

“Asociación de la tasa de filtración glomerular estimada mediante la ecuación CKD-EPI 2021 con glucosa e IMC en población adulta de León, Guanajuato, México, 2025: estudio exploratorio en atención primaria.”

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRA EN ANÁLISIS CLÍNICOS**

Presenta:

Rebeca Paola Mendoza Lozano

Director de tesis:

Dr. Juan Manuel Vargas Morales

Co-Director de tesis:

Dra. Eunice Lares Villaseñor

Asesor de tesis:

BQ. Juan Del Toro Herrera

“Asociación de la tasa de filtración glomerular estimada mediante la ecuación CKD-EPI 2021 con glucosa e IMC en población adulta de León, Guanajuato, México, 2025: estudio exploratorio en atención primaria.”

Presenta:

Rebeca Paola Mendoza Lozano

COMITÉ TUTELAR:

Director de tesis:

Dr. Juan Manuel Vargas Morales

Co-Director de tesis:

Dra. Eunice Lares Villaseñor

Asesor de tesis:

BQ. Juan Del Toro Herrera

“ Asociación de la tasa de filtración glomerular estimada mediante la ecuación CKD-EPI 2021 con glucosa e IMC en población adulta de León, Guanajuato, México, 2025: estudio exploratorio en atención primaria.”

JURADO:

Presidente:

BQ. Juan Del Toro Herrera

Secretario:

Dra. Eunice Lares Villaseñor

Vocal:

Dr. Juan Manuel Vargas Morales

Asociación de la tasa de filtración glomerular estimada mediante la ecuación CKD-EPI 2021 con glucosa e IMC en población adulta de León, Guanajuato, México, 2025: estudio exploratorio en atención primaria. © 2026 by Rebeca Paola Mendoza Lozano is licensed under CC BY-NC-ND 4.0.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, en especial a mi madre, que tengo la fortuna de seguir teniendo a mi lado brindándome su guía y cariño, y a mi padre, que ahora me acompaña desde el cielo. Hoy sigo estudiando no solo para enorgulleclos sino porque en verdad me hace feliz hacerlo, tal como ellos me enseñaron. Gracias.

A mis profesores y compañeros, que me compartieron durante el curso tantos conocimientos formativos, experiencias y vivencias que me ayudaron a mejorar en mi vida profesional. Gracias.

A los coordinadores de la maestría Liborio Martínez Cruz y Juan Manuel Del Toro Herrera por haberme guiado desde el inicio de la maestría, a través de ella y hasta su conclusión con tanta amabilidad y profesionalismo. Gracias.

Al Dr. Juan Manuel Vargas Morales y a la Dra. Eunice Lares Villaseñor que confiaron en mi para desarrollar este proyecto, me guiaron pacientemente durante su elaboración y me ayudaron a concluirlo de manera exitosa. Gracias.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 ANTECEDENTES	11
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.3 JUSTIFICACIÓN	17
1.4 HIPÓTESIS	18
1.5 OBJETIVOS.....	19
1.5.1 <i>Objetivo general</i>	19
1.5.2 <i>Objetivos Específicos</i>	19
2. ANÁLISIS DE FUNDAMENTOS.....	20
2.1 MARCO CONCEPTUAL	20
2.2 MARCO CONTEXTUAL.....	23
2.3 MARCO NORMATIVO.....	24
2.4 MARCO TEÓRICO	25
3. METODOLOGÍA	43
3.1 TIPO DE ESTUDIO.	43
3.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO Y TIPO DE MUESTREO	43
3.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN	43
3.3.1 <i>Criterios de inclusión</i>	43
3.3.2 <i>Criterios de exclusión</i>	44
3.4 VARIABLES DE ESTUDIO	45
3.5 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	46
3.6 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	47
4. RESULTADOS.....	48
5. DISCUSIÓN.....	51
6. CONCLUSIONES.....	58
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categorías de TFG en ERC de acuerdo a la guía KDIGO 2024.....	27
Tabla 2. Comparación entre la TFG estimada y la TFG medida.....	31
Tabla 3. Principales fórmulas para TFG, sus limitaciones y variables.....	32
Tabla 4. Comparación de fórmulas CKD-EPI 2009 y 2021.....	34
Tabla 5. Clasificación de la obesidad según la OMS.....	39
Tabla 6. Principales mecanismos por los cuales la pobreza favorece el desarrollo de la enfermedad crónica.....	42
Tabla 7. Clasificación de variables para análisis del estudio.....	45
Tabla 8. Distribución porcentual de los factores sociodemográficos.....	48
Tabla 9. Características de las variables de estudio.....	48
Tabla 10. Prevalencia de la función renal y categorías de acuerdo al KDIGO.....	49
Tabla 11. Análisis de correlación bivariada entre TFGe y niveles de glucosa, IMC, edad, talla y sexo.....	49
Tabla 12. Relación entre el daño renal según el sexo, glucosa e IMC.....	50

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de calor de la tasa de mortalidad secundaria a enfermedad renal crónica en todas las edades y ambos sexos. Panorama mundial.	27
Figura 2.	A: Mapa de calor de mortalidad por enfermedad renal crónica con su intervalo de incertidumbre de 95% en 2021 en los diferentes estados de la República Mexicana en todas las edades y ambos sexos. B: Gráfica de barras de mortalidad por enfermedad renal crónica en 2021 en los diferentes estados de la República Mexicana en todas las edades y ambos sexos además de las causas de enfermedad renal crónica.	28
Figura 3.	Fórmula para calcular el aclaramiento renal.	30
Figura 4.	Evolución de las tasas de mortalidad y de años de vida saludable perdidos debido al índice de masa corporal elevado a nivel subnacional. México 1990 y 2021.	38
Figura 5.	Interacción de los factores de riesgo cardiovascular con la función renal.	41

ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

ASN: American Society of Nephrology – Asociación Americana de Nefrología.

AVAD: Años de Vida Ajustados por Discapacidad

AVISA: Años de Vida Saludable

CKD-EPI: Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration - Colaboración de Epidemiología de la Enfermedad Renal Crónica.

CyG: Cockcroft y Gault

DM: Diabetes Mellitus

DP: Diálisis Peritoneal

ERA: Enfermedad Renal Aguda

ERC: Enfermedad Renal Crónica

ERCT: Enfermedad Renal Crónica Terminal

ERD: Enfermedad Renal Diabética

FG: Filtrado Glomerular

HBA1c: Hemoglobina glicosilada

HD: Hemodiálisis

IMC: Índice de Masa Corporal

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

IRC: Insuficiencia Renal Crónica

KDIGO: Kidney Disease: Improving Global Outcomes - Enfermedad renal: Mejorando los resultados globales.

MDRD: Modification of Diet in Renal Disease - Estudio sobre la modificación de la dieta en enfermedad renal.

NFK: National Kidney Foundation – Fundación Nacional del Riñón

OMS: Organización Mundial de la Salud

PKC: Proteína kinasa C.

TFG: Tasa de Filtración Glomerular

TFGe: Tasa de Filtración Glomerular estimada

TR: Trasplante Renal

TRR: Terapia de Reemplazo Renal

RESUMEN

Antecedentes: La Enfermedad Renal Crónica (ERC) es un problema creciente de salud pública asociado con alta mortalidad y comorbilidades metabólicas. Diversos estudios internacionales han demostrado que la creatinina sérica aislada no es un indicador suficientemente sensible para detectar daño renal temprano, mientras que la Tasa de Filtración Glomerular estimada (TFGe), especialmente mediante la ecuación CKD-EPI, permite identificar alteraciones iniciales en la función renal. Investigaciones realizadas en Etiopía, Italia, Brasil, Guatemala y México muestran que la TFGe detecta mayor prevalencia de ERC y se asocia con factores como edad avanzada, hipertensión, obesidad, hiperglucemia y tiempo de evolución de la diabetes. Sin embargo, en México persisten pocos estudios locales que analicen la prevalencia de TFGe disminuida y su relación con factores metabólicos básicos en el primer nivel de atención.

Objetivo: Evaluar la asociación entre la TFGe (CKD-EPI 2021) y los niveles de glucosa e índice de masa corporal (IMC) en población adulta atendida en atención primaria en León, Guanajuato.

Metodología: Se realizó un estudio transversal y analítico con 99 pacientes adultos atendidos en la clínica UMF 47 de atención primaria en León entre 2024 y 2025. Se utilizaron datos clínicos de una base institucional que incluía mediciones de creatinina, glucosa, peso y talla. La TFGe se calculó mediante CKD-EPI 2021 y se clasificó de acuerdo con KDIGO 2024. Se aplicaron análisis descriptivos, correlaciones de Spearman, chi-cuadrado usando SPSS v21.

Resultados: La edad promedio fue 59.6 años; más del 55% presentó TFGe normal, 28% disminución leve y 15% de moderada a falla renal. El sexo femenino mostró en atención primaria una mayor probabilidad de daño renal ($OR > 5$; $p < 0.05$) que el sexo masculino. No se observó asociación significativa entre TFGe con glucosa ni IMC.

Conclusión: La TFGe calculada con CKD-EPI 2021 demostró ser una herramienta sensible para la detección temprana de daño renal en atención primaria. Aunque la glucosa e IMC no se asociaron con TFGe disminuida en esta muestra, el sexo femenino mostró ser un factor relevante. Se recomienda ampliar la investigación con muestras mayores y estudios longitudinales para fortalecer la evidencia sobre los determinantes de la ERC en pacientes que acuden a atención primaria.

Palabras clave: TFGe, CKD-EPI, enfermedad renal crónica, glucosa, IMC.

ABSTRACT

Background: Chronic Kidney Disease (CKD) is an increasing public health problem associated with high mortality and metabolic comorbidities. Numerous international studies have shown that serum creatinine alone is not a sufficiently sensitive indicator for detecting early renal damage, whereas the estimated Glomerular Filtration Rate (eGFR), particularly when calculated using the CKD-EPI equation, allows earlier identification of renal function impairment. Research conducted in Ethiopia, Italy, Brazil, Guatemala, and Mexico demonstrates that eGFR detects a higher prevalence of CKD and is associated with factors such as older age, hypertension, obesity, hyperglycemia, and duration of diabetes. However, in Mexico, local studies analyzing the prevalence of reduced eGFR and its relationship with basic metabolic factors at the primary care level remain limited.

Aim: To evaluate the association between eGFR (CKD-EPI 2021) and glucose levels and body mass index (BMI) in an adult population receiving primary care in León, Guanajuato.

Methodology: A cross-sectional analytical study was conducted with 99 adult patients attending a family medicine unit in León between 2024 and 2025. Clinical data from an institutional database, including serum creatinine, glucose, weight, and height, were used. eGFR was calculated using the CKD-EPI 2021 equation and classified according to KDIGO 2024 criteria. Descriptive analyses, Spearman correlations, and chi-square tests were performed using SPSS v21.

Results: The mean age was 59.6 years; over 55% presented normal eGFR, 28% mild reduction, and 15% moderate renal impairment. No significant association was found between eGFR and glucose or BMI. The only significant correlation was the negative relationship with age. Female sex showed a higher likelihood of renal impairment (OR > 5; $p < 0.05$) compared with males.

Conclusion: eGFR calculated using CKD-EPI 2021 proved to be a sensitive tool for early detection of renal impairment. Although glucose and BMI were not associated with reduced eGFR in this sample, age and female sex emerged as relevant factors. Further research with larger samples and longitudinal designs is recommended to strengthen evidence regarding the determinants of CKD.

Keywords: eGFR, CKD-EPI, chronic kidney disease, glucose, BMI.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En los últimos años se han realizado diversos estudios internacionales y nacionales que respaldan la utilidad de la Tasa de Filtración Glomerular estimada (TFGe) como herramienta más sensible que la creatinina sérica aislada para la identificación temprana de Enfermedad Renal Crónica (ERC).

En Etiopía, investigaciones realizadas en 2020 y 2024 (Taderegew, 2020; Gela et al., 2024; Adem et al., 2024) evaluaron la magnitud de la insuficiencia renal en pacientes con diabetes mellitus (DM) utilizando la TFGe calculada mediante las ecuaciones CKD-EPI y MDRD. Aunque se observaron diferencias en los resultados entre las fórmulas, ambas permitieron identificar a un mayor número de pacientes con daño renal en comparación con el uso exclusivo de creatinina sérica. Estos trabajos coincidieron en que los médicos no deben basarse únicamente en la creatinina para evaluar la función renal, sino que deben recurrir a la TFGe y recomendar su medición periódica para reconocer la ERC en etapas tempranas. Asimismo, señalaron factores asociados como la edad avanzada, la hipertensión arterial y la duración de la diabetes.

En Italia, Fiorentino y colaboradores, aplicaron la medición de TFGe en pacientes con hiperglucemia intermedia y DM tipo 2, concluyendo que esta herramienta es adecuada para detectar reducciones discretas en la función renal y aportar información clínica útil en fases iniciales (Fiorentino et al., 2025).

En Latinoamérica también se han desarrollado estudios relevantes. En Brasil, Fontela y colaboradores, compararon tres ecuaciones (Cockcroft-Gault, MDRD y CKD-EPI) junto con la creatinina sérica en pacientes diabéticos. Encontraron que todas las fórmulas estimadas detectaban una mayor prevalencia de ERC en comparación con la creatinina sérica sola, y reafirmaron el papel de la edad, el tiempo con la enfermedad y la glucosa elevada en el desarrollo de daño renal, (Fontela et al., 2014).

De manera similar, en Guatemala, en otro estudio utilizaron la ecuación CKD-EPI 2009 y la clasificación KDIGO (Kidney Disease: Improving Global Outcomes) para evaluar el riesgo de ERC en personas con diabetes. Identificaron que más de la mitad presentaba ya un riesgo moderado o mayor de ERC, lo cual evidenció la necesidad de implementar estrategias de detección temprana en países de bajos y medianos ingresos (Flood et al., 2018).

En México también existen reportes, aunque limitados que apoyan el uso de la TFGe. En concreto, en un estudio realizado en Puebla emplearon fórmulas como Cockcroft-Gault y MDRD junto con biomarcadores como microalbuminuria y depuración de creatinina, encontrando presencia de daño renal temprano incluso en pacientes con menos de cinco años de diagnóstico de diabetes (Ricardo et al., 2020).

Un estudio realizado en Toluca, Estado de México, por Espinosa y colaboradores calcularon la TFGe con la ecuación CKD-EPI y analizaron parámetros como glucosa, urea y proteinuria en pacientes con DM2, donde encontraron que el 21% presentaba función renal disminuida, lo cual coincidió con estudios previos al señalar que la creatinina aislada no es suficiente para un diagnóstico oportuno. Asimismo, recomendaron el cálculo de la TFGe al menos una vez al año desde el momento del diagnóstico en pacientes diabéticos (Espinosa Fuentes et al., 2022).

En otro estudio realizado en el estado de Morelos se aplicó la ecuación CKD-EPI para analizar predictores de la función renal en pacientes con condiciones subclínicas como obesidad, diabetes e hipertensión, pero sin diagnóstico de ERC. Se encontró que variables como el uso frecuente de antihipertensivos, la glucosa elevada y el colesterol alto se asociaron con una disminución de la función renal (Labra et al., 2020).

Por último, un estudio realizado en la Ciudad de México evaluó la ecuación CKD-EPI 2021, que elimina el coeficiente racial, en población mexicana y la comparó con la versión de 2009. Con datos de la ENSANUT (2016–2023), la ecuación de 2021 mostró una menor prevalencia de TFGe <60 ml/min/1.73 m² y reclasificó a una proporción relevante de adultos principalmente personas mayores y aquellas con hipertensión o diabetes hacia categorías más altas de TFGe, lo que redujo el número de individuos clasificados con TFGe baja. En el Estudio Prospectivo de la Ciudad de México, ambas ecuaciones presentaron un desempeño predictivo similar; sin embargo, la ecuación de 2021 mostró una ligera mejora en la predicción de mortalidad a 5 y 10 años. La reclasificación ascendente mediante CKD-EPI 2021 se asoció con un menor riesgo de mortalidad total, cardiovascular y renal, especialmente en individuos previamente clasificados en las categorías G3a a G5. En conjunto, la ecuación CKD-EPI 2021 reduce la prevalencia estimada de TFGe baja sin comprometer su utilidad pronóstica, lo que respalda su uso para el monitoreo de la salud poblacional en México (Ramírez-García et al., 2025).

En resumen, estos estudios demuestran que el uso de la TFGe, particularmente con la ecuación CKD-EPI-2021, permite una identificación más temprana y precisa del daño renal en comparación con la creatinina sérica. Además, se ha observado que factores como la glucosa elevada, la obesidad, la edad y el tiempo de evolución de la enfermedad son predictores importantes de una TFGe disminuida.

Desafortunadamente, los sistemas de salud de primer nivel del país actualmente no han podido generar e implementar una estrategia adecuada para la identificación e intervención temprana de la ERC, teniendo un sistema de atención complejo y fragmentado, causado principalmente por la falta de disponibilidad de herramientas para el diagnóstico temprano e interpretación adecuada de los resultados, la falta de tamizaje de pacientes con factores de riesgo, desconocimiento de la oportunidad que representan la prevención, diagnóstico y tratamiento oportuno para evitar las graves consecuencias; y la falta de sensibilidad y conocimiento de la magnitud e impacto de la ERC por parte del personal que toma las decisiones.

Para intentar combatir la llamada “epidemia” de la ERCT creciente en México, en 2017, (Cueto-Manzano et al., 2017) describieron el desarrollo de un plan de manejo para la ERC, en el que se definen cuatro pasos a seguir con todos los pacientes que acudan a consulta en atención primaria, que son: comprender el identificar la presencia de factores de riesgo para ERC en el paciente, realizar una evaluación clínica (que incluya la medición de presión arterial, creatinina sérica y la determinación de la TFG, entre otros), diagnosticar y clasificar al paciente; y crear un plan de manejo de acuerdo a su estadio. Si bien el plan descrito y con un enfoque multidisciplinario existe, la realidad en los sistemas de salud a nivel nacional es que difícilmente cumplen con los pasos descritos en éste.

1.2 Planteamiento del problema

La ERC constituye un problema de salud pública creciente a nivel mundial debido a su elevada prevalencia, impacto en la calidad de vida y asociación con complicaciones cardiovasculares y metabólicas. Para 2021, la Organización Mundial de la Salud (OMS) la identificó como una de las diez principales causas de defunción, acompañada muy de cerca por la diabetes mellitus (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2024). En México, la situación es similar de acuerdo con lo reportado por el INEGI INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2023) y aún más grave si se considera lo descrito por la OPS, que ubica tanto la ERC como la diabetes entre las cinco principales causas de mortalidad y discapacidad en la región (Organización Panamericana de la Salud, 2021).

En el caso específico del estado de Guanajuato, el INEGI reportó en 2023 que estas enfermedades también se encuentran dentro de las diez primeras causas de mortalidad INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2023).

En la práctica clínica habitual, la detección de la enfermedad renal se basa principalmente en la medición de creatinina sérica. Sin embargo, diversos estudios han demostrado que los valores aislados de creatinina no permiten un diagnóstico oportuno del daño renal. Por ello, se ha recomendado el cálculo de la TFG_e como una herramienta más sensible para la identificación y estadificación de la enfermedad renal en fases tempranas.

No obstante, en la mayoría de los hospitales, tanto en Guanajuato como en el resto del país, la TFG_e se utiliza principalmente en etapas avanzadas de la enfermedad, como criterio para decidir el inicio de terapias sustitutivas, tales como diálisis, hemodiálisis o trasplante renal. Además, no se cuenta con suficientes estudios locales que describan la prevalencia de disminución de la TFG_e ni que exploren de manera sistemática su asociación con factores metabólicos básicos como la glucosa y el IMC en el ámbito de atención primaria.

Esta falta de evidencia limita el diseño de intervenciones preventivas y estrategias de tamizaje oportuno que permitan identificar a sujetos en riesgo de desarrollar ERC antes de que la enfermedad progrese a etapas avanzadas.

En este sentido, surge las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuál es la prevalencia de una TFG con CKD-EPI 2021 disminuida? ¿Existe una asociación significativa entre la TFG estimada y los niveles de glucosa e índice de masa corporal en población adulta en atención primaria en León, Guanajuato?

1.3 Justificación

La ERC representa un desafío creciente para los sistemas de salud, no solo por su elevada prevalencia y mortalidad, sino también por el impacto que genera en la calidad de vida de los pacientes y en los costos asociados a su atención en etapas avanzadas. En este contexto, la detección oportuna del daño renal adquiere especial relevancia, ya que permite implementar intervenciones tempranas que pueden retrasar la progresión de la enfermedad y reducir la aparición de complicaciones cardiovasculares y metabólicas asociadas.

El cálculo de la TFG_e constituye una herramienta fundamental para la identificación temprana de la ERC. A diferencia de la medición aislada de creatinina sérica, la TFG_e permite una evaluación más precisa de la función renal, incluso en fases iniciales de daño renal. Además, su utilización no implica un costo adicional significativo, ya que se basa en parámetros de laboratorio que forman parte de la práctica clínica rutinaria en el primer nivel de atención. Por ello, la incorporación sistemática del cálculo de la TFG_e podría mejorar de manera sustancial la detección temprana de la ERC en población que acude periódicamente a servicios de atención primaria, favoreciendo el control oportuno de la enfermedad y la prevención de sus complicaciones.

A pesar de su relevancia clínica, en México la TFG_e continúa utilizándose principalmente en etapas avanzadas de la ERC, generalmente como criterio para la toma de decisiones relacionadas con el inicio de terapias sustitutivas, como la diálisis o el trasplante renal. Esta práctica limita el potencial preventivo de la herramienta y reduce las oportunidades de intervención temprana. Adicionalmente, existe escasa evidencia local que describa la prevalencia de una TFG_e disminuida en población adulta atendida en el primer nivel de atención, así como su relación con factores metabólicos básicos, como la glucosa y el IMC, los cuales son determinantes clave en el desarrollo y progresión de la ERC.

Otro aspecto relevante es la falta de estandarización en el uso de las ecuaciones para el cálculo de la TFG_e en la población mexicana. Si bien diversas fórmulas se emplean en los sistemas de salud, no todas han sido validadas en contextos locales. La guía KDIGO recomienda que, en ausencia de ecuaciones específicas para una región, se considere la población en la que fueron desarrolladas las distintas fórmulas y se seleccione aquella con mayor similitud poblacional. En este sentido, la ecuación CKD-EPI 2021, desarrollada en población blanca, negra e hispanica de Estados Unidos, representa una opción metodológicamente adecuada para su aplicación en población mexicana.

En consecuencia, el presente estudio resulta pertinente y necesario, ya que permitirá estimar la prevalencia de una TFG_e disminuida utilizando la ecuación CKD-EPI 2021 y explorar su asociación con factores metabólicos básicos en población adulta atendida en el primer nivel de atención en León, Guanajuato. Los resultados generados contribuirán a fortalecer la evidencia local, apoyar el uso racional y estandarizado de la TFG_e como herramienta de tamizaje temprano y servir como base para el diseño de estrategias preventivas orientadas a la detección oportuna de la ERC, con el objetivo final de reducir su progresión y carga para el sistema de salud.

1.4 Hipótesis

Existe una asociación significativa entre la tasa de filtración glomerular estimada (TFG_e, CKD-EPI 2021) y los niveles de glucosa sérica y el índice de masa corporal, así como entre la presencia de daño renal y el sexo, el estado glucémico y el estado nutricional definido por el índice de masa corporal, en población adulta que asiste a atención primaria en León, Guanajuato

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Evaluar la asociación entre la TFG_e estimada por CKD-EPI 2021 y los niveles de glucosa sérica e índice de masa corporal, así como la relación entre el daño renal y el sexo, la glucemia e índice de masa corporal, en población adulta de atención primaria en León, Guanajuato, durante 2024–2025.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Estimar la prevalencia de la tasa de filtración glomerular disminuida, clasificada como 60 a <90 y <60 mL/min/1.73 m², en la población adulta de estudio.
- Analizar la correlación bivariada entre la tasa de filtración glomerular estimada y los niveles de glucosa sérica y el índice de masa corporal.
- Evaluar la asociación entre la presencia de daño renal y las variables sexo, estado glucémico y estado nutricional definido por el índice de masa corporal mediante análisis de variables categóricas.

2. ANÁLISIS DE FUNDAMENTOS

2.1 Marco conceptual

Aclaramiento Renal: Es el volumen de plasma que queda totalmente libre de una sustancia por unidad de tiempo después de pasar por los riñones. Se expresa en mL/min (Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2025).

Atención primaria: es un enfoque de la salud que incluye a toda la sociedad y que tiene por objeto garantizar el mayor nivel posible de salud y bienestar y su distribución equitativa mediante la atención centrada en las necesidades de las personas tan pronto como sea posible a lo largo del proceso continuo que va desde la promoción de la salud y la prevención de enfermedades hasta el tratamiento, la rehabilitación y los cuidados paliativos, y tan próximo como sea posible del entorno cotidiano de las personas (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2026).

Creatinina: un producto de desecho de la proteína en la dieta y de la descomposición normal de los músculos del cuerpo. La creatinina se elimina de la sangre por los riñones; a medida que la enfermedad renal avanza, el nivel de creatinina en la sangre aumenta. En hombres adultos, el rango normal es de 0,6 a 1,2 mg/dl (53 a 106 $\mu\text{mol/L}$) y en mujeres adultas el rango normal es de 0,5 a 1,1 mg/dl (44 a 97 $\mu\text{mol/L}$) según el método enzimático (NKUDIC, 2011; Hosten, 1990).

Diabetes Mellitus: una enfermedad caracterizada por niveles altos de glucosa en la sangre debido a la incapacidad del cuerpo de usar la glucosa en la sangre para energía. En la diabetes tipo 1, el páncreas deja de producir insulina; por lo tanto, la glucosa en la sangre no puede entrar a las células para ser usadas como energía. En la diabetes tipo 2, el páncreas deja de producir insulina o el cuerpo deja de usar la insulina adecuadamente (NKUDIC, 2011).

Enfermedad Cardiovascular (EVC): Enfermedades y lesiones del sistema circulatorio: el corazón, los vasos sanguíneos del corazón y el sistema de vasos sanguíneos de todo el cuerpo y del cerebro. En general, las ECV se refieren a afecciones que implican vasos sanguíneos estrechos u obstruidos (Federación Internacional de Diabetes, 2025).

Envejecimiento: El conjunto de modificaciones morfológicas y fisiológicas que aparecen como consecuencia de la acción del tiempo sobre los seres vivos, que supone una disminución de la capacidad de adaptación en cada uno de los órganos, aparatos y sistemas, así como de la capacidad de respuesta a los agentes lesivos que inciden en el individuo. En nuestra sociedad la edad de vejez oscila entre los 60 y los 65 años, conocida como la edad de jubilación (Romero et al., 2022).

Estudio exploratorio: La investigación exploratoria consiste en estudios destinados a comprender fenómenos nuevos o poco estudiados. Esta etapa fundamental del proceso de investigación es clave para los investigadores en campos con escasa investigación previa, ya que les permite generar hipótesis, identificar variables y ajustar su enfoque a medida que surgen nuevos conocimientos (ATLAS.ti, 2025).

Glucosa: También llamada dextrosa o azúcar en sangre. El principal azúcar que produce el organismo para almacenar la energía procedente de las proteínas, las grasas y los hidratos de carbono. La glucosa es la principal fuente de energía de las células vivas y llega a cada célula a través del torrente sanguíneo. Sin embargo, las células no pueden utilizar la glucosa sin la ayuda de la insulina (Federación Internacional de Diabetes, 2025).

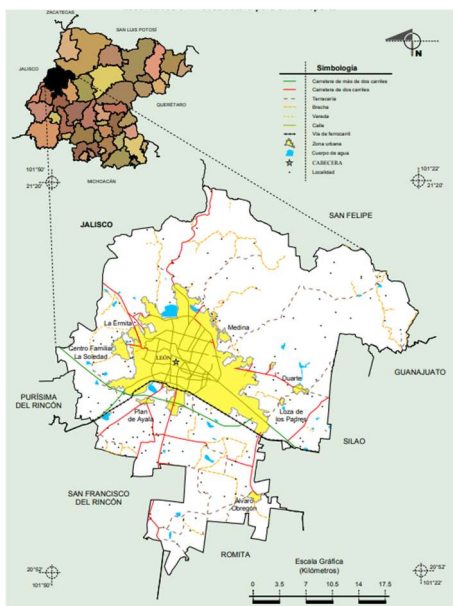
Hiper glucemia: Un nivel elevado de glucosa en sangre. Esto ocurre cuando el cuerpo no tiene suficiente insulina o no puede utilizar la que tiene para convertir la glucosa en energía. Los signos de hiper glucemia incluyen sed excesiva, sequedad de boca y necesidad de orinar con frecuencia (Federación Internacional de Diabetes, 2025).

Hipertensión arterial: una condición presente cuando la sangre fluye por los vasos sanguíneos con una fuerza mayor de la normal. También llamada presión arterial alta. La hipertensión puede distender el corazón, dañar los vasos sanguíneos y aumentar el riesgo de problemas renales, ataque al corazón, derrame cerebral y muerte (NKUDIC, 2011).

Medicina General: es una rama de la medicina que no requiere especialización y trata un espectro muy amplio y variado de patologías. Su función es fundamental, ya que se centra, entre otras cosas, en la prevención de enfermedades y en garantizar un estado de salud general óptimo en los pacientes (Magnetosur, 2025).

Síndrome Metabólico (SM): es un trastorno complejo representado por un conjunto de factores de riesgo cardiovasculares relacionados al depósito central de grasa y a la resistencia a la acción de la insulina. Entre estos factores de riesgo, se incluyen la dislipidemia, la obesidad centrípeta, la alteración en la homeostasis glucémica y la hipertensión arterial sistémica (Peinado Martínez et al., 2021).

2.2 Marco contextual



La ciudad de León de los Aldama se ubica al noroeste del estado de Guanajuato, ocupa el 3.99% de la superficie del estado, aproximadamente 1200 km². Su Clima es semiseco semicálido, con un rango de temperatura de 12-20°C. Sus coordenadas geográficas son entre los paralelos 21° 20' y 20° 51' de latitud norte y los meridianos 101° 22' y 101° 50' de longitud oeste con una altitud entre 1 000 y 2 900 m (INEGI, 2010).

Colinda al norte con el estado de Jalisco y el municipio de San Felipe; al este con los municipios de San Felipe, Guanajuato y Silao; al sur con los municipios de Silao, Romita y San Francisco del Rincón; al oeste con los municipios de San Francisco del Rincón, Purísima del Rincón y el estado de Jalisco (INEGI, 2010).

Cuenta con 719 localidades y una población total de 1 721 215 habitantes en el 2020, posicionándose entre las 5 ciudades más pobladas del país, de los cuales 846,673 (49.2%) son hombres y 874,542 (50.8%) son mujeres (Data México, 2020).

La Clínica UMF 47 de León, Gto., es una Unidad de Medicina Familiar del IMSS donde los derechohabientes pueden recibir atención médica primaria de tipo ambulatoria. Se ubica en el Boulevard Antonio Madrazo 307 en la colonia Las Trojes de la ciudad de León. Dentro de sus servicios se cuenta con consultas médicas de medicina familiar, chequeos de salud, obtención de medicamentos, servicios de planificación familiar, que incluyen consejería y métodos anticonceptivos temporales y de barrera y la derivación a hospitales de segundo nivel para procedimientos como Oclusión Tubaria Bilateral (OTB) o vasectomía. Se calcula que la clínica beneficia a más de 100 mil derechohabientes.

2.3 Marco normativo

Guía KDIGO 2024

La Guía de Práctica Clínica para la Evaluación y el Manejo de la Enfermedad Renal Crónica (ERC) de 2024, The Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) tiene como objetivo ayudar a los profesionales clínicos que atienden a personas con ERC, tanto adultos como niños. El alcance incluye capítulos dedicados a la evaluación de la ERC, la evaluación de riesgos en personas con ERC, el manejo para retrasar la progresión de la ERC y controlar sus complicaciones, el manejo médico y la optimización farmacológica en la ERC, y los modelos óptimos de atención para la ERC. Los enfoques de tratamiento y las recomendaciones de la guía se basan en revisiones sistemáticas de estudios relevantes, y la evaluación de la certeza de la evidencia y la solidez de las recomendaciones siguió el enfoque "Grading of Recommendations Assessment, Development, and Evaluation" (GRADE) (Stevens, 2024).

2.4 Marco teórico

2.4.1 Enfermedad Renal Crónica (ERC)

Uno de los órganos más importantes del cuerpo es el riñón, el cual es uno de los encargados de regular la homeostasis corporal. La función más conocida de este órgano es la de excretar productos de desecho del cuerpo, sin embargo, cumple otras igual de importantes y fundamentales como la de mantener los niveles apropiados de agua y electrolitos, lograr mantener un adecuado equilibrio ácido-base y realizar algunas funciones endocrinas como la producción de eritropoyetina, renina, vitamina D, entre otras (Ortega Lopez et al., 2024a).

Cuando el riñón sufre una alteración a nivel funcional o estructural que dura más de tres meses, ya sea con o sin deterioro de la función renal, se considera que es una enfermedad renal crónica. Una ERC reducirá las funciones renales, generando un deterioro progresivo en el riñón, el cual si se mantiene por un periodo de tiempo prolongado (años) se volverá irreversible llegando a convertirse en una Insuficiencia Renal Crónica (IRC). Si la causa que generó el daño en el riñón es corregida de manera rápida, ya sea en semanas, días u horas, puede aparecer una enfermedad similar conocida como Enfermedad Renal Aguda (Insuficiencia Renal Aguda). En ambas se puede observar el incremento en la concentración de productos nitrogenados en sangre, como lo son la urea y la creatinina (Gainza, 2024; Luis et al., 2025).

Su origen es variado, pero en México, la mayoría de los casos se relacionan con otras enfermedades crónicas como la diabetes y la hipertensión. La última fase de una ERC es la enfermedad renal crónica terminal (ERCT), también conocida como la etapa cinco. En esta etapa final el paciente requiere hacer uso de una terapia de reemplazo renal (TRR) la cual puede llevarse a cabo por medio de diálisis peritoneal (DP), hemodiálisis (HD) o un trasplante renal (TR). En el año 2010, 2.618 millones de personas necesitaron de una TRR en todo el mundo.

Se estima que para 2030 esta cifra aumentará más del doble, alcanzando los 5.438 millones de pacientes que necesitarán este procedimiento. Las políticas públicas tienen que orientarse a redoblar los esfuerzos para conseguir el control metabólico en los pacientes con enfermedades coadyuvantes de la ERC, así como lograr implementar acciones que permitan una detección temprana de ERC, lo cual posibilitará comenzar tratamientos oportunamente. (Guerrero López CM et al., 2017).

KDIGO es una organización independiente e internacional que crea e implementa guías clínicas fundamentadas en la evidencia para prevenir y tratar las enfermedades renales a nivel global. La Guía KDIGO para el tratamiento de pacientes con ERC comenzó a elaborarse desde el 2003, incluye varios capítulos que abordan la evaluación del riesgo en pacientes con ERC, cómo tratar a los enfermos para frenar o retrasar su evolución y complicaciones, cómo gestionar los medicamentos administrados y cuáles son los modelos más apropiados de atención. Fue creada por un equipo de trabajo que incluye a pacientes, investigadores y personal clínico. Además brinda sugerencias a los laboratorios clínicos y químicos para que entiendan y fomenten la precisión y estandarización de las herramientas de análisis, como los ensayos de medición y los equipos. (Lorenzo & Lopez, 2024).

Esta guía divide la gravedad de la ERC en seis categorías G, que van desde la G1 hasta la G5, basadas en la TFGe (Tabla 1). Esta clasificación asiste a los doctores en la determinación de cómo se debe tratar a los pacientes. (Stevens, 2024).

KDIGO reafirma que las TFG menores a $60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ se encuentran disminuidas (a partir de la categoría 3a). Si estos valores persisten por más de tres meses, KDIGO define que el paciente padece ERC y también la padecen si son superiores, pero siempre y cuando se acompañen de marcadores de daño renal también por más de tres meses y en ambos casos con implicaciones para la salud (C. M. Brissón et al., 2022).

Tabla 1. Categorías de TFG en ERC de acuerdo a la guía KDIGO 2024

Categoría de TFG	de TFG (mL/min por 1.73 m ²)	Condición
G1	≥ 90	Normal o alto
G2	60-89	Levemente disminuido
G3a	45-59	Levemente a moderadamente disminuido
G3b	30-44	Moderadamente a severamente disminuido
G4	15-29	Severamente disminuido
G5	<15	Daño renal

TFG, Tasa de Filtración Glomerular; ERC, Enfermedad Renal Crónica. En relación con el nivel de un adulto joven, en ausencia de evidencia de daño renal, ni G1 ni G2 cumplen los criterios de ERC. Fuente: Stevens, 2024.

Más de 850 millones de personas en todo el mundo tienen algún tipo de enfermedad renal, lo que supone aproximadamente el doble del número de personas que viven con diabetes (422 millones) y 20 veces más que la prevalencia del cáncer en todo el mundo (42 millones) o de las personas que viven con SIDA/VIH (36.7 millones). La prevalencia mundial de la ERC es del 10.4% en hombres y del 11.8% en mujeres. México es uno de los países con una de las tasas de mortalidad secundaria a ERC más altas a nivel mundial (Figura 1). La ERA, que sufren 13.3 millones de personas cada año, puede resolverse o derivar en ERC o insuficiencia renal en el futuro (International Society of Nephrology (ISN), 2025).

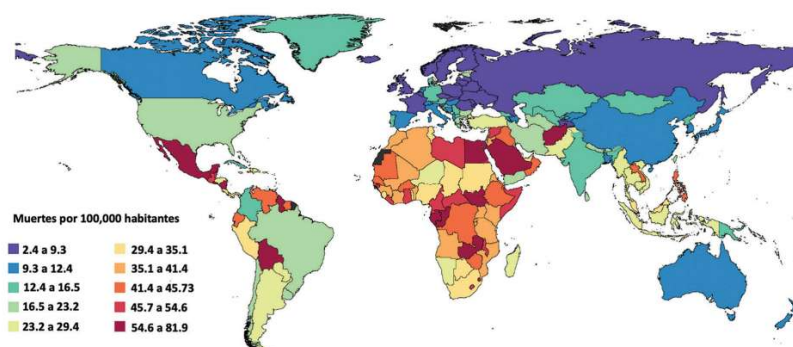


Figura 1. Mapa de calor de la tasa de mortalidad secundaria a enfermedad renal crónica en todas las edades y ambos sexos. Panorama mundial. Fuente: Argaiz et al., 2023

La prevalencia de ERC en Latinoamérica es mayor que el promedio global (10.5% y 9.5% respectivamente) aunque varía dentro de la región, siendo la más baja en Bolivia (6.2%) y la más alta en Puerto Rico (16.8%). El porcentaje de muertes y la mediana de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) atribuibles a la ERC es del 5.8% y 3.5%, respectivamente. Tres países latinoamericanos tienen los porcentajes más altos a nivel global: Nicaragua (11.9 y 7.1%), El Salvador (10.2 y 6.5%) y México (9.8 y 6.3%). El promedio de gasto anual en salud por persona se estima en U\$S663 (rango U\$S89 a U\$S1,500) y los porcentajes de gasto «de bolsillo» varían considerablemente en los diferentes países (U\$S48 a U\$S379 USD) (Obrador et al., 2024).

En 2021, la ERC en México tuvo una prevalencia de 9184.9 por cada 100 000 personas. La tasa de mortalidad por ERC a nivel nacional fue de 53.41 por cada 100,000 individuos, incluyendo en este valor a las personas de todas las edades. Desde 1990, la carga de ERC ha aumentado significativamente y a pesar de que en 2019 se observó una reducción en la mortalidad, esta volvió a aumentar considerablemente en el 2021. Esto se debe a la pandemia del COVID-19, pues el SARS-CoV-2 acelera el avance de la ERC y los pacientes con esta enfermedad son más propensos a infectarse y morir a causa del COVID-19. Antes del 2021, la ERC era la tercera causa de muerte en el país; sin embargo, a partir de ese año y debido al COVID-19 y sus consecuencias, pasó a ser la quinta causa. (Argaiz et al., 2023).

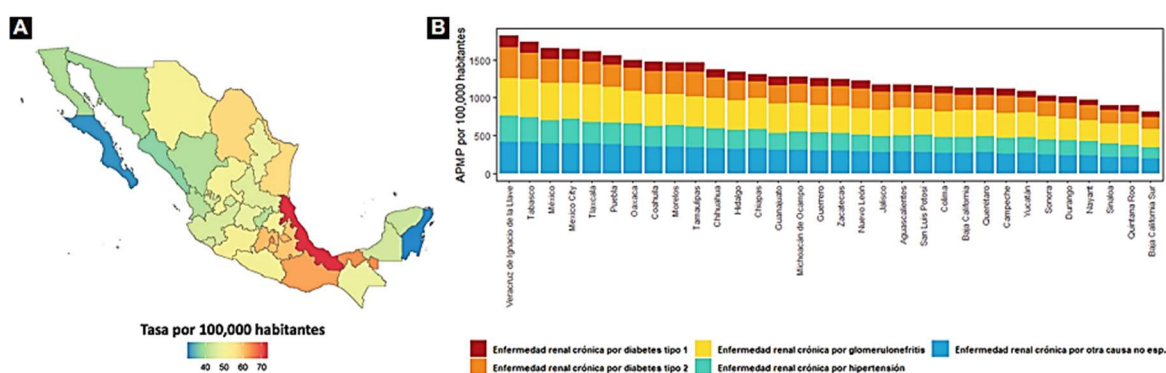


Figura 2. A: Mapa de calor de mortalidad por enfermedad renal crónica con su intervalo de incertidumbre de 95% en 2021 en los diferentes estados de la República Mexicana en todas las edades y ambos sexos. B: Gráfica de barras de mortalidad por enfermedad renal crónica en 2021 en los diferentes estados de la República Mexicana en todas las edades y ambos sexos además de las causas de enfermedad renal crónica. Fuente: Argaiz et al., 2023.

En el mundo, la diabetes mellitus es la causa principal de padecer una enfermedad renal crónica. A nivel mundial, la ERC afecta entre el 25% y el 40% de las personas que tienen diabetes mellitus tipo 2. En naciones como Malasia, Singapur y en las zona de Jalisco y Veracruz en México, más del 50% de las personas padecen enfermedad renal diabética. México muestra una alta carga de ERC que sigue creciendo, la cual se vincula directamente con el aumento en la prevalencia de sobrepeso/obesidad, diabetes e hipertensión; los cuales son los factores de riesgo más frecuentes para desencadenar y/o complicar una ERC (ver Figura 2). (Argaiz et al., 2023; Villegas Sierra et al., 2022; Obrador et al., 2024.)

2.4.2 Tasa de Filtración Glomerular Estimada (TFGe)

El riñón sirve de intermediario entre el interior y exterior del cuerpo para mantener la homeostasis de este. El glomérulo es la unidad principal de filtración del riñón, y es el sitio donde se lleva a cabo todo el proceso de intercambio entre el sistema circulatorio y el excretor. En él, se lleva a cabo el Filtrado Glomerular (FG), donde se realiza un ultrafiltrado del plasma libre de proteínas para eliminar o reabsorber las diferentes sustancias que lo conforman. Este procedimiento constituye la función principal del riñón y es la mejor forma de conocer y evaluar su desempeño, por eso ha sido utilizado a través de los años para monitorear el estado de salud de este órgano. (Ortega Lopez et al., 2024).

En la actualidad empleamos dos instrumentos para estimar la función glomerular. La primera es el cálculo de la TFG, que se refiere a la cantidad de ultrafiltrado del plasma que se genera por unidad de tiempo; y la segunda es el cálculo de la cantidad de albúmina que hay en la orina durante un período determinado. (Montañés Bermúdez et al., 2010; Ortega Lopez et al., 2024).

Existen dos métodos para calcular la TFG. La primera es mediante el concepto clásico de aclaramiento renal (Figura 3), empleando una sustancia con propiedades específicas (que sea filtrada libremente por el glomérulo, que no se una a otras proteínas plasmáticas, que no sea reabsorbida ni secretada por el túbulo renal, y que tenga una concentración apropiada en plasma) lo cual va a permitir determinar que la TFG es equivalente al aclaramiento de dicha sustancia. Y la segunda es el cálculo matemático de esta.

La sustancia seleccionada puede ser suministrada de forma exógena, como el iotalamato, la inulina o el iohexol; o puede ser producida por el organismo mismo, como sucede con la creatinina o la cistatina C. La TFG es un proceso de aclaramiento, así que debe expresarse en términos de volumen (mL) por unidad de tiempo (minuto) considerando una superficie corporal promedio de 1.73 m². (Ortega Lopez et al., 2024).

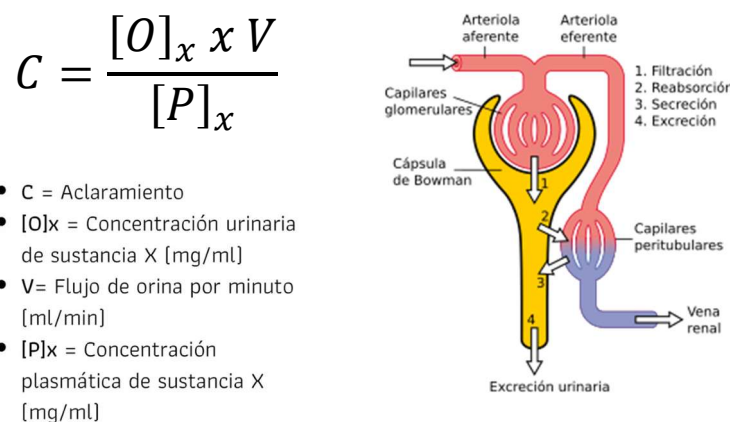


Figura 3. Fórmula para calcular el aclaramiento renal.
Fuente: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2025.

Lamentablemente, es imposible aplicar el procedimiento y la medición del aclaramiento renal para medir directamente el filtrado glomerular en todos los pacientes, a pesar de que sería lo más conveniente, hasta que los procesos sean mejorados para facilitar su implementación. Por este motivo, en la práctica clínica cotidiana se ha decidido utilizar fórmulas que se conocen como TFG por estimación (Tabla 2). (Montañés Bermúdez et al., 2010; Ortega Lopez et al., 2024).

Tabla 2. Comparación entre la TFG estimada y la TFG medida.

TFG estimada por CrS y/o cistatina C	TFG medida
Económica y fácil de implementar	Más cara y más larga de realizar e invasiva
Ampliamente disponible y puede ser usada en el punto de atención, fácilmente repetible.	Solo está disponible en ciertos centros Métodos de medición que no requieren la recolección de orina están disponibles (aclaramiento en plasma) La mayoría de los protocolos requieren ser repetidos en muestras de sangre durante periodos prologados. Pruebas en micromuestras por pinchado de dedo están disponibles en puntos de atención (Estas pruebas han sido descritas, pero no se realizan rutinariamente)
No son suficientemente exactas ni precisas para todas las situaciones clínicas.	Exactitud para la TFG en todas las situaciones y en todos los rangos. Requiere protocolos individuales.
Dificultad para identificar cambios tempranos en la TFG	Disponible para identificar cambios tempranos en la TFG
Sujeto a confusiones por factores no determinantes de la TFG	Menos influencia de factores no determinantes de la TFG

TFG, Tasa de Filtración glomerular; CrS, Creatinina en suero. Fuente: (Stevens, 2024)

Para desarrollar estas fórmulas, primero se escoge una población y luego una muestra de pacientes. Después, se elige el biomarcador que se empleará, que puede ser la cistatina C, la creatinina o ambas. Después, se aplican factores de corrección para las características fundamentales de cada individuo, tales como la raza, la talla, el sexo o la edad. Posteriormente, se selecciona un método para medir la TFG de manera directa. Este método generalmente es el aclaramiento plasmático del iohexol, iotalamato u otro.

Después de tener todos los valores, se formula la ecuación matemática y se valida en una investigación con una población diferente a la original. Se estima que una fórmula tiene una exactitud apropiada si los resultados no difieren más de un 30% con respecto a la TFG obtenida por el método directo (más del 80% o el 90%). Hasta ahora, se han sugerido más de 50 ecuaciones para la población adulta que utilizan la creatinina como biomarcador; en la tabla 3 se muestran las más conocidas y utilizadas. (Ortega Lopez et al., 2024b).

Tabla 3. Principales fórmulas para TFG, sus limitaciones y variables.

Ecuación	Limitaciones	Variables
Cockcroft y Gault, 1976	Se ve afectada por el peso de paciente	Creatinina Sérica, Peso, Edad y Sexo
MDRD, 1999	Sobreestimación de la TFG en pacientes mayores de 70 y sin ERC.	Creatinina Sérica, Edad, Sexo y Raza
CKD-EPI, 2009	Sobreestimación de la TFG en pacientes mayores de 80	Creatinina Sérica, Edad, Sexo y Raza
CKD-EPI, 2021	Sobreestimación de la TFG en pacientes mayores de 80	Creatinina Sérica, Edad y Sexo

MDRD: Modification of Diet in Renal Disease study - Estudio sobre la modificación de la dieta en enfermedad renal; CKD-EPI: Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration - Colaboración de Epidemiología de la Enfermedad Renal Crónica. Fuente: (Ramos et al., 2023)

En 1976, los médicos Cockcroft y Gault (CyG) fueron los primeros en generar una fórmula. Durante un largo tiempo esta fue la única opción que se usó en la práctica clínica, junto con la depuración de creatinina en orina durante 24 horas. Desafortunadamente, ambas determinaciones sobrestimaban la función renal. Levey et al., en 1999, desarrollaron una nueva fórmula a partir del estudio “Modification of Diet in Renal Disease Study” (MDRD, Modificación de la dieta en la enfermedad renal), que incorporaba elementos como: el sexo, la raza, la edad y valores en sangre de nitrógeno ureico, creatinina y albúmina, lo que ayudo a conseguir un mejor funcionamiento que la de CyG. Sin embargo, también se encontraron limitaciones en su validez debido a la población utilizada para su elaboración, ya que la mayoría de los individuos reclutados eran blancos, no tenían diabetes mellitus (DM) y tenían una TFG inferior a 60 ml/min/1,73 m².

El mayor sesgo que se evidenció durante su uso fue que a medida que la TFG se elevaba, la eficacia de la fórmula disminuía, lo que también provocaba una sobreestimación en la prevalencia de ERC. Por esta razón, el mismo conjunto de investigadores desarrolló una fórmula nueva, basada en la investigación “Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration” (CKD-EPI, Colaboración en Epidemiología de la Enfermedad Renal Crónica), en la que sí se utilizaron individuos con los factores de riesgo mencionados previamente, permitiendo identificar a las personas que realmente tenían una ERC. La fórmula CKD-EPI para estimar TFG demostró su eficacia en personas mexicanas sanas con función renal normal, superando a la fórmula MDRD. En la actualidad, las fórmulas más utilizadas son las que toman en cuenta el valor de la creatinina en sangre. La mayoría son utilizadas para cierto rango de edad, ya sea para adultos mayores, adultos o niños. (Arreola-Guerra et al., 2014).

La creatinina sérica es un marcador endógeno que se usa a menudo para calcular la TFG, ya sea de manera directa o por medio de fórmulas. Esta molécula se produce a partir de tejido muscular a un ritmo constante y, dado que no está unida a proteínas, se puede filtrar por el glomérulo sin ninguna restricción. Sin embargo, sus valores pueden ser modificados por diversas causas como la dieta (vegetariana o suplementos de proteína), la actividad física, la edad, el sexo, la masa muscular y algunos fármacos que reducen la secreción tubular (aminoglucósidos, trimetoprim, cimetidina, cefalosporinas, cisplatino) o la aumentan (L-Arginina) (Ramos et al., 2023). Además, este biomarcador también puede verse alterado por otras razones como la presencia de otras enfermedades crónicas, como la cirrosis, cáncer o insuficiencia cardíaca. Todos estos factores son los que han generado que la ERC generalmente se diagnostique hasta sus etapas más avanzadas. Esta situación es desafortunada ya que se han encontrado pruebas de que, tanto el tratamiento de la diabetes y la obesidad, así como la administración de fármacos que alteran la hemodinámica intraglomerular, tienen la capacidad de retrasar el avance de la ERC por más de 15 años. (Argaiz et al., 2023).

Desde 2012, KDIGO sugiere la utilización de la ecuación CKD-EPI en adultos. Se propone que el valor de corte para determinar la ERC por una TFG persistentemente disminuida se ajuste en función de los grupos de edad, teniendo en cuenta la disminución fisiológica de nefronas a medida que se envejece. De acuerdo con el análisis del riesgo de mortalidad, sugieren que la cifra sea de 75 mL/min/1.73 m² para los adultos menores de 40 años y de 45 mL/min/1.73 m² para los adultos mayores de 65 años. Entre otros beneficios, afirman que estos valores de corte posibilitan detectar a las personas jóvenes con TFG demasiado baja para su edad y previene el sobre diagnóstico de ERC en las personas con edad más avanzada. Para las personas de entre 40 y 65 años se mantienen el valor de corte de 60 mL/min/1.73 m². (C. M. Brissón et al., 2022).

Con el objetivo de eliminar los perjuicios causados por la inclusión de la raza en las ecuaciones, en 2020, la ASN (American Society Nephrology - Asociación Americana de Nefrología) estableció un grupo de trabajo para analizar la posibilidad de eliminar la variable racial de las ecuaciones que estiman la TFG, generando la fórmula más actual de CKD-EPI 2021. (Tabla 4).

Tabla 4. Comparación de fórmulas CKD-EPI 2009 y 2021.

CKD-EPI 2009		CKD-EPI 2021	
$TFGe = 141 \times \min(Cr/\kappa, 1)^\alpha \times \max(Cr/\kappa, 1)^{-1.209} \times 0.9929^{edad} \times (1.018 \text{ si es mujer}) \times (1.159 \text{ si es negro})$		$TFGe = 142 \times \min(Cr/\kappa, 1)^\alpha \times \max(Cr/\kappa, 1)^{-1.200} \times 0.9938^{edad} \times (1.012 \text{ si es mujer})$	
Donde: Scr = Creatinina sérica (mg/dL) min: indica el mínimo entre Cr/κ o 1 max: indica el máximo entre Cr/κ o 1		Donde: Scr = Creatinina sérica (mg/dL) min: indica el mínimo entre Cr/κ o 1 max: indica el máximo entre Cr/κ o 1	
Mujer	Hombre	Mujer	Hombre
κ = 0.7	κ = 0.9	κ = 0.7	κ = 0.9
α = -0.241	α = -0.302	α = -0.241	α = -0.302

TFGe: Tasa Filtración Glomerular estimada

Fuente: (C. Brissón et al., 2025)

Al realizar un comparativo, se observó que el uso de la ecuación sin raza podría llevar a la reclasificación de personas con ERC a una categoría más alta de acuerdo con la clasificación KDIGO de la organización NKF (National Kidney Foundation - Fundación Nacional del Riñón), lo que podría resultar en un cambio sustancial en la atención al paciente (Atiquzzaman et al., 2024).

La NKF apoya firmemente las recomendaciones del grupo de trabajo de la ASN para la implementación inmediata de la ecuación de estimación de la TFG basada en creatinina de la CKD-EPI del 2021 que excluye una variable racial, ya que proporcionará mayor equidad en la evaluación de la enfermedad renal. De igual forma apoya un mayor uso de cistatina C cuando sea posible y la validación continua con biomarcadores de filtración que puedan ayudar a mejorar la precisión de estas ecuaciones (Kramer et al., 2022).

En estudios comparativos entre las fórmulas de la CKD-EPI del 2009 y del 2021 realizados de manera puramente matemática por Buchkremer y Segerer en 2022 se observó que las diferencias absolutas fueron muy pequeñas para TFGs bajas; mientras que las diferencias relativas mostraron una dependencia entre la edad y la raza, en personas negras los jóvenes tuvieron valores mayores y para las personas no negras, los ancianos tuvieron valores mayores (Buchkremer & Segerer, 2022).

El estudio comparativo de estas nuevas ecuaciones ayuda y aporta información importante para conocer su eficiencia en los diferentes tipos de poblaciones, y poder utilizarlas con la prudencia adecuada para cada paciente. Por ejemplo, en un estudio comparativo realizado por (Heras et al) en 2011, entre el uso de las ecuaciones MDRD y CKD-EPI del 2009 se encontró que la CKD-EPI del 2009 no se recomendaba utilizar para catalogar a personas mayores ya que puede catalogar a personas sanas, con un descenso fisiológico normal en su FG asociado a su edad, como personas enfermas. El uso inadecuado de estas fórmulas podría generar el cambio de fármacos o reajuste posológico a las personas mayores causando daños importantes en su salud. (Heras et al., 2011; Montero Muñoz et al., 2021).

2.4.3. Diabetes Mellitus, Glucosa y Función Renal

Recientemente se han descubierto otras funciones más complejas que el riñón tiene la capacidad de realizar, además de las conocidas como la formación y eliminación de orina, como son el proceso de gluconeogénesis, filtración y reabsorción renal de la glucosa, estas funciones son importantes para mantener la homeostasis de la glucosa en el cuerpo.

Los glomérulos de un adulto sano filtran cerca de 180 g de glucosa diariamente. En situaciones normales, se reabsorbe casi la totalidad de esta glucosa y menos del 1% se elimina a través de la orina. Los túbulos contorneados proximales son los encargados de reabsorber la glucosa. De manera ideal, la carga de glucosa tubular debe mantenerse igual o inferior a 120 mg/min para asegurar que la glucosa no se pierda en la orina, si esta carga supera los 220 mg/min (conocido como umbral de glucosa) el paciente manifestará glucosuria. Según un estudio en que se evaluó este proceso, el nivel de glucosa en la sangre que se requiere para sobrepasar el umbral de glucosa tubular varía entre 130 y 300 mg/dL.(Ildefonso et al., 2016).

La hiperglucemia es la razón principal de varios procesos que se combinan para dar comienzo a los cambios estructurales y funcionales de los riñones, entre los que destacan la proliferación mesangial, la hipertrofia glomerular y la hiperfiltración. Los altos niveles de glucosa tienen efectos tóxicos dentro de las células, para introducirse en ellas, hace uso de los transportadores de glucosa, lo que desencadena una serie de reacciones enzimáticas que incluyen la formación de sorbitol, el incremento del estrés oxidativo, la activación de la proteína kinasa C (PKC) y la activación de la ruta hexosaminasa. Todas estas vías metabólicas y enzimáticas colaborarán con la activación de factores de crecimiento y procesos inflamatorios que son los responsables del inicio y progreso de una Enfermedad Renal Diabética (ERD), y también provocarán que estos cambios renales, propios de las fases más avanzadas de la enfermedad, permanezcan de manera definitiva. (Navarro Gonzalez et al., 2022).

Tanto la ERC como la DM pueden ser revertidas o postergadas en sus etapas iniciales. Se hace imprescindible tomar conciencia tanto en atención de nivel primario como superiores de la estrecha relación entre ambas enfermedades y los beneficios de ser tratadas. La relevancia del buen control glicémico sobre el pronóstico de la enfermedad renal crónica se describe para todas las etapas, e inclusive en etapas de diálisis.

Otra evidencia relevante del beneficio del control glicémico en las primeras etapas de la ERC es la reversión del incremento de tamaño renal, aun cuando se desconocen en forma precisa los factores que participan (Verner Codoceo, 2010).

2.4.4 Obesidad, Índice de Masa Corporal (IMC) y Función Renal

Actualmente, la obesidad se ha vuelto una epidemia mundial. Desde 1995, su prevalencia ha ido creciendo de manera gradual. A pesar de que este aumento es más notable en los países con un nivel socioeconómico elevado, en años recientes también se ha observado un crecimiento en las naciones con bajo nivel socioeconómico. (Goicoechea Diezandino, 2022).

En 2021, de las 118 mil muertes por índice de masa corporal (IMC) elevado en México, 76 000 (64.4 %) se atribuyeron a DM y alrededor de 30 000 (23.7 %) a ERC. En relación con los 4.2 millones de años de vida saludable perdidos que se estima fueron causados por IMC elevado en 2021, la DM contribuyó con 2 millones y la ERC con 675 mil (Figura 4) (Arreola-Ornelas et al., 2023).

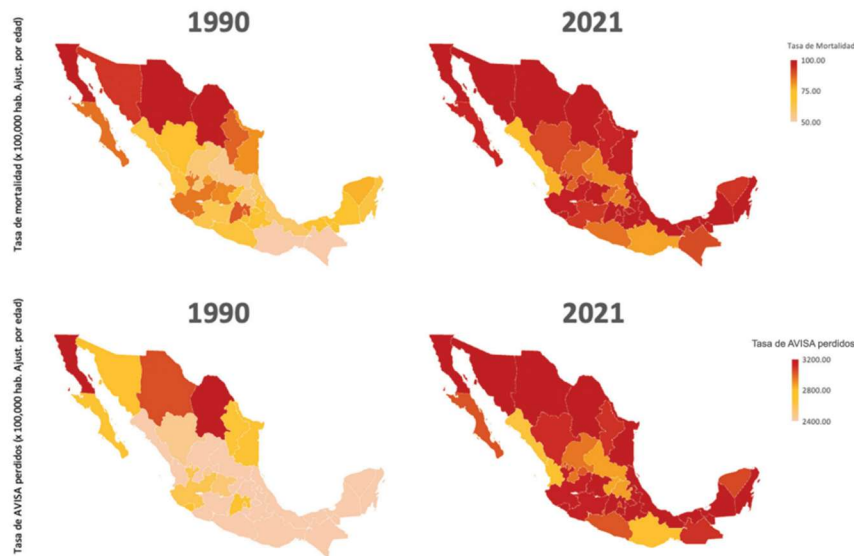


Figura 4. Evolución de las tasas de mortalidad y de años de vida saludable perdidos debido al índice de masa corporal elevado a nivel subnacional. México 1990 y 2021. AVISA: años de vida saludable. Fuente: Arreola-Ornelas et al., 2023.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la obesidad en base a un marcador clínico que es sencillo de medir, conocido como IMC, el cual se calcula dividiendo el peso (kilogramos) entre la altura (metros) elevada al cuadrado. Se considera un IMC normal los valores entre 18.5 y 25 kg/m², sobrepeso entre 25 y 30 kg/m², y obesidad cuando el IMC supera los 30 kg/m². La obesidad tiene tres grados: grado I con un IMC de entre 30 y 34.9 kg/m², grado II de entre 35 y 39.9 kg/m², y grado III para aquellos con un IMC superior a los 40 kg/m².

El IMC, aunque sea sencillo de calcular, ofrece una estimación deficiente de cómo se distribuye la grasa en el cuerpo. Esto es así porque personas con más tejido adiposo subcutáneo o con más masa muscular pueden tener un IMC tan elevado como aquellos que tienen una mayor cantidad de grasa visceral. (Goicoechea Diezandino, 2022).

El tejido adiposo blanco se clasifica en dos tipos: el subcutáneo y el visceral. El incremento de la grasa visceral es característico de la obesidad central o androide masculina, que está vinculado con un aumento en la producción de citoquinas como la resistina, una mayor resistencia a la insulina y un riesgo cardiovascular más alto. No obstante, la obesidad periférica o ginoide, que es más común en las mujeres, se caracteriza por el incremento de tejido adiposo subcutáneo y se asocia con una secreción más elevada de adiponectina. Esta última tiene cualidades antiinflamatorias, antiateroscleróticas y presenta un riesgo menor de padecer diabetes y o enfermedades cardiovasculares. (Goicoechea Diezandino, 2022).

Tabla 5. Clasificación de la obesidad según la OMS.

Clasificación	IMC (Kg/m ²)	Riesgo
Normal	18.5 - 24.9	Promedio
Sobrepeso	25 - 29.9	Aumentado
Obesidad grado I	30 - 34.9	Moderado
Obesidad grado II	35 - 39.9	Severo
Obesidad grado III	Más de 40	Muy Severo

Fuente: Goicoechea Diezandino, 2022.

Varios estudios epidemiológicos señalan que la obesidad incrementa el riesgo de desarrollar y padecer una enfermedad renal. La obesidad causa daño renal de manera secundaria porque incrementa la probabilidad de padecer hipertensión, diabetes mellitus y daño cardiovascular; sin embargo, también causa daño renal directamente por medio del desajuste de factores de crecimiento y adipocitoquinas, así como por alteraciones en los procesos hemodinámicos e inflamatorios. La obesidad implica una desregulación de la secreción de adipocitoquinas, que se traduce en un incremento de leptina y una reducción de adiponectina, lo cual provoca cambios en el sistema simpático y en el de renina-angiotensina, así como un aumento de la inflamación, estrés oxidativo y resistencia a insulina.

La obesidad provoca una mayor producción de leptina, lo que intensifica el estrés oxidativo, activa el sistema nervioso simpático y aumenta la glomeruloesclerosis, fibrosis renal y proteinuria. Aumenta la reabsorción de sodio a nivel del túbulo proximal, lo que significa que se reduce la entrega de sodio a nivel de la mácula densa, un aumento de la retroalimentación tubuloglomerular, vasodilatación de la arteriola aferente, aumento de presión intraglomerular, podocitopatía y proteinuria. (Goicoechea Diezandino, 2022).

2.4.5. Factores Sociodemográficos y Comorbilidades Asociadas

Existen varios factores de riesgo importantes para las enfermedades crónicas. Una de ellas es el envejecimiento, que genera un impacto negativo en la estructura y función de varios órganos en el cuerpo humano, más notablemente en el riñón. La TFG estimada disminuirá gradualmente con el envejecimiento del riñón, aunque la edad exacta en la que comienza el declive no está claramente definida. La disminución de la TFG con la edad puede acelerarse por varios factores, como la hipertensión, el tabaquismo, y la obesidad.

En general, una disminución de la TFG es de aproximadamente 8 ml/min por 1.73 m² por década, que probablemente comienza entre los 30 y los 40 años y se considera una disminución promedio de la función renal.

En cuanto a la diferencia de sexo, a menudo se conoce un efecto conocido como paradoja de la ERC, donde se observa una mayor prevalencia de la ERC en mujeres, mientras que los hombres con ERC progresan más rápidamente a la insuficiencia renal (van der Burgh et al., 2021).

Los factores de riesgo más importantes para que se desarrollen problemas cardiovasculares, como la hipertensión arterial, el tabaquismo, la diabetes, la obesidad y la dislipidemia, así como todos los demás factores relacionados al daño endotelial e inflamatorio crónico que están asociados a la resistencia a insulina, son también los principales causantes del deterioro renal o del aceleramiento de la progresión de enfermedades renales. Las terapias que se aplican para tratar los factores de riesgo cardiovascular, en su mayoría, también proporcionan protección a los riñones. Por lo tanto, se ha sugerido el término "Cardiorrenal" para promover la protección no solo de los riñones, sino también del sistema cardiovascular. (Figura 5) (Ildefonso et al., 2016; Verner Codoceo, 2010).

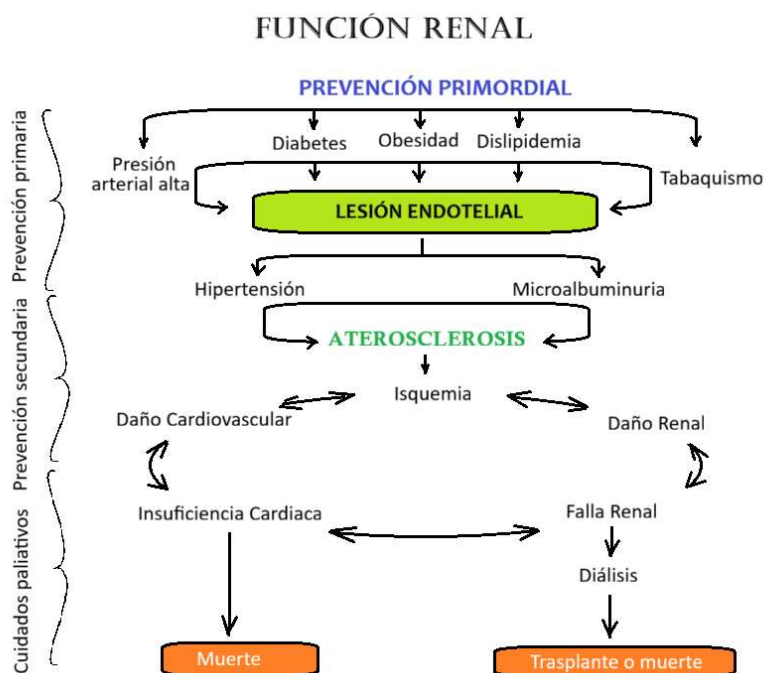


Figura 5. Interacción de los factores de riesgo cardiovascular con la función renal. Fuente: Ildefonso et al., 2016.

Los problemas de la salud que tienen relación con el sobrepeso y la obesidad, como la DM y la ERC, afectan significativamente a los sistemas sanitarios, a la economía y a la sociedad entera. Esto se manifiesta en sus costos directos (como las consultas, los servicios hospitalarios, los medicamentos y las medidas preventivas), así como en los indirectos (la muerte prematura y la disminución de productividad). En 2015, el costo anual aproximado del sobrepeso y la obesidad en México fue de 85 mil millones de pesos. De esa cifra, el 73% se destinó a gastos médicos, el 15% a pérdidas por ausentismo laboral y el 12% a pérdidas por fallecimiento prematuro. (Arreola-Ornelas et al., 2023).

La ERC tiene un impacto desmedido en grupos que están en una situación social desfavorecida, como la gente de bajos ingresos socioeconómicos y las minorías étnicas. Las desigualdades en salud impactan el acceso a los servicios y la calidad de la atención sanitaria, lo que se traduce en un incremento de la morbilidad asociada a las enfermedades crónicas. (Tabla 6) (Robles-Orsorio & Sabath, 2016).

Tabla 6. Principales mecanismos por los cuales la pobreza favorece el desarrollo de la enfermedad crónica.

Comportamiento en salud	Acceso a cuidados de salud	Factores biológicos	Factores del medio ambiente
Falta de información en medidas preventivas	Falta de acceso	Bajo peso al nacer	Exposición a nefrotoxinas como Pb, As y Cd
Falta de conocimiento de cómo actuar ante la enfermedad	Distancia a los centros de atención en salud	Predisposición genética	Mayor exposición a enfermedades infecciosas
Conductas poco saludables	Gastos catastróficos en salud («out of pocket»)	Nutrición inadecuada	Carencia de agua potable y sanitación adecuada
Trabajos poco saludables, muchas horas de sol y baja hidratación		Menor control de las enfermedades crónicas	

Fuente: Robles-Orsorio & Sabath, 2016.

3. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de estudio.

Estudio exploratorio, transversal y analítico.

3.2 Población de estudio y tipo de muestreo

Este estudio fue realizado en León Guanajuato en el periodo de junio del 2024 a junio del 2025. Los participantes reclutados eran pacientes ambulatorios de la Unidad de Medicina Familiar número 47 del Instituto Mexicano del Seguro Social ubicada en el Boulevard Antonio Madrazo en la colonia Las Trojes de la ciudad.

Se realizó un muestreo no aleatorizado por conveniencia. No se realizó cálculo de muestra, ya que se trabajó con la información proporcionada de una base de datos. Sin embargo, se calculó el poder estadístico de la muestra el cual fue de >80%. La estadística se calculó para detectar asociaciones moderadas, por lo que asociaciones débiles podrían no haber sido identificadas.

3.3 Criterios de selección

3.3.1 Criterios de inclusión

- Edad: personas ≥ 18 años al momento del reclutamiento.
- Pacientes residentes de León, Guanajuato, atendidos en servicios de Atención Primaria.
- Disponibilidad de datos:
 - Creatinina sérica.
 - Glucosa plasmática en ayuno.
 - Peso y talla medidos.

3.3.2 Criterios de exclusión

- Pacientes en terapia de reemplazo renal crónico (hemodiálisis o diálisis peritoneal) o con trasplante renal activo.
- Pacientes con lesión renal aguda activa o hospitalización por síndrome agudo renal en los últimos 30 días, porque alteran la TFG transitoriamente.
- Embarazo.
- No tener un índice de masa corporal (IMC) entre 19 y 35 kg/m².

3.3.3 Criterios de eliminación

- Datos faltantes (creatinina, glucosa, peso o talla)
- Muestras o resultados con errores de laboratorio confirmados que impidan cálculo fiable de TFG.

3.4 Variables de estudio

Se clasificaron en variables dependientes y variables independientes. Se consideró la TFGe como variable dependiente. Se ordenaron en tres grupos variables sociodemográficas, bioquímicas y antropométricas (Tabla 7).

Tabla 7. Clasificación de variables para análisis del estudio.

Variable	Definición	Tipo de variable	Escala medida o categoría				
Tasa Filtración Glomerular estimada (TFGe)	Mejora en cualquiera de los criterios. Se evaluará con base al cambio de porcentaje y cambio absoluto para cada criterio como se indica a continuación:	Dependiente Cuantitativa	mL/min/1.73 m² G1; Normal G2; Levemente disminuida G3a,G3b, G4 y G5; Moderada a falla renal				
	Fórmula: CKD-EPI 2021						
	$TFGe = 142 \times \min(Cr/\kappa, 1)^\alpha \times \max(Cr/\kappa, 1)^{-1.200} \times 0.9938^{edad} \times (1.012 \text{ si es mujer})$						
	Donde: Scr = Creatinina sérica (mg/dL) min: indica el mínimo entre Cr/κ o 1 max: indica el máximo entre Cr/κ o 1						
	<table><tr><th>Mujer</th><th>Hombre</th></tr><tr><td>$\kappa = 0.7$ $\alpha = -0.241$</td><td>$\kappa = 0.9$ $\alpha = -0.302$</td></tr></table>	Mujer	Hombre	$\kappa = 0.7$ $\alpha = -0.241$	$\kappa = 0.9$ $\alpha = -0.302$		
Mujer	Hombre						
$\kappa = 0.7$ $\alpha = -0.241$	$\kappa = 0.9$ $\alpha = -0.302$						
Sexo	Condición anatómica que distingue al hombre de la mujer.	Independiente Dicotómica	Masculino Femenino				
Edad	Tiempo transcurrido desde su nacimiento hasta el momento.	Independiente Cuantitativa	Años				
Creatinina	La creatinina es un producto de desecho presente en la sangre que proviene de los músculos. Los riñones sanos filtran la creatinina de la sangre y la pasan a la orina.	Independiente Cuantitativa	mg/dL				
Glucosa	La concentración de glucosa en sangre con 10h de ayuno. Método por colorimetría enzimática.	Independiente Cuantitativa	mg/dL Normal; glucosa menor a 100 Hiperglucemia; glucosa mayor a 100				
Peso corporal	Medida en kilogramos, mediante báscula ajustada diariamente.	Independiente Cuantitativa	Kg				
Índice de masa corporal (IMC)	Es el peso en kilogramos dividido por el cuadrado de la talla en metros (kg/m²). Índice utilizado para clasificar el sobrepeso y la obesidad en adultos.	Independiente Nominal	Kg/m² Obeso; IMC mayor 30 Normal; IMC menor 30				

3.5 Instrumentos de medición

En el presente estudio no se emplearon instrumentos de recolección propios, dado que se utilizó una base de datos. La recolección y medición de los registros fue llevada a cabo por personal especializado durante junio del 2024 a junio del 2025 siguiendo los procedimientos que se detallan a continuación.

Los valores de glucosa y creatinina, se evaluaron en estado de ayuno de 8 horas, donde se extrajo una muestra de sangre a cada participante y posteriormente fueron evaluadas en un analizador semiautomático *VITROS®* 4600 en el laboratorio de análisis clínicos de la Unidad de Medicina Familiar número 47 de la ciudad de León Guanajuato.

Para la medición del IMC, fue necesario primeramente obtener los datos de peso y altura, de acuerdo con la NOM-043-SSA2-2012, Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. El cálculo del IMC se realizó con la fórmula:

$$IMC = \frac{Peso\ (Kg)}{Altura^2\ (m)}$$

Para el cálculo de la TFG se utilizó la fórmula CKD-EPI 2021 y se consideró como punto de corte para ERC un valor de TFGe menor a 60 mL/min/1.73 m² de acuerdo con la guía KDIGO 2024.

3.6 Procesamiento de los datos y análisis estadístico

Se realizaron análisis descriptivos, calculando frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central según las variables. Después, se evaluó la normalidad de los datos con la prueba Kolmogorov-Smirnov.

Posteriormente se realizó el análisis bivariado con el fin de evaluar la correlación entre las variables explicativas con la TFG. Para esto, se utilizó el análisis del coeficiente de correlación de Spearman y se consideraron estadísticamente significativas aquellas variables con valores de $p < 0.05$. Para las variables categóricas (sexo), se utilizó chi-cuadrado y odds ratio (OR) con intervalo de confianza del 95%.

El análisis se efectuó utilizando el software estadístico SPSS, versión 21.0 (SPSS® Inc., EE. UU.).

3.7 Consideraciones bioéticas

Los datos extraídos de las bases de datos originales se consideraron anonimizados y se autorizó su uso. Durante todo el proceso del estudio se mantuvo la confidencialidad de los datos identificables, controlándose el almacenamiento y la manipulación electrónica de la información, así como el intercambio de cualquier dato personal proveniente de las bases de datos originales entre los involucrados del estudio.

4. RESULTADOS

La muestra estuvo integrada por 99 participantes adultos, de los cuales 40 correspondieron al sexo masculino y 59 al femenino (Tabla 8), lo que refleja una mayor participación de mujeres en el estudio. La edad promedio de los sujetos fue de 59.6 años, con una variabilidad amplia que abarcó desde adultos jóvenes hasta adultos mayores.

Tabla 8. Distribución porcentual de los factores sociodemográficos.

Variable	Categoría	n	%
Sexo	Masculino	40	40.4
	Femenino	59	59.6

El análisis descriptivo de las variables bioquímicas mostró concentraciones promedio de creatinina sérica dentro de rangos considerados clínicamente aceptables; sin embargo, los valores de glucosa y de índice de masa corporal evidenciaron una tendencia hacia la hiperglucemia y el sobrepeso en una proporción importante de la población evaluada (Tabla 9).

Tabla 9. Características de las variables de estudio.

Variable	Media	SD	Mediana	Mínimo-Máximo
Creatinina ^a	0.87	0.30	0.80	0.40-1.90
IMC	28.69	3.57	28.29	19.67-34.97
Glucosa ^a	130.88	54.70	114	73-330
TFGe 2021	88.24	24.83	93.60	25.62-138.96
Peso	73.70	11.80	73	42.5-102
Talla	1.60	0.08	1.60	1.39-1.78

^a Unidades expresadas en mg/dL, IMC = Índice de Masa Corporal (kg/m²), TFGe = Tasa de Filtración Glomerular estimado (mL/min/1.73 m²), Edad = años, Peso = kg, Talla = cm. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la función renal, la clasificación de la tasa de filtración glomerular estimada de acuerdo con los criterios KDIGO 2024 permitió identificar que poco más de la mitad de los participantes presentó una TFGe compatible con función renal normal. No obstante, una fracción considerable mostró alteraciones iniciales, ya que cerca de una tercera parte se ubicó en categorías de disminución leve, mientras que alrededor del 15 % presentó una disminución de moderada a daño renal (Tabla 10).

Tabla 10. Prevalencia de la función renal y categorías de acuerdo al KDIGO.

Función Renal	Categoría KDIGO	TFGe	n	%
Normal	G1	≥90	56	56.5
Levemente disminuida	G2	Entre 60 y 89	28	28.3
De moderadamente disminuida a Daño Renal	G3a, G3b, G4 y G5.	<60	15	15.2

TFGe = Tasa de Filtración Glomerular estimado (mL/min/1.73 m²).

Categorización de acuerdo a la guía KDIGO 2024. Fuente: Stevens, 2024.

El análisis de correlación bivariada no mostró asociaciones estadísticamente significativas entre la TFGe y los niveles de glucosa ni con el índice de masa corporal.(Tabla 11).

Tabla 11. Análisis de correlación bivariada entre TFGe y niveles de glucosa, IMC, talla y sexo.

Variable	TFGe r de Spearman
Glucosa	0.486
IMC	0.331
Talla	0.181
Peso	0.230

IMC=Índice de Masa Corporal. *La correlación es significativa $p<0.01$. Fuente: Elaboración propia.

Complementariamente, se evaluó la relación entre el daño renal y las variables sexo, glucemia y obesidad mediante el IMC. Este análisis por variables categóricas reveló que el sexo femenino presentó una mayor probabilidad de daño renal en comparación con el sexo masculino, mientras que la hiperglucemia y el estado nutricional no mostraron asociación significativa.

En este grupo, las mujeres tuvieron más de cinco veces la probabilidad de presentar daño renal en comparación con los hombres (Tabla 12).

Tabla 12. Relación entre el daño renal según el sexo, glucosa e IMC.

Variable	Sin daño renal	Con daño renal	X ²	p ¹	OR (IC 95%)
Sexo					
Masculino	38 (38.4%)	2 (2.0%)	5.380	0.023*	5.37 (1.14-25.28)
Femenino	46 (46.5%)	13 (13.1%)			
Glucosa					
Normal	31 (31.3%)	5 (5.1%)	0.70	1.000	1.17 (0.37-3.74)
Hiperglucemia	53 (53.5%)	10 (10.1%)			
IMC					
Normal	50 (50.5%)	10 (10.1%)	0.272	0.776	0.73 (0.23-2.342)
Obesidad	34 (34.3%)	5 (5.1%)			

IMC=Índice de Masa Corporal; OR=Odds Ratio (ajustado); IC95%= Intervalo de confianza al 95%.

*Datos significativos p<0.05.

¹Chi-cuadrado con ajuste de Fisher.

Fuente: Elaboración propia.

5. DISCUSIÓN

El presente estudio permitió evaluar la asociación entre la TFG_e estimada por CKD-EPI 2021 y los niveles de glucosa sérica e índice de masa corporal, así como la relación entre el daño renal y el sexo, la glucemia e índice de masa corporal, en población adulta de atención primaria en León, Guanajuato, durante 2024–2025.

Los resultados obtenidos muestran que, si bien la mayoría de los participantes presentó valores normales de TFG_e, un porcentaje relevante evidenció algún grado de disminución de la función renal. La prevalencia de individuos con TFG_e levemente disminuida (categoría G2) fue de 28.3%, mientras que el 15.2% presentó daño renal moderado a severo (categorías G3a, G3b, G4 y G5). En cuanto a los niveles de glucosa y el IMC, no se identificó una asociación significativa con la TFG_e. No obstante, se observó una asociación significativa entre la presencia de daño renal y el sexo femenino.

De acuerdo con lo reportado previamente, la prevalencia de una TFG_e moderadamente disminuida encontrada en nuestro estudio coincide con la descrita en investigaciones previas, en las que se señala que el uso de la TFG_e como marcador permite identificar una mayor proporción de pacientes con algún grado de daño renal en comparación con el uso aislado de la creatinina sérica. Asimismo, se destaca que las fórmulas de estimación de la TFG_e ofrecen mayor sensibilidad para la detección temprana del daño renal, lo que favorece el diagnóstico oportuno y la intervención clínica (Taderegew, 2020; Gela et al., 2024; Adem et al., 2024).

Por otro lado, con respecto a los niveles de glucosa, nuestros resultados concuerdan con estudios que han señalado que la hiperglucemia aislada, especialmente cuando se evalúa de forma transversal, no siempre se correlaciona directamente con el deterioro de la función renal. Este hallazgo podría explicarse por la ausencia de información sobre la duración de la diabetes o el control metabólico a largo plazo, factores que han sido descritos como determinantes clave en la progresión del daño renal. En el estudio de Nazzari et al., 2020, en el que se emplearon los valores de hemoglobina glicosilada (HbA1c) para analizar la

asociación entre hiperglucemia y ERC, no se encontró una relación significativa. Los autores sugieren que esta ausencia de asociación podría explicarse por el tamaño limitado de la muestra ($n=386$). De manera similar, en otro estudio los autores reportan que la hiperglucemia ($HbA1c > 6.5$) no constituye un factor significativo en sus pacientes; sin embargo, señalan que otros trabajos han identificado un mayor riesgo de ERC en personas con una duración prolongada de la diabetes (Gutiérrez Alba et al., 2024).

En contraste, Martínez Candela et al. (2018) concluyeron que existe una relación entre la hiperglucemia y el daño renal, al observar que un porcentaje considerable de pacientes con diabetes mellitus presentaba algún estadio de enfermedad renal. Nuestros resultados son consistentes con lo reportado por Nazzal y Gutiérrez Alba y colaboradores; sin embargo, difieren de estudios como el de Martínez Candela et al. (2018), que sí identificaron dicha asociación. Por lo tanto, se sugiere la realización de investigaciones con muestras más amplias y diseños longitudinales que permitan esclarecer esta relación.

En cuanto a la relación entre el IMC y la disminución de la TFGe, en el presente estudio no se identificó una asociación significativa. Estos hallazgos son congruentes con lo reportado en la literatura, la cual muestra resultados heterogéneos respecto al papel de la obesidad en la progresión de la ERC, lo que podría atribuirse, en parte, a las limitaciones inherentes del IMC como indicador de adiposidad.

Goicoechea Diezandino, 2022 señala que, en diversos estudios revisados, los resultados tienden a ser confusos e incluso contradictorios al intentar establecer una asociación entre la obesidad y la progresión de la ERC o la mortalidad atribuida a esta. De manera similar, Nazzal et al., 2020 no encontraron una correlación significativa entre el IMC promedio de los pacientes evaluados y la función renal.

Si bien se ha propuesto que la obesidad podría incrementar el riesgo de desarrollar ERC a largo plazo, hasta el momento no existe evidencia concluyente que establezca una relación directa entre la obesidad y la progresión de la enfermedad. Los estudios sobre mortalidad han mostrado resultados variables, con tasas más

elevadas de mortalidad por ERC en individuos con IMC menor de 25 kg/m², tasas más bajas en aquellos con obesidad clase I, y ausencia de asociación en pacientes con obesidad clase II y III. Entre las principales explicaciones de estos hallazgos se encuentra la limitación del IMC como marcador de obesidad, dado que no distingue entre adiposidad y otros tejidos no adiposos, como el músculo. Por ello, se ha sugerido complementar su uso con indicadores antropométricos adicionales, como la circunferencia de cintura o el índice cintura-cadera, que permiten una caracterización más precisa del estado de obesidad. Otra posible explicación es el efecto protector que podría ejercer la obesidad frente a la caquexia y la desnutrición proteico-calórica, condiciones frecuentes en pacientes con ERC (Nazzari et al., 2020).

En contraste, un estudio realizado en 104 individuos con obesidad encontró una asociación positiva entre la TFGe estimada mediante la fórmula CKD-EPI 2009 y el IMC ($r = 0.23$; $p = 0.02$), tras ajustar por edad y sexo, mientras que no se observó una relación significativa con la glucosa en ayuno ($r = 0.13$; $p = 0.2$). Cabe destacar que este estudio incluyó, además del IMC, otras medidas de adiposidad como la circunferencia de cintura y el porcentaje de grasa corporal, lo que permitió una evaluación más integral del estado de adiposidad de los participantes (Naderpoor et al., 2017).

Además, debe considerarse que la población analizada corresponde a pacientes atendidos en el primer nivel de atención, en quienes el daño renal suele encontrarse en etapas tempranas o subclínicas. Esta característica podría haber limitado la detección de asociaciones significativas entre el IMC y los niveles de glucosa con la TFGe, ya que el impacto de estas alteraciones metabólicas sobre la función renal tiende a manifestarse con mayor claridad en poblaciones con enfermedad renal más avanzada o con un mayor tiempo de evolución de comorbilidades.

En cuanto al sexo, se observó una mayor probabilidad de daño renal en mujeres, lo cual es consistente con lo descrito en la denominada “paradoja de la enfermedad renal crónica”, reportada por Arenas Jiménez et al., 2018. Este concepto señala que las mujeres presentan una mayor prevalencia de estadios iniciales de la enfermedad, mientras que los hombres tienden a progresar con mayor rapidez hacia etapas avanzadas. Este fenómeno podría explicarse, en parte, por la adopción de estilos de vida menos saludables en los hombres, así como por los posibles efectos protectores de los estrógenos y los efectos potencialmente perjudiciales de la testosterona sobre la función renal (Carrero et al., 2018).

Asimismo, por van der Burgh et al., 2021 identificaron diferencias en biomarcadores como algunas hormonas asociadas al deterioro renal entre hombres y mujeres, lo que respalda la influencia del sexo biológico en la variabilidad de la función renal. Por ejemplo, Soranno et al., 2025 describen que, en el contexto de lesión renal aguda, los estrógenos estimulan la actividad de la enzima superóxido dismutasa y promueven la vasodilatación dependiente del óxido nítrico, en contraste con la testosterona, que ejerce efectos adversos sobre estos mismos mecanismos. Además, se ha documentado una mayor resistencia del sexo femenino a la inflamación inducida por estas lesiones, atribuida a la capacidad de los estrógenos para suprimir la activación de linfocitos y neutrófilos.

En la misma línea, Franco-Acevedo et al., 2021 reportan una fuerte asociación entre el sobrepeso y el desarrollo de hipertensión en mujeres. También describen que el incremento de la presión arterial relacionado con la edad en este grupo se atribuye a la disminución de hormonas ováricas, particularmente del estradiol. Durante la menopausia, la reducción de estradiol se ha asociado con un aumento de la angiotensina II y una disminución de la actividad del óxido nítrico. Estos autores señalan que la presencia de testosterona, más que la ausencia de estrógeno se correlaciona con la formación de glomeruloesclerosis y el daño podocitario. De manera consistente, la suplementación con 17β -estradiol ha mostrado disminuir la albuminuria, la fibrosis tubulointersticial y la proporción de glomérulos escleróticos.

Estos efectos podrían explicarse, en parte, por la influencia hormonal en la expresión de TGF- β y de proteínas de colágeno, modificando la síntesis y degradación de la matriz extracelular. Además, tras una lesión isquémica, el tratamiento con 17 β -estradiol ha contribuido a la regeneración renal mediante una mayor supervivencia de células endoteliales, menor expresión de citocinas inflamatorias y reducción de la apoptosis.

Una condición exclusiva del sexo femenino es el embarazo, el cual puede ocasionar daño renal cuando se presentan complicaciones e incluso acelerar la progresión hacia ERC. La preeclampsia fue considerada clásicamente como una enfermedad renal reversible y transitoria que se resolvía entre uno y tres meses después del parto, por lo que tradicionalmente no se indicaba seguimiento por nefrología. Sin embargo, existe evidencia de que la preeclampsia incrementa el riesgo de desarrollar ERC a largo plazo, lo que refuerza la necesidad de un seguimiento renal posterior que incluya la estimación del filtrado glomerular, la medición de albuminuria y el control de la presión arterial.

Por otra parte, las mujeres presentan infecciones renales con mayor frecuencia que los hombres. Estas pueden ser asintomáticas y, si no se tratan oportunamente, tienden a progresar y generar daño renal significativo (Arias-Guillén et al., 2023). La incidencia anual de infecciones del tracto urinario (ITU) en mujeres adultas puede alcanzar hasta 15%, y aproximadamente la mitad ha experimentado al menos un episodio antes de los 32 años. Las recurrencias son frecuentes: dentro de los seis meses posteriores al primer episodio, alrededor del 27% presenta al menos una recurrencia (Andrés Wurgaft, 2010). Existe amplia evidencia de que las ITU recurrentes constituyen un factor predisponente para el desarrollo de daño renal; en estudios donde se ha documentado la aparición de nuevas cicatrices renales, estas han sido precedidas, en la mayoría de los casos, por episodios repetidos de infección urinaria (Pérez Clemente et al., 2007). En 2025 se registraron más de 2.1 millones de casos en México, posicionando a las ITU como la tercera causa de infección en el país (UNAM, 2025).

Una fortaleza del estudio es que aporta evidencia exploratoria en un contexto aún poco estudiado, particularmente en el ámbito de la atención primaria, donde la información sobre la relación entre factores metabólicos y función renal es limitada. En este sentido, los hallazgos contribuyen a la generación de hipótesis y sientan las bases para futuras investigaciones con diseños longitudinales y muestras de mayor tamaño.

Asimismo, otra fortaleza del estudio es la utilización de la fórmula CKD-EPI 2021 para la estimación de la tasa de filtración glomerular, lo que permite una evaluación más actualizada y alineada con las recomendaciones internacionales vigentes. La decisión de emplear esta ecuación se basó en las recomendaciones establecidas en consensos latinoamericanos de nefrología, los cuales promueven el uso de la TFGe junto con la determinación de creatinina sérica para el diagnóstico oportuno de la ERC. Estos consensos no recomiendan el uso de la ecuación de Cockcroft-Gault, ya que fue desarrollada hace más de 50 años, antes de la implementación de ensayos estandarizados para la medición de creatinina. Además, no ha sido reformulada para valores de creatinina trazables a materiales de referencia actuales, lo que la hace menos precisa en comparación con otras ecuaciones disponibles. Por otra parte, tanto estos consensos como diversas guías internacionales respaldan el uso de la ecuación CKD-EPI para el cálculo de la TFGe, desplazando a la ecuación MDRD. Diversos estudios han demostrado que CKD-EPI presenta una mejor correlación con la filtración glomerular medida mediante marcadores exógenos en un amplio rango de edad, especialmente en valores de TFGe superiores a 60 ml/min/1.73 m². Asimismo, ha mostrado una mayor capacidad para predecir la progresión a insuficiencia renal terminal y la mortalidad cardiovascular. Otro aspecto relevante señalado en estos consensos es evitar el uso de la raza en el cálculo de la TFGe. En este sentido, la ecuación CKD-EPI 2021 eliminó la variable raza al considerar que se trata de una construcción social, y recalibró los coeficientes de las variables restantes (edad, sexo y creatinina). Por estas razones, se consideró la ecuación más apropiada para el presente estudio (Alles-Gamberale et al., 2023; Figueroa Montes et al., 2025).

Si bien los sistemas de salud reconocen la importancia de implementar estrategias para el control de la ERC, en la práctica persisten limitaciones en el uso sistemático de pruebas sensibles y oportunas que permitan su identificación en etapas tempranas, especialmente en pacientes atendidos en el primer nivel de atención con factores de riesgo relevantes. En este contexto, el presente estudio pone de manifiesto que una proporción considerable de pacientes con enfermedades crónicas asociadas a la ERC, como la diabetes y la obesidad, ya presenta una disminución leve o mayor de la función renal. Estos pacientes pueden ser identificados durante la atención rutinaria mediante la estimación de la TFG_e, lo que permitiría implementar de manera temprana intervenciones orientadas a corregir o controlar los factores que contribuyen al deterioro de la función renal.

6. CONCLUSIONES

El presente estudio permitió estimar la prevalencia de tasa de filtración glomerular disminuida en la población adulta que acude a atención primaria en León, Guanajuato, evidenciando la presencia de alteraciones en la función renal dentro de este grupo poblacional. Estos hallazgos confirman la utilidad de la tasa de filtración glomerular estimada mediante la ecuación CKD-EPI 2021 como herramienta para la detección oportuna de deterioro renal en el primer nivel de atención.

No se identificó asociación entre la tasa de filtración glomerular estimada y los niveles de glucosa sérica ni con el índice de masa corporal. Este resultado sugiere que la relación entre función renal y variables metabólicas podría estar influida por factores adicionales no contemplados en el presente estudio, lo que plantea la necesidad de futuras investigaciones con enfoques complementarios.

Por otra parte, se observó una asociación entre la presencia de daño renal y el sexo, lo que indica la posible influencia de diferencias biológicas en la susceptibilidad al deterioro de la función renal.

En conjunto, los hallazgos permiten concluir que, en la población evaluada, la función renal presenta variaciones relevantes y muestra relación con el sexo, pero no con las variables metabólicas analizadas. Estos resultados contribuyen a la caracterización epidemiológica de la función renal en el ámbito de atención primaria y refuerzan la importancia de su evaluación sistemática.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adem, M., Mekonen, W., Ausman, A., Ahmed, M., & Yimer, A. (2024). Prevalence of chronic kidney disease and its associated factors among diabetes mellitus patients in Dessie Referral Hospital, South Wollo, Ethiopia. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-59184-3>
- Alles-Gamberale, A. M., Anchart, E., Bravo-Zuñiga, J. I., Carlino-Bauza, M. C., Cueto-Manzano, A. M., Gadola, L., Girardi, R. H., Jara, P., López-Herrera, E. A., Ríos-Sarro, P. G., Robayo-García, A., Ruiz-Arenas, R., Sánchez-Polo, V., Sierra-Amor, R. I., Solá-Schnir, L., Vallejos, A. C., Zúñiga-San Martín, C. A., & Zúñiga-Saravia, E. A. (2023). Primeras recomendaciones de consenso SLA NH-COLA BIOCLI (Sociedad Latinoamericana de Nefrología e Hipertensión-Confederación Latinoamericana de Bioquímica Clínica). Informe de la tasa de filtración glomerular estimada junto a la determinación de la crea.... *Revista Nefrología Latinoamericana*, 20(1), 045–050. <https://doi.org/10.24875/nefro.23000019>
- Andrés Wurgajt, K. (2010). Infecciones del tracto urinario. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 21(4), 629–633. [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(10\)70579-4](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(10)70579-4)
- Arenas Jiménez, M. D., Martín-Gómez, M. A., Carrero, J. J., & Ruiz Cantero, M. T. (2018). La nefrología desde una perspectiva de género. *Nefrología*, 38(5), 463–465. <https://doi.org/10.1016/J.NEFRO.2018.04.001>
- Argaiz, E. R., Morales-Juárez, L., Razo, C., Ong, L., Rafferty, Q., Rincón-Pedrero, R., Gamba, G., Argaiz, E. R., Morales-Juárez, L., Razo, C., Ong, L., Rafferty, Q., Rincón-Pedrero, R., & Gamba, G. (2023). La carga de enfermedad renal crónica en México. Análisis de datos basado en el estudio Global Burden of Disease 2021. *Gaceta Médica de México*, 159(6), 501–508. <https://doi.org/10.24875/GMM.23000393>
- Arias-Guillén, M., Pino, M. D. del, Salgueira, M., Montomoli, M., Castaño, I., Yuste, C., Iguacel, C. G., Fernández-Fernández, B., Carrero, J. J., Arenas, M. ^a D., & Silva, I. da. (2023). ¿Cómo afecta la diferencia de género a la nefrología? *NefroPlus*, 15(2), 9–21. [https://doi.org/10.1016/s1888-9700\(24\)00029-x](https://doi.org/10.1016/s1888-9700(24)00029-x)
- Arreola-Guerra, J. M., Rincón-Pedrero, R., Cruz-Rivera, C., Belmont-Pérez, T., Correa-Rotter, R., & Niño-Cruz, J. A. (2014). Funcionamiento de las fórmulas MDRD-IDMS y CKD-EPI, en individuos mexicanos con función renal normal. *Nefrología*, 34(5), 591–598. <https://doi.org/10.3265/NEFROLOGIA.PRE2014.JUN.12538>

- Arreola-Ornelas, H., Merino-Juárez, G. A., Contreras-Loya, D., Méndez-Carniado, O., Morales-Juárez, L., Bernal-Serrano, D., Arizmendi-Barrera, K. A., Vargas-Martínez, C., Razo, C., Knaul, F. M., Gakidou, E., Dai, X., Cogen, R., & Ahmad, N. S. (2023). *La carga del sobrepeso y la obesidad en México de 1990 a 2021*. <https://doi.org/10.24875/GMM.23000397>
- Atiquzzaman, M., Er, L., Djurdjev, O., Bevilacqua, M., Elliott, M., Birks, P. C., Wong, M. M. Y., Yi, T. W., Singh, A., Tangri, N., & Levin, A. (2024). Implications of Implementing the 2021 CKD-EPI Equation Without Race on Managing Patients With Kidney Disease in British Columbia, Canada. *Kidney International Reports*, 9(4), 830–842. <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2024.01.039>
- ATLAS.ti. (2025). *Investigación exploratoria | Definición, cómo llevarla a cabo y ejemplos*. <https://atlasti.com/es/research-hub/investigacion-exploratoria>
- Brissón, C., Cuestas, V., Fernández, V., Minella, P. P., Beizarena, R. B., Bartolomé, J., Denner, S., Sobrero, M. S., Colussi, V., Follonier, A., Brissón, M. E., Broguet, C., Marsili, S., Brissón, C., Cuestas, V., Fernández, V., Minella, P. P., Beizarena, R. B., Bartolomé, J., ... Marsili, S. (2025). Tasa de filtración glomerular estimada: análisis de la concordancia entre las ecuaciones CKD-EPI-09, CKD-EPI-21 y EKFC, en una muestra de estudiantes argentinos de 18 a 37 años. *Revista Colombiana de Nefrología*, 12(2). <https://doi.org/10.22265/ACNEF.12.2.878>
- Brissón, C. M., Cuestas, V. I., Denner, S. G., Fernández, V. G., Del, P., Minella, C. P., Bonifacino Belzarena, R., Colussi, V. G., Brissón, M. E., Marsili, S. E., & Rosso, F. (2022). Estimación de la tasa de filtración glomerular: concordancia de la ecuación del European Kidney Function Consortium de 2020 con CKD-EPI y FAS en adultos jóvenes. *Revista Colombiana de Nefrología*, 9(1). <https://doi.org/10.22265/acnef.9.1.556>
- Buchkremer, F., & Segerer, S. (2022). The 2009 and 2021 CKD-EPI Equations: A Graphical Analysis of the Effect of Refitting GFR Estimating Equations Without a Race Coefficient. *Kidney Medicine*, 4(5), 100448. <https://doi.org/10.1016/J.XKME.2022.100448>
- Carrero, J. J., Hecking, M., Chesnaye, N. C., & Jager, K. J. (2018). Sex and gender disparities in the epidemiology and outcomes of chronic kidney disease. *Nature Reviews Nephrology* 2018 14:3, 14(3), 151–164. <https://doi.org/10.1038/nrneph.2017.181>
- Cueto-Manzano, A., Cortés-Sanabria, L., Martínez-Ramírez, H., Márquez-Herrera, R., Solórzano-Rodríguez, E., & Rojas-Campos, E. (2017). Vista de Modelo de atención de la enfermedad renal crónica en la atención primaria de la salud.

Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social, 55, 134–142.
https://revistamedica.imss.gob.mx/index.php/revista_medica/article/view/2491/2865

Data México. (2020). *León: Economía, empleo, equidad, calidad de vida, educación, salud y seguridad pública | Data México*.
<https://www.economia.gob.mx/datamexico/Es/Profile/Geo/Leon>
<https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/leon>

Espinosa Fuentes, G. A., Julián Hernández, Y. J., López Lievanos, M. Á., Berumen Lechuga, M. G., Espinosa Fuentes, G. A., Julián Hernández, Y. J., López Lievanos, M. Á., & Berumen Lechuga, M. G. (2022). Screening de enfermedad renal crónica en pacientes diabéticos de larga evolución de la UMF (unidad de medicina familiar) 222. *Revista Colombiana de Nefrología*, 9(1).
<https://doi.org/10.22265/ACNEF.9.1.543>

Federación Internacional de Diabetes. (2025). *Glosario de diabetes*.
<https://idf.org/Es/Diabetes-Glossary/>. <https://idf.org/es/diabetes-glossary/>

Figuerola Montes, L., Cucho Espinoza, C., Junior, Á. P., Garces, C. E., Briceño, I., Balleste, R., Krul, N., Carreón Moldiz, J., Saenz, K., & Santoscoy Ascencio, G. (2025). *Consenso Latinoamericano Diagnóstico de la enfermedad renal crónica Primer consenso Latinoamericano sobre el diagnóstico oportuno de la enfermedad renal crónica. Una propuesta de ALAPAC*. <https://orcid.org/0009-0008-8923-5872>

Fiorentino, T. V., Vito, F. De, Natale, R. M., Sergi, S., Rubino, M., Cassano, V., Succurro, E., Sciacqua, A., Andreozzi, F., & Sesti, G. (2025). Reduced glomerular filtration rate in individuals with intermediate hyperglycemia and type 2 diabetes as defined by 1-hour post-load glucose levels according to the newly released IDF criteria. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 222, 112075.
<https://doi.org/10.1016/J.DIABRES.2025.112075>

Flood, D., Garcia, P., Douglas, K., Hawkins, J., & Rohloff, P. (2018). Screening for chronic kidney disease in a community-based diabetes cohort in rural Guatemala: A cross-sectional study. *BMJ Open*, 8(1).
<https://doi.org/10.1136/BMJOPEN-2017-019778>

Fontela, P. C., Winkelmann, E. R., Ott, J. N., & Uggeri, D. P. (2014). Estimated glomerular filtration rate in patients with type 2 diabetes mellitus. *Revista Da Associacao Medica Brasileira* (1992), 60(6), 531–537.
<https://doi.org/10.1590/1806-9282.60.06.010>

- Franco-Acevedo, A., Echavarria, R., & Melo, Z. (2021). Sex Differences in Renal Function: Participation of Gonadal Hormones and Prolactin. *Endocrines* 2021, Vol. 2, Pages 185-202, 2(3), 185–202. <https://doi.org/10.3390/endocrines2030019>
- Gainza, F. J. (2024). Insuficiencia Renal Aguda. *Nefrología al día*, 1–23.
- Gela, Y. Y., Belay, D. G., Belsti, Y., Getahun, A. B., Getnet, M., Bitew, D. A., Terefe, B., Chilot, D., Diress, M., & Akalu, Y. (2024). Impaired glomerular filtration rate and associated factors among diabetic mellitus patients with hypertension in referral hospitals, Amhara Regional State, Ethiopia. *Scientific Reports*, 14(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/S41598-024-77318-5>;SUBJMETA
- Goicoechea Diezandino, M. (2022). Obesidad y Progresión de la Enfermedad Renal. *Nefrología al Día*, 21. <https://nefrologiaaldia.org/es-articulo-obesidad-y-progresion-de-la-enfermedad-renal-210-pdf>
- Guerrero López CM, M., Mariana Molina Jaimes, M., Rojas Russell, M. E., Yesenia Ortiz Montaña, D., Verónica Gallegos Rivero, M., & Hernández San Román, E. (2017). Evaluación Clínica y Económica de la Terapia de Reemplazo Renal a través de Diálisis Peritoneal Continua Ambulatoria o Hemodiálisis en México. *Secretaria de Salud*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/293890/Reporte_DP_HD_M_mexico.pdf
- Gutiérrez Alba, G., Montero Mora, J. G., Gutiérrez- Polo, R., Ramírez-Cabrera, J. B., & Castro-Miranda, B. (2024). Vista de Enfermedad renal en pacientes mexicanos con diabetes mellitus tipo 2 y sus características sociodemográficas. *Salud Pública de México*, 66, 788–797. <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/15702/12615>
- Heras, M., Fernández-Reyes, M. J., Guerrero, M. T., & Sánchez, R. (2011). ¿Qué aporta la nueva ecuación CKD-EPI en la estimación del filtrado glomerular en los ancianos? *Revista Espanola de Geriatria y Gerontologia*, 46(3), 176–177. <https://doi.org/10.1016/J.REGG.2010.12.004>
- Hosten, A. O. (1990). BUN and Creatinine. *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK305/>
- Ildefonso, J., Rodulfo, A., Amair, P., Marantes, D., Navas Blanco, T., & De Revisión, A. (2016). El papel del riñón en la homeostasis de la glucosa y drogas de acción renal en el tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2. *MED INTERNA (CARACAS)* VOLUMEN, 32(2), 78–88. <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/08/1009505/373-726-1-pb.pdf>

- INEGI. (2010). *Compendio de información geográfica municipal 2010 León Guanajuato*. 1–10. <http://mapserver.inegi.org.mx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). *Principales causas*. <https://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/registros/vitales/mortalidad/tabulados/ConsultaMortalidad.asp>.
<https://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/registros/vitales/mortalidad/tabulados/ConsultaMortalidad.asp>
- International Society of Nephrology (ISN). (2025, October 5). *Más de 850 millones de personas en todo el mundo padecen algún tipo de enfermedad renal: ayude a generar conciencia*. <https://www.theisn.org/more-than-850-million-worldwide-have-some-form-of-kidney-disease-help-raise-awareness/>.
<https://www.theisn.org/more-than-850-million-worldwide-have-some-form-of-kidney-disease-help-raise-awareness/>
- Kramer, H. J., Jaar, B. G., Choi, M. J., Palevsky, P. M., Vassalotti, J. A., & Rocco, M. V. (2022). An Endorsement of the Removal of Race From GFR Estimation Equations: A Position Statement From the National Kidney Foundation Kidney Disease Outcomes Quality Initiative. *American Journal of Kidney Diseases*, 80(6), 691–696. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2022.08.004>
- Labra, E. L. T. De, Cupul-Uicab, L. A., Ramirez-Palacios, P., Salmerón, J., Muñoz-Aguirre, C. P., & Salazar-Martinez, E. (2020). Predictores de la función renal en una cohorte de adultos mexicanos. *Salud Pública de México*, 62(2, Mar-Abr), 156–165. <https://doi.org/10.21149/10615>
- Lorenzo, V., & Lopez, J. M. (2024). Guías KDIGO 2024 para la Enfermedad Renal Crónica (ERC). *Nefrología al Día*.
- Luis, Á., De Francisco, M., & Sellarés, V. L. (2025). Enfermedad Renal Crónica. *Nefrología al día*, 1–36. <https://nefrologiaaldia.org/es-articulo-enfermedad-renal-cronica-654>
- Magnetosur. (2025). *Medicina general: qué es*. <https://magnetosur.com/todo-sobre-medicina-general/>
- Montañés Bermúdez, R., Sanjuán, J. B., Samper, A. O., Castán, J. A. B., Gràcia García, S., & Montañés Bermúdez, R. (2010). *Valoración de la nueva ecuación CKD-EPI para la estimación del filtrado glomerular Nefrología 2010*;30(2):185-94. <http://www.revistanefrologia.com>
- Montero Muñoz, J., Solla Suárez, P. E., & Gutiérrez Rodríguez, J. (2021). Estimación del filtrado glomerular en el paciente anciano. Implicaciones clínicas en el uso

- de antibióticos. *Revista Española de Geriátría y Gerontología*, 56(5), 268–271.
<https://doi.org/10.1016/J.REGG.2021.05.005>
- Naderpoor, N., Lyons, J. G., Mousa, A., Ranasinha, S., De Courten, M. P. J. D., Soldatos, G., & De Courten, B. D. (2017). Higher glomerular filtration rate is related to insulin resistance but not to obesity in a predominantly obese non-diabetic cohort. *Scientific Reports* 2017 7:1, 7(1), 45522-.
<https://doi.org/10.1038/srep45522>
- Navarro Gonzalez, J., Mora Fernández, C., Castelao, A. M., Luis Gorriz Teruel, J., José, M., Romeo, S., De, F., Moreno, A., & Redinren, G. S. E. N. (2022). Enfermedad renal diabética: etiopatogenia y fisiopatología. *Nefrología al Día*, 1–17. <https://nefrologiaaldia.org/es-articulo-enfermedad-renal-diabetica-etipatogenia-y-fisiopatologia-264-pdf>
- Nazzal, Z., Hamdan, Z., Masri, D., Abu-Kaf, O., & Hamad, M. (2020). Prevalence and risk factors of chronic kidney disease among Palestinian type 2 diabetic patients: a cross-sectional study. *BMC Nephrology*, 21(1).
<https://doi.org/10.1186/S12882-020-02138-4>
- NKUDIC. (2011). El diccionario de las enfermedades renales (The Kidney Diseases Dictionary). *Nephrology Nursing Journal*, 1–36.
<https://www.govinfo.gov/content/pkg/GOVPUB-HE20-PURL-gpo29154/pdf/GOVPUB-HE20-PURL-gpo29154.pdf>
- Obrador, G. T., Álvarez-Estévez, G., Bellorín, E., Bonanno-Hidalgo, C., Clavero, R., Correa-Rotter, R., Daza-Arnedo, R., Dina-Batlle, E., Morales, L., Orozco, R., Ortiz, F., Rosa-Díez, G., Sánchez-Polo, V., Sola, L., Vázquez, L. C., Villavicencio, V., & Rico-Fontalvo, J. (2024). Documento de consenso sobre nuevas terapias para retrasar la progresión de la enfermedad renal crónica con énfasis en los iSGLT-2: implicaciones para Latinoamérica Consensus document on new therapies to delay the progression of chronic kidney disease with emphasis on SGLT-2 inhibitors: implications for Latin America. *Nefro Latinoam*, 21, 1–18. <https://doi.org/10.24875/NEFRO.M24000037>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2024, August 7). *Las diez causas principales de defunción*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2026, January). *Atención primaria de salud*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/primary-health-care>. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/primary-health-care>

- Organización Panamericana de la Salud. (2021). *Causas principales de mortalidad, y discapacidad - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud*.
<https://www.paho.org/es/enlace/causas-principales-mortalidad-discapacidad>.
<https://www.paho.org/es/enlace/causas-principales-mortalidad-discapacidad>
- Ortega Lopez, P., David González Rodríguez, J., & Nieto, G. (2024a). Pruebas de Función Renal. *Nefrología al día*, 1. <https://www.nefrologiaaldia.org/634>
- Ortega Lopez, P., David González Rodríguez, J., & Nieto, G. (2024b). Pruebas de función renal. Glomerular y tubular. *Nefrología al día*, 1–34. <https://nefrologiaaldia.org/es-articulo-pruebas-de-funcion-renal-glomerular-y-tubular-634-pdf>
- Peinado Martínez, M., Dager Vergara, I., Quintero Molano, K., Mogollón Perez, M., & Ospina, A. P. (2021). Síndrome Metabólico en Adultos: Revisión Narrativa de la Literatura Metabolic Syndrome in Adults: A Narrative Review of the Literature. *Archivos de Medicina*, 17, 4. <https://doi.org/10.3823/1465>
- Pérez Clemente, L. M., Durán Casal, D. P., Marchena Bécquer, J. J., Pérez del Campo, Y., Rodríguez Téllez, Y., & Florín Yrabién, J. (2007). Cicatriz renal: factores de riesgo relacionados con infección urinaria. *Revista Cubana de Pediatría*, 79(2), 0–0. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312007000200004&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Ramírez-García, D., Fermín-Martínez, C. A., Sánchez Castro, P., Cortez-Flores, B. G., Perezalonso Espinosa, J., Díaz-Sánchez, J. P., Carrillo-Herrera, K. B., Cabrera-Quintana, L. A., Berumen-Campos, J., Kuri-Morales, P., Tapia-Conyer, R., Seiglie, J. A., Alegre-Díaz, J., Antonio-Villa, N. E., & Bello-Chavolla, O. Y. (2025). Comparison of low eGFR prevalence and prediction for mortality using 2009 and 2021 CKD-EPI equations in Mexican adults. *MedRxiv*, 2025.05.23.25328234. <https://doi.org/10.1101/2025.05.23.25328234>
- Ramos, J. M. G., Avendaño, G. M., Roldan-Tabares, M. D., Martínez-Sánchez, L. M., & Palacio, S. C. (2023). Tasa de filtración glomerular como estimador de la hipertensión en enfermedades renales y cardiovasculares. *Ciencia y Salud*, 7(3), 83–92. <https://doi.org/10.22206/CYSA.2023.V7I3.PP83-92>
- Ricardo, D. C., Fuentes, P., Sergio, M. I., & Alonso, S. (2020). *Evaluación de la función renal en pacientes con diagnóstico de diabetes tipo 2 de la Unidad de Medicina Familiar Número 2 Puebla IMSS, de septiembre de 2018 a julio de 2019*. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/11596>

- Robles-Orsorio, M. L., & Sabath, E. (2016). Disparidad social, factores de riesgo y enfermedad renal crónica. *Nefrología*, 36(5), 577–579. <https://doi.org/10.1016/J.NEFRO.2016.05.004>
- Romero, D. L., Azael, R., Juárez, A., Eugenia, M., Arias, Z., Areli, M., Álvarez, A., Abril, D., & Luna, G. (2022). VEJEZ, ENVEJECIMIENTO Y ADULTOS MAYORES. *Imprenta Universidad Autónoma Del Estado de Hidalgo*, 150.
- Soranno, D. E., Awdishu, L., Bagshaw, S. M., Basile, D., Bell, S., Bihorac, A., Bonventre, J., Brendolan, A., Claure-Del Granado, R., Collister, D., Curtis, L. M., Dolan, K., Fuhrman, D. Y., Habeeb, Z., Hutchens, M. P., Kashani, K. B., Lumlertgul, N., McCulloch, M., Menon, S., ... Ostermann, M. (2025). The role of sex and gender in acute kidney injury—consensus statements from the 33rd Acute Disease Quality Initiative. *Kidney International*, 107(4), 606–616. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2025.01.008>
- Stevens, P. E. (2024). NEFROLOGÍA AL DÍA GUÍAS KDIGO 2024 PARA LA EVALUACIÓN Y MANEJO DE LA ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA. RESUMEN EJECUTIVO. 105(4), 684–701. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2023.10.016>
- Taderegew, M. M. (2020). Assessment of renal impairment using estimated glomerular filtration rate among type 2 diabetes mellitus patients in North-East Ethiopia: a cross-sectional study. *Journal of Diabetes and Metabolic Disorders*, 19(2), 1473–1481. <https://doi.org/10.1007/s40200-020-00680-4>
- UNAM. (2025). *Infecciones urinarias: un problema de salud pública en México*. https://unamglobal.unam.mx/global_revista/infecciones-urinarias-mexico-2025/
- Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. (2025). *Aclaramiento Renal*. <https://www.udocz.com/>. <https://www.udocz.com/apuntes/42475/clearance-renal-fisiologia>
- van der Burgh, A. C., Rizopoulos, D., Ikram, M. A., Hoorn, E. J., & Chaker, L. (2021). Determinants of the Evolution of Kidney Function With Age. *Kidney International Reports*, 6(12), 3054–3063. <https://doi.org/10.1016/J.EKIR.2021.10.006>
- Verner Codoceo, R. (2010). Diabetes mellitus en el paciente con enfermedad renal avanzada. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 21(4), 585–594. [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(10\)70574-5](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(10)70574-5)
- Villegas Sierra, L. E., Buriticá Agudelo, M., Yepes Delgado, C. E., Montoya Jaramillo, Y. M., & Jaimes Barragan, F. (2022). Interacción entre el estadio de la enfermedad renal crónica y la diabetes mellitus como factores asociados con mortalidad en pacientes con enfermedad renal crónica: un estudio de cohortes

externas. *Nefrología*, 42(5), 540–548.
<https://doi.org/10.1016/J.NEFRO.2021.04.012>

Ciudad Valles, S.L.P., a 25 de febrero de 2026

Rebeca Paola Mendoza Lozano
Alumno (a) de la Maestría en Análisis Clínicos
Presente

En relación con la solicitud de registro de tema de tesis y la conformación del Comité Tutelar le comunico que el Comité Académico del PMAC el día 19 de febrero de 2026, aprobó:

1. Su propuesta del tema de tesis:

"Asociación de la tasa de filtración glomerular estimada mediante la ecuación CKD-EPI 2021 con glucosa e IMC en población adulta de León, Guanajuato, México, 2025: estudio exploratorio en atención primaria."

2. Su propuesta del Comité Tutelar conformado por:

Director: Dr. Juan Manuel Vargas Morales
Codirector: Dra. Eunice Lares Villaseñor
Asesor: M.E. Juan Del Toro Herrera

Sin otro particular por el momento, le envió un saludo cordial.



Atentamente

M.E. Juan del Toro Herrera
Comité Académico de la Maestría en Análisis Clínicos

c.c.p. Dra. Jessica Ivonne Hinojosa López– Jefa de Posgrado
c.c.p. Comité Tutelar aprobado
c.c.p. Archivo