio.

Tabla 2. Biomarcadores con distribución no normal

	Proteínas totales (g/L)	Glucosa mg/dL	HbA1c (%)
Intervalo biológico de referencia	64-83	70-100	<5,7
Valor mínimo	60	51	5,3
Valor máximo	111	338	15,3
Mediana	76	141	7,2
Rango intercuartílico	8	65	2,25

Tabla 3. Biomarcadores con distribución normal

	Fructosamina (μmol/L)	Albúmina (g/L)
Intervalo biológico de referencia	205-285	35-50
Valor mínimo	570	34
Valor máximo	1330	49
Media	776	38,9
Desviación estándar	148.8	2,98

Se encontró una asociación positiva significativa en el grupo de participantes con concentraciones de fructosamina por encima de la media poblacional (>776 mmol/L) y el estado civil soltero (OR=3.83; IC95%=1,22-

11,98). Sin embargo, no se observaron asociaciones estadísticamente significativas respecto a las demás variables evaluadas. Los resultados de estas asociaciones se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Factores asociados con el aumento de fructosamina

Característica		Fructosamina >776 mmol/L	OR crudo (IC 95%)
Edad	68-91 años	11	1,27 (0,43-3,76)
	39-67 años	14	
Escolaridad	Educación superior	3	1,59 (0,34- 7,48)
	Sin educación o educación básica	22	
Estado civil	Sin pareja	8	3,83 (1,22-11,98)
	Con pareja	17	
Ocupación	Desempleado	14	2,36 (0,73-7,55)
	Empleado	11	
Estrato socioeconómico	Bajo (1-2)	20	1,15 (0,29-4,55)
	Alto (3-4)	5	
Procedencia	Rural	10	2,31 (0,77-6,98)
	Urbana	15	
Régimen de afiliación	Subsidiado	11	1,7 (0,57-5,03)
	Contributivo	14	

Según los datos recopilados en las encuestas sobre los hábitos de los pacientes, se observó que el 57% de los participantes no siguen una alimentación adecuada ni cumplen estrictamente con su plan dietario. De igual manera, se observó que el 30% de los participantes no están siguiendo su tratamiento adecuadamente.

Discusión

La fructosamina es un biomarcador con diversos beneficios que permite tener un control más preciso de los pacientes diabéticos. Sus ventajas se centran en que es una prueba de bajo costo, refleja los valores de glucemia de las últimas 2-3 semanas

y se puede utilizar en los pacientes con hemoglobinopatías (30). Esto último debido a que la glicación de las proteínas en el suero, principalmente la albúmina, no se verá afectada por las alteraciones o variantes de la hemoglobina (31). No obstante, es relevante considerar que los resultados de fructosamina pueden ser afectados por hepatopatías y enfermedades renales o de tiroides (30).

En este estudio, la fructosamina se encontró elevada en todos los participantes, lo cual se explica por su condición de diabéticos. Es normal encontrar estas elevaciones, ya que la diabetes implica un estado constante de hiperglucemia en los pacientes (32). Estos resultados se relacionan con un estudio realizado por Oliveira, *et al.* (33), en Brasil, en el año 2021, el cual sugiere que los niveles de fructosamina pueden usarse como indicadores del control metabólico en pacientes diabéticos, reflejando niveles promedio de glucosa.

Por otro lado, no se ha evidenciado literatura relacionada con los factores de riesgo para tener concentraciones elevadas de fructosamina, sin embargo, de acuerdo con los hallazgos de este estudio, en relación al estado civil se ha encontrado que las personas solteras tienen 3,83 veces más probabilidades de presentar niveles de fructosamina superiores a la media poblacional, siendo este el único factor de

riesgo que presentó significancia estadística. Este resultado está respaldado por un estudio realizado en Argentina por Tempestti *et al.* (34), en donde se concluye que existe una asociación significativa entre el sobrepeso, la obesidad y los estilos de vida, estos últimos incluyen la ausencia de pareja, lo cual se relaciona con una alimentación deficiente.

Cabe resaltar que los solteros tienen una mayor probabilidad de mantener malos hábitos que afectan los niveles séricos de fructosamina. Esto se relaciona con los resultados de un estudio realizado en España por Pujolar *et al.* (35), donde se afirma que los hombres solteros y los separados/divorciados presentan los mayores gradientes sociales. Esta situación se debe posiblemente a la desventaja respecto a los casados en términos de apoyo familiar y social, el mantenimiento de conductas no saludables y una menor motivación para el seguimiento terapéutico de la diabetes mellitus.

Las demás características sociodemográficas asociadas a las elevaciones de fructosamina por encima de la media del biomarcador no mostraron significancia estadística, sin embargo, las personas mayores podrían tener más elevaciones. Este resultado se vincula con un estudio realizado en China por Peng *et al.* (36), que sostiene una correlación entre los niveles séricos de fructosamina y la edad, atribuyendo esta relación a la posible

contribución de la inflamación crónica asociada al envejecimiento en la aceleración del catabolismo de la albúmina.

Por lo anterior, dado que la mayoría de los pacientes pertenecían al grupo de adultos mayores, los resultados obtenidos están vinculados con el proceso de envejecimiento, un fenómeno universal e inevitable que conlleva cambios biológicos que afectan el estilo de vida de los pacientes. El grado de afectación en los adultos mayores está determinado por el nivel de actividad física que hayan mantenido a lo largo de su vida, lo cual incide en la aparición de enfermedades crónicas como la DM2 (37).

En lo que respecta a la escolaridad, los resultados se relacionan con un estudio realizado en Chile por Vilugrón *et al.* (38), donde se argumenta que los estudiantes con acceso a educación superior tienden a adoptar hábitos alimenticios deficientes, influidos por entornos universitarios poco saludables. En estos entornos, la disponibilidad predominante de comida rápida y alimentos envasados con alta densidad energética, grasas saturadas, sodio y azúcares, contribuye a un aumento de glicemia (38), por lo que también se ve reflejado un aumento de fructosamina.

En cuanto a la ocupación, de acuerdo con Moya y Chávez (39) en un estudio realizado en Estados Unidos, señalan que, dentro de la población estudiada, las personas desempleadas representan un grupo de riesgo sig-

nificativo en términos de inseguridad alimentaria, debido a sus hábitos alimenticios deficientes.

Asimismo, Reyes *et al.* (40) en una investigación realizada en Ecuador, establece que las personas de estrato socioeconómico bajo tienen un conocimiento limitado sobre alimentación saludable, actividad física y control del peso. Esto hace que esta población esté particularmente afectada en cuanto a la seguridad alimentaria, además de no contar con los recursos necesarios para acceder a ciertos alimentos; esto contribuye a un aumento de la glicación de la albúmina y por lo tanto a un aumento de la fructosamina.

En cuanto a la ruralidad, un estudio realizado en Colombia por Orozco *et al.* (41), encontró que los pacientes de zonas rurales tienden a preferir métodos curativos propios antes de acudir al médico. Además, en ocasiones, experimentan dificultades con la atención médica debido a limitaciones de tiempo, demoras en la asignación de citas y dificultades en la obtención de ciertos medicamentos.

En lo que respecta al régimen de afiliación, un estudio realizado en Colombia, por Gaitán *et al.* (42), menciona que en el país existen desigualdades sociales en salud que afectan a la población afiliada al régimen subsidiado en la ocurrencia de eventos de notificación obligatoria.

Del mismo modo, se ha demostrado que la HbA1c no es útil para evaluar la adherencia al tratamiento del paciente. Acorde con esto, De'Marziani y Elbert (15) en una investigación realizada en Argentina, concluyen que estimar el control glucémico a través de la HbA1c puede ser útil en la evaluación del riesgo en una población, pero no parece ser parámetro que pueda ser considerado para la orientación en el tratamiento individual en estadio avanzado para definir el perfil metabólico diario y poder proceder a la modificación terapéutica.

Lo anterior resalta la necesidad de buscar nuevas alternativas de seguimiento para los pacientes diabéticos. Además, es crucial atender aquellos que cuentan con dificultades para adherirse al tratamiento, ya que el manejo deficiente de esta enfermedad puede dar lugar a complicaciones graves que afectan la calidad de vida del paciente (43).

Desde esta perspectiva, según la literatura, la fructosamina emerge como una alternativa viable para el seguimiento de pacientes diabéticos, lo cual se relaciona con los resultados obtenidos en diversos estudios. En una investigación realizada en Brasil por Moura *et al.* (44), se concluyó que la fructosamina es efectiva en la evaluación de la glucemia en pacientes con DM2 que participan en un programa de ejercicio a corto plazo, ofreciendo así una alternativa a la evaluación tradicional mediante la HbA1c. Asimismo, los resultados de un estudio llevado a cabo en Italia por Danese *et al.* (45),

corroboran que biomarcadores adicionales como la fructosamina y la albúmina glicada están emergiendo como sustitutos de la HbA1c, especialmente en pacientes selectos en los que la medición de la HbA1c puede resultar sesgada o poco confiable.

De manera similar, un estudio realizado en Corea del Sur por Lee (46) sugirió que tanto la fructosamina como la albúmina glicada son herramientas útiles para el monitoreo del control glucémico a corto plazo. En otro estudio llevado a cabo en la India en 2019 por Goyal *et al.* (20), se llegó a la conclusión de que la fructosamina es una prueba simple y rápida de realizar, que puede utilizarse como un marcador alternativo a la HbA1c en la evaluación del control glucémico. Este hallazgo también se respalda con dos estudios más recientes. En primer lugar, un estudio realizado en Brasil por Toyoshima *et al.* (47), donde se afirmó que la fructosamina puede ser utilizada como biomarcador glucémico en personas con diabetes y cáncer, incluso en aquellas con anemia, hipoproteïnemia o que estén recibiendo quimioterapia. Por último, un estudio realizado en Filipinas por Chandran *et al.* (48) concluyó que la fructosamina muestra una correlación confiable con la HbA1c para el monitoreo del control glucémico en asiáticos del sudeste.

Resultados de estudios recientes como el realizado en India por Jyoti, *et al.* (49), reveló una relación significativamente positiva entre la HbA1c y la fructosamina,

confirmando así la utilidad diagnóstica de la fructosamina sérica.

Así mismo, Iqbal, *et al.* (50) en un estudio realizado en Emiratos Árabes, recomiendan la medición rutinaria de fructosamina en al menos una ocasión como parte de la evaluación de la prediabetes o la diabetes mellitus en poblaciones con una alta prevalencia de condiciones que afectan la vida útil de los eritrocitos.

Se propone a la fructosamina como un biomarcador útil para el seguimiento a corto plazo de los pacientes diabéticos, es necesario realizar más investigaciones para establecer intervalos biológicos de referencia poblacionales e identificar factores clínicos y sociodemográficos asociados a su elevación.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo brindado por la Universidad de Boyacá y por la E.S.E Hospital Regional de Moniquirá, Boyacá.

Declaración de conflicto de intereses

No existe conflicto de interés por parte de los autores.

Financiación

Este trabajo fue financiado por la Universidad de Boyacá y por contribuciones de los investigadores.

Referencias

1. Panamerican Health Organization. Enfermedades no transmisibles [Internet]; enero de 2023 [consultado el 18 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/enfermedades-no-transmisibles>
2. Ministerio de Salud y Protección social. Boletín de Prensa No 543 de 2022: En el Día Mundial de la Diabetes: Min Salud promueve prácticas de vida saludable [Internet]. Bogotá; 14 de noviembre de 2022 [consultado el 09 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/En-el-Dia-Mundial-de-la-Diabetes-MinSalud-promueve-praticas-de-vida-saludable.aspx>
3. Secretaría de Salud de Boyacá. Boyacá se une a la conmemoración del Día Mundial de la Diabetes, este 14 de noviembre [Internet]. Tunja; 11 de noviembre de 2022 [consultado el 18 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.boyaca.gov.co/boyaca-se-une-a-la-conmemoracion-del-dia-mundial-de-la-diabetes-este-14-de-noviembre/>.
4. ASIS. Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud, municipio de Moniquirá Boyacá.2020 [Internet]. Moniquirá: Alvarado Cuervo; 2020 [consultado el 18 de febrero de 2024]. Disponible en: https://www.boyaca.gov.co/SecSalud/images/Documentos/asis2020/asis_moniquira_2020.pdf
5. Fondo Colombiano de Cuentas de Alto Costo. Día mundial de la diabetes 2023 [Internet]. Bogotá: Jiménez Forero LA. 14 de noviembre de 2023 [consultado el 18 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://cuentadealtocosto.org/general/dia-mundial-de-la-diabetes-2023/>.
6. Trejo NX, Eraso JJ, Contreras HJ. Adherencia farmacológica de pacientes con diabetes mellitus en un programa de nefroprotección: una responsabilidad compartida. CES Medicina. 2020; 34: 3-13. DOI: <https://doi.org/10.21615/cesmedicina.34.1.1>
7. Asociación Americana de Diabetes. ¿Qué es la Diabetes? [American Diabetes Association]; 2020 [consultado el 09 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://diabetes.org/sites/default/files/2021-09/what-is-diabetes-SPANISH.pdf>

8. Jerez CI, Medina YA, Ortiz AS, González SI, Aguirre MC. Fisiopatología y alteraciones clínicas de la diabetes mellitus tipo 2. *Nova*. 2022; 20: 65-103. DOI: <https://doi.org/10.22490/24629448.6184>
9. Asociación Americana de Diabetes. Diabetes Research, Education, Advocacy ADA [Internet]. 2024 [consultado el 24 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://diabetes.org/espanol/diagnostico>
10. American Diabetes Association. A1C lo hace todo [Internet]. [consultado el 19 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://diabetes.org/espanol/entendiendo-la-a1c>
11. Bracho M, Stepenka V, Sindas M, Rivas Y, Bozo M, Duran A. Hemoglobina glicosilada o hemoglobina glicada, ¿Cuál de las dos? *Saber*. Diciembre de 2015; 27: 521-529. Scielo: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622015000400002&lng=es
12. Doumatey A, Feron H, Ekoru K, Zhou J, Adeyemo A, Rotimi C. Serum fructosamine and glycemic status in the presence of the sickle cell mutation. *Diabetes Res Clin Pract*. 2021;177: 108-918. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2021.108918>
13. Health Information from the National Library of Medicine. Hemoglobinopatía [MedlinePlus]. Florida: Todd Gersten; 25 de enero de 2022 [consultado el 19 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001291.htm#:~:text=Es%20un%20grupo%20de%20trastornos,la%20anemia%20drepanocítica%20y%20talasemia>.
14. Mannucci SM, Del Aguila CM, Rojas MI, Falen JM, Lu LR, Nuñez O, et al. Anemia due to iron deficiency and relationship with glycosylated hemoglobin levels in diabetic children. *Rev Peru Pediatr*. 2022; 01:10-5. DOI: <https://doi.org/10.61651/rped.2022v74n1p10-15>
15. De'Marziani G, Elbert AE. Hemoglobina glicada (HbA1C) Utilidad y limitaciones en pacientes con enfermedad renal crónica. *Nefrol Dial Traspl*. 2018; 38:65-83. Scielo: <https://www.revistarenal.org.ar/index.php/rndt/article/view/300/435>
16. Parra G, Colmenares N, Guevara H. Hemoglobina glicosilada como factor de riesgo en pacientes no diabéticos con ictus isquémico. *Universidad de Carabobo*. 2019; 03: 6-19. Redalyc: <https://www.redalyc.org/journal/3759/375967800003/html/>.
17. ElSayed NA, Aleppo G, Bannuru RR, Bruemmer D, Collins BS, Eckhlaespour L, et al. Diagnosis and Classification of Diabetes: Standards of Care in Diabetes 2024. *Diabetes Care*. 2023; 47: 20-42. DOI: <https://doi.org/10.2337/dc24-s002>
18. Organización Panamericana de la Salud. Guías ALAD de diagnóstico, control y tratamiento de la Diabetes Mellitus Tipo 2 [Internet]. 8 de octubre de 2009 [consultado el 09 de febrero de 2024]. Disponible en: https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/Guias_ALAD_2009.pdf
19. Vergès B, Rouland A, Baillot S, Brindisi M, Duvillard L, Simoneau I, et al. Increased body fat mass reduces the association between fructosamine and glycated hemoglobin in obese type 2 diabetes patients. *J Diabetes Investig*. 2020; 12: 619–624. DOI: <https://doi.org/10.1111/jdi.13383>
20. Goyal J, Das N, Kumar N, Raghav S, Singh P, Prasad K, et al. Comparative Evaluation of Fructosamine and HbA1c as a Marker of Glycemic Control in Type 2 Diabetes: A Hospital Based Study. *Int J Health Sci Res*. 2019; 9 :269-74. Research Gate: https://www.ijhsr.org/IJHSR_Vol.9_Issue.9_Sep2019/41.pdf
21. DANE. Proyecciones de población [Internet]; 2023 [consultado el 27 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
22. Robert Wood Johnson Foundation. Diabetes Initiative Tools: Assessment Instruments [Internet]; 2009 [consultado el 30 de marzo de 2024]. Disponible en: http://www.diabetesinitiative.org/resources/tools/documents/10-DEN-DiabetesProjectParticipationQuestionnaireEnrollmentForm2_web.pdf
23. Gobernación de Santander. Guía de embalaje y transporte de sustancias infecciosas del laboratorio departamental de salud pública de Santander [Internet]. 8 de septiembre de 2023 [consultado el 16 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://historico.santander.gov.co/intra/index.php/sig/finish/1084-manuales-instructivos-guias-planes-politicas-reglamentos/15869-guia-de-embalaje-y-transporte-de-sustancias-infecciosas>

24. Ministerio de Salud. Resolución 8430 de 1993 [Internet]. Bogotá. 1 de octubre de 1993 [consultado el 30 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
25. Innes KE, Selfe TK, Vishnu A. Association of fructosamine to indices of dyslipidemia in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Amp Metab Syndr*. 2011; 4:179-82. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2010.12.007>
26. Rani Das K. A Brief Review of Tests for Normality. *Am J Theor Appl Stat*. 2016; 1:5. DOI: <https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.12>
27. Cohen RM, Herman WH. Are glycated serum proteins ready for prime time? *Lancet Diabetes*. 2014; 04: 264-265. DOI: [https://doi.org/10.1016/s2213-8587\(14\)70003-8](https://doi.org/10.1016/s2213-8587(14)70003-8)
28. Rodríguez S, Rodríguez J, Camiña F. Corrected Fructosamine improves both correlation with HbA1C and diagnostic performance. *Clin Biochem*. 2017; 3:110-115. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2016.10.014>
29. Funell M. ¿Es fiable la A1c? *Nurs*. 2015; 1:9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nursi.2015.02.003>
30. Soler M, Timon M. ¿Qué pasa cuando el hba1c miente por defecto? *Butletí*. 2014; 32: 1-7. CamFic: http://gestorweb.camfic.cat/uploads/ITEM_6067_ART_253.pdf
31. Biosystems. Reactivos Biosystems Kit Fructosamina [Internet]; [consultado el 5 de mayo de 2024]. Disponible en: [https://www.biosystems.com.co/productos/reactivos/fructosamina-2x50ml-biosystems/#:~:text=Fructosamina%20es%20el%20nombre%20genérico,proteínas%20\(mayoritariamente%20la%20albúmina\)](https://www.biosystems.com.co/productos/reactivos/fructosamina-2x50ml-biosystems/#:~:text=Fructosamina%20es%20el%20nombre%20genérico,proteínas%20(mayoritariamente%20la%20albúmina)).
32. World Health Organization. Diabetes [Internet]; [consultado el 9 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/diabetes>
33. Oliveira L, Vinhaes A, Moreno L, Correia G. Estimation of Average Blood Glucose Values Based on Fructosamine Values. *Cold Spring Harbor Lab*. 2021; 1:1-8. DOI: <https://doi.org/10.1101/2021.07.25.453711>
34. Tempesti C, Gotthelf S, Alfaro S. Estilos de vida y estado nutricional en adultos de la provincia de salta. *Epidemiologia Salud Publica*. 2015; 4:137-142. BVS: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/12/967866/rsan_16_4_137.pdf
35. Pujolar A, Córdoba JA, Goicolea JI, Rodríguez GJ, Santos V, Mayoral E, et al. El efecto del estado civil sobre las desigualdades sociales y de género en la mortalidad por diabetes mellitus en Andalucía. *Endocrinol Diabetes Nutr*. 2018; 1:21-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.endinu.2017.10.006>
36. Peng YF, Wei YS. The relationships between serum fructosamine concentrations and lipid profiles in community-dwelling adults. *Sci Rep*. 2017; 7:1-5. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-07287-5>
37. Martínez JC, Loaiza JL, Ramos SA, Maury SC, Pájaro MC, Plaza KE. Calidad de vida en el adulto mayor con diabetes mellitus tipo II. *Salud Uninorte*. 2022; 02:302-315. DOI: <https://doi.org/10.14482/sun.37.2.618.36>
38. Vilugrón F, Fernández N, Ramírez C, Fuentes C. Variaciones en el estado nutricional, presión arterial y en los patrones dietéticos de jóvenes posterior al ingreso a la educación superior. *Rev Chil Nutr*. 2021; 2:203-212. DOI: <https://doi.org/10.4067/s0717-75182021000200203>
39. Moya EM, Chávez SM. Desempleo y bienestar en universitarios: inseguridad alimentaria. *Cuad Front*. 2021; 1:36-44. DOI: <https://doi.org/10.20983/cuadfront.2021.2de.6>
40. Reyes, C, Cevallos Z, Hidalgo B, Rosales P. Alimentación Saludable, Actividad Física y Enfermedades Asociadas en la Parroquia Tarquí de Manta, Ecuador. *Correo Cient Medico*. 2019; 4:1-14. Medigraphic: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1560-43812019000401333&script=sci_arttext&tlng=en
41. Orozco L, Giraldo A, Betancurth DP. Saberes populares en salud de las familias campesinas (Colombia). *Cult Cuid*. 2020; 58:154. DOI: <https://doi.org/10.14198/cuid.2020.58.14>
42. Hilarión L, Díaz D, Cotes K, Castañeda C. Desigualdades en salud según régimen de afiliación y eventos notificados al Sistema de Vigilancia (Sivigila) en Colombia, 2015. *Biomedica*. 2019; 4:737-747. DOI: <https://doi.org/10.7705/biomedica.4453>
43. Gomezcoello V, Caza M, Jácome E. Prevalencia De Diabetes Mellitus Y Sus Complicaciones En Adultos Mayores En Un Centro De Referencia. *Rev Medica Vozandes*. 2021; 2:49-55. Disponible en: <https://doi.org/10.48018/rmv.v31.i2.7>

44. Moura BP, Amorim PR, Silva BP, Franceschini SC, Reis JS, Marins JC. Effect of a short-term exercise program on glycemic control measured by fructosamine test in type 2 diabetes patients. *Diabetol Amp Metab Syndr*. 2014; 1:16. DOI: <https://doi.org/10.1186/1758-5996-6-16>
45. Danese E, Montagnana M, Nouvenne A, Lippi G. Advantages and Pitfalls of Fructosamine and Glycated Albumin in the Diagnosis and Treatment of Diabetes. *J Diabetes Sci Technol*. 2015; 2:169-176. DOI: <https://doi.org/10.1177/1932296814567227>
46. Lee JE. Alternative biomarkers for assessing glycemic control in diabetes: fructosamine, glycated albumin, and 1,5-anhydroglucitol. *Ann Pediatr Endocrinol Amp Metab*. 2015; 2:74. DOI: <https://doi.org/10.6065/apem.2015.20.2.74>
47. Toyoshima MT, Cukier P, Damascena AS, Batista RL, Correa FD, Kawahara EZ, et al. Fructosamine and glycated hemoglobin as biomarkers of glycemic control in people with type 2 diabetes mellitus and cancer (GlicoOnco study). *Clinics*. 2023; 78:1-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.clinsp.2023.100240>
48. Chandran K, Muah S, Shen L, Loon Tng E. Fructosamine and HbA1c: A Correlational Study in a Southeast Asian Population. *J ASEAN Fed Endocr Soc*. 2023; 39:1-5. DOI: 10.4137/BMI.S38440
49. Jyoti J, Sakarde A, Chafle J, Amle J, Sakhare V, Rathod BD. An Assessment of the Utility of Serum Fructosamine in the Diagnosis and Monitoring of Diabetes Mellitus. *Cureus*. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.33549>
50. Mohammed Iqbal C, Ashraf T, Buckley AJ. Fructosamine as a predictor of incident diabetic microvascular disease in a population with high prevalence of red cell disorders: a cohort study. *Diabetes Res Clin Pract*. 2023; 203:1-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2023.110873>

© 2024 – Guisell Mariana Pérez Rozo, Aleida Eliana Rozo Ortiz, Astrid Maribel Aguilera Becerra, Darney Albeiro Londoño Atehortúa, Víctor Manuel Buitrago Lara, Natalia Ramírez Sánchez, Nadia Catalina Alfonso Vargas, Laura Ximena Ramírez López.



Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Attribution (CC BY). Se permite el uso, distribución o reproducción en otros foros, siempre que se acredite al autor original y al propietario del copyright y se cite la publicación original en esta revista, de acuerdo con la práctica académica aceptada. No se permite ningún uso, distribución o reproducción que no cumpla con estos términos.