



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**DIRECCIÓN DE POSTGRADO**  
**ESPECIALIZACIÓN EN BIOQUÍMICA CLÍNICA**



**ESTUDIO COMPARATIVO DE TRES PARÁMETROS EN LA DETECCIÓN  
DEL DÉFICIT DE HIERRO EN PACIENTES CON ENFERMEDAD  
RENAL CRÓNICA**

Trabajo Especial de Grado para optar al  
Título de Especialista en Bioquímica Clínica

**Autor:** Esp. Erick González  
**Tutora:** Dra. Emy González de Mirena

**Campus Bárbula, mayo de 2024**



## ACTA DE DISCUSIÓN DE TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

En atención a lo dispuesto en los Artículos 127, 128, 137, 138 y 139 del Reglamento de Estudios de Postgrado de la Universidad de Carabobo, quienes suscribimos como Jurado designado por el Consejo de Postgrado de la Facultad de Ciencias de la Salud, de acuerdo a lo previsto en el Artículo 135 del citado Reglamento, para estudiar el Trabajo Especial de Grado titulado:

### ESTUDIO COMPARATIVO DE TRES PARAMETROS EN LA DETECCION DEL DEFICIT DE HIERRO EN PACIENTES CON ENFERMEDAD RENAL CRONICA

Presentado para optar al grado de **Especialista en Bioquímica Clínica** por el (la) aspirante:

**GONZÁLEZ M., ERICK Y.**  
C.I. V – 16582294

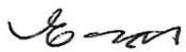
Habiendo examinado el Trabajo presentado, bajo la tutoría del profesor(a): Emy González C.I. 5451722, decidimos que el mismo está **APROBADO**.

Acta que se expide en valencia, en fecha: 16/04/2024

  
**Prof. Yris Gil**  
C.I. 10.215.391  
Fecha 16.04.2024

TG:152-23



  
**Prof. Emy González**  
(Pdte)  
C.I. 5451722  
Fecha 16-04-24

  
**Prof. Claudia Mendoza**  
C.I. 14383188  
Fecha 16-04-2024



TG-CS: 152-23

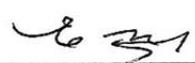
### ACTA DE CONSTITUCIÓN DE JURADO Y DE APROBACIÓN DEL TRABAJO

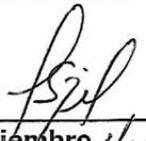
Quienes suscriben esta Acta, Jurados de la Tesis de Grado titulada: **"ESTUDIO COMPARATIVO DE TRES PARAMETROS EN LA DETECCIÓN DEL DEFICIT DE HIERRO EN PACIENTES CON ENFERMEDAD RENAL CRONICA"** Presentado por el (la) ciudadano (a): **GONZALEZ M., ERICK Y.**, titular de la cédula de identidad **Nº V-16.582.294** Nos damos como constituidos durante el día de hoy: 11-04-2024 y convenimos en citar al alumno para la discusión de su Trabajo el día: 16-04-2024.

#### RESOLUCIÓN

Aprobado: X Fecha: 16-04-2024 \*Reprobado: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_.

Observación: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_  
**Presidente del Jurado**  
Nombre: Emy González  
C.I. 5.451.722

  
\_\_\_\_\_  
**Miembro**  
Nombre: Juan Gil  
C.I. 10.215.391

  
\_\_\_\_\_  
**Miembro**  
Nombre: Claudia Mendocero  
C.I. 14.383.188

#### Nota:

1. Esta Acta debe ser consignada en la Dirección de Asuntos Estudiantiles de la Facultad de Ciencias de la Salud (Sede Carabobo), inmediatamente después de la constitución del Jurado y/o de tener un veredicto definitivo, debidamente firmada por los tres miembros, para agilizar los trámites correspondientes a la elaboración del Acta de Aprobación del Trabajo.
2. \*En caso de que el Trabajo sea reprobado, se debe anexar un informe explicativo, firmado por los tres miembros del Jurado.

## AVAL DEL TUTOR

Dando cumplimiento a lo establecido en el Reglamento de Estudio de Postgrado de la Universidad de Carabobo, quien suscribe **DRA. EMY GONZÁLEZ DE MIRENA** titular de la cedula de identidad N° V.- 5.451.722, en mi carácter de tutor hago constar que he tenido conocimiento del Trabajo de Especial de Grado titulado “**ESTUDIO COMPARATIVO DE TRES PARÁMETROS EN LA DETECCIÓN DEL DÉFICIT DE HIERRO EN PACIENTES CON ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA**”, fue realizado por el Especialista, el Licenciado en Bioanálisis **Erick Yohan González Mendoza** titular de la Cédula de Identidad **No V-16.582.294** para optar al título de **ESPECIALISTA EN BIOQUÍMICA CLÍNICA**, hago constar que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe. En Valencia, 16 de Enero de 2024.



---

**Dra. Emy González de Mirena**

**C.I: N° V.- 5.451.722**

## **DEDICATORIA**

***A Dios Todopoderoso:*** *Quien me pone en el camino que debo seguir, quién me da fuerzas para seguir y no desmayar, enseñándome a enfrentar los problemas que se presentan sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.*

***A mis abuelos (Maximiliano, Carmen y Rafael)*** *quienes donde quiera que estén me dan las fuerzas, que con sus enseñanzas me guían, me cuidan y protegen, y los cuales se fueron antes de tiempo.*

***A mi Abuela Elia:*** *que con su cariño me muestra la fortaleza de la vida, dándole vida a los años y no años a la vida.*

***A mi Madre Delia:*** *que con su amor y cariño más allá de la distancia me enseña que la vida está llena de bendiciones y que siempre está para mí, cuidándome, queriéndome y guiándome por el buen camino.*

***A mí Padre Víctor Julio:*** *que con su amor me enseña que hay que luchar por lo que se quiere en la vida, por motivarme y darme la mano para seguir adelante.*

***A mi Hermana Johana:*** *que con el tiempo me ha enseñado que a pesar de lo que ocurra está a mi lado, soportando todo lo que nos depara el futuro. Y que sin importar lo poco que nos comuniquemos siempre te tengo en mi corazón y en mi mente, TQQJ no lo olvides nunca.*

***A mi sobrina Miranda:*** *que me has enseñas a ser padre sin serlo, me enseñaste amar incondicionalmente, a no conocer la maldad. Que tu inocencia que te haga fuerte mi pequeña, recuerda que siempre voy estar para ti. De aquí al infinito y más allá.*

*A mi tío Ángel: que me enseñó que en esta vida la EDUCACION es la puerta que te abre un sinfín de camino. Que no hay más orgullo para un ser humano que el amor de su familia.*

*A mi tía Máyela: quien me ha ayudado y apoyado a que pudiera lograr mis sueños, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento, mil bendiciones, (Prima Angélica, también esto va contigo)*

*A mí: por tener la fuerza para seguir de seguir ante todas las adversidades que se han presentado, por comprender que a veces se gana y muchas otras se pierde, por atreverme a confrontar y soportar los momentos difíciles, a no mirar al pasado porque te distraes del futuro. Sigue disfrutando de tu viaje porque no sabes tu destino.*

*A mi angelito y mi niño interno: por estar conmigo siempre y brindarme fuerzas y palabras para continuar todos los días, por ofrecerme sus manos en todo momento, por estar en mis momentos de soledad, por protegerme y cuidarme año tras año sin descanso, por hacerme reír para olvidarme de lo malo y por regalarme muchos momentos especiales.*

*Con todo mi amor y cariño para todos mis seres amados*

**Erick Y. González M.**

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios Todopoderoso por haberme dado la sabiduría, el intelecto y fortaleza para poder llegar a un escalón más de mi carrera, por proveerme de todo lo necesario para salir adelante. Y por colocarme en el camino a todas aquellas personas que nutrieron mi alma y mi intelecto.*

*A la Dirección del Área de Postgrado de la Universidad de Carabobo, a través de sus Profesores encaminaron mi formación intelectual y profesional.*

*A la Dra. Emy González de Mirena, por su valiosa asesoría en el desarrollo y culminación de la Tesis. Y por haberme soportado tantos años. Profe muchas gracias, no tengo palabras para agradecer tanto.*

*A las Prácticas Profesionales de Bioquímica Clínica, por suministrar las muestras, así como su colaboración, sobre todo a sus profesoras por todo su apoyo.*

*A los Licenciados, Daniel Uribe, Allison Moran, Marian Nádales, Jessica Torrealba, David Carreño. Que más que amigos los considero mis hermanos que la vida nos reunió primero en nuestro lugar de trabajo (Universidad de Carabobo) y luego aquí en este postgrado. Gracias por considerarme su amigo.*

*A todas aquellas personas, que se han cruzado en mi camino a lo largo de esta carrera, que me ha permitido desarrollarme profesionalmente.*

**Esp. Erick Y. González. M.**

## ÍNDICE

	<i>Pág.</i>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	<b>viii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>ix</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>20</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
<i>Diseño y Tipo de Investigación</i> .....	<b>21</b>
<i>Población y Muestra</i> .....	<b>21</b>
<i>Procedimiento</i>	
<i>Parámetros Hematológicos</i>	
<i>Hematología Completa</i> .....	<b>23</b>
<i>Porcentaje de Eritrocitos Hipocromicos</i> .....	<b>24</b>
<i>Parámetros Bioquímicos</i>	
<i>Determinación de Hierro mediante el Método Colorimétrico Directo</i> .....	<b>25</b>
<i>Determinación de la Transferrina mediante el Método Colorimétrico y</i>	
<i>Porcentaje de Saturación</i> .....	<b>26</b>
<i>Determinación de la Ferritina mediante el método ELISA tipo sándwich</i> .....	<b>26</b>
<i>Parámetros Serológicos</i>	
<i>Proteína “C” Reactiva (PCR) por la metodología de inmunoaglutinación</i>	
<i>por latex</i> .....	<b>27</b>
<i>Análisis Estadístico</i> .....	<b>28</b>
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>29</b>
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>38</b>
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>45</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>46</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>57</b>

**ÍNDICES DE TABLAS**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b><i>Pág.</i></b>
<b>1</b>	<b>Caracterización de los Pacientes Incluidos en el Estudio. (n= 39) .....</b>	<b>27</b>
<b>2</b>	<b>Datos Analíticos Correlacionados al Déficit de Hierro (para el Diagnóstico de la Anemia según los diferentes Estadios de la ERC) .....</b>	<b>29</b>
<b>3</b>	<b>Caracterización del Déficit Hierro (Absoluto o Funcional) de Hierro de los Pacientes Incluidos en el Estudio para el Diagnóstico de la Anemia Según los diferentes Estadios de la ERC.....</b>	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>Características de la Prueba Basadas por Análisis ROC en Valores de Corte Óptimos de las pruebas para Detectar el Déficit de Hierro en pacientes con ERC.....</b>	<b>32</b>

**ÍNDICES DE GRÁFICOS**

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b><i>Pág.</i></b>
<b>1</b>	<b>Curvas ROC para cada uno de los Parámetros Evaluados para la Detección del Déficit de Hierro en pacientes con ERC. -----</b>	<b>34</b>



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**DIRECCIÓN DE POSTGRADO**  
**ESPECIALIZACIÓN EN BIOQUÍMICA CLÍNICA**  
**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**



**Estudio Comparativo De Tres Parámetros En La Detección Del Déficit De Hierro En  
 Pacientes Con Enfermedad Renal Crónica**

**Autor:** Esp. Erick González

**Tutora:** Dra. Emy González de Mirena

**RESUMEN**

La ERC es el resultado de diversas enfermedades y puede tratarse mediante hemodiálisis, procedimiento que puede provocar efectos fisiológicos como la anemia debido a la disminución de la producción de eritropoyetina (EPO), una hormona producida por los riñones que estimula la producción de glóbulos rojos en la médula ósea. La anemia en pacientes con enfermedad renal crónica puede afectar su calidad de vida, por lo tanto, es importante reconocer la deficiencia de hierro como resultado de niveles reducidos de EPO. Existen pruebas de laboratorio para detectar esta deficiencia. La ferritina y el índice de saturación de transferrina (IST), así como el hierro sérico, se utilizan con mayor frecuencia, pero tienen limitaciones. El objetivo general del estudio es comparar tres parámetros en la detección de la deficiencia de hierro en pacientes con enfermedad renal crónica. Resultados: El análisis mediante curvas ROC mostró el área bajo la curva (AUC) del hierro sérico: AUC: 0,633 (IC del 95%: [0,464; 0,782]), AUC real: 0,644 (IC del 95%: [0,475; 0,791]) y AUC de ferritina: 0,944 (IC del 95 %: [0,821, 0,992]), intervalos de confianza del 95 %. Concluyendo que existe una correlación el hierro sérico, el porcentaje de saturación de transferrina sérica y ferritina sérica con los estadios de la ERC. La siderremia y el porcentaje de saturación de transferrina, no permiten diferenciar individuos con deficiencia de hierro. La ferritina sigue siendo la prueba ideal para detectar la deficiencia de hierro en pacientes con ERC, pero puede verse influenciada por el estado fisiológico del paciente.

Palabras clave: Enfermedad renal crónica, Déficit de Hierro, Hierro sérico, Porcentaje de Saturación de Transferrina, Ferritina Sensibilidad, Especificidad, Curvas ROC (Receiver Operating Characteristic)



**UNIVERSITY OF CARABOBO**  
**FACULTY OF HEALTH SCIENCES**  
**POSTGRADUATE DIRECTION**  
**SPECIALIZATION IN CLINICAL BIOCHEMISTRY**  
**DEGREE THESIS**



**Comparative Study of Three Parameters in The Detection of Iron Deficit in Patients  
 with Chronic Kidney Disease**

Author: Esp. Erick González

*Tutor:* Dra. Emy González de Mirena

**SUMMARY**

CKD is the result of various diseases and can be treated through hemodialysis, a procedure that can cause physiological effects such as anemia due to decreased production of erythropoietin (EPO), a hormone produced by the kidneys that stimulates the production of red blood cells in the kidneys. the bone marrow. Anemia in patients with chronic kidney disease can affect their quality of life, therefore it is important to recognize iron deficiency as a result of reduced EPO levels. There are laboratory tests to detect this deficiency. Ferritin and transferrin saturation index (TSI), as well as serum iron, are most commonly used but have limitations. The general objective of the study is to compare three parameters in the detection of iron deficiency in patients with chronic kidney disease. Results: Analysis using ROC curves showed the area under the curve (AUC) of serum iron: AUC: 0.633 (95% CI: [0.464, 0.782]), actual AUC: 0.644 (95% CI: [0.475, 0.791] ) and ferritin AUC: 0.944 (95% CI: [0.821, 0.992]), 95% confidence intervals. Concluding that there is a correlation between serum iron, the percentage of serum transferrin saturation and serum ferritin with the stages of CKD. Sideremia and the percentage of transferrin saturation do not allow differentiation of individuals with iron deficiency. Ferritin remains the ideal test to detect iron deficiency in patients with CKD, but it may be influenced by the patient's physiological status.

**Keywords:** Chronic kidney disease, Iron Deficiency, Serum Iron, Transferrin Saturation Percentage, Ferritin Sensitivity, Specificity, ROC Curve (Curvas ROC (Receiver-Operating-Characteristic))

## INTRODUCCIÓN

La Enfermedad Renal (ER) es una afección en la cual los riñones sufren daño gradual y progresivo a lo largo del tiempo, lo que resulta en una pérdida de la capacidad de varias de sus funciones como excretar los productos de desechos, concentrar la orina y conservar los electrolitos, esto debido a procesos patológicos, inflamatorios y/o degenerativos.<sup>1,2,3,4</sup>

La Organización Mundial de la Salud (OMS), señala que una de cada diez personas tiene algún grado de enfermedad renal y muestran una prevalencia de ERC en cualquiera de sus estadios del 15,1% para la población general. De allí pues, que de acuerdo al Organismo Andino de Salud en su libro sobre *Enfermedad Renal Crónica en los Países Andinos* establece que para el período comprendido entre 1990 al 2017, la tasa global de mortalidad por Enfermedades No Transmisibles (ENT) incluyendo a la ERC, presentó un aumento del 41,5% a nivel mundial. Por lo que, para el año 2019, se evidenció un incremento del porcentaje de ERC en los países de la subregión Andina, siendo el porcentaje atribuido a los países en el siguiente orden: Chile: 85,1%, Colombia: 75,6%, Ecuador: 76,2%, Bolivia: 72,7%, Perú: 72,6 % y República Bolivariana de Venezuela: 65,1%.<sup>4,5,6,7,8,9</sup>

En este orden de ideas, para el lapso comprendido del 2000 al 2019 Venezuela pertenecía al quintil 2 de la subregión andina, y suponiendo que los datos generados por cada país eran correctos; esto incluye un grupo de países donde la desigualdad está entre el 20% al 40% de la desigualdad absoluta total. Por lo que, esa cifra supone la existencia de 411,5 muertes por cada 100.000 habitantes.<sup>8,9</sup>

De ahí que, la Enfermedad Renal Crónica (ERC), es la etapa terminal de la enfermedad renal, lo cual representa un deterioro progresivo de la falla renal, lo que disminuye la capacidad de hemofiltración de los riñones durante un período de 3

meses o más, independientemente de la causa o la pérdida del 50% de nefronas. La afección se diagnostica por una mayor retención de compuestos nitrogenados como la creatinina plasmática, la urea (situación conocida como uremia o síndrome urémico), y una disminución de la Tasa de Filtración Glomerular (TFG < 60 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>).  
1,2,7,10,11,12

En tal sentido, la ERC se clasifica en 5 Etapas o grados en función del TFG y 3 categorías de albuminuria. Esto es debido a que la proteinuria destaca como el factor pronóstico modificable más potente de progresión de ERC. El deterioro de la TFG es lo característico de los grados 3-5, no siendo necesaria la presencia de otros signos de daño renal. Sin embargo, en las categorías 1 y 2 se requiere la presencia de otros signos de daño renal para sospechar de su presencia. Por lo tanto, se trata de una clasificación variable y en constante revisión siendo su última versión la del Documento de Consenso en 2014.<sup>2,3,4,13,14,15,16</sup>

### Clasificación de la ERC según las Guía KDIGO 2012.

Pronóstico de la ERC según FG y abuminuria: KDIGO 2012				Categorías por albuminuria persistente Descripción e intervalo		
				A1	A2	A3
				Normal o aumento leve	Aumento moderado	Aumento grave
				< 30 mg/g < 3 mg/mmol	30-300 mg/g 3-30 mg/mmol	> 300 mg/g > 30 mg/mmol
Categorías por FG, descripción y rango (mL/min/1,73m <sup>2</sup> )	G1	Normal o alto	> 90			
	G2	Levemente disminuido	60-89			
	G3a	Descenso leve-moderado	45-59			
	G3b	Descenso moderado-grave	30-44			
	G4	Descenso grave	15-29			
	G5	Fallo o fracaso renal	< 15			

*El riesgo menor corresponde al Color Verde (categoría de «bajo riesgo» y si no hay datos de lesión renal no se puede catalogar ni siquiera como ERC), seguido del Color Amarillo (riesgo «moderadamente aumentado»), Color Naranja («alto riesgo») y Color Rojo («muy alto riesgo»), que expresan riesgos crecientes para los eventos mencionados. Los colores indican el riesgo relativo ajustado para 5 eventos: mortalidad global, mortalidad cardiovascular, fracaso renal tratado con diálisis o trasplante, fracaso renal agudo y progresión de la enfermedad renal. Fuente: Martínez-Castelao et al.<sup>3</sup>*

La mayoría de las causas de la enfermedad renal crónica son irreversibles y ocurren durante toda la vida, sin embargo, la cronicidad no es sinónimo de irreversibilidad. Ya que, es una patología multifactorial en la cual esta puede desarrollarse debido a la suma de múltiples factores. Obviamente, algunos factores de riesgo pueden ser a la vez de susceptibilidad, iniciadores y de progresión, siendo los más comunes de la ERC la edad avanzada, el sexo, la diabetes, hipertensión arterial, trastornos inmunológicos, infección crónica, problemas hepáticos y renales e hipertrofia prostática, condiciones que a su vez presentan signos de minimización de la producción de orina, eliminación de productos desechos mediante la orina, retención de líquidos, así como otros síntomas como la somnolencia, fatiga, dificultad para respirar y estado de coma en casos muy severos. De modo que, en la actualidad, la diabetes y la hipertensión sumadas al envejecimiento son los principales los factores de riesgos para desarrollar la ERC en los adultos en el mundo; y en Venezuela esta situación es similar.<sup>4,5,6,7,9</sup>

Por consiguiente, el diagnóstico de la enfermedad renal generalmente implica pruebas de laboratorio para evaluar su funcionabilidad, que incluyen análisis de sangre y orina, así como pruebas de imagen, como ecografías o tomografías computarizadas, que permiten monitorizar la enfermedad, y así, poder elegir el tratamiento más idóneo para el paciente, entre los que se pueden mencionar cambios en el estilo de vida, medicamentos para controlar enfermedades subyacentes como la presión arterial, y en casos graves de insuficiencia renal, la diálisis o trasplante de riñón.<sup>17,18,19</sup>

Por tal razón, el tratamiento médico generalmente se utiliza para prevenir y/o retrasar las complicaciones de la enfermedad renal crónica, reduciendo así la probabilidad de que ocurran eventos que pudieran modificar el estilo de vida de los pacientes. No obstante, en sus inicios la enfermedad renal es subdiagnosticada, lo que resulta en la pérdida de oportunidades de prevención. Es importante recordar que,

como todas las enfermedades crónicas, sólo la mitad de las personas que padecen una enfermedad renal son diagnosticadas y menos de la mitad reciben el tratamiento adecuado.<sup>20,21</sup>

De tal manera, este seguimiento en la ERC permite evitar una serie de complicaciones en los pacientes, estas son de naturaleza multisistémicas y que pueden comprometer la vida de los mismo, se dan por tres mecanismos como lo es la acumulación de sustancias que son normalmente eliminadas por el riñón, la pérdida del equilibrio de líquidos, electrolitos regulación hormonal, y por último, pero no menos importante el proceso de inflamación sistémica progresiva y consecuencias vasculares renales. De manera que, a raíz de estos mecanismos se puede desarrollar estas complicaciones entre las que se puede mencionar el síndrome metabólico, enfermedades vasculares, procesos inflamatorios, alteraciones del metabolismo osteomineral, trastornos hemostáticos, síndromes anémicos, entre muchos otros. De estas complicaciones, la anemia es una de las alteraciones hematológicas más significativa en la ERC, ya que se asocia a la disminución en la calidad de vida de los pacientes y así como un aumento en el riesgo de padecer de procesos infecciosos, enfermedades cardiovasculares; y su severidad se correlaciona con el grado de insuficiencia renal.<sup>3, 4, 22, 23, 24, 25,26</sup>

En este sentido, en los síndromes anémicos en la ERC la principal causa es la producción reducida de eritropoyetina (EPO), ya que esta hormona, que actúa sobre la diferenciación y maduración de los precursores eritroides, es sintetizada por las células intersticiales peritubulares renales, asimismo, esta reducción se ve favorecida por la presencia de toxinas urémicas y cierto grado de hemólisis por causas extracorpóricas de los eritrocitos, de modo que la vida media de los glóbulos rojos es la mitad de lo normal en la enfermedad renal avanzada.<sup>26, 27</sup>

La anemia aparece en los estadios precoces de la enfermedad renal, con descenso de la hemoglobina (Hb) cuando la TFG disminuye alrededor del 30%. Por lo general, la concentración de Hb en sangre se encuentra por debajo de la media de la población general y está establecido que ésta se encuentra en el límite inferior de la concentración de Hb a partir del cual se considera anemia, es decir, que en mujeres es de 11,5 g/dL y en hombre de edad inferior a los 70 años es de 13,0 - 13,5 g/dL. Mientras que los hombres de edad superior a 70 años la Organización Mundial de la Salud (OMS) establecen el límite de 12,0 g/dL. En tal sentido, la anemia vinculada con la ERC por lo general comienza Normocítica - Normocrómica y se asocia no sólo con una disminución de la EPO, sino también con una respuesta baja de la médula ósea, debido a un aumento de la producción de Hefcidina y una disminución de la disponibilidad de hierro para la eritropoyesis.<sup>3, 4, 5, 22, 26,28, 29, 30,</sup>

De esto se desprende que, si hay poco hierro disponible, la síntesis de compuestos de hierro fisiológicamente activo se limita y se inhiben los procesos metabólicos de gran importancia. En los pacientes con ER se describen dos patrones de deficiencia de hierro, un “Déficit Absoluto” (DA) caracterizado por la depleción de las reservas corporales de hierro debido principalmente a pérdidas crónicas de sangre (restos hemáticos en dializador, frecuentes extracciones de sangre para estudios de laboratorio, sangrado gastrointestinal oculto, etc.), y la reducción de la absorción intestinal de hierro; y un “Déficit Funcional” (DF) que se caracteriza por un depósito de hierro normal o aumentado y una inadecuada disponibilidad del mismo para satisfacer las demandas de la eritropoyesis, este disturbio puede verse asociado a procesos inflamatorios por acción de citoquinas que aumentan la captación de hierro por los macrófagos del sistema retículo-endotelial disminuyendo de esta manera su disponibilidad.<sup>31, 32, 33, 34</sup>

En tal manera que, la inadecuada movilización del hierro almacenado en el Sistema Mononuclear Fagocítico (SMF) en un proceso inflamatorio o infeccioso se

produce por un aumento de la Interleucinas 1 y 6 (IL-1 / IL-6 respectivamente) y otras citoquinas producidas por los macrófagos activados. Las interleucinas son la responsable en los hepatocitos del aumento de los reactantes de fase aguda, siendo uno de ellos, la alfa1-antitripsina, el cual dificulta la unión de la transferrina (proteína transportadora de hierro) con sus receptores en los precursores eritroides; y de la disminución de la transferrina y albumina.<sup>32, 35, 36, 37</sup>

Asimismo, otra acción de la IL-1 sobre los granulocitos es la de aumentar la liberación de la Lactoferrina, la cual es una proteína similar a la transferrina pero con una mayor afinidad por el hierro. Este complejo, no permite la transferencia del hierro a los precursores eritroides, por lo que se acumulan en el SMF y la concentración plasmática disminuye, por lo que es un mecanismo de defensa frente a infecciones que priva a los microorganismos del hierro, que necesitan para proliferar. De igual manera, la IL-1, el Factor de Necrosis Tumoral (TNF) y algunos interferones entre otras citoquinas pueden ocasionar una respuesta defectuosa por parte de la EPO ya que la IL-1, inhiben la producción de la misma.<sup>36, 37</sup>

Por otra parte, en los macrófagos se origina un aumento de la síntesis de ferritina (depósitos de hierro en el organismo), con el consiguiente incremento de la capacidad de depósitos de hierro, como resultado de su activación y de la actividad fagocítica de los mismos, lo que conlleva a una mayor secreción de IL-1. Por lo que, la ferritina sérica puede estar aumentada o normal y no puede reflejar fielmente el estado del hierro en los depósitos, dado a que es considerado en la actualidad como reactante de fase aguda en los procesos infecciosos, además, por el contrario, se puede dar el caso de los depósitos de hierro bajos con la ferritina normal. En tal sentido, se pueden determinar los niveles séricos de los receptores solubles de transferrina; estos, se expresan en los precursores eritroides, encontrándose aumentados en la anemia ferropénica debido a la hiperplasia eritroide, contrario en lo observados en la anemia

por enfermedad crónica, sin embargo, este es un estudio costoso y muy poco laboratorio lo realizan en la actualidad.<sup>36, 37, 38, 39, 40, 41</sup>

Por todo esto, a la hora de establecer el diagnóstico de déficit de hierro es necesario distinguir sus dos formas ya sea el déficit absoluto o funcional; ya que el diagnóstico en los enfermos renales crónicos se valora una combinación de parámetros clínicos y paraclínicos; para esto se emplea diversos biomarcadores, dependiendo de lo que se quiera evaluar, ya sea los depósitos, lo que está en circulación y/o su utilización.

Entre los biomarcadores que se utilizan se puede mencionar los que proporcionan el estado de los depósitos de hierro entre ellos se encuentra la ferritina sérica y las tinciones de médula ósea con azul de Prusia (este último es un parámetro muy poco empleado debido a que es un método invasivo y traumático para el paciente). Para indicar la concentración del hierro en circulación los biomarcadores que se emplean son los niveles de hierro séricos, el porcentaje de saturación de la transferrina; los índices hematimétricos, el porcentaje de eritrocitos hipocrómicos, la concentración de Hb en los reticulocitos, la protoporfirina eritrocitaria y el receptor sérico de transferrina permiten valora la utilización del hierro por los precursores eritropoyéticos.<sup>4,7,26,27,28,29, 31, 32, 37, 38, 41, 42</sup>

Es así como, toda variación de estos parámetros indica la necesidad de la utilización de hierro, ya sea por el déficit funcional, debido a la imposibilidad de movilización del hierro de los tejidos, la influencia del desbalance sobre los niveles de la transferrina o de los procesos infecciosos e inflamatorios sobre la ferritina, es que por consiguiente, que surge la necesidad de conocer cuál de estos parámetros es el más indicado para monitorear la deficiencia de hierro en los pacientes que cursan con la enfermedad renal crónica. En tal sentido, siendo la anemia asociada a ERC con componente ferropénico tan frecuente a nivel mundial y de Latinoamérica, es de

suma importancia conocer la sensibilidad y la especificidad de las pruebas que detectan el déficit de hierro en pacientes con ERC que son aspectos cruciales para un diagnóstico preciso y efectivo, así como, para su tratamiento.

En tal sentido en el 2020 Sany, El Shahawi y Taha realizaron el estudio de diagnóstico de deficiencia de hierro en pacientes en hemodiálisis (HD) y la utilidad de medir el equivalente de hemoglobina reticulocitaria (Ret-HE), donde evaluaron el parámetro Ret-HE en términos de sensibilidad y especificidad para detectar déficit de hierro, en pacientes en HD. Estudiaron a 50 pacientes sometidos a HD tres veces por semana, para explicar la precisión de Ret-HE en el diagnóstico de deficiencia de hierro en pacientes en diálisis, compraron la Ret-HE con parámetros de hierro, niveles de ferritina sérica, saturación de transferrina y glóbulos rojos hipocrómicos (Hipo%). Dando como resultado una buena correlación ( $P < 0,001$ ) entre Ret-HE, hierro sérico, ferritina, transferrina y saturación de transferrina en pacientes en diálisis. El análisis de la curva ROC reveló que los valores del área fueron 0,887 y, con un valor de corte de 27,0 pg, se logró una sensibilidad del 90,4% y una especificidad del 80,8%. Lo que sugiere ser un parámetro confiable para el estudio del estado de la eritropoyesis en pacientes en HD.<sup>43</sup>

De igual manera, en el 2019 Venkatesan, Saxena y Kumar evaluaron el estado del hierro en pacientes con enfermedad renal crónica para valorar los mejores indicadores, incluido el ensayo del receptor de transferrina sérica. Se estimaron los niveles séricos de hierro, ferritina, capacidad total de unión al hierro (TIBC) y receptor sérico de transferrina (sTfR) en 100 pacientes con anemia primaria por deficiencia de hierro (IDA) (control) y 68 casos de ERC recién diagnosticados. Se encontró que existe diferencia significativa para el hierro sérico, log\_ferritina y sTfR/log\_f. El sTfR y el sTfR/log\_f mostraron una buena discriminación entre IDA y anemia de enfermedad crónica en casos de ERC, pero sTfR/log\_f dio la mejor discriminación en todos los niveles de corte de ferritina, con una AUC de 0,83 con

una especificidad que puede ir de 86,5% al 95,5% mientras que la sensibilidad podría estar 93,3% al 95,5%, por lo que la relación sTfR/log\_f fue el mejor indicador para evaluar el estado del hierro en la ERC.<sup>44</sup>

Comprendido esto, se puede decir que la sensibilidad se refiere a la capacidad de una prueba para identificar correctamente (en este caso) a los pacientes que realmente tienen déficit de hierro. En el caso de los pacientes con enfermedad renal crónica, es fundamental que las pruebas sean altamente sensibles para detectar cualquier indicio de deficiencia de hierro, ya que esta condición puede ser más común debido a la disminución de la producción de eritropoyetina. Por otro lado, la especificidad se refiere a la capacidad de una prueba para descartar adecuadamente a los pacientes que no tienen déficit de hierro. En este sentido, es esencial que las pruebas sean altamente específicas para evitar diagnósticos erróneos y tratamientos innecesarios. En general, se requieren pruebas con alta sensibilidad y especificidad para garantizar un diagnóstico preciso del déficit de hierro en pacientes con enfermedad renal crónica.  
45,46,47

Por lo anteriormente expuesto, en la presente investigación surgen las siguientes interrogantes: ¿Cuál de las pruebas de laboratorio utilizadas para la medir el metabolismo de hierro presenta la mejor Sensibilidad y Especificidad para detección del déficit del mismo en los pacientes con ERC? ¿Cuál será el comportamiento de los biomarcadores del metabolismo de Hierro en la categorización de los pacientes diagnosticados con ERC que acuden a la Clínica del Riñón entre agosto - septiembre del año 2018?

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Comparar tres parámetros en la detección del déficit de hierro en pacientes con Enfermedad Renal Crónica, que acuden a la Clínica del Riñón del municipio Naguanagua, Edo. Carabobo en el período agosto – septiembre 2018.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar los niveles séricos de Hierro en pacientes con ERC, Municipio Naguanagua, Edo. Carabobo, 2018.
- Determinar los niveles séricos de Ferritina en pacientes con ERC, Municipio Naguanagua, Edo. Carabobo, 2018.
- Determinar el Porcentaje de Saturación de Transferrina en pacientes con ERC, Municipio Naguanagua, Edo. Carabobo, 2018.
- Correlacionar los niveles de Hierro con los Estadios de la ERC en pacientes en estudio.
- Correlacionar los niveles de Ferritina con los Estadios de la ERC en pacientes en estudio.
- Correlacionar los Porcentaje de Saturación de la Transferrina con los Estadios de la ERC en pacientes en estudio.
- Comparar los valores de Sensibilidad y Especificidad de los niveles de Hierro, Ferritina y Transferrina de los pacientes con ERC, Municipio Naguanagua, Edo. Carabobo, 2018.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Diseño y Tipo de Investigación**

Se realizó una investigación de campo, no experimental, de tipo descriptivo - transversal donde se caracterizó a la población en estudio de acuerdo al estadio de la ERC y se evaluó que biomarcador permite detectar la deficiencia de hierro en los pacientes.<sup>46</sup> Para obtener la información necesaria por parte de los participantes voluntarios se aplicó un cuestionario individual, el cual contenía una serie de datos que conferían información útil para la investigación. (Anexos A – C)

### **Población y Muestra**

Una vez definida la población de estudio, la cual estuvo constituida por pacientes de ambos géneros mayor de 18 años que asistieron a consulta de Nefrología en la Clínica del Riñón entre los meses de Agosto - Septiembre del 2018. Se empleó un muestreo no probalístico, de tipo intencional, obteniendo así una muestra conformada por 39 pacientes. A los mismos se aplicó un consentimiento informado donde se dio a conocer los objetivos de la investigación, el tipo de muestras necesarias y la toma de las mismas, así como el cuestionario debidamente estructurado para recolectar la información necesaria para la investigación; con el fin de garantizar la integridad, bienestar, voluntariedad de los individuos seleccionados y salvaguardar sus derechos, de acuerdo a lo señalado en el Código de Ética para La Vida y en el Art. 46 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela que expresa el libre consentimiento.<sup>48,48,50</sup>

Como técnica de recolección de datos se utilizó la historia clínica, donde se tomaron datos necesarios de los pacientes tales como: nombre, edad, estadio de la Enfermedad Renal, procesos infecciosos y/o inflamatorios, antecedentes. Aplicando

los criterios de inclusión que fueron: Pacientes mayores de 18 años. Pacientes con un mínimo de tres meses de haber sido diagnosticado con ERC. Haber sido categorizado en un Estadio de ERC. Y los Criterios de Exclusión: Historias clínicas incompletas. Pacientes que hayan recibido transfusión sanguínea. Pacientes bajo tratamiento de ferrotterapia. Pacientes con antecedentes de trasplante renal. Pacientes que padezcan de alguna neoplasia maligna. Pacientes que hayan fallecido.

Posteriormente, se procedió a la toma de muestra sanguínea, la cual se obtuvo mediante extracción con jeringa de 10 mL a través de venopunción de la vena cefálica del antebrazo de cada paciente en estudio, con previa asepsia de la zona con alcohol isopropílico, según las recomendaciones realizadas para la obtención de muestras sanguíneas por venopunción.<sup>51,52</sup>

Una vez obtenida, fue dividida y vertida de la siguiente manera: 4 mL en un tubo de ensayo tapa morada con anticoagulante EDTA K<sub>3</sub>, con el fin de preservar la muestra anticoagulada; destinada a estudios de Hematológicos. Así mismo, una pequeña porción de la muestra obtenida fue utilizada para la realización del frotis en lámina portaobjeto, estos se fijaron con metanol y fueron teñidos con el colorante Giemsa, permitiendo así posteriormente una evaluación citomorfológicas de las células sanguíneas.

Conjuntamente, el resto de la muestra fue colocado en un tubo tapa roja (sin anticoagulante) para las determinaciones séricas. Luego de finalizada la toma de muestra y su distribución, se procedió a centrifugar los tubos de tapa roja para ésta manera obtener los sueros que se utilizaron para determinar séricas (cabe destacar que los tubos de las muestras se rotularon previamente con los datos del paciente). Estas muestras fueron trasladadas bajo las medidas de conservación para su traslado y fueron procesadas en el laboratorio de Prácticas Profesionales de Hematología del

Laboratorio del Departamento de Estudio Clínico de la escuela de Bioanálisis en la Universidad de Carabobo.

### **Parámetros Hematológicos**

#### *Hematología Completa*

Se realizó con el equipo automatizado Mindray BC 3200, el cual determina valores de hemoglobina, hematocrito, índices hematimétricos (Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media CHCM, Hemoglobina Corpuscular Media HCM, Volumen Corpuscular Medio VCM) y la cantidad de células sanguíneas, es decir el número de glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas, además la fórmula leucocitaria diferencial. Cabe señalar, que a pesar de que el equipo realiza un recuento diferencial se verificó mediante observación del extendido, por lo que también se incluyó el estudio morfológico de las células sanguíneas.

Para el mismo, se enfocó con objetivo de 10x para observar la distribución de las células y así seleccionar el mejor campo para realizar la observación del frotis. Una vez seleccionado el campo, se procedió a realizar el recuento diferencial utilizando objetivo de 40x. El objetivo de 100x se utilizó para observar con más nitidez la morfología celular.<sup>53</sup>

El recorrido de la lámina se realizó en forma de zig-zag, en la parte central del frotis, evitando los extremos ya que las células más pesadas se ubican en la periferia. Asimismo, se realizó la descripción por separados de las células en donde para la Serie Roja se evaluó cualitativamente la cantidad de hemoglobina dentro de los eritrocitos siendo reportada como Hipocromía Ligera, Moderada o Marcada, de igual manera, en caso de que exista una alteración en la morfología de los glóbulos rojos, se reportó como Poiquilocitosis Ligera, Moderada o Marcada con predominio de la

célula más predominante; y cuando existió una alteración en el tamaño de los glóbulos se reportó como: Anisocitosis Ligera, Moderada ó Marcada con predominio de Microcitos o Macrocitos según el caso.<sup>53</sup>

Para la descripción de la serie blanca se reportó en caso de existir la presencia de una alteración en cuanto al número de lobulación de los núcleos y la existencia de alguna inclusión citoplasmática; de la misma forma, se reportó las plaquetas al existir una alteración en la morfología o la presencia de agregados o satelitismo plaquetario.<sup>53</sup>

Se definió anemia como mujeres con Hb <12 g/dL y hombres con Hb <13 g/dL según la OMS. Los pacientes con anemia se clasificaron en función al volumen corpuscular medio (VCM) como anemia microcítica (AMi, <80fL), anemia normocítica (AN, 80 – 100 fL) y anemia macrocítica (AMa, >100fL) de acuerdo a las guías de diagnóstico y tratamiento de la Sociedad Argentina de Hematología.<sup>54.55</sup>

#### *Porcentaje de Eritrocitos Hipocrómicos*

Los eritrocitos hipocromicos son glóbulos rojos con una palidez central pronunciada, son originados por la disminución en la síntesis de Hb en los precursores eritroides. Por lo tanto, el término de hipocromía corresponde a la intensidad de eritrocitos hipocrómicos en el FSP, ésta se establece cuando el halo central de los eritrocitos es mayor a 1/3 de su volumen. Para la determinación del porcentaje de eritrocitos hipocrómicos se realizó en la región del FSP donde los eritrocitos se disponían en una distribución uniforme y donde apenas se tocaban entre ellos; posteriormente, en aumento de 100X se realizó el recuento en un mínimo de 10 campos y de 1000 eritrocitos, seguidamente, se realizaron los cálculos para establecer el porcentaje de eritrocitos hipocrómicos mediante la siguiente fórmula.<sup>53,</sup>

Eritrocitos		Eritrocitos Hipocrómicos.		
1000	-	Nº E. Hipocrómicos obs.		
100%	-	X	=>	$\frac{\% \text{ E. Hipocrómicos}}{1000} = \frac{\text{Nº de E. Hipocrómicos observados} \times 100}{1000}$

El Porcentaje de eritrocitos hipocromicos no refleja el nivel de reservas de hierro, sino que identifica una subpoblación de hematíes maduros con una concentración subóptima de Hb, y puede expresarse en términos de concentración de Hb individual (HCM < 26 pg), si bien un porcentaje de hipocromos < 2,5% se considera como normal, entre 2,5 y 10% es una medida indeterminada, y > 10% indica déficit funcional de hierro.<sup>56</sup>

### **Parámetros Bioquímicos**

#### *Determinación de Hierro mediante el Método Colorimétrico Directo*

Antes de proceder con el análisis, se aseguró que tanto los reactivos como las muestras y los controles se encontraran a temperatura ambiente (20-27 °C). Para la determinación del mismo se utilizó el reactivo Fer-Color de la casa Wiener, el cual se fundamentó en que el hierro sérico se libera de su unión con su proteína transportadora (la transferrina), en buffer succinato de pH 3,7 y en presencia de un reductor, (el ácido mercaptoacético). Posteriormente reacciona con el reactivo de color, piridil bis-fenil triazina sulfonato (PBTS) dando un complejo color magenta, que se midió a 560 nm.<sup>57</sup>

Los valores de la ferremia se establecieron para los hombres entre 65 a 175 µg/dL, mientras que las mujeres entre 50 a 170 µg/dL

*Determinación de la Transferrina mediante el Método Colorimétrico y Porcentaje de Saturación*

De igual manera, antes de proceder con el análisis, se aseguró que todos los implementos que se utilizaron fueron atemperados. Para la misma se empleó el reactivo de Fer-Color Transferrina de la casa comercial Wiener, la cual se fundamentó en la determinación por su actividad fisiológica de captar Fe (III) a pH > 7,2 donde la transferrina se satura en presencia de Fe (III) en exceso y el remanente de Fe (III) no ligado se elimina totalmente por coprecipitación con carbonato de magnesio. Posteriormente el hierro unido a la transferrina se libera y determina colorimétricamente según la técnica de determinación de Hierro. La cantidad de Transferrina se expresa como los microgramos de Fe (III) con que está saturada, sin embargo, para la presente investigación la transferrina se expresó en Porcentaje de Saturación de Transferrina, que sirve para revisar cuántos lugares de la transferrina en los que se concentra el hierro realmente lo hacen.<sup>58</sup> Y la cual se calculó mediante la fórmula:

$$\%Sat Tf = \frac{\text{Hierro Sérico } (\mu\text{g/dL})}{\text{Transferrina } (\mu\text{g/dL})} \times 100$$

La literatura registra los siguientes rangos de valores para %Saturación de la Transferrina en personas normales de 20 - 55%.

*Determinación de la Ferritina mediante el método ELISA tipo sándwich*

Antes de proceder con el análisis, se aseguró que todos los implementos que se utilizaron estaban a temperatura ambiente. Este método, se basa en la captura simultanea de la Ferritina por dos anticuerpos monoclonales humanos, uno inmovilizado en la placa de microtitulación y el otro conjugado con peroxidasa de rábano otros (HRP). Después de un cierto periodo de incubación la separación de las

fracciones libre y unida se obtiene mediante un simple lavado de la fase sólida. Por último, al reaccionar con el sustrato (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) y el sustrato TMB, la enzima HRP presente en la fracción unida desarrolla una coloración azul que se torna amarilla tras añadir la solución de parada (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). La intensidad del color desarrollado es proporcional a la concentración de Ferritina en la muestra. La concentración de Ferritina en la muestra se calcula a partir de una curva de calibración.<sup>59</sup>

Los niveles de ferritina tienen una correlación directa con la cantidad total de hierro almacenado en el cuerpo y en condiciones normales se encuentra entre 5 – 1000 ng/mL, sin embargo, en pacientes con ERC están por encima de 100 ng/mL tratándose de mantener valores de 200 - 300 ng/mL y por debajo de 500 ng/mL.<sup>60</sup>

Para el estudio del Déficit de Hierro de origen renal se definió como Déficit Absoluto y Funcional de hierro con los siguientes parámetros:

	<b>Ferritina ng/mL</b>	<b>%Sat de Tf %</b>	<b>VCM</b>	<b>% E. Hipo %</b>
<i>Déficit Funcional</i>	> 100 o Normal (200 – 300) ng/mL	< 20	Normal (80 – 100) fL	> 6
<i>Déficit Absoluto</i>	< 100	<20	Disminuido < 80 fL	> 6

### **Parámetros Serológicos**

*Proteína “C” Reactiva (PCR) por la metodología de inmunoaglutinación por latex*

Para la semicuantificación de la PCR se realizaron una serie de diluciones doble seriadas reaccionando la muestra con el buffer del reactivo para diluciones. Una vez obtenidas las mismas se hicieron reaccionar con el reactivo de partículas de latex recubiertas con anticuerpos contra la PCR, posteriormente identificadas la última dilución en cual se observó la aglutinación se procedió a multiplicar por 6 mg/L

(control positivo) que es la unidad mínima detectable, esperando que en condiciones normales este  $< 6 \text{ mg/L}$ .<sup>61</sup>

### **Análisis Estadístico de los Datos**

Una vez colectados los datos, se sistematizaron mediante una tabla maestra a través de una hoja de cálculo, para facilitar el análisis de información. El análisis e interpretación de los resultados fue por medio del programa estadístico PAST en su versión 4.0 (software libre). Las variables categóricas se describieron mediante frecuencias absolutas y relativas. Para la descripción de las variables cuantitativas una vez evaluada su tendencia a la normalidad mediante la prueba de Shapiro - Wilk fueron descritas a partir de la media aritmética  $\pm$  error típico, mediana, valor mínimo, valor máximo y coeficiente de variación. Se aplicaron técnicas de la estadística descriptiva bivariada e inferencial a partir de tablas de asociación, de medias y una matriz de correlación. Se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman para correlacionar las variables en estudios con los estadios de la ERC. Se consideró significativo aquellos  $p$  valores menores a 0,05 ( $p < 0,05$ ).<sup>62</sup>

Se elaboró una tabla tetracórica tomando como prueba de referencia o gold estándar la prueba de Ferritina, lo cual permitió estimar información sobre: sensibilidad, especificidad, VPP y VPN. Se utilizaron Curvas de Características Operativas del Receptor (Curvas ROC, de sus siglas en Ingles) para evaluar la capacidad de predecir el Déficit de Hierro, según % Saturación de Transferrina y los niveles de Hierro sérico. Se calcularon el Área Bajo la Curva (ABC) y los intervalos de confianza del 95%.<sup>62</sup>

## RESULTADOS

**Tabla N° 1**  
**Caracterización de los Pacientes Incluidos en el Estudio. (n= 39)**

<i>Género:</i>	<i>N° de Pacientes</i>	<i>%</i>
Masculino	21	54
Femenino	18	46
<i>Edad:</i>		<i>Años</i>
	Promedio	54
	DS	18
	Min	18
	Max	89
	Mediana	58
<i>Estadio de ERC:</i>	<i>N° de Pacientes</i>	<i>%</i>
1	5	13
2	5	13
3	9	22
4	10	26
5	10	26
<i>Etiología</i>	<i>N° de Pacientes</i>	<i>%</i>
Diabetes	27	69,2
Hipertensión	6	15,4
Tumores Renal	4	10,3
Glomerulonefritis Primarias	3	7,7
Hereditaria	1	2,6
Enfermedad Sistémica	3	7,7
Otros	2	5,1

*Fuente: Datos Propios de la Investigación (González; 2018). DS: Desviación Estándar*

Se entrevistaron un total de 60 pacientes, de los cuales 21 fueron excluidos por no cumplir los criterios de selección (menores de 18 años) o no disponer de los datos necesarios para evaluar la variable principal, siendo valorables para el análisis 39 individuos. Las características de los pacientes incluidos en el estudio están expuestas

en la Tabla 1. Donde, el 54% de la población estudiada estuvo constituida por hombres y el 46% restante por mujeres, con un promedio de Edad de  $54 \pm 18$  años. Asimismo, El 26% de los pacientes se encontraban en estadio 1 al 2, mientras que el 74% restante presentaban ERC de los estadios 3 al 5. Por último, las causas más comunes de la ERC son la Diabetes, la Nefropatías Cardiovascular y Tumores Renales los cuales están presente en más de un 90% de los pacientes.

**Tabla N° 2.**  
**Datos Analíticos Correlacionados al Déficit de Hierro**  
**(para el Diagnóstico de la Anemia Según los diferentes Estadios de la ERC. n=39)**

<i>Parámetro</i>	<i>Media</i>	<i>DT</i>	<i>Mediana</i>	<i>Mín</i>	<i>Máx</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
<i>Sideremia (µg/dL)<sup>+</sup></i>	84,3	24,1	84,7	33,9	145,2	0,00001*	0,0283**
<i>Estadio 1</i>	89,5	15,9	90,3	66,1	104,8		
<i>Estadio 2</i>	82,6	43,3	90,3	40,3	145,2		
<i>Estadio 3</i>	76,8	19,7	83,1	33,9	120,2		
<i>Estadio 4</i>	84,0	21,7	78,6	58,1	120,2		
<i>Estadio 5</i>	89,7	24,3	84,7	53,2	128,2		
<i>ISTf (%)<sup>+</sup></i>	15,1	4,3	15,2	6,1	26,0	0,00001*	0,0283**
<i>Estadio 1</i>	16,0	2,9	16,2	11,9	18,8		
<i>Estadio 2</i>	14,8	7,8	16,2	7,2	26,0		
<i>Estadio 3</i>	13,8	3,5	14,9	6,1	17,9		
<i>Estadio 4</i>	15,0	3,9	14,1	10,4	21,5		
<i>Estadio 5</i>	16,1	4,4	15,2	9,5	23,0		
<i>Ferritina (ng/mL)<sup>+</sup></i>	89,4	66,7	70,9	18,0	276,6	0,00001*	- 0,0971**
<i>Estadio 1</i>	119,1	100,7	94,5	18,0	276,6		
<i>Estadio 2</i>	66,3	27,3	59,2	36,2	100,4		
<i>Estadio 3</i>	99,0	84,2	70,9	22,4	273,7		
<i>Estadio 4</i>	104,9	72,7	79,0	32,4	276,6		
<i>Estadio 5</i>	61,7	18,5	64,3	20,9	85,6		
<i>VCM (fL)<sup>+</sup></i>	87,2	6,8	87,3	73,2	101,5	0,00001*	0.0570
<i>Estadio 1</i>	91,6	6,3	89,9	85,4	101,5		
<i>Estadio 2</i>	85,8	7,1	85,0	79,4	97,2		
<i>Estadio 3</i>	84,2	5,3	88,4	73,2	90,5		
<i>Estadio 4</i>	85,6	6,7	88,2	74,1	97,6		
<i>Estadio 5</i>	89,9	7,3	87,3	78,5	100,3		
<i>PCR (mg/L)<sup>+</sup></i>	10	11	6	3	48	0,00001*	0,0553**
<i>Estadio 1</i>	10	8	6	3	24		
<i>Estadio 2</i>	10	8	6	3	24		
<i>Estadio 3</i>	6	4	6	3	12		
<i>Estadio 4</i>	10	14	6	3	48		
<i>Estadio 5</i>	14	14	12	3	48		

*Fuente: Datos Propios de la Investigación (González; 2018).*

+ Valores promedio de n=39. \* Se observa diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) \*\* Evidencia que existe Correlación entre el Parámetro en estudio y los Estadios de la ERC. \*\*\* Muestra la Correlación entre la PCR y la Ferritina. ISTf (%): Porcentaje de Saturación de la Transferrina, PCR: Proteína "C" Reactiva, DT: Desviación Típica, VCM: Volumen Corpuscular Medio

En la Tabla N° 2 se puede evidenciar la información sobre las cuantificaciones bioquímicas de Hierro, Ferritina, Porcentaje de Saturación de Transferrina y de los niveles serológicos de PCR. Al realizar la prueba de Shapiro-Wilk se observó que las variables del estudio (Hierro Sérico, Ferritina, Porcentaje de Saturación de Transferrina y los niveles de PCR) no mostraron una serie homogénea entre sus datos, por lo cual se aplicó la estadística no paramétrica del coeficiente de correlación de Spearman para estudiar el grado de relación entre cada una con el estadio del paciente renal crónica, así pues, se puede observar que la Sideremia del grupo en estudio tiene una media de  $84,3 \pm 24,1$   $\mu\text{g/dL}$ , con una correlación directa débil entre los estadios de la ERC con los Valores de Hierro sérico, es decir, que es al avanzar en el estadio de la ERC se observa un incremento discreto de los valores de Hierro. Así mismo. Dentro de este mismo orden, el parámetro de Ferritina posee una media de  $89,4 \pm 66,7$   $\text{ng/mL}$ , con una relación inversa débil con los estadios de la ERC, lo que indica que a medida avanza en los estadios los niveles de Ferritina van disminuyendo levemente. Por otra parte, el Porcentaje de Saturación de Transferrina posee un valor medio de  $15,1 \pm 4,3$  % con una correlación directa débil entre los estadios de la ERC con los Valores del Porcentaje de Saturación de Transferrina es decir que a medida que aumenta el estadio de la ERC se incrementa la misma. De igual manera, se puede evidenciar que la media de VCM de las muestras en estudios se encuentra en  $87,2 \pm 6,8$   $\text{fL}$ , mostrando una relación directa débil entre los estadios y el VCM. Por último, se evidencia que la PCR cuyo valor medio es  $10 \pm 11$   $\text{mg/dL}$ , con una relación directa débil entre las variables lo que conlleva que al aumentar el estadio de la ERC se incrementa los valores de PCR.

**Tabla N° 3**  
**Caracterización del Déficit Hierro (Absoluto o Funcional) de Hierro de los Pacientes Incluidos en el Estudio para el Diagnóstico de la Anemia Según los diferentes Estadios de la ERC.**

ESTADIOS	DÉFICIT ABSOLUTO		DÉFICIT FUNCIONAL	
	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
<b>1</b>	2	40	3	60
<b>2</b>	4	80	1	20
<b>3</b>	6	67	3	33
<b>4</b>	7	70	3	30
<b>5</b>	10	100	-	-
<b>Media</b>	29	71	10	29

*Fuente: Datos Propios de la Investigación (González; 2018).*

Hay que denotar, que los pacientes con ERC (n=39), presentaban síndrome anémico, por lo que, el 71% (n=29) era un Déficit Absoluto con una Ferritina < 100 ng/mL y un Porcentaje de Saturación de Tansferrina < 20%. Mientras, que el 29% (n=10) presentaban un Déficit Funcional con la Ferritina Normal o Aumentada y un Porcentaje de Saturación de Transferrina < 20% o normal, que en conjunto con otros parámetros permitieron la diferenciación de los mismos.

Tabla N° 4

**Características de la Prueba Basadas por Análisis ROC en Valores de Corte Óptimos de las pruebas para Detectar el Déficit de Hierro en pacientes con ERC**

	<b>%S (IC 95%)</b>	<b>%E (IC 95%)</b>	<b>%VPP (IC 95%)</b>	<b>%VPN (IC 95%)</b>	<b>ABC (IC 95%)</b>	<b>Índice Youden J (S – E) Criterio Asoc.</b>
<i>Hierro Sérico</i>	26,7 12,3 – 45,9	100 66,4 - 100	100 63,1 - 100	88,5 86,1 – 90,5	0,633 0,464 - 0,782	0,422 (53,3 – 88,9) < 79,8
<i>% Saturación de la Transferrina</i>	100 88 – 100	11,1 0 – 33,7	15,1 15,1 – 15,2	16,7 11,7 – 19,1	0,644 (0,475 - 0,791)	0,422 (53,3 – 88,9) < 14,3
<i>Ferritina</i>	100 88,4 - 100	88,9 51,8 – 99,7	62,9 21,0 – 91,5	100 63,1 - 100	0,944 (0,821 – 0,992)	0,89 (100 – 100) < 94,5

*Fuente: Datos Propios de la Investigación (González; 2018). S: Sensibilidad, E: Especificidad, Valor Predictivo Positivo: VPP, Valor Predictivo Negativo: VPN, ABC: Área Bajo la Curva, IC 95%: Intervalo de Confianza con 95%*

En la tabla N° 4, se puede evidenciar que el porcentaje de Sensibilidad de los Niveles de Hierro en los pacientes es bajo (26,7%), por lo que no posee la capacidad de detectar a los pacientes que realmente posea una deficiencia de Hierro, sin embargo, en comparación con la Especificidad esta posee un alto porcentaje (100%), por lo que es capaz de detectar el déficit de hierro, valor que coincide con el VPP (100%) el cual indica que posee un alto porcentaje de detectar a los pacientes con déficit y valores disminuidos del mismo. Caso contrario del VPN el cual posee un valor relativamente bajo (88,5%) lo que manifiesta que no es capaz de detectar efectivamente el déficit con unos resultados normales.

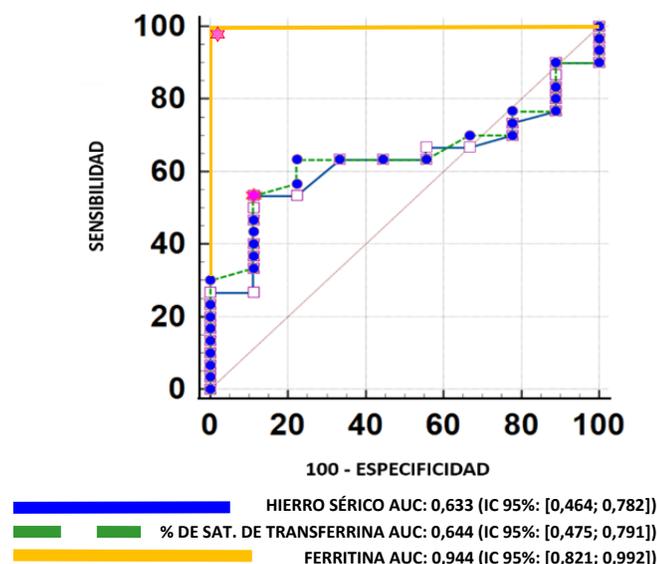
De igual manera, se puede observar la Sensibilidad del Porcentaje de Transferrina la cual es alto (100%), por lo que, posee la capacidad de detectar a los pacientes que realmente posea una deficiencia de Hierro, sin embargo, en comparación con la Especificidad esta posee bajo porcentaje (11,1 %), por lo que es no capaz de detectar el déficit de hierro efectivamente, valor que concuerdan con el

VPP (115,1%) y el VPN (16,7 %) por lo que no es capaz de diferenciar aquellos paciente con déficit de hierro de los que no posee con valores normales o alterados.

Por otro lado, se puede reflejar los valores de ferritina sérica en cuanto a sensibilidad (100%) y de Especificidad (100%) indicando la capacidad de la prueba de detectar el déficit de hierro en los pacientes con ERC. Comportamiento que coincide con el VPN (100%) indicando, la capacidad de evidenciar aquellos pacientes sanos con valores normales, no obstante, el VPP (62,9%) presenta una disminución, por lo la prueba posee una baja capacidad detectar aquellos pacientes con el déficit de hierro y con valores alterados.

Además, se observa el Área Bajo la Curva donde todos los test mostraron un área bajo la curva (ABC) significativamente distinta de 0,5. La Ferritina fue, el de mayor ABC (0,944, Error Estándar= 0,000,  $p < 0,0001$ ) seguido por IST (0,644, Error Estándar= 0,089,  $p < 0,0001$ ), Hierro sérico (0,633, Error Estándar= 0,069,  $p = 0,0001$ ) y finalmente se expresan los valores de Índice de Youden que corresponde al punto de corte de las pruebas el cual presentan la mayor sensibilidad y especificidad, donde la prueba que posee un mejor valor es el índice de la ferritina (0,890), ya esta prueba posee una mejor sensibilidad y especificidad.

**Gráfico N° 1**  
**Curvas ROC para cada uno de los Parámetros evaluados para la Detección del**  
**Déficit de Hierro en pacientes con ERC.**



Fuente: Datos Propios de la Investigación (González; 2018).

En el Gráfico N° 1. Se evidencia las curvas de Características Operativas del Receptor (Curvas ROC de sus siglas en inglés, *Receiver Operating Characteristic*) para evaluar la capacidad de predecir el Déficit de Hierro según los niveles Hierro sérico, el Porcentaje de Saturación de la Transferrina y la Ferritina; El área bajo la curva (ABC) fue Hierro Sérico AUC: 0,633 (IC 95%: [0,464; 0,782]), % de Saturación de Transferrina AUC: 0,644 (IC 95%: [0,475; 0,791]) y de Ferritina AUC: 0,944 (IC 95%: [0,821; 0,992]) los intervalos de confianza del 95%.

Se realizó la prueba de DeLong para realizar comparaciones por pares de las variables predictivas Porcentaje de Saturación de la Transferrina y los niveles Hierro sérico, según el déficit de Hierro en pacientes con ERC. La implementación de la prueba sigue la “Implementación rápida del algoritmo de DeLong para comparar las

áreas bajo curvas ROC correlacionadas”. Obteniéndose la diferencia de ABC entre el Porcentaje de Saturación de Transferrina y los Niveles de Hierro Sérico para detección del Déficit de Hierro en pacientes con ERC fue de 0,0167; con un Error Standard de 0,0106 y un Intervalo de Confianza del 95% de -0,00412 - 0,0375 ( $p=0,116$ ).

## DISCUSIÓN

Enfermedad Renal Crónica (ERC) es una enfermedad que ocurre cuando existe daño renal de forma progresiva a largo plazo y estos no funcionan adecuadamente, en general, debido a una variedad de factores, que pueden ser el resultado de una inflamación crónica o una lesión tisular en los riñones.<sup>2</sup>

En tal sentido, esta no distingue edad, sexo, etnia, por lo que, de acuerdo a los hallazgos descritos en la presente investigación 54% de pacientes son masculinos y 46% de pacientes son femeninos, manteniendo la misma proporción de sujetos afectados por ERC según el trabajo publicado por Romero *et al.*, en donde, su estudio sobre las causas de la enfermedad renal entre los pacientes en una unidad de hemodiálisis; la proporción de los sujetos evaluados concuerda con lo reportado en esta investigación, cuya mayor afectación lo tienen los hombres sobre las mujeres (64% y 36%). De igual manera, más del 50% de los sujetos en esta investigación tuvo una media en edad mayor de 54 años, personas que muchas veces son considerada de la tercera edad, coincidiendo con el estudio de Robalino *et al.* sobre la caracterización clínico-epidemiológica de pacientes con enfermedad renal crónica en Riobamba, Ecuador en el 2021 cuya media en edad poblacional fue de 54,68 años.<sup>63,64</sup>

Del mismo modo, se puede evidenciar la distribución de los estadios de la ERC donde se observa un mayor índice en estadios 4 y 5 seguido del estadio 3, ya que de acuerdo a lo observado existe una prevalencia superior del 20% en los mismos y una bajo porcentaje en los estadios temprano de la ERC, concordando con lo expresado con Silveira *et al.* en su estudio sobre la prevalencia de la insuficiencia renal crónica

en Camagüey donde el mayor porcentaje era para el estadio 4, seguido del estadio 5 y en tercer lugar el estadio 3. De igual manera, este fenómeno se observa con García *et al*, donde al evaluar la clasificación de la ERC previo al estudio se observó una mayor proporción para los estadios 3, seguido por los estadios 4 y 5.<sup>65,66</sup>

Sin embargo, contrario a los datos encontrados en el presente estudio, la investigación realizada por Chipi y Fernandini señala que existe una mayor prevalencia en los estadios 2, 3A y 1 de la ERC. De modo similar, Acuña *et al*. en su investigación sobre enfermedad renal en Colombia como prioridad para la gestión de riesgo indican que la prevalencia de los estadios 1 al 3 se encuentran en un 94,3%. De igual forma, Terazón *et al*, conjuntamente Martínez *et al*, indican lo antes señalado.<sup>67,68,69,70</sup>

Por otro lado, aparte de la diabetes y la hipertensión, existen otros factores de riesgo que pueden estar presente en la ERC, entre los que se puede mencionar, el ser mayor de 65 años, etnia afrodescendiente, antecedentes familiares de enfermedad renal, tabaquismo (especialmente cuando se combina con alcohol) y obesidad, según lo mencionado por Sellares y Rodríguez, que de igual manera, concuerda con lo expresado por la Organización Panamericana de la Salud en la publicación realizada sobre la carga de enfermedades renales en la región de las Américas en el período del 2000 al 2019; coincidiendo de esta manera, con los datos obtenidos en la presente investigación, cuyos factores predominantes en la etiología de la ERC se evidencia en mayor porcentaje la Diabetes, Hipertensión y la presencia de procesos tumorales a nivel renal (69%, 15%, y 10% respectivamente), y de igual forma, al estudio de Alvis y Calderón en su estudio de descripción de factores de riesgo para mortalidad en adultos con enfermedad renal crónica en estadio 3 – 5, en cual mostro un alto

porcentaje de pacientes con diabetes seguidos con enfermedades cardiovasculares.  
2,71,72

No obstante, estos valores son contrario a lo observado en el estudio de Romero et al. en donde la mayoría de los pacientes bajo estudio presentaban Hipertensión, Diabetes e Infección del Tracto Urinario (92%, 53%, y 30% respectivamente). que adicionalmente, en el estudio de Alvis y Calderón el factor de la Hipertensión estaba presente en toda la población estudiada. <sup>63, 72</sup>

Por lo tanto, la ERC es hoy una enfermedad no transmisible, estrechamente vinculada a otras enfermedades como las metabólicas (diabetes, obesidad, dislipidemia, hiperuricemia) y cardiovasculares (hipertensión, insuficiencia cardíaca, arteriosclerosis), que afectan a muchos órganos y sistemas. En este sentido, son muchas complicaciones que pudieran presentar los pacientes, entre ellas síndrome metabólico, enfermedades vasculares, procesos inflamatorios, trastornos del metabolismo óseo-mineral, síndromes anémicos y trastornos hemostáticos. De estas complicaciones, la anemia es la alteración hematológica más importante en la ERC y se asocia con un empeoramiento de la calidad de vida de los pacientes y un mayor riesgo de otras complicaciones como procesos infecciosos y enfermedades cardiovasculares. Y su gravedad se correlaciona con el grado de insuficiencia renal y el grado de deficiencia de EPO. <sup>3, 4, 22, 23, 26</sup>

No obstante, se observa que el hierro de depósito se calcula con la ferritina sérica, y habitualmente se usa el índice de saturación de transferrina para evaluar su disponibilidad. Múltiples factores influyen en ambos parámetros, en particular por la inflamación, por lo que resultan poco sensibles y específicos. En consecuencia, se han buscado nuevos indicadores del metabolismo férrico, más exactos y menos

dependientes del estado inflamatorio subyacente de la población con ERC en diálisis.<sup>73,74,75</sup>

En este sentido, es por ello, que en el presente estudio se determinaron 3 parámetros que evaluaron los depósitos, el transporte y la utilización del hierro en el organismo. Como lo son el hierro sérico, porcentaje de saturación de transferrina sérica y ferritina sérica, que por lo general son los más empleados para la detección del déficit de hierro.

Dentro de este orden de ideas, se observa que el hierro sérico, saturación de transferrina sérica y ferritina sérica, obtuvieron una media de concentración de 84,3 ( $\pm 24,1$ )  $\mu\text{g/dL}$ ; 15,1 ( $\pm 4,3$ ) %; 89,4 ( $\pm 66,7$ )  $\text{ng/mL}$  respectivamente, valores que no coinciden con los reportados por Peralta *et. al*, ya que, en su estudio de las características clínicas de la anemia en la enfermedad renal crónica, obtuvieron valores disminuidos de hierro sérico de  $32,5 \pm 20,7$   $\mu\text{g/dL}$  en pacientes de sexo masculino y de  $33,2 \pm 15,4$   $\mu\text{g/dL}$  en las de sexo femenino, con la saturación de la transferrina  $<20\%$  con la media de  $12\%$  y una muy elevada ferritina de una media de  $651$   $\text{ng/mL}$ . De modo similar, se puede evidenciar en el estudio de Campistrús *et al*. en donde la población presentaba una sideremia igual  $54.6$   $\mu\text{g/dl}$  (con unos percentiles de 21-111),  $\text{SatT} = 21.3\%$  (percentiles de 9,3 – 47,5), ferritina =  $422$   $\text{ng/ml}$  (percentiles 26-1,396).<sup>76,77</sup>

No obstante, en el caso de Abensur *et al*. en su estudio sobre el rol de la deficiencia de Hierro en la anemia de la enfermedad renal cuyos valores de hierro sérico están relativamente disminuidos y los valores de porcentaje de saturación de transferrina y ferrita se encuentra más elevados ( $\Sigma (77,4 \pm 27,4)$   $\mu\text{g/dL}$ ;  $\Sigma (26,4 \pm 9,0)$

%;  $\Sigma$  (138,7  $\pm$  151,0)  $\mu\text{g/L}$  respectivamente) a comparación de la presente investigación.<sup>78</sup>

Asimismo, por lo observado en la presente investigación donde la concentración de proteína “C” reactiva como marcador inflamatorio posee media de 10 mg/L concordando con el estudio de Campistrús *et al.* en donde la media de este parámetro fue de 9.5 mg/L, por lo que, se puede indicar que la PCR es un elemento explicativo independiente de cómo influye la inflamación sobre la disponibilidad del hierro. Por tal motivo, el valor de ferritina, que también es considerado marcador de fase aguda de inflamación, pierde confiabilidad como indicador aislado del metabolismo férrico. Por lo que, la homeostasis del hierro se ve alterada ya está depende de la hepcidina, que inhibe tanto la absorción de hierro en el intestino como su liberación por los macrófagos. La acción de la hepcidina se potencia en la enfermedad renal crónica porque su excreción renal disminuye y su síntesis hepática aumenta debido al aumento de citocinas inflamatorias.<sup>77</sup>

Así mismo, se evidencia que existe una correlación de los parámetros con los estadios de la ERC (hierro sérico, saturación de transferrina sérica y ferritina sérica  $p < 0,00001$ ) a diferencia de Abensur *et al.* donde obtuvo correlación entre los niveles de hierro sérico y el porcentaje de Saturación de transferrina y la deficiencia de hierro ( $p = < 0,0001$ ) pero no así con los valores de la ferritina sérica. De igual manera se evidenció que estas correlaciones son muy débiles ( $r = 0,0283$ ) para los niveles de hierro sérico y porcentaje de saturación de transferrina y de igual manera ( $r = - 0,0971$ ) para la ferritina con la particularidad que esta correlación es inversa es decir que a medida que la enfermedad avanza los niveles van disminuyendo. Por otro parte, Campistrús *et al.* demostró que la ferritina no se relaciona con la sideremia pero si con la saturación de la Transferrina ( $p=0,039$  Coef.= 0,231); así como, la

PCR posee una relación negativa con la sideremia ( $p=0,001$  Coef.=  $-0,357$ ) y la porcentaje de saturación de la transferrina ( $p=0,025$  Coef.=  $-0,25$ ), sin tener relación con la ferritina.<sup>77,78,</sup>

Dentro de este orden de idea, cabe mencionar que los datos de la presente investigación en los diferentes estadios se pueden evidenciar que difieren con los presentados por Restrepo *et al.* ya que estos se encuentran por debajo en cuanto a las medianas de sideremia ( $55,0 \mu\text{g/dL}$ ) y la concentración de ferritina ( $53,4 \text{ ng/mL}$ ) a diferencia del porcentaje de saturación de la transferrina ( $18,5\%$ ) que se encuentran por encima a los aquí presentados. Además, se puede observar una correlación entre los parámetros y la deficiencia de hierro ( $p=0,000$ ;  $p=0,031$  y  $p=0,01$  respectivamente).<sup>79</sup>

En tal sentido, la deficiencia de hierro puede ser absoluta, cuando la cantidad de hierro en tejido (hígado, bazo y médula ósea) es baja, o funcional con reservas suficientes de hierro en el organismo, pero con falta de aporte para la eritropoyesis. Para tal fin, se puede evidenciar de manera global e independiente en los estadios, que existe un déficit absoluto de hierro ( $71\%$ ) tanto de manera general como en los estadios de la ERC por encima de la deficiencia funcional ( $29\%$ ) del mismo, coincidiendo en proporcionalidad con lo reportado por Restrepo *et al.* (déficit absoluto de hierro en  $10,7\%$  y déficit funcional en  $5,8\%$ ), que a pesar de no coincidir con los valores obtenidos, se puede observar una mayor proporcionalidad en el déficit absoluto de hierro.<sup>79</sup>

Por otra parte, si bien las correlaciones entre sideremia y el porcentaje de saturación de la transferrina con el déficit son significativas, los coeficientes de correlaciones no resultan muy elevados, lo que se explicaría por la menor sensibilidad

y especificidad para aquéllas en relación con lo observado en la presente investigación. La ferritina fue el parámetro que mostró el mejor rendimiento global, con  $ABC=0,944$  muy por encima, a lo reportado por Eckhart *et al.* y Alan *et al.* donde el ABC fue de  $0,772$  y  $0,660 \pm 0,14$  respectivamente, asimismo, se evidencia una diferencia en los puntos de corte y el grado sensibilidad y especificidad de esta prueba ya que para presente investigación mostró un punto de corte de  $94,5 \text{ ng/mL}$  con una sensibilidad de  $100\%$  (IC95%:  $88,4 - 100$ ), una Especificidad de  $88,9\%$  (IC95%:  $51,8 - 99,7$ ), lo que permite detectar el déficit de hierro. A comparación, del punto de corte de  $504 \text{ ng/mL}$  con una sensibilidad de  $76\%$  (IC95%:  $54,9 - 90,6$ ), una Especificidad de  $68,4\%$  (IC95%:  $43,4 - 87,4$ ), reportado por Eckhart *et al.* en su investigación sobre la utilidad clínica de la hemoglobina reticulocitaria equivalente en pacientes en hemodialisis crónica,<sup>80,81</sup>

Ahora bien, al observar los valores de sensibilidad y especificidad del porcentaje de saturación de la transferrina este tuvo un comportamiento moderado debido a que el  $ABC= 0,644$  esta concordancia por lo mostrado por Alan *et al.* donde obtuvieron un  $ABC= 0,660 \pm 0,15$ ; y que, cuyos puntos de cortes se encuentran en  $14,3\%$  y  $13\%$  respectivamente. A diferencia de, lo indicado por Eckhart *et al.* donde se observa un buen comportamiento debido a que  $ABC=0,833$  y su punto de corte se evidencia en  $19\%$ . Sin embargo, ambos estudios difieren de la presente investigación, ya que ambos muestran una baja sensibilidad y alta especificidad, a diferencia de lo mostrado en el presente estudio, donde hay una alta sensibilidad y baja especificidad (S:  $62,5\%$ ;  $52\%$  vs.  $100\%$  / E:  $73,8\%$ ;  $100\%$  vs  $11.1\%$  respectivamente). Lo que, para el presente estudio muestra la capacidad de detectar el déficit de hierro, sin conocer con certeza el punto de origen del mismo<sup>80,81</sup>

Por otro lado, al evaluar la Sideremia cuyo punto de corte es 79,8  $\mu\text{g/dL}$ , se evidencia que el  $\text{ABC}=0,633$  ( $\text{IC95\%: } 0,464 - 0,782$ ) posee cierto grado de similitud por lo presentado por Garrido *et al.* cuyo valor del  $\text{ABC}=0,79$  ( $\text{IC95\%: } 0,0,73 - 0,85$ ). No obstante, se evidencia en este estudio que esta prueba posee una baja sensibilidad 26,7% ( $\text{IC95\%: } 12,3 - 45,9$ ), pero alta Especificidad 100% ( $\text{IC95\%: } 66,4 - 100$ ); lo que significa que esta posee una baja capacidad de detectar el déficit de hierro, no obstante, es si presenta la especificidad del déficit del mismo.<sup>82</sup>

## CONCLUSIÓN

La deficiencia de hierro y la anemia por ferropénica son afecciones comunes en pacientes con ERC, pero diferenciarlas de los pacientes con anemia sin deficiencia de hierro puede ser difícil, especialmente porque algunos parámetros pueden estar dentro de los límites normales incluso cuando coexiste deficiencia de hierro. Por lo tanto, se puede concluir que:

Se evidencia que existe una correlación de los parámetros (hierro sérico, saturación de transferrina sérica y ferritina sérica) con los estadios de la ERC.

La prueba de la siderremia y el porcentaje de saturación de transferrina, a pesar de su amplio uso en investigaciones ferrocínéticas, no permiten diferenciar individuos con deficiencia de hierro con valores normales o alterados.

Se concluye que la ferritina sigue siendo considerada una prueba ideal para detectar la deficiencia de hierro en pacientes con ERC, ya que presenta altos valores de sensibilidad y especificidad, sin embargo, puede verse influenciada por el estado fisiológico del paciente.

## REFERENCIAS

- 1 National Kidney Foundation (2023). Definición y clasificación de la enfermedad renal crónica [Doc. en línea]. [citado 22 Sep 2023]. Disponible en: <https://www.kidney.org/es/atoz/content/la-enfermedad-renal-cr%C3%B3nica-0>
- 2 Sellarés V, Rodríguez D. Enfermedad Renal Crónica. En: Lorenzo V., López Gómez JM (Eds). Nefrología al día. ISSN: 2659-2606. [citado 22 Sep 2023]. Disponible en: <https://www.nefrologiaaldia.org/136>
- 3 Martínez - Castelao G. Górriz - Teruel, A. Bover - Sanjuán, J. Segura de la Morena, J. Cebollada, J & Tranche, S. (2014). Consensus document for the detection and management of chronic kidney disease. Nefrología (English Edition), 34(2), 243-262. [Citado en 18 sep de 2023] Disponible en: <https://www.revistanefrologia.com/en-pdf-X2013251414053916>
- 4 García-Maset R, Bover J, Segura de la Morena J, Goicoechea Diezhandino M, Cebollada del Hoyo J, Escalada San Martín J, Fácila Rubio L, Gamarra Ortiz J, García-Donaire J, García-Matarín L, Gràcia Garcia S, Gutiérrez Pérez M, Hernández Moreno J, Mazón Ramos P, Montañés Bermúdez R, Muñoz Torres M, de Pablos-Velasco P, Pérez-Maraver M, Suárez Fernández C, Tranche Iparraguirre S, Górriz J. Documento de información y consenso para la detección y manejo de la enfermedad renal crónica. Nefrología. 2023;4 2(3):233–264. [Citado sep de 2023] Disponible en: <https://www.revistanefrologia.com/es-pdf-S0211699521001612>
- 5 Organización Mundial de la Salud (2014). Una de cada 10 personas sufre algún grado de enfermedad renal crónica [en línea]. Disponible en: <http://www.docsalud.com/articulo/5506/oms-una-de-cada-10-personas-sufre-alg%C3%BAn-grado-de-enfermedad-renal-cr%C3%B3nica>
- 6 Romero N. Causas de enfermedad renal entre los pacientes de una unidad de hemodiálisis. Revista Cubana de Urología [Internet]. 2019 [citado 1 Oct 2023]; 8 (1): [aprox. 8 p.]. Disponible en: <https://revurologia.sld.cu/index.php/rcu/article/view/461>
- 7 KDIGO 2022 Clinical practice guideline for the diabetes management chronic kidney disease [consultado Sep 2023]. Disponible en: [https://kdigo.org/wp-content/uploads/2022/03/KDIGO-2022-Diabetes-Management-GL\\_Public-Review-draft\\_1Mar2022.pdf](https://kdigo.org/wp-content/uploads/2022/03/KDIGO-2022-Diabetes-Management-GL_Public-Review-draft_1Mar2022.pdf).
- 8 Zambrano Linares JD, Campos TM. Impacto económico de las terapias de sustitución

- renal en el gasto público en salud de Venezuela [tesis]. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello. 2010 [citado Feb 2018]. Disponible en: <https://www.ucab.edu.ve/tesisdigitalizadas2/search/plan/.../ths.../desc.htm>
- 9 Meza-Velásquez, M, Navarro-Garizao, M. Características Clínicas -Epidemiológicas de la Enfermedad Renal Crónica en Algunos Países América Latina: Una Revisión de la Literatura. [Internet]. Valledupar-Colombia: Univeridad de Santander; 2020 [citado: 2023, octubre] 43 p. Disponible en: <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/f38cddcd-7be4-4a0d-aa8f-df78ad868c2f>
  - 10 Organismo Andino de Salud. Convenio Hipólito Unanue ORAS-CONHU. Enfermedad renal crónica en los países andinos. [Internet]. Perú. 2022. [citado: 2023, octubre] Disponible en: <https://orasconhu.org/sites/default/files/LIBRO%20ENFERMEDAD%20RENAL%20CR%C3%93NICA%20EN%20LOA%20PA%C3%8DSES%20ANDINOS.pdf>
  - 11 Dialyser. La Enfermedad Renal Crónica [en línea]. 2013 [citado 9 Jun 2020]. Disponible en: <http://190.85.188.226/virtual/dialyser/index.php/lista/69-definicion>
  - 12 National Kidney Foundation (2014). Tests to measure kidney function, damage and detect abnormalities [Art. en línea]. Disponible en: <https://www.kidney.org/atoz/content/kidneytests>
  - 13 Calderón González, C. García Fernández, N. Enfermedad renal crónica: clasificación, etiopatogenia y factores pronósticos. [en línea] 2011. Vol. 10. Núm. 79. JOUR Medicine, Insuficiencia renal. Páginas 5364 – 5369. DOI: [10.1016/S0304-5412\(11\)70105-6](https://doi.org/10.1016/S0304-5412(11)70105-6). [citado Sep 2020]. Disponible en: <https://www.medicineonline.es/es-enfermedad-renal-cronica-clasificacion-etiotopogenia-articulo-S0304541211701056>
  - 14 Labrador, P.J., González-Sanchidrián, S. Polanco, S. Davin, E. Fuentes, J.M. Gómez-Martino, J.R. Detección y Clasificación de la Enfermedad Renal Crónica en Atención Primaria y la Importancia de la Albuminuria. [en línea] Semergen. 2018;44(2):82 – 89. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.semerg.2016.11.009> [citado Sep 2020]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-familia-semergen-40-articulo-deteccion-clasificacion-enfermedad-renal-cronica-S1138359317300047>
  - 15 Malkina A. Enfermedad renal crónica. [Art. en línea] [citado Sep 2020]. Disponible en <https://www.merckmanuals.com/es-us/professional/trastornos-urogenitales/enfermedad-renal-cr%C3%B3nica/enfermedad-renal-cr%C3%B3nica>
  - 16 Bover, J. Bosch, R. Gorriz, J. Urena, P. Ortiz, A. daSilva, I. Garcia - Trabanino, R. Hueso,

- M. Trinidad, P. Jara, A. Furlano, M. Gelpi, R. Vila - Santandreu, A. Restrepo, C. Sanchez - Baya, M. Arana, C. Goicoechea, M. Coll, V. Segura, J. Gutierrez, O. Kalantar - Zadeh, K. Sanchez, E. Ferreiro, A. Garcia - Maset, R. Los riñones también hablan español: iniciativas hacia la estandarización de nuestra nomenclatura nefrológica. [Art. en línea] *Nefrología* 2022; 42(3):223–232 <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2021.04.011> [citado Sep 2020]. Disponible en: <https://www.revistanefrologia.com/es-pdf-S0211699521001570>
- 17 Candelaria-Brito J. C, Gutiérrez-Gutiérrez C, Bayarre-Vea H. D, Acosta -Cruz C, Montes de Oca D. M, Labrador-Mazón O. Caracterización de la enfermedad renal crónica en adultos mayores. *Revista Colombiana de Nefrología* [Internet]. 2018;5(2):166-178. [citado Sep 2020]. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560159564008>
- 18 Betlem Salvador González, Mercedes Rodríguez Pascual, Laura Ruipérez Guijarro, Antonia Ferré González, Oriol Cunillera Puertolas y Luisa M. Rodríguez Latre. Enfermedad Renal Crónica en Atención Primaria: Prevalencia y Factores de Riesgo Asociados. *Rev. Méd. La Paz* [Internet]. 2015 [citado Oct 2023]; 21(1): 91 - 92. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-89582015000100017&lng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-89582015000100017&lng=es).
- 19 Castellanos Castillo Yoandis, Fong Estrada Juana Adela, Vázquez Trigo José Manuel, Fong Jacquelin. Marcadores de Daño Renal en Pacientes con Factores de Riesgo de Enfermedad Renal Crónica. *MEDISAN* [Internet]. 2018 Feb [citado 2023 Oct 02] ; 22(2): 142-148. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30192018000200004&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192018000200004&lng=es).
- 20 López-Heydeck SM, López-Arriaga JA, Montenegro-Morales LP, Cerecero-Aguirre P, Vázquez-de Anda GF. Análisis de Laboratorio para el Diagnóstico Temprano de Insuficiencia Renal Crónica. *Rev. mex. urol.* [revista en la Internet]. febrero de 2018 [citado 2 de octubre de 2023]; 78(1): 73-90. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-40852018000100073&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40852018000100073&lng=es). Publicación electrónica 16-dic-2021. <https://doi.org/10.24245/revmexurol.v78i1.1601>
- 21 Mayer BLD, Da Costa PTL, Echevarría-Guanilo ME, Kempfer SS, Pieri KMS. Kidney Disease and Hemodialysis: Identification of Blood Biomarkers to Detect Heart Failure and Kidney Failure. *Rev. Colomb. Nefrol.* 2020;7(2):44-54. <https://doi.org/10.22265/acnef.7.2.382>. [citado Oct de 2023]. Disponible en: <https://revistanefrologia.org/index.php/rcn/article/view/382/751>
- 22 Flores Juan C, Alvo Miriam, Borja Hernán, Morales Jorge, Vega Jorge, Zúñiga Carlos et

- al. Enfermedad Renal Crónica: Clasificación, Identificación, Manejo y Complicaciones. Rev. méd. Chile [Internet]. 2009 Ene [citado 2023 Oct 17]; 137 (1): 137-177. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872009000100026>. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872009000100026&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872009000100026&lng=es).
- 23 Cornejo, B. “Prevalencia De Complicaciones Agudas De La Enfermedad Renal Crónica En El Servicio De Urgencias”. [Tesis de postgrado]. Querétaro, México. 2021. [citado Oct de 2023]. Disponible en: <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/2952>
- 24 Rodrigo Orozco B., Enfermedad Cardiovascular (ECV) En La Enfermedad Renal Crónica (ERC). Revista Médica Clínica Las Condes. Volume 26, Issue 2. 2015. Pages 142-155. ISSN 0716-8640. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2015.04.003>. [citado Oct de 2023]. Disponible en: (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864015000358>)
- 25 Quiroga B, Álvarez Chiva V, Muñoz Ramos P. Alteraciones Lipídicas en la ERC. En: Lorenzo V., López Gómez JM (Eds). Nefrología al día. ISSN: 2659-2606. 2022 [citado Oct de 2023]. Disponible en: <https://www.nefrologiaaldia.org/540>
- 26 Pertuz, A. Ismael, C. Muñoz, C. Rico, J. Daza, R. Pájaro, N. Coronado, J. Pérez, C. Uparella, I. Vergara, O. Pestana, A. Anemia en Enfermedad Renal Crónica. Archivos de medicina, ISSN-e 1698-9465, Vol. 17, N°. 2, 2021. [citado Oct de 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7848785>
- 27 López Gómez JM, Abad Estebanez S. Anemia en el enfermo renal. En: Lorenzo V., López Gómez JM (Eds). Nefrología al día. ISSN: 2659-2606. Disponible en: <https://www.nefrologiaaldia.org/178>
- 28 Leung, N. Hematologic Manifestations of Kidney Disease. [Seminars in Hematology], Volumen 50 (3), (2013). Pag. 207–215. [citado Oct de 2023]. <https://doi.org/10.1053/j.seminhematol.2013.06.002> Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0037196313000851>
- 29 Cases, A. Egocheaga, M. Tranche, S. Pallarés, V. Ojeda, R. Górriz, J. Portolés, Anemia en la Enfermedad Renal Crónica: Protocolo de Estudio, Manejo y Derivación a Nefrología. J. Nefrología 2018, 38 (1):8–12 [citado Oct de 2023]. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2017.09.004> Disponible en: <https://www.revistanefrologia.com/es-pdf-S0211699517301881>
- 30 Santiago Córdova, J. L., Rodríguez López,L., & Sánchez Hernández, G. (2013). Correlación entre el grado de anemia en pacientes con enfermedad renal crónica y el grado de hiperfosfatemia y producto de solubilidad. Medicina Interna de México,

- 2013;29 (5):479-486. [citado Oct de 2023]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=45784>
- 31 Cases, A; Puchades, Ma J; de Sequera, P; Quiroga, B; Martin - Rodriguez, L; Gorriz, J; Portoles, Ferroterapia en el manejo de la anemia en la enfermedad renal cronica no en diálisis: perspectiva del grupo de anemia de la S.E.N. J. JOUR, Nefrología 41 2 123 – 136 (2021). DOI: [10.1016/j.nefro.2020.11.003](https://doi.org/10.1016/j.nefro.2020.11.003) [citado Oct de 2023]. Disponible en: <https://www.revistanefrologia.com/es-ferroterapia-el-manejo-anemia-enfermedad-articulo-S0211699520301909>
- 32 Babbitt, J; Eisenga, M; Haase, V; Kshirsagar, A; Levin, A; Locatelli, F; Mayszko, J; Swinkels, D; Tang, D; Cheung, M; Jadoul, M; Winkelmayer, W; Drueke, T; for Conference Participants. Controversias KDIGO En Español: Controversias Sobre el Óptimo Manejo de la Anemia (2021). [Art en línea]. Kidney International (2021) 99, 1280–1295; <https://doi.org/10.1016/j.kint.2021.03.020> [citado Oct de 2023]. Disponible en: <https://www.nefrologiaaldia.org/es-articulo-controversias-sobre-el-optimo-manejo-419>
- 33 Pascual, D (2014). Importancia de las comorbilidades en la ICC. Fisiopatología y epidemiología del déficit de hierro. Art en línea. Comorbilidades en la ICC. 1ra Ed. Sociedad Española de Cardiología, Sección de Insuficiencia Cardíaca y Trasplante. [citado Oct de 2020]. Disponible en: <https://secardiologia.es/images/newsletters/comorbilidades/ComorbilidadesICC-numero-1.pdf>
- 34 Cuevas, M; Rosati, P y Cano, F (2008). Tratamiento de la anemia con eritropoyetina y hierro en Enfermedad Renal Crónica. Art. En línea. Rev Chil Pediatr; 79 (2): 131-145. [citado Oct de 2020]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcp/v79n2/art02.pdf>
- 35 Van der Weerd NC, Grooteman MP, Nube MJ, et al. Heparin in chronic kidney disease: not an anaemia management tool, but promising as a cardiovascular biomarker. Neth J Med. 2015; 73:108-118. [citado Oct de 2023]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25852110/>
- 36 Cardoso-Reyes MC, Morales-Castillejos L. Tratamiento de la Anemia Inflamatoria. Hematol Méx. 2021; 22 (1): 9-17. [https://doi.org/10.24245/rev\\_hematol.v22i1.4879](https://doi.org/10.24245/rev_hematol.v22i1.4879). [citado Oct de 2023]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/hematologia/re-2021/re211b.pdf>
- 37 Feldman Leonardo, Najle Roberto, Rivero Mariana Alejandra, Rodríguez Edgardo Mario, Estein Silvia Marcela. Anemia Inflamatoria: Fisiopatología, Diagnóstico Y Tratamiento. Acta bioquím. clín. latinoam. [Internet]. 2017 Sep [citado 2023 Oct 18]; 51(3): 361 - 374. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0325-](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-)

[29572017000300011&lng=es.](#)

- 38 Nardelli, J. Anemia en la Insuficiencia Renal. Trabajo Final para la obtención del título de Especialista en Bioquímica Clínica: Hematología. 2016. [citado Oct de 2023]. Disponible en:  
[https://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/13644/NARDELLI\\_JAVIER\\_ANIBAL.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/13644/NARDELLI_JAVIER_ANIBAL.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- 39 Puchulu MB. Inflamación y Nutrición en la Enfermedad renal Crónica. *Diaeta*. 2011; 29(134): 16-22. [citado Oct de 2020]. Disponible en:  
<http://www.scielo.org.ar/pdf/diaeta/v29n134/v29n134a03.pdf>
- 40 González, L y Molina, J. Evaluación de la inflamación en el laboratorio. *Revista Colombiana de Reumatología*, . (2010). 17(1), 35-47. . [citado Oct de 2020]. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-81232010000100004&lng=en&tlng=pt](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-81232010000100004&lng=en&tlng=pt).
- 41 Varela, A; Valoración clínica y diagnóstico del déficit de hierro en pacientes con insuficiencia cardiaca. Art en línea. *Comorbilidades en la ICC*. 1ra Ed. Sociedad Española de Cardiología, Sección de Insuficiencia Cardiaca y Trasplante. 2014.. [citado Oct de 2020]. Disponible en:
- 42 Kidney disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) WorkingGroup. KDIGO clinical practice guideline for anemia in chronic kidney disease. *Kidney Int*. 2012; Suppl 2: 279-335. doi: [10.1093/ndt/gft033.13](https://doi.org/10.1093/ndt/gft033.13).
- 43 Sany, Dawlat; El Shahawi, Yasser; Taha, Jenan. Diagnosis of Iron Deficiency in Hemodialysis Patients: Usefulness of Measuring Reticulocyte Hemoglobin Equivalent. *Saudi Journal of Kidney Diseases and Transplantation* 31(6):p 1263-1272, Nov–Dec 2020. DOI: 10.4103/1319-2442.308335 [citado Abr de 2024]. Disponible en:  
[https://journals.lww.com/sjkd/fulltext/2020/31060/diagnosis\\_of\\_iron\\_deficiency\\_in\\_hemodialysis.10.aspx](https://journals.lww.com/sjkd/fulltext/2020/31060/diagnosis_of_iron_deficiency_in_hemodialysis.10.aspx)
- 44 Venkatesan M, Saxena S, Kumar A. Evaluation of Iron Status in Patients of Chronic Kidney Disease - A Study to Assess the Best Indicators Including Serum Transferrin Receptor Assay. *Indian J Nephrol*. 2019 Jul-Aug;29(4):248-253. doi: 10.4103/ijn.IJN\_159\_18. PMID: 31423058; PMCID: PMC6668315. 308335 [citado Abr de 2024]. Disponible en: <https://indianjephrol.org/evaluation-of-iron-status-in-patients-of-chronic-kidney-disease-a-study-to-assess-the-best-indicators-including-serum-transferrin-receptor-assay/#conclusions>
- 45 Torregroza-Diazgranados Eduardo de Jesús. Pruebas diagnósticas: Fundamentos de los

- estudios diagnósticos, evaluación de la validez e interpretación clínica de sus resultados. rev. colomb. cir. [Internet]. 2021 June [cited 2023 Oct 18] ; 36( 2 ): 193-204. Available from: <https://doi.org/10.30944/20117582.716>. [citado Oct de 2020]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2011-75822021000200193&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-75822021000200193&lng=en).
- 46 Torregroza-Diazgranados Eduardo de Jesús. Pruebas diagnósticas: Razones de probabilidad. rev. colomb. cir. [Internet]. 2021 Sep [cited 2023 Oct 18] ; 36( 3 ): 403-410. Available from: <https://doi.org/10.30944/20117582.717>. [citado Oct de 2020]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2011-75822021000300403&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-75822021000300403&lng=en).
- 47 Lino-Villacreses LA, González-Vera LV, Castro-Jalca JE, Lino-Villacreses WA. Aplicación, cálculo e importancia de la sensibilidad, especificidad y valor predictivo de las pruebas de diagnóstico en el laboratorio clínico. DC [Internet]. 5 de julio de 2021 [citado 19 de octubre de 2023];7(3):685-709. DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i3.2020>. Disponible en: <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2020>
- 48 Sampieri R, Collado C y Baptista, M. Marco metodológico.2014. Metodología de la investigación. 6ta edición. México D.F: McGraw-Hill.
- 49 Código de Ética para la Vida. República Bolivariana de Venezuela. Ministerio del poder popular para la Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias. 2011 [Doc en línea], [citado Oct de 2023]. Disponible en: <https://www.redgia.org/sgc-redgia/public/assets/docs/codigo-de-etica-para-la-vida.pdf>
- 50 Constitución Bolivariana de Venezuela.2009: Gaceta Oficial de la República Bolivariana, N° 5908 (Extraordinario) febrero 19, 2009. [Doc en línea], [citado Oct de 2023]. Disponible en: <http://www.minci.gob.ve/wp-content/uploads/2011/04/CONSTITUCION.pdf>
- 51 Kneip Fleury, Marcos. Manual de Toma de Muestras en Laboratorio Clínico. 3ra Ed. 2019. [Doc. En línea] El Programa Nacional de Control de Calidad. [citado Oct de 2023]. Disponible en: <https://pncq.org.br/wp-content/uploads/2020/05/Manual-de-toma-2019-1.pdf>
- 52 Yiju T. Cómo hacer una muestra de sangre venosa. 2020 [Art en línea]. [citado Oct de 2023]. Disponible en: <https://www.msdmanuals.com/es-ve/professional/cuidados-cr%C3%ADticos/c%C3%B3mo-hacer-procedimientos-vasculares-perif%C3%A9ricos/c%C3%B3mo-hacer-una-muestra-de-sangre-venosa>

- 53 Gomes, R. Hemograma. Como hacer e Interpretar. (2011). Editorial AMOLCA. São Paulo, Brasil.
- 54 Organización Mundial de la Salud. Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2011 (WHO/NMH/NHD/MNM/11.1) [citado Abr de 2024]. Disponible en: ([http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin\\_es.pdf](http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin_es.pdf))
- 55 Sociedad Argentina de Hematología. Guías de Diagnóstico y Tratamiento; 2019. [citado Abr de 2024]. Disponible en: [http://www.sah.org.ar/docs/2019/Guia\\_2019-completa.pdf](http://www.sah.org.ar/docs/2019/Guia_2019-completa.pdf)
- 56 Cullen P, Söffker J, Höpfl M, Bremer C, Schlaghecken R, Mehrens T, Assmann G, Schaefer RM. Hypochromic red cells and reticulocyte haemoglobin content as markers of iron-deficient erythropoiesis in patients undergoing chronic haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant*. 1999 Mar;14(3):659-65. doi: 10.1093/ndt/14.3.659. PMID: 10193816. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10193816/>
- 57 Wiener Laboratorios S.A.I.C Fer-color (2017). Argentina. Documento en línea. Disponible en: [http://brandsd.com/wp-content/uploads/2016/07/fer\\_color\\_aa\\_liquida\\_sp.pdf](http://brandsd.com/wp-content/uploads/2016/07/fer_color_aa_liquida_sp.pdf).
- 58 Wiener Laboratorios S.A.I.C Fer-color Transferrina. 2020 [Doc en línea]. [citado Oct de 2023]. Disponible en [https://access.wiener-lab.com/VademecumDocumentos/Vademecum%20espanol/trf\\_turbitest\\_aa\\_sp.pdf](https://access.wiener-lab.com/VademecumDocumentos/Vademecum%20espanol/trf_turbitest_aa_sp.pdf)
- 59 DIAMETRA. Ferritina, (2016). [Doc en línea]. [citado Oct de 2023]. Disponible en: [https://www.abscience.com.tw/wp-content/uploads/1534409075\\_1.pdf](https://www.abscience.com.tw/wp-content/uploads/1534409075_1.pdf)
- 60 Sánchez Borque, P; Sánchez Casajús, A. Los depósitos de hierro y su control en la insuficiencia renal crónica. *Art en línea. DYT* 2005; 26 (1): 37-44 [citado Abr de 2024]. Disponible en: [https://www.sedyt.org/revistas/2005\\_26\\_1/DYT\\_2601\\_036\\_r\\_control\\_ferropenia.pdf](https://www.sedyt.org/revistas/2005_26_1/DYT_2601_036_r_control_ferropenia.pdf)
- 61 SPINREACT. PCR-Latex Aglutinación en porta. [Doc en línea]. [citado Oct de 2023]. Disponible en: [https://www.spinreact.com.mx/public/\\_pdf/1200302.pdf](https://www.spinreact.com.mx/public/_pdf/1200302.pdf)
- 62 Hammer, O. (2020). PAST, PAleontological STatistics. (versión 4.14) [Windows]. Natural History Museum.
- 63 Romero N. Causas de enfermedad renal entre los pacientes de una unidad de hemodiálisis. *Revista Cubana de Urología* [Internet]. 2019 [citado 5 Nov 2023]; 8 (1): [aprox. 8 p.]. Disponible en: <https://revurologia.sld.cu/index.php/rcu/article/view/461>

- 64 Robalino Rivadeneira M, Urdaneta Carruyo G, Robalino Gualoto R, Cobos Castillo M, Andrade Zuña K, Chanaguano Tixelesa C. Caracterización clinicoepidemiológica de pacientes con enfermedad renal crónica, Riobamba, 2021. talentos [Internet]. 30nov.2021 [citado 13nov.2023];8(2):56-7. Available from: <https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/266>
- 65 Silveira Díaz Fidel, Stewart Lemes George A., Fernández Torres Sandra, Quesada Leyva Lidyce, León Ramentol Cira Cecilia, Ruiz Hunt Zaddys. Prevalencia de la insuficiencia renal crónica en Camagüey. AMC [Internet]. 2016 Ago [citado 2024 Ene 15]; 20 (4): 403 - 412. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1025-02552016000400009&script=sci\\_arttext#grafico3](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1025-02552016000400009&script=sci_arttext#grafico3)
- 66 García Serrano Cristina, Aran Solé Lúdia, Vilela Pájaro Álvaro, Amat Camats Gemma, Ortiz Congost Sònia, Giralt Peiró Montserrat. Identificación de infradiagnóstico de enfermedad renal crónica en Atención Primaria. Enferm Nefrol [Internet]. 2019 Sep [citado 2024 Ene 15] ; 22( 3 ): 302-307. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S2254-28842019000300009&script=sci\\_arttext&lng=pt](https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S2254-28842019000300009&script=sci_arttext&lng=pt)
- 67 Chipi Cabrera José Antonio, Fernandini Escalona Elizabeth. Enfermedad renal crónica presuntiva en adultos mayores. Rev. Colom. nefrol. [Internet]. Diciembre de 2019 [consultado el 15 de enero de 2024]; 6(2): 138-151. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=s2500-50062019000200138&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=s2500-50062019000200138&script=sci_arttext) <https://doi.org/10.22265/acnef.6.2.352> .
- 68 Acuña L, Sánchez P, Soler LA, Alvis LF. Enfermedad renal crónica en Colombia: prioridad para la gestión de riesgo. Rev Panam Salud Publica. 2016;40(1):16–22. [citado Ene de 2024]. Disponible en [https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource\\_ssm\\_path=/media/assets/rpsp/v40n1/1020-4989-RPSP-40-01-016.pdf](https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/rpsp/v40n1/1020-4989-RPSP-40-01-016.pdf)
- 69 Terazón-Miclín O, Vinent-Terazón MA, Pouyou-Semanat J. Determinación del grado de enfermedad renal crónica en pacientes hipertensos. MEDISAN. 2017 [citado 2017 may 12];21(1):19-26. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30192017000100003&lang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192017000100003&lang=es)
- 70 Martínez Pérez D, Pérez de Alejo Rodríguez L, Moré Chang CX, Rodríguez Viera R, Dupuy Núñez JC. Estudios de laboratorio clínico para la detección de la enfermedad renal crónica en grupos poblacionales de riesgo. MEDISAN. 2016 [citado 2022 may 20];20(1):49-58. Disponible en:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30192016000100008&lang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192016000100008&lang=es)

- 71 Organización Panamericana de la Salud. La carga de enfermedades renales en la Región de las Américas, 2000-2019. Portal de Datos ENLACE, Organización Panamericana de la Salud. 2021. [Información en línea]. [citado Oct de 2023]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/enlace/carga-enfermedes-renales>
- 72 Alvis-Peña Diego, Calderón-Franco Carlos. Descripción de factores de riesgo para mortalidad en adultos con enfermedad renal crónica en estadio 3 - 5. Acta méd. Peru [Internet]. 2020 Abr [citado 2023 Nov 05] ; 37( 2 ): 163-168. <http://dx.doi.org/10.35663/amp.2020.372.980>. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1728-59172020000200163&lng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172020000200163&lng=es).
- 73 Macdougall IC, Bircher AJ, Eckardt KU, Obrador GT, Pollock CA, Stenvinkel P, Swinkels DW, Wanner C, Weiss G, Chertow GM; Conference Participants. Iron management in chronic kidney disease: conclusions from a "Kidney Disease: Improving Global Outcomes" (KDIGO) Controversies Conference. Kidney Int. 2016 Jan;89(1):28-39. doi: 10.1016/j.kint.2015.10.002. Disponible en: [https://research.rug.nl/files/48407777/1\\_s2.0\\_S0085253815000034\\_main.pdf](https://research.rug.nl/files/48407777/1_s2.0_S0085253815000034_main.pdf)
- 74 Gafter-Gvili A, Schechter A, Rozen-Zvi B. Iron Deficiency Anemia in Chronic Kidney Disease. Acta Haematol. 2019;142(1):44-50. doi: 10.1159/000496492. Disponible en: <https://karger.com/aha/article/142/1/44/15533/Iron-Deficiency-Anemia-in-Chronic-Kidney-Disease>
- 75 Gaweda AE. Markers of iron status in chronic kidney disease. Hemodial Int. 2017 Jun;21 Suppl 1(Suppl 1):S21-S27. doi: 10.1111/hdi.12556. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/hdi.12556>
- 76 Peralta Ruth, Gamarra Fleitas Federico, Gómez Fernández María Noel, Vaesken Rojas Jazmín, Frutos López Roger David, Galeano Vera Sofía María. Características clínicas de la anemia en la enfermedad renal crónica de pacientes del Hospital Nacional en 2018. Rev. virtual Soc. Párrafo. Medicina. En t. [Internet]. marzo de 2019 [consultado el 21 de enero de 2024]; 6(1): 11-20. Disponible en: [http://scielo.iics.una.py/scielo.php?pid=S2312-38932019000100011&script=sci\\_arttext](http://scielo.iics.una.py/scielo.php?pid=S2312-38932019000100011&script=sci_arttext) Publicación electrónica el 1 de marzo de 2019. [https://doi.org/10.18004/rvspmi/2312-3893/2019.06\(01\)11-020](https://doi.org/10.18004/rvspmi/2312-3893/2019.06(01)11-020)
- 77 Campistrús Forneiro, M. N., Ferrari Gratulini, É., Cazéres, J. C., Iglesias Hernández, S., Petraglia Daglier, A., & Gómez Pérez, T. Evaluación de la disponibilidad del hierro para

- la eritropoyesis en una población tratada por hemodiálisis crónica. *Nefrología Latinoamericana* · June 2021. DOI: 10.24875/NEFRO.21000003 [citado Enero de 2024]. Disponible en: [https://www.nefrologialatinoamericana.com/files/nefro\\_21\\_18\\_1\\_050-057.pdf](https://www.nefrologialatinoamericana.com/files/nefro_21_18_1_050-057.pdf)
- 78 Abensur Hugo, Gomes Bastos Marcus, Bregman Rachel, Tomiyama Cristiane, Romao Jr João Egidio, Draibel Sergio Antonio, Riella Miguel Carlos, Pecoits Jr. Roberto, Canziani Maria Eugênia Fernanda. Rol de la deficiencia de hierro en la anemia de la enfermedad renal crónica. *Awgla Nefrología*. 2011 noviembre; 2(1). [citado 2023 may 20];20(1):49-58. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Rachel-Bregman/publication/228780421\\_Rol\\_de\\_la\\_deficiencia\\_de\\_hierro\\_en\\_la\\_anemia\\_de\\_la\\_Enfermedad\\_Renal\\_Cronica/links/00b7d5208e7d4afd1d000000/Rol-de-la-deficiencia-de-hierro-en-la-anemia-de-la-Enfermedad-Renal-Cronica.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rachel-Bregman/publication/228780421_Rol_de_la_deficiencia_de_hierro_en_la_anemia_de_la_Enfermedad_Renal_Cronica/links/00b7d5208e7d4afd1d000000/Rol-de-la-deficiencia-de-hierro-en-la-anemia-de-la-Enfermedad-Renal-Cronica.pdf)
- 79 Restrepo Valencia C, Chacón Cardona JA, Restrepo Duque CH. Frecuencia de anemia y principales etiologías en pacientes con diagnóstico reciente de enfermedad renal crónica sin terapia dialítica. *Acta Med Col* [Internet]. 11 de septiembre de 2023 DOI: <https://doi.org/10.36104/amc.2023.2861> [citado 21 de enero de 2024];48(4). Disponible en: <https://www.actamedicacolombiana.com/ojs/index.php/actamed/article/view/2861>
- 80 Eckhardt, Andrea & Freiberg, Mónica & De la Fuente, Juanma & Douthat, Walter & Capra, Raul. (2011). [Clinical usefulness of the reticulocyte hemoglobin equivalent in chronic hemodialysis patients]. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas (Córdoba, Argentina)*. 68. 51-5. [https://www.researchgate.net/publication/221969491\\_Clinical\\_usefulness\\_of\\_the\\_reticulo\\_cyte\\_hemoglobin\\_equivalent\\_in\\_chronic\\_hemodialysis\\_patients](https://www.researchgate.net/publication/221969491_Clinical_usefulness_of_the_reticulo_cyte_hemoglobin_equivalent_in_chronic_hemodialysis_patients)
- 81 Alan E. Mast , Morey A. Blinder , Qing Lu , Sherri Flax , Dennis J. Dietzen; Utilidad clínica del contenido de hemoglobina de los reticulocitos en el diagnóstico de la deficiencia de hierro. *Sangre* 2002; 99 (4): 1489-1491. doi: <https://doi.org/10.1182/blood.V99.4.1489> <https://ashpublications.org/blood/article/99/4/1489/109990/Clinical-utility-of-the-reticulocyte-hemoglobin>
- 82 Garrido David, Fontalvo Norlys, Espinoza Isaac, Arias Lorena, Valarezo Sandra, Almeida Doris et al. Descripción de la ferropenia en pacientes con enfermedad renal crónica terminal en hemodiálisis, Quito, Ecuador. *Rev. Colomb. nefrol.* [Internet]. Diciembre de 2019 [consultado el 24 de enero de 2024]; 6(2): 95-102. <https://doi.org/10.22265/acnef.6.2.342> Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2500-50062019000200095&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2500-50062019000200095&script=sci_arttext)

## Anexo A



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**  
**ESPECIALIZACIÓN EN BIOQUÍMICA CLÍNICA**



**CONSENTIMIENTO DEL CENTRO CLÍNICO**

Sr. (a): Coord. Del Laboratorio de la Clínica del Riñón

Por medio de la presente me dirijo a usted con la finalidad de solicitar su colaboración a la Esp. Erick González, el cual tiene dispuesto realizar un trabajo de Investigación titulado: **“ESTUDIO COMPARATIVO DE TRES PARÁMETROS EN LA DETECCIÓN DEL DÉFICIT DE HIERRO EN PACIENTES CON ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA”**, como requisito para obtener el título de especialista en Bioquímica Clínica, bajo la tutoría de la Dra. Emy González. Que tiene como objetivo general: Comparar tres parámetros en la detección del déficit de hierro en pacientes con Enfermedad Renal Crónica. Clínica del Riñón del municipio Naguanagua, Edo. Carabobo en el período agosto – septiembre 2018.

Las muestras de sangre, se tomarán procurando las mejores condiciones, previniendo riesgo o incomodidad en los participantes, es de notar que se da buena fe que los resultados obtenidos serán de carácter confidencial, ya que los mismos serán conocidos únicamente por el investigador responsable del estudio, debido a que las muestras biológicas se identificarán mediante números y en el caso de divulgarse los resultados en algún medio científico, se hará estrictamente sin identificación de las personas que participaron en el estudio.

Esperando su colaboración y pronta respuesta se despide

Atte. Esp. Erick González

## Anexo B



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

ESCUELA DE BIOANÁLISIS

INVESTIGACIÓN DE POST GRADO

ESPECIALIDAD DE BIOQUIMICA CLINICA

CONSENTIMIENTO INFORMADO



De ante mano reciba un cordial saludo y agradecimiento por formar parte de esta investigación titulada: ***ESTUDIO COMPARATIVO DE TRES PARÁMETROS EN LA DETECCIÓN DEL DÉFICIT DE HIERRO EN PACIENTES CON ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA***. Dicha investigación es realizada por el Esp. Erick González, como requisito para obtener el título de Especialista en Bioquímica Clínica, es importante mencionar que el procesamiento de las mismas se llevará a cabo en el Laboratorio de Prácticas Profesionales de Hematología de la Escuela de Bioanálisis, sede Carabobo. El propósito de esta investigación es Comparar tres parámetros en la detección del déficit de hierro en pacientes con Enfermedad Renal Crónica. Clínica del Riñón del municipio Naguanagua, Edo. Carabobo en el período agosto – septiembre 2018, determinando su Sensibilidad y Especificidad y comparándolas entre sí. Si acepta participar en la misma, se le solicitará: una muestra de sangre, este procedimiento no tardará más de 15 minutos. **Beneficios:** Es importante mencionar que los exámenes de laboratorio realizados en esta investigación no generarán ningún costo para el participante, por el contrario, permitirán que pueda apreciar su función renal. **Confidencialidad:** La identidad del participante será protegida, además toda la información o datos que lo puedan identificar serán manejados confidencialmente, y el uso de estos resultados sólo será para fines académicos.

**Consentimiento:**

Yo \_\_\_\_\_ portador de la C.I \_\_\_\_\_, después de tener conocimiento de las características de la investigación, declaro estar de acuerdo con mi participación en la misma.

Nombre y Firma del Autor \_\_\_\_\_ Participante: \_\_\_\_\_

Responsable de la investigación: Tutor: Dra. Emy González \_\_\_\_\_

## Anexo C



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**  
**ESPECIALIZACIÓN EN BIOQUÍMICA CLÍNICA**



**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PACIENTE**

**Datos Sociodemográficos:**

Nº de historia:

Edad:

Sexo:

**Datos Clínicos:**

Tiempo de evolución:

Diálisis: SI( ) NO( )

Estadio de la ERC:

Padece actualmente o presenta antecedentes de:

*SI**NO**Diabetes*

( )

*HTA**Enfermedad Renal*

Cual: \_\_\_\_\_

*Enf. Congénitas*

Cual: \_\_\_\_\_

*Enf. Vasculares*

Cual: \_\_\_\_\_

*Cáncer*

Cual: \_\_\_\_\_

*Otros:*

\_\_\_\_\_