



# **Universidad Norbert Wiener**

**FACULTAD FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**E.A.P. FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**NIVELES DE HIERRO SÉRICO Y SU RELACIÓN CON LA HEMOGLOBINA Y EL  
HEMATOCRITO, EN UNA POBLACIÓN DE ADULTOS MAYORES DE LIMA.  
AÑO 2017.**

Tesis para optar el Título de Químico – Farmacéutico que presenta las Bachilleres:

**Br.: Ana Aguirre Condezo**

**Br.: Blanca Izaguirre Orihuela**

**Asesor:**

**Dr. Q.F. Juan Manuel Parreño Tipian**

**Lima – Perú**

**2018**

## **DEDICATORIA**

A DIOS

Por darme fuerza y voluntad para seguir y concluir mi carrera profesional.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por su paciencia y amor incondicional, por brindarme su apoyo y sus consejos en todo momento.

Aquellas personas que han sido mi soporte y compañía en esta etapa de mi vida contribuyendo con un granito de arena.

Br. Blanca Izaguirre Orihuela

Dedico esta tesis

A mis padres quienes me apoyaron todo el tiempo.

A mi hijo José Fernando quien es el motor de mi vida.

Dedico esta tesis a mi gran amiga Blanca por su gran apoyo emocional e incondicional.

A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no ponía atención en clase, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

A todos los que me apoyaron para escribir y concluir esta tesis.

Br. Ana Aguirre Condezo

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro agradecimiento A Dios: Por permitirnos llegar a este momento tan importante de nuestra formación profesional, protegenos durante todo nuestro camino y darnos las fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de nuestras vidas.

A todos los docentes de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, quienes aportaron con sus conocimientos y experiencias durante toda la formación académica.

A nuestro asesor de tesis, Dr. Juan Parreño Tipian un agradecimiento especial por depositar su confianza en este proyecto, su paciencia y orientación hicieron posible culminar con éxito la última etapa de nuestra formación profesional.

Agradecer a la Casa Hogar San Martin de Lima por permitir el desarrollo de la tesis.

Agradecemos a nuestros padres por su valioso apoyo quienes han sido los que día a día nos inculcaron a ser profesionales.

Gracias a todos los que nos brindaron su ayuda en el proceso de nuestro trabajo de investigación.

## RESUMEN

El hierro sérico (Fe) y su relación con la hemoglobina (Hb) y el hematocrito (Hto), nos brindan información importante sobre el estado anémico en poblaciones vulnerables como los adultos de la tercera edad. El objetivo del presente estudio es relacionar el hierro sérico con los valores de Hemoglobina y Hematocrito en adultos de la tercera edad de la Casa Hogar San Martín de Lima. Para ello se determinaron los parámetros de Fe sérico, Hb y Hto por los métodos de Ferrozina, Cianometahemoglobina y microhematocrito en 42 adultos mayores de ambos sexos, con consentimiento informado, donde se obtuvieron los siguientes resultados: los valores de hierro sérico se encuentra disminuido en un 38.1 % de la población en personas de 70 a 79 años, La hemoglobina se encuentra disminuida en un 7.1% en las mujeres y 28,6% en los hombres; en cuanto al grupo etario se encontró 21.4%, en personas de 70 a 79 años. Así mismo, el hematocrito se encuentra disminuido en un 42.9 %, en el grupo etario de 70-79 años de toda la población estudiada. Al correlacionar los parámetros hematológicos con el hierro sérico mediante la prueba de la correlación de Pearson fue de -0.065 y -0.063 determinando una relación lineal negativa por lo que no existe una correlación entre los parámetros en estudio. Se concluye que el hierro no necesariamente disminuye conjuntamente con la hemoglobina y el hematocrito.

Palabras clave: Anemia, hierro sérico, hemoglobina, hematocrito.

## INDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

Pág.

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	11
1.2. Hipótesis.....	12
1.3. Objetivos.....	11
1.3.1. Objetivo general.....	12
1.3.2. Objetivo específicos.....	13
1.4. Identificación de variables.....	13
1.4.1. Variable independiente: .....	13
1.4.2. Variable dependiente: .....	13
1.5. Justificación e importancia del estudio.....	13
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
2.1. Antecedentes.....	14
2.1.1. Antecedentes a nivel internacional.....	14
2.1.2. Antecedentes a nivel Nacional.....	16
2.2. Bases teóricas.....	18
2.2.1. Hierro y su metabolismo.....	18
2.2.2. Hemoglobina.....	23
2.2.3. Hematocrito.....	25
2.2.4. Relación del hierro con la Hemoglobina y hematocrito.....	26
2.2.5. Anemias.....	27
2.2.5.1 Etiopatogenia.....	28
2.2.5.2 Anemia inexplicada.....	28
2.2.5.3 Anemia ferropénica.....	29

2.2.5.4 Anemia de la inflamación.....	30
2.2.5.5 Anemia de la insuficiencia renal crónica.....	30
2.3 Marco conceptual.....	31
2.3.1 Hierro Sérico.....	31
2.3.2 Hemoglobina.....	31
2.3.3 Hematocrito.....	31
<b>III. PARTE EXPERIMENTAL.....</b>	<b>32</b>
3.1. Diseño metodológico.....	32
3.1.1. Tipo de investigación.....	32
3.1.2. Población o muestra.....	32
3.1.3. Criterios de inclusión.....	32
3.1.4. Criterios de exclusión.....	32
3.2. Toma de muestra.....	33
3.2.1. Materiales.....	33
3.2.2. Equipos e instrumentos.....	33
3.2.3. Reactivos.....	33
3.3. Método.....	34
3.3.1. LA DETERMINACIÓN DEL HIERRO SÉRICO.METODO DE LA FERROZINA	
• Fundamento del método.....	34
• Procedimiento.....	34
• Valores de referencia.....	34
3.3.2. DOSAJE DE HEMOGLOBINA (Hb). METODO DE LA CIANOMETAHEMOGLOBINA:	
• Fundamento del método.....	35
• Procedimiento.....	35
• Valores de referencia.....	35
3.3.3 DETERMINACIÓN DEL HEMATOCRITO Y MICROHEMATOCRITO	
• Fundamento del método.....	36
• Procedimiento.....	36
• Valores de referencia.....	36
3.4. Análisis Estadístico.....	37
IV. RESULTADOS.....	38

V. DISCUSIÓN.....	48
VI. CONCLUSIONES.....	53
VII. RECOMENDACIONES.....	54
VIII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
IX. ANEXO.....	58
Anexo N° 01. Consentimiento informado.....	58
Anexo N° 02. Registros de la información de los adultos mayores.....	59
Anexo No 03. Fotos de la campaña y procesamiento de la muestra.....	60
Anexo N° 04. Matriz de consistencia.....	61

## FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Absorción, transporte, utilización, almacenamiento y reutilización del hierro en humanos .....	19
<b>Figura 2.</b> Efectos de inflamación sobre la homeostasis del hierro.....	23
<b>Figura 3.</b> Glóbulo rojo, molécula de la hemoglobina y el grupo hemo conteniendo hierro .....	25

## CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Compartimientos de hierro en seres humanos normales.....	20
<b>Cuadro 2.</b> Evaluación de los niveles de hierro en el organismo.....	21

## GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Distribución de media de Hemoglobina en hombres y mujeres.....	38
GRÁFICO 2. Distribución de media de Hematocrito en hombres y mujeres.....	39
GRÁFICO 3. Distribución de media de Hierro sérico en hombres y mujeres .....	39
GRÁFICO 4 Distribución de los valores de Hemoglobina en mujeres con la edad..	40
GRÁFICO 5 Distribución de los valores de Hematocrito en hombres con la edad...	41
GRÁFICO 6 Distribución de los valores de Hematocrito en mujeres con la edad....	42
GRÁFICO7 Valores de Hierro en adultos mayores de la Casa Hogar San Martin, diciembre 2017.....	43
GRÁFICO 8 Valores de Hierro sérico según el género en adultos mayores de la Casa Hogar San Martin, diciembre 2017.....	44
GRÁFICO 9 Valores de Hierro sérico según el grupo etario en adultos mayores de la Casa Hogar San Martin, diciembre 2017.....	45

## TABLAS

<b>TABLA I</b> Valores estadísticos de Hemoglobina, hematocrito, Hierro sérico, Edad y sexo en personas adultas de la Casa Hogar San Martin, diciembre 2017.....	38
<b>TABLA 2</b> Distribución de los valores de hemoglobina con la edad en hombres adultos de la Casa Hogar San Martin, diciembre 2017.....	40
<b>TABLA 3</b> Distribución de los valores de hemoglobina con la edad en mujeres adultas de la Casa Hogar San Martin, diciembre 2017.....	41
<b>TABLA 4</b> Distribución de los valores de hematocrito con la edad en hombres adultos de la Casa Hogar San Martin, diciembre 2017.....	41
<b>TABLA 5</b> Distribución de los valores de hematocrito con la edad en mujeres adultas de la Casa Hogar San Martin, diciembre 2017.....	43
<b>TABLA 6</b> Valores de Hierro en adultos mayores de la Casa Hogar San Martin, diciembre 2017.....	43
<b>TABLA 7</b> Valores de Hierro sérico según el género en adultos mayores de la Casa Hogar San Martin, diciembre 2017.....	44
<b>TABLA 8</b> Valores de Hierro sérico según el grupo etario en adultos mayores de la Casa Hogar San Martin, diciembre 2017.....	45
<b>TABLA 9</b> Correlación del hierro sérico con la hemoglobina.....	46
<b>TABLA 10</b> Correlación entre hierro y hematocrito.....	47

# I INTRODUCCIÓN

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El crecimiento demográfico de los adultos mayores de 65 años de edad, registra tasas inéditas de alrededor de 3,7 %, y continuará acelerándose hasta alcanzar un ritmo promedio anual de 4.6 % durante la tercera década del presente siglo. Su tamaño aumentará de menos de 8 millones en 2002, a 22,2 millones en 2030 y a 36,2 millones en 2050. Los mayores incrementos se registrarán entre 2020 y 2050 (1).

La edad y el género son factores de riesgo importantes en relación con la anemia, pero en el caso de las personas mayores. Esta patología tiene un origen multifactorial que en el proceso de envejecimiento tiene una importante responsabilidad. El problema es que, en aproximadamente un 25-30% de los casos no se llega a identificar su causa. También hay que destacar el hecho de que en edades avanzadas es habitual el uso de numerosos fármacos, muchos de los cuales pueden inducir la aparición de la anemia (2).

La anemia más común en las personas mayores es la anemia ferropénica donde suele producirse fundamentalmente como consecuencia de una pérdida crónica de sangre con las heces a causa de patologías como la gastritis, la hernia de hiato, una úlcera péptica o el cáncer colorrectal. También hay algunos fármacos que dificultan la absorción del hierro (calcio, antiácidos, algunos antibióticos, etc.). Solo en las personas que viven solas, cabe plantearse un déficit nutricional de hierro como causa de la anemia (3).

Los estudios clínicos y epidemiológicos han demostrado que la prevalencia de anemia se encuentra significativamente aumentada en los adultos mayores. La frecuencia global es diversamente apreciada por las diferentes categorías de pacientes estudiados. Se estima que entre un 7-10% de ellos padece anemia. Un estudio reciente de ancianos de una comunidad que residían en Los Países Bajos mostró el riesgo de mortalidad creciente con concentraciones más bajas de Hb y que en aquellos con anemia era más probable el

desarrollo de enfermedades malignas e infecciosas. El predominio de la anemia en los ancianos oscila entre un 8-44% siendo la prevalencia más alta en hombres mayores de 85 años. Es importante señalar que la anemia es una patología frecuente en el adulto mayor y probablemente está estrechamente relacionada a varios de los grandes síndromes geriátricos, a veces se subestima su real importancia (4).

En el Perú, estudios realizados en el 2002 y 2007 en adultos mayores hospitalizados muestran una frecuencia de anemia de 42 y 76,4% lo que se considera como una constante preocupación (5).

### **1.1.1 Formulación del problema**

#### **1.1.2 Problema General**

Frente a lo mencionado anteriormente nos planteamos la siguiente interrogante:

¿Cuál es la relación entre los niveles de hierro sérico con la hemoglobina y el hematocrito en personas adultos mayores en Lima en el año 2017?

#### **1.1.3 Problemas específicos**

- ¿Cuáles son los niveles de hierro sérico en las personas adultos mayores en Lima de la tercera edad que presenta anemia?
- ¿Cuáles son los valores de hemoglobina y hematocrito en las personas de la tercera edad que presenta anemia
- ¿Qué cantidad de personas de la tercera edad presenta anemia?

### **1.2 HIPÓTESIS**

- Existe relación entre los niveles de hierro sérico con la hemoglobina y hematocrito en una población de adultos mayores de la Casa Hogar San Martín de Lima en 2017.

### **I.3 OBJETIVOS**

#### **I.3.1 Objetivo General**

Determinar la relación del Fierro sérico con la hemoglobina y hematocrito en una población de adultos mayores de la Casa Hogar San Martín de Lima en el mes de diciembre del 2017

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar el nivel de hierro sérico en las personas de la tercera edad que presenta anemia.
- Determinar el nivel de hemoglobina y hematocrito en las personas de la tercera edad que presenta anemia.
- Identificar el número de personas de la tercera edad que presenta anemia.

### **1.4 VARIABLES:**

1.4.1 INDEPENDIENTE: Niveles de hierro sérico en adultos mayores.

1.4.2 DEPENDIENTE: Valores de hemoglobina y hematocrito de adultos mayores.

### **I.5 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO**

Se justifica llevar a cabo el estudio de este problema ya que:

- a. Permitirá conocer el nivel de hierro sérico y relacionar con su nivel de hemoglobina y hematocrito que poseen las personas de la tercera edad, cuya información es limitada en nuestro país.
- b. Los resultados de la investigación pueden servir de referencia y motivación para la réplica de estudios similares en otros asilos y tener una mayor base de datos a nivel nacional
- c. Así mismo los datos encontrados en la presente investigación pueden facilitar el diseño de programas de prevención y tratamiento de la anemia en los asilos de las personas de la tercera edad en Lima.

## II MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

#### 2.1.1 A Nivel Internacional:

En un artículo de revisión elaborado en Bélgica por Joosten E. en el año 2017 afirma que la anemia en adultos mayores es un factor de riesgo asociado con otras enfermedades de la tercera edad. La ferritina sérica es el parámetro de diagnóstico utilizado con frecuencia, pero su concentración aumenta con la edad y en presencia de enfermedades. Otras pruebas de laboratorio, como la saturación de transferrina, el receptor de transferrina soluble, la transferrina soluble y el índice receptor / ferritina puede proporcionar información útil. La administración oral de hierro es el tratamiento estándar, pero el hierro parenteral es una forma conveniente y segura de proporcionar la dosis total de hierro en uno o algunas sesiones (6).

La investigación realizada en Ecuador por Orces L. en el año 2017 sobre “La prevalencia de la anemia y sus determinantes entre los adultos mayores en Ecuador”. El presente estudio se basó en datos de la Encuesta Nacional de Salud, Bienestar y Envejecimiento. Se midió la hemoglobina en un total de 2,372 sujetos con una edad promedio de 71.8 años, lo que representa un estimado de 1.1 millones de adultos mayores. La prevalencia bruta de la anemia fue del 20% en las mujeres y del 25,2% en los hombres. Sin embargo, se observaron mayores tasas de prevalencia de anemia con el avance de la edad entre las mujeres negras y los sujetos que residen en la costa urbana. Del mismo modo, ciertas condiciones de salud como hipoalbuminemia, cáncer en hombres, enfermedad renal crónica, deficiencia de hierro e inflamación de bajo grado se asociaron con la anemia. Concluye que la anemia es una condición prevalente entre los adultos mayores en Ecuador (7).

Romero R. en su estudio sobre “Prevalencia y valor pronóstico al año de la anemia en pacientes ingresados en una unidad geriátrica de agudos” realizado en España, cuyo objetivo fue analizar la prevalencia y características de pacientes con anemia

ingresado en una unidad geriátrica de agudos, y su valor pronóstico de mortalidad al año. Se incluyó a los pacientes ingresados en la unidad de geriatría. Se diagnosticó la anemia según los criterios de la Organización Mundial de la Salud. A todos los enfermos se les realizó una valoración geriátrica integral. Un año más tarde se realizó seguimiento vía telefónica y se valoró mortalidad y situación funcional. Los resultados se incluyeron a 145 pacientes, edad media de 81 años, de los cuales 93 (64,13%) presentaban anemia. Los tipos más frecuentes de anemia fueron la de procesos crónicos y la ferropénica. En conclusión la anemia es un enfermedad muy prevalente en pacientes de edad avanzada que ingresan por un proceso agudo y se asocia con una peor situación funcional (8).

Sánchez S. en el estudio sobre “Determinación de hierro sérico en adultos mayores con disminución de hemoglobina del centro gerontológico Arsenio de la Torre 2013”, realizado en Ecuador, se determinó las concentraciones de hierro sérico en adultos mayores con disminución de hemoglobina; se caracterizó la filiación de los pacientes sometidos a análisis bajo el criterio de investigar factores de riesgo que predispone a este cuadro clínico; se valoró hemoglobina, hierro sérico, porcentaje de saturación y ferritina; de los 687 pacientes adultos mayores del Centro Gerontológico “Arsenio De La Torre” , la muestra fue de 157 adultos mayores extraída con criterio estadístico. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: el 54,14% presentaron hemoglobina baja. La tasa de incidencia de anemia en los adultos mayores en Centro Gerontológico fue de 5.662 por cada 10.000 en el año 2013, El factor de riesgo más significativo para la anemia fue enfermedades crónicas en un 49,43 por ciento (9).

Corona L. publico en el año 2015 sobre la “relación entre la anemia, la concentración de hemoglobina y el síndrome de fragilidad en adultos mayores”. Se encontró que la concentración media de hemoglobina fue significativamente menor en ancianos frágiles (13,3 g / dL, frente a 14,3 g / dL en no frágiles,). La prevalencia de anemia también fue significativamente mayor en personas débiles en comparación con ancianos no frágiles (24,2% y 3,8%;). La anemia se asoció significativamente con baja actividad física, debilidad y lentitud. En los modelos de regresión completamente ajustados, la anemia se asoció fuertemente con la fragilidad. Cuya conclusión fue encontrar asociaciones importantes entre la anemia, la concentración de hemoglobina y la fragilidad; los adultos mayores anémicos eran más propensos a ser frágiles, y los

niveles más bajos de hemoglobina se asociaron a un mayor número de criterios de fragilidad (10).

### **2.1.2 A Nivel Nacional:**

Guevara P. en el estudio sobre “Valores de hemoglobina y hematocrito y su evaluación con las medidas antropométricas de pobladores adultos del distrito El Porvenir, Setiembre del 2017”. Se determinó los valores de hemoglobina y hematocrito con las medidas antropométricas en pobladores adultos del Rio Seco, distrito El Porvenir. Participaron 46 adultos de ambos sexos, previo consentimiento informado antes de su inclusión en el estudio. Cuyos resultados obtenidos: Hemoglobina promedio = $13,64\pm 1,57$ ; Hematocrito promedio = $39,75\pm 2,66$ , IMC promedio = $28,38\pm 5,41$ , edad promedio  $41,46\pm 1,8$ , 34, 36 mujeres y 10 hombres. El 15,2% presenta Hb disminuida, el 10,9% presenta IMC sobrepeso. Por lo tanto, se concluye que la mayoría presenta sobrepeso y con riesgo de anemia debido a una malnutrición pobre en nutrientes y en minerales (11).

García L. en el estudio sobre “Prevalencia de anemia en pacientes mayor o igual de 65 años con un índice de masa corporal mayor o igual a 25, en el Hospital Dos de Mayo, durante el periodo Julio – diciembre 2014”. Los resultados fueron: de los pacientes mayores o iguales a 65 años, 55 (34,81%) fueron varones, mientras que 103 (65,19%) fueron mujeres. La prevalencia de anemia en este grupo fue del 40, 7%, para varones y la prevalencia en Mujeres fue del 26,4%. Se concluye que la prevalencia de anemia es alta en la población adulto mayor de 65 a 74 años de edad, así como la alteración de parámetros de hemoglobina e IMC existe un elevado número de adultos mayores con sobrepeso y obesidad grado I , sobre todo en las mujeres, quienes además presentan valores hematológicos por debajo de los niveles normales. Además, la disminución de los parámetros de hemoglobina se encuentra asociada a enfermedades crónicas (enfermedades neoplásicas); con lo cual queda deducido que la prevalencia de tener anemia está relacionada con la edad y sobre todo en mujeres. La mayoría de pacientes presentaron anemia leve, y estos eran en la población adulta mayor para ambos sexos (12).

García Q. en el estudio sobre la “Determinación de hemoglobina y hematocrito respecto a su variación en su dieta”, realizado en el 2015, se estudiaron 70 muestras de sangre correspondientes a voluntarios pertenecientes a la Junta Vecinal de las Lomas, Huanchaco. La población de estudio presentó en el sexo masculino: Hb: 13,05 g/dL, Hto: 41,38 %, y para la población del sexo femenino: Hb: 12.41 g/dL, Hto: 40,08 %. Se evaluó su relación estadística mediante la prueba de chi - cuadrado con una significancia estadística de  $p < 0.05$ ) encontrándose una relación significativa con el género (12).

Saldaña D. y otros en el estudio sobre la determinación de los valores de hemoglobina y hematocrito en pacientes adultos, atendidos en el puesto de salud de del distrito de Víctor Larco Herrera en Trujillo. Año 2016. Con los datos obtenidos se observó que el 91.25% del total de pacientes fueron mujeres y el resto varones. El 88.75 % del total de pacientes presentan valores normales de hemoglobina y el 3.75% del total presenta valores disminuidos Así también se detalla que el 78.75 % del total de pacientes presentan valores normales de hematocrito y el 13.75% del total de pacientes presentan valores disminuidos de hematocrito, asimismo se observó que 25 personas presentan sobrepeso y 32 pacientes algún otro tipo de IMC, estando presente en estos dos datos, las pacientes mujeres en mayor cantidad. Finalmente se aplicó la prueba estadística Chi cuadrado, la cual reveló que existe una relación significativa ( $p < 0.05$ ) entre los niveles de hematocrito y el Índice de Masa Corporal (IMC) de los pacientes atendidos. Concluimos que los niveles anormales registrados fueron bajos a comparación de las personas con valores normales, lo que dejó fuera de riesgo a la población en estudio (13).

Tarqui C., Sánchez J., Alvarez D. y Espinoza P. en su estudio sobre “Prevalencia de anemia y factores asociados en adultos mayores peruanos. Año 2011”, cuyo objetivo fue determinar la prevalencia de anemia y factores asociados en los adultos mayores del Perú. La muestra de viviendas fue 5792 y se incluyó 2172 adultos mayores. El promedio de hemoglobina fue  $13,4 \pm 1,6$  g/dL. La prevalencia de anemia fue 23,3% (Leve: 17,1%; moderada: 5,7% y severa: 0,5%). La edad de 70 a 79 años (OR 1,5; IC 95%: 1,1-2,0), >80 años (OR 2,1; IC 95%: 1,4-3,0) y la delgadez (OR 1,7; IC 95%:1,2-2,3) se asociaron con la anemia. Los departamentos con mayor prevalencia de anemia fueron Ayacucho (57,6%), Ancash (40,1%), Lambayeque (37,7%) y

Apurímac (36,9%). Se concluyó aproximadamente la cuarta parte de los adultos mayores tuvieron anemia, siendo más predominante en los analfabetos, procedentes de áreas rurales y pobres. La mayor edad y la delgadez se asocian con la presencia de anemia en los adultos mayores peruanos (5).

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

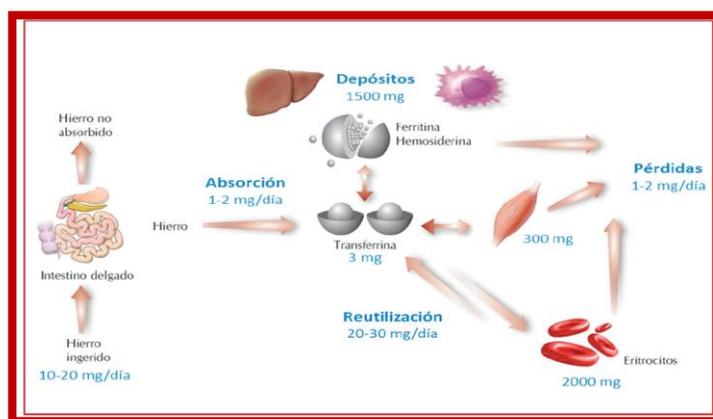
### **2.2.1 HIERRO Y SU METABOLISMO**

#### **2.2.1.1 DEFINICIÓN**

El hierro es un oligoelemento mineral necesario para una amplia variedad de funciones biológicas, desde el transporte de oxígeno y la oxidación mitocondrial hasta la síntesis de dopamina y ácido desoxirribonucleico (DNA). Aunque el hierro ferroso, soluble, estaba ampliamente disponible cuando las primeras formas de vida se desarrollan, buena parte del abundante hierro presente en la tierra se ha oxidado desde entonces a una forma férrica, debido al oxígeno atmosférico. Múltiples proteínas del organismo precisan de una captación de hierro suficiente y apropiado para cubrir las necesidades celulares y del organismo. Pero, además, las proteínas responsables de su transporte y secuestro deben captarlo para evitar que el hierro en estado libre reaccione con especies de oxígeno generando los dañinos radicales libres (13).

#### **2.2.1.2 ABSORCIÓN**

En un individuo normal, las necesidades diarias de hierro son muy bajas en comparación con el hierro circulante, por lo que sólo se absorbe una pequeña proporción del total ingerido. Esta proporción varía de acuerdo con la cantidad y el tipo de hierro presente en los alimentos, el estado de los depósitos corporales del mineral, las necesidades, la actividad eritropoyética y una serie de factores lumbales e intralumbales que interfieren o facilitan la absorción. La absorción depende en primer lugar del tipo de compuesto de hierro presente en la dieta, en dependencia de lo cual van a existir dos formas diferentes de absorción: la del hierro hemo y la del hierro inorgánico (14).



**Figura 1.** Absorción, transporte, utilización, almacenamiento y reutilización del hierro en humanos  
Fuente: Diez y Muñoz. Parámetros hematimétricos y bioquímicos para valorar el status férrico.2017

### 2.2.1.3 TRANSPORTE DEL HIERRO

El hierro es transportado por la transferrina, que es una glicoproteína de aproximadamente 80 kilodalton (kDa) de peso molecular, sintetizada en el hígado, que posee 2 dominios homólogos de unión para el hierro férrico ( $Fe^{3+}$ ). Esta proteína toma el hierro liberado por los macrófagos producto de la destrucción de los glóbulos rojos o el procedente de la mucosa intestinal, se ocupa de transportarlo y hacerlo disponible a todos los tejidos que lo requieren. Se le denomina apotransferrina a la proteína que no contiene hierro, transferrina monoférrica cuando contiene un átomo de hierro y diférrica cuando contiene 2 átomos. Cuando todos los sitios de transporte están ocupados se habla de transferrina saturada y se corresponde con alrededor de 1,41  $\mu\text{g}/\text{mg}$  de transferrina. En condiciones fisiológicas, la concentración de transferrina excede la capacidad de unión necesaria, por lo que alrededor de dos tercios de los sitios de unión están desocupados. En el caso de que toda la transferrina esté saturada, el hierro que se absorbe no es fijado y se deposita en el hígado. La vida media normal de la molécula de transferrina es de 8 a 10 días, aunque el hierro que transporta tiene un ciclo más rápido, con un recambio de 60 a 90 minutos como promedio. Del total de hierro transportado por la transferrina, entre el 70 y el 90% es captado por las células eritropoyetinas y el resto es captado por los tejidos para la síntesis de citocromos, mioglobina, peroxidasas y otras enzimas que lo requieren como cofactor (15).

### 2.2.1.4 DEPÓSITO DEL HIERRO

El exceso de hierro se deposita intracelularmente como ferritina y hemosiderina, fundamentalmente en el bazo, el hígado y la médula ósea. Cada molécula de ferritina puede contener hasta 4.500 átomos de hierro, aunque normalmente tiene alrededor de 2.500, almacenados como cristales de hidróxido fosfato férrico. La molécula de apoferritina es un heteropolímero de 24 subunidades de 2 tipos diferentes: L (ligeras 22-22 kDa) y H (pesadas 22-24KDa) con un peso molecular de 20 kilodalton (kDa) cada una, formadas por 4 cadenas helicoidales. Las variaciones en el contenido de subunidades que componen la molécula determinan la existencia de diferentes isoformas, las que se dividen en 2 grandes grupos: isoformas ácidas (ricas en cadenas H) localizadas en el corazón, los glóbulos rojos, los linfocitos y los monocitos, y las isoformas básicas (ricas en cadenas L) predominantes en el hígado, bazo, placenta y granulocitos (16).

**Cuadro 1.** Compartimientos de hierro en seres humanos normales

Compartimiento	Hierro corporal total	Contenido de hierro (por kg de peso corporal)
Hierro de la hemoglobina	Alrededor del 70%	28,5 mg
Depósito de hierro (hemosiderina, ferritina)	Alrededor del 25%	14,2 mg
Hierro de la mioglobina	Alrededor del 5%	1,86 mg
Otras fuentes	< 1%	< 1,3 mg
En peroxidasa catalasa		
En citocromos		
En enzimas riboflavina		

Fuente: Díez y Muñoz. Parámetros hematimétricos y bioquímicos para valorar el status férrico.2017.

### 2.2.1.5 EXCRECIÓN DEL HIERRO

La capacidad de excreción de hierro del organismo es muy limitada. Las pérdidas diarias de hierro son de 0.9-1.5 mg/día (0.013 mg/kg/día) en los hombres adultos. De éstos, 0.35 mg se pierden en la materia fecal, a través de la mucosa intestinal (ferritina), 0.10 mg, en la bilis, 0.20 mg, vías urinarias 0.08 mg y 0.20 mg por descamación cutánea(16).

Las mujeres en edad fértil están expuestas a una depleción adicional de hierro a través de las pérdidas menstruales que incrementan los niveles de excreción diarios a 1.6 mg/día

como mínimo. Los cambios en los depósitos de hierro del organismo provocan variaciones limitadas en la excreción de hierro, que van desde 0,5 mg/día en la deficiencia de hierro a 1.5 mg/día en individuos con sobrecarga de hierro. Aunque hay pocos estudios en lactantes y niños, se plantea que en éstos las pérdidas gastrointestinales pueden ser mayores que en los adultos. Algunos investigadores plantean que las pérdidas promedio son de aproximadamente 2 mg/día en los lactantes y de 5 mg/día en los niños de 6 a 11 años de edad. Otras causas importantes de pérdidas son las donaciones de sangre y la infestación por parásitos (17).

**Cuadro 2.** Evaluación de los niveles de hierro en el organismo

<b>Medida</b>	<b>Rango de referencia (adultos)</b>	<b>Uso diagnóstico</b>
Ferritina sérica	15 a 300 µg/L	Indicador de los depósitos de hierro
Hierro sérico	10 a 30 µmol/L	Indicador del suministro tisular de hierro
TIBC sérica y transferrina	47 a 70 µmol/L	Indicador del suministro tisular de hierro
Saturación de transferrina	16 a 60%	Indicador del suministro tisular de hierro
Receptor sérico de transferrina	2,8 a 8,5 mg/L	Indicador del hierro funcional disponible
Protoporfirina cinc del eritrocito	< 80 µg/dL de glóbulos rojos	Indicador del hierro funcional disponible
Biopsia de médula ósea o de hígado	Visualización cualitativa de depósitos de hierro normales	Evaluación directa de los depósitos de hierro
Recuento de sideroblastos en médula ósea	> 10% sideroblastos	Evaluación directa del hierro funcional disponible

Fuente: Diez y Muñoz. Parámetros hematimétricos y bioquímicos para valorar el status férrico.2017

### **2.2.1.6 FISIOPATOLOGIA DE LA DEFICIENCIA DEL HIERRO**

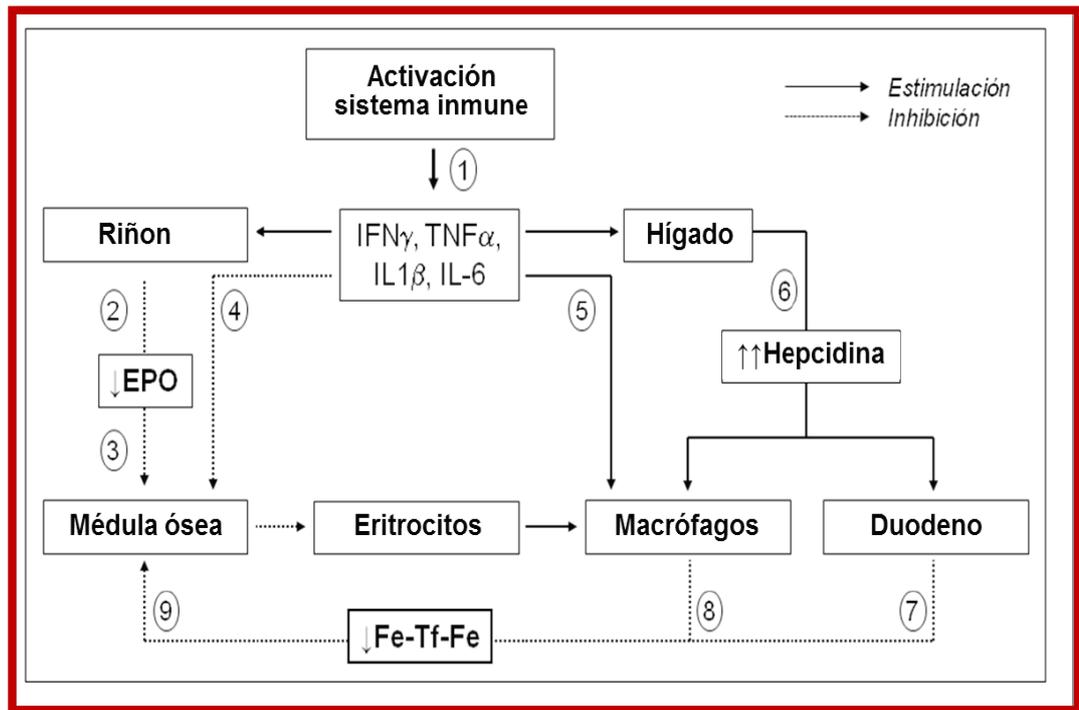
Como se ha comentado más arriba, para la eritropoyesis necesitamos diariamente unos 20- 30 mg de hierro, el 99 % del cual proviene del reciclado de la hemoglobina en las células del SRE. La absorción intestinal sólo aporta el 1 % restante, además de compensar las pérdidas diarias a través de heces y riñón. De modo que, cuando se produce un aumento de las demandas, un aumento de las pérdidas o una disminución de la absorción tendremos que recurrir a los depósitos de hierro que irán disminuyendo. El déficit de hierro presenta pues varios estadios, empezando por la depleción férrica, que es seguida

por la eritropoyesis ferropénica y acaba originado una anemia ferropénica cuando no se dispone del hierro suficiente para la síntesis de hemoglobina (17, 18).

En la anemia asociada los procesos inflamatorios agudos o crónicos, al cáncer y a los procesos infecciosos se observa, un déficit relativo o baja disponibilidad de hierro (por secuestro del mismo), que posteriormente puede evolucionar a déficit absoluto. Como se muestra en la Figura 2, En estas anemias están implicadas determinadas citocinas pro-inflamatorias (TNF, IL-1, IL-6 e interferón gamma) liberadas por la activación del sistema inmune ① que provocan un cuádruple efecto:

1. La disminución de producción de EPO por las células peritubulares renales en respuesta a la disminución de la masa eritrocitaria ②.
2. Una inhibición del efecto de la EPO sobre los precursores eritroides ③, además de un efecto directo de las citosinas sobre su proliferación ④.
3. Un aumento de la captación (↑ transportadora de metales divalentes (DMT )) y retención (↑ ferritina) de hierro por los macrófagos ⑤.

Una mala utilización del hierro ocasionada por los niveles elevados de hepcidina ⑥, al provocar éstos la inhibición de la absorción intestinal del mismo ⑦ y de su liberación desde los macrófagos ⑧; es decir, el hierro queda acantonado en estas células y no está disponible para la eritropoyesis ⑨. Además, la hepcidina contribuye a la inhibición de la acción de la EPO sobre los progenitores eritroides, especialmente cuando la EPO se encuentra en niveles bajos, como ocurre en la ATC(10, 19).



**Figura 2.** Efectos de inflamación sobre la homeostasis del hierro  
Fuente: Diez y Muñoz. Parámetros hematimétricos y bioquímicos para valorar el status férrico.2017

### 2.2.2 HEMOGLOBINA

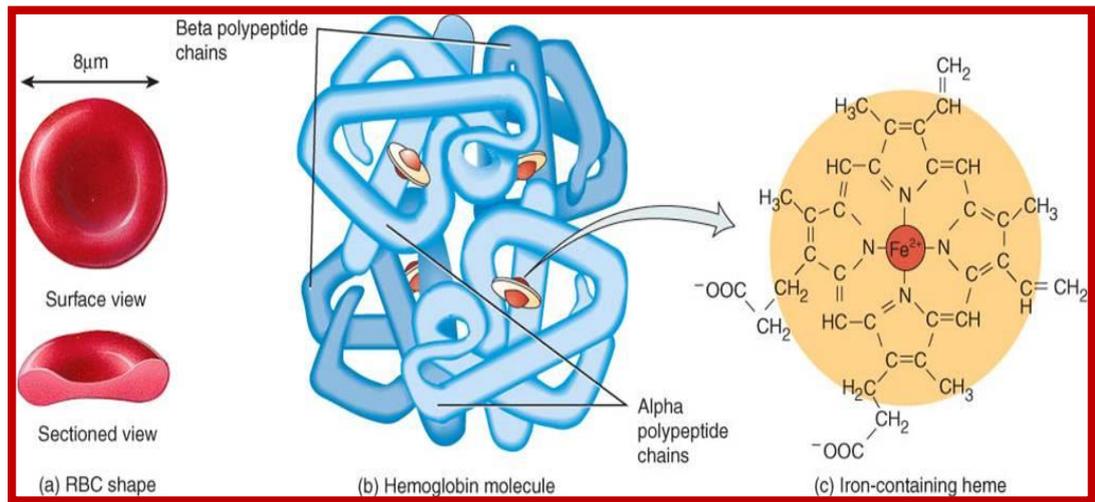
Uno de los ejemplos más llamativos de la relevancia del proceso evolutivo y la eficiencia de los sistemas biológicos se encuentra en los eritrocitos. Una de sus funciones vitales es su participación en el intercambio gaseoso de oxígeno y dióxido de carbono entre los pulmones y los tejidos. La hemoglobina (Hb), es el componente fundamental de este proceso.

Las hemoglobinas son proteínas globulares, presentes en los hematíes en altas concentraciones, que fijan oxígeno en los pulmones y lo transportan por la sangre hacia los tejidos y células que rodean el lecho capilar del sistema vascular. Al volver a los pulmones, desde la red de capilares, la hemoglobina actúa como transportador de CO<sub>2</sub> y de protones. La hemoglobina ha jugado un papel histórico en la química, la biología y la medicina. En 1849 se convirtió en la primera proteína en ser cristalizada y asociada con una función fisiológica específica. La diferencia morfológica entre los cristales de hemoglobina de diferentes organismos proporcionó por primera vez evidencia contundente acerca de la especificidad en la expresión proteica entre las especies. Además, se encuentra entre las primeras proteínas cuyo

peso molecular fue determinado correctamente. En 1958 se convirtió en la primera proteína eucariota en ser sintetizada in vitro, trabajo que permitió comprobar que el mecanismo de síntesis proteica en eucariotas es similar al de *Escherichia coli*. Su estructura se estableció en 1960. El ARN mensajero de la globina fue el primer mensajero eucariota en ser aislado y en tener una secuencia nucleótido determinada. El descubrimiento de que la anemia de células falciformes es causada por el reemplazo de uno sólo de los 287 residuos de aminoácidos, presentó por primera vez indicios de que una mutación puntual en un gen estructural puede causar la sustitución de un aminoácido en la proteína codificada por este gen y causar enfermedad (14)(20).

### **2.2.2.1 Estructura de la Hb**

Las cuatro cadenas polipeptídicas de la Hb contienen cada una un grupo prostético hem. Un grupo prostético es la porción no polipeptídica de una proteína. El hemo es una molécula de porfirina que contiene un átomo de hierro en su centro. El tipo de porfirina de la Hb es la protoporfirina IX; contiene dos grupos ácidos propiónicos, dos vinilos y cuatro metilos como cadenas laterales unidas a los anillos pirrólicos de la estructura de la porfirina. El átomo de hierro se encuentra en estado de oxidación ferroso (+2) y puede formar cinco o seis enlaces de coordinación dependiendo de la unión del O<sub>2</sub> (u otro ligando) a la Hb (oxiHb, desoxiHb). Cuatro de estos enlaces se producen con los nitrógenos pirrólicos de la porfirina en un plano horizontal. El quinto enlace de coordinación se realiza con el nitrógeno del imidazol de una histidina denominada histidina proximal. Finalmente, el sexto enlace del átomo ferroso es con el O<sub>2</sub>, que además está unido a un segundo imidazol de una histidina denominada histidina distal (21).



**Figura 3.** Glóbulo rojo, molécula de la hemoglobina y el grupo hemo conteniendo hierro.

Fuente: Koolman J, Röhm K-H. Bioquímica: texto y atlas: Ed. Médica Panamericana; 2005.

Tanto el quinto como el sexto enlace se encuentran en un plano perpendicular al plano del anillo de porfirina. Las cadenas polipeptídicas a contienen 141 aminoácidos, las no  $\alpha$  146 ( $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ) y difieren en la secuencia de aminoácidos. Se conoce desde hace décadas la estructura primaria de las cuatro cadenas de Hb normales<sup>16</sup>. La estructura secundaria es muy similar: cada una exhibe 8 segmentos helicoidales designados con las letras A a la H. Entre ellos se encuentran 7 segmentos no helicoidales: NA, AB, CD, EF, FG, GH Y HC. Esta distinción es fundamental pues los segmentos helicoides son rígidos y lineales, mientras que los no helicoidales son flexibles. Como el hierro del hem forma un puente covalente con la histidina proximal (segmento F8) y el  $O_2$  se une de forma covalente al hem y a la histidina distal (segmento E7), el hem queda suspendido en una hendidura no polar entre los helicoides E y F (22).

### 2.2.3 HEMATOCRITO

El hematocrito es el porcentaje que ocupa la fracción sólida de una muestra de sangre anticoagulada, al separarse de su fase líquida (plasma). Está determinado casi enteramente por el volumen que ocupan los glóbulos rojos (también llamados hematíes o eritrocitos). Los valores medios varían entre el 41 y el 53 % en los hombres, y entre el 36 y el 46 % en las mujeres, debido a la mayor musculatura y

por ende mayor necesidad de oxígeno de los primeros. Estas cifras pueden cambiar de acuerdo con diversos factores fisiológicos, como la edad y la condición física del sujeto; también la altitud, la postura y el tabaquismo. Es una parte integral del hemograma, junto con la medición de la hemoglobina, y el recuento de eritrocitos, leucocitos y plaquetas(23).

El hematocrito (PCV, Packed Cell Volume) se puede determinar por centrifugación de sangre heparinizada en un tubo capilar (también conocido como un tubo de micro hematocrito) a 10 000 rpm durante cinco minutos. Esto separa la sangre en capas. El volumen de concentrado de glóbulos rojos, dividido por el volumen total de la muestra de sangre da el PCV. Debido a que se utiliza un tubo, esto puede ser calculado mediante la medición de las longitudes de las capas (23).

Se determina multiplicando el recuento de glóbulos rojos por el volumen corpuscular medio. El hematocrito es un poco más preciso como el PCV incluye pequeñas cantidades de plasma de la sangre atrapada entre los glóbulos rojos. Se puede calcular fácilmente el hematocrito como el triple de la concentración de hemoglobina (24).

#### **2.2.4 RELACIÓN DE HIERRO CON LA HEMOGLOBINA Y EL HEMATOCRITO**

Existen controles muy estrechos sobre la absorción intestinal del hierro. Estos controles permiten maximizar la absorción de hierro cuando las reservas son bajas o cuando es necesario incrementar la eritropoyesis, pero asegura que no se absorba un exceso de hierro cuando las reservas son adecuadas. La alimentación occidental normal incluye 10 a 20 mg de hierro al día y por lo regular se absorbe 5 a 10% de esa cantidad. En condiciones normales, el hierro es reducido en el duodeno a su forma ferrosa  $Fe^{+2}$  por el citocromo b duodenal, antes de unirse al transportador de iones metálicos divalentes en la membrana apical del enterocito duodenal (26).

El hierro captado por la célula se almacena de manera directa como ferritina o se oxida hasta la forma férrica por la proteína transmembranal hefaestina y se transporta al plasma por la molécula ferroportina en la membrana basolateral del enterocito. El hierro presente en el plasma se une a la proteína de transporte transferrina, que lo lleva a la médula ósea para la eritropoyesis. Ahí ingresa a las células eritrocíticas por

interacción con el receptor de transferrina de superficie. Los eritrocitos que se encuentran al final de su lapso de vida se sustraen de la circulación por los macrófagos reticuloendoteliales, y su parte hem se recicla. El hierro se separa del anillo hem y se une a la transferrina para reenviarse a la médula ósea, o se almacena como ferritina (26).

### **2.2.5 ANEMIAS**

La anemia es frecuente en personas mayores de 65 años, y su prevalencia aumenta con la edad. Un estudio realizado en EE.UU. mostró que, en personas de la comunidad la prevalencia de anemia para ambos sexos era 8% entre 65-74 años, 13% entre 75-84 años, y 23% en sujetos de 85 y más años. Para toda la población de edad avanzada era 10,6%, y algo mayor en los varones (11,0%) que en las mujeres (10,2%). La anemia era tres veces más frecuente en las personas de raza negra. En pacientes mayores de 65 años internados en asilos y hospitales la prevalencia de anemia era 24,0-59,6% (26).

Se sabe que en los adultos mayores la anemia compromete las aptitudes psicofísicas y aumenta la morbimortalidad. En estas personas la presencia de anemia se relaciona con disminución de las funciones motrices y sensoriales, caídas, fragilidad, demencia, hospitalización y mortalidad (26).

Para hacer el diagnóstico de anemia se aplicaba el criterio de la OMS, que establecía como límite inferior normal de Hb para adultos varones 13 g/dL y para mujeres 12 g/dL. Este criterio se modificó, y actualmente se considera como límite inferior normal de Hb en personas de ambos sexos con edad igual o mayor a 65 años que habitan a nivel del mar, 12 g/dL(27) .

#### **2.2.5.1 ETIOPATOGENIA**

En la edad avanzada la causa de anemia suele ser multifactorial y la asociación con diversas comorbilidades es frecuente. La bibliografía cita las siguientes causas de anemia como más frecuentes: inflamación (15-35%), ferropenia (15-23%), deficiencia de vitamina B12 y/o folato (<15%), insuficiencia renal crónica (8%), síndromes mielodisplásicos (<6%), endocrinopatías (<5%), y combinaciones de las mismas. En algunos pacientes la causa de la anemia no puede ser establecida y se la denomina anemia inexplicada (27).

### **2.2.5.2 ANEMIA INEXPLICADA**

En un tercio de casos (17-45%), aproximadamente, no es posible establecer la causa de la anemia y la misma no responde al tratamiento con los hematínicos conocidos. La anemia inexplicada (“unexplained anemia”) es moderada, normocítica e hipo proliferativo, y se observa principalmente en los pacientes de mayor edad. La anemia severa suele obedecer a las causas ya mencionadas, que pueden ser puestas de manifiesto con los estudios habituales (28).

La “anemia inexplicada” se produciría por acortamiento de la sobrevida eritrocitaria e inadecuada respuesta eritropoyética, por cambios relacionados con el envejecimiento. Algunas investigaciones han demostrado una disminución en la respuesta a la EPO (eritropoyetina) y una menor producción de EPO ante la progresión de la anemia en estos pacientes(28).

Se sostiene la hipótesis de un estado pro inflamatorio subclínico, asociado a una menor respuesta a la EPO. Con resultados no concluyentes hasta el momento, se investiga el papel del Factor de crecimiento en relación con hemopoyesis y envejecimiento. Recientemente se ha publicado que la concentración sérica de este factor aumenta con la edad y que su administración disminuye la capacidad de regeneración celular. El diagnóstico de “anemia inexplicada” debe hacerse por exclusión de las causas de anemia conocidas. Para ello es necesario contar con la historia clínica completa, que registre los antecedentes personales y familiares, los síntomas y los datos del examen físico, los exámenes complementarios realizados (análisis, endoscopías, biopsias, estudios por imágenes, etc.), así como hábitos y costumbres, alimentación, medicaciones, patología general e intervenciones quirúrgicas, radioterapia, etc (29).

La anemia puede estar asociada con sedentarismo, aislamiento, disminución de estímulos e intereses, inadecuada alimentación, comorbilidades (diabetes, nefropatía, cardiopatía, artropatía, neuropatía, etc.), traumatismos, tóxicos, alcohol, drogas, tabaquismo, etc. El examen físico puede aportar información útil para el diagnóstico de la causa de anemia. Tienen importancia las alteraciones de piel, mucosas, faneras, ganglios linfáticos, vísceras abdominales, aparato respiratorio y sistema cardiovascular, aparato urinario, glándulas endocrinas, sistema nervioso, y todo lo referente al cuadro clínico del paciente. El estudio

hematológico comienza con: hemograma completo, reticulocitos, plaquetas, observación del frotis de sangre periférica y la velocidad de sedimentación globular (30).

### **2.2.5.3 ANEMIA FERROPÉNICA**

Se encuentra en el 20% de las personas de edad avanzada, aproximadamente. Clásicamente es microcítica hipocrómica, pero la morfología puede estar enmascarada por la coexistencia de inflamación, alcoholismo, deficiencia de vitamina B12 y/o folato. Suele deberse a afecciones gastrointestinales con pérdida de sangre y/o malabsorción (inflamación, *Helicobacter pylori*, neoplasias, intervenciones quirúrgicas, etc.), cuya investigación puede requerir diversos estudios (sangre oculta en heces, biopsias, etc.).

En la anemia ferropénica están disminuidos: ferremia y saturación de la transferrina, ferritina sérica, hepcidina sérica, hierro en macrófagos y en eritroblastos de la médula ósea. Los parámetros que aumentan son: transferrina y la Capacidad total de transporte de hierro), receptor soluble de la transferrina, protoporfirina eritrocitaria, EPO sérica. En los pacientes añosos, la concentración de ferritina sérica <45 ng/mL orienta hacia anemia ferropénica. En la población joven con anemia ferropénica la ferritina suele ser <12 ng/mL (31).

### **2.2.5.4 ANEMIA DE LA INFLAMACIÓN**

Se observa en procesos inflamatorios agudos y crónicos. Se presenta en la edad avanzada en el 20% de los casos, aproximadamente. Suele ser normocítica, pero puede tener características parecidas a la anemia ferropénica y confundirse con ella. Por otra parte, en algunos casos ambas patologías pueden presentarse asociadas (31).

### **2.2.5.5 ANEMIA DE LA INSUFICIENCIA RENAL CRÓNICA**

Es relativamente frecuente en la edad avanzada. Se ha encontrado en el 8,2% de casos como única causa, y en el 4,3% asociada con anemia de la inflamación. La producción inapropiada de EPO es la causa principal de la anemia en la IRC. La deficiencia de EPO se hace manifiesta cuando el clearance de creatinina disminuye a valores entre 40 y 60 mL/min (31).

En algunas circunstancias se asocian deficiencias nutricionales (hierro, folato, vitamina B12), que es posible investigar y tratar fácilmente. La ferritina sérica  $<45$  ng/mL es indicativa de deficiencia de hierro en estos pacientes. Una situación particular es la deficiencia funcional de hierro, que puede observarse en pacientes con IRC tratados con EPO. En estos casos la ferritina sérica puede llegar hasta 120 ng/mL. El porcentaje de eritrocitos hipocrómicos (%HRC  $>6\%$ ) y el CHr ( $<29$  pg) permiten indicar el tratamiento con hierro intravenoso(31).

Se ha comunicado la posible participación del factor de crecimiento 15 en la génesis de la anemia de la IRC en la edad avanzada. En IRC en estadio temprano la concentración sérica del factor de crecimiento se encontró más elevada en los pacientes  $\geq 65$  años que, en los menores de dicha edad, aunque no se descarta que este hallazgo se deba solamente al envejecimiento. Anteriormente se había comunicado que este factor está aumentado en pacientes añosos con “anemia inexplicada”(31).

## 2.3 MARCO CONCEPTUAL

**2.3.1 HIERRO SÉRICO.** Elemento químico, con símbolo Fe y de peso atómico 55.8, Hierro es un elemento esencial para los organismos vivientes. En soluciones acuosas puede encontrarse en dos estados de oxidación estables: ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) y férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ), propiedad que le permite participar en reacciones que abarcan gran parte de la bioquímica. En el organismo, el hierro se encuentra formando parte de dos compartimientos: uno funcional y otro de depósito (32).

**2.3.2 HEMOGLOBINA.** Es una proteína globular, que se encuentra en grandes cantidades dentro de los glóbulos rojos y es de vital importancia fisiológica, para el aporte normal de oxígeno a los tejidos y del transporte de  $\text{CO}_2$  y protones ( $\text{H}^+$ ) de los tejidos periféricos hasta los pulmones para ser excretados (32).

**2.3.3 HEMATOCRITO.** El término hematocrito corresponde con el volumen de los glóbulos rojos en la sangre en comparación al volumen de sangre total; se expresa como un porcentaje. En el hemograma completo se determina el balance biológico gracias a una muestra de sangre. Los valores normales de hematocrito están comprendidos entre 40 % y 55 % en los hombres, mientras que en las mujeres varía entre 33 % y 50 %. Cada tipo de variación puede destacar una patología (32).

## **III. PARTE EXPERIMENTAL**

### **3.1 Diseño metodológico**

#### **3.1.1 Tipo de investigación**

La investigación es de tipo explicativo, transversal y de diseño correlacional.

Es de tipo explicativo porque permite el análisis de la relación entre dos o más variables, ya sea por relación de causalidad, correlación o asociación.

Es de tipo transversal en el cual se mide una sola vez las variables y de inmediato se procede a su descripción o análisis.

Es de diseño correlacional porque se estudian las relaciones entre variables dependientes e independientes, es decir la correlación entre dos variables.

No experimental

#### **3.1.2 Población o muestra**

La población es de 50 personas de las cuales se consideraron 42 muestras de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión

#### **3.1.3 Criterios de inclusión**

- Todas las personas de la tercera edad que reciben alimentación en la Casa Hogar San Martín de Lima,
- Ser mayor o igual de 60 años, hombre o mujer.
- Ser una persona de la tercera edad que viva en la Casa Hogar San Martín de Lima, durante los meses de Julio a diciembre del año 2017

#### **3.1.4 Criterio de exclusión**

- Personas con diagnóstico de patología aguda.
- Personas menores de 60 años de edad.
- Personas que sean visitante del asilo.

## 3.2 Toma de muestra

### 3.2.1 Materiales

- Tubos de Vacutainer
- Micropipetas
- Tubos de ensayos
- Tubo de Wintrobe
- Capilares con heparina
- Capilares sin heparina
- Tubos capilares de 7 cm de largo por 1mm de diámetro interior cubiertos interiormente con heparina al 1/1000 se taponan con arcilla moldeable (plastilina).

### 3.2.2 Equipos e instrumentos

- Espectrofotómetro
- Centrífuga para capilares

### 3.2.3 Reactivos

- **REACTIVO DE DRABKIN:**

Bicarbonato de Sodio	1 gr.
Cianuro de Potasio	50 mg.
Ferricianuro de Potasio	200 mg.
Agua destilada csp	1000ml.

Guardar en frasco oscuro, la solución es de color amarillo pálido. Es un reactivo tóxico.

**Preparación del reactivo de trabajo:**

Dilución 1:10

1mL del Reactivo del trabajo (Reactivo de Drabkin) 10 mL de agua destilada

- **SOLUCIÓN STANDARD:**

Solución de cianometahemoglobina titulada según las recomendaciones del Comité Internacional para Estandarizar de Hematología. Contiene preservantes.

- **ANTICOAGULANTE DE WINTROBE. -**

La fórmula es:

- Oxalato de potasio.....0.8 g
- Oxalato de amonio.....1.2 g
- Agua destilada csp 100 ml

### 3.3 MÉTODO

#### 3.3.1 DETERMINACIÓN DEL HIERRO SÉRICO. MÉTODO DE LA FERROZINA.

**FUNDAMENTO.** - El hierro sérico se determina disociando el Fe (III) unido a proteínas mediante un buffer ácido que contiene como reductor clorhidrato de hidroxilamina. El Fe (II) producto de esta etapa reacciona con el agente cromogénico generando un complejo coloreado que se mide fotométricamente a 560 nm. La determinación de la hemoglobina se realiza oxidando la hemoglobina por la acción del ferricianuro a metahemoglobina y mediante el cianuro se convierte en cianometahemoglobina. La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de hemoglobina presente en la muestra ensayada cuya lectura a 540nm (17).

- **PROCEDIMIENTO**

#### Técnica

TUBO	Blanco	Standard	Muestra
Buffer ácido (ml)	2.50	2.50	2.50
Agua destilada (ml)	0.50	----	----
Standard (ml)	----	0.50	----
Muestra (ml)	----	---	0.50
Mezcla y leer las absorbancias (A1) contra el blanco reactivo a 560 nm.			
Reactivo de color (ml)	0.05	0.05	0.05

Mezclar e incubar a 37°C por 10 minutos. Leer las absorbancias (A2) contra el blanco reactivo a 560 nm

### CALCULOS

$$\text{Ferremia (ug\%)} = \frac{\text{Abs muestra} - \text{Abs BI muestra} \times 500}{\text{Abs standard} - \text{Abs BI reactivo}}$$

### VALORES NORMALES

#### ADULTOS

Hombres: 50 -160 ug%

Mujeres: 40-150 ug%

### 3.3.2 DOSAJE DE HEMOGLOBINA (Hb). MÉTODO DE LA CIANOMETAHEMOGLOBINA:

**FUNDAMENTO.** - El Ferricianuro de potasio transforma la hemoglobina en metahemoglobina por conversión del hierro ferroso al estado férrico. Posteriormente la metahemoglobina se combina con el cianuro de potasio para producir cianometahemoglobina pigmentado estable, cuya intensidad es proporcional a la cantidad de hemoglobina contenida en la muestra y que se puede dosar colorimétricamente (17).

- **PROCEDIMIENTO**

TUBO	Blanco	Standard	Muestra
Reactivo de trabajo (mL)	2.50	2.50	2.50
Agua destilada (mL)	0.01	----	----
Standard (mL)	----	0.01	-----
Sangre total (mL)	----	---	0.01

- Mezclar e incubar 3 minutos a temperatura ambiente.
- Medir la absorbancia a 540 nm llevando a cero con el blanco del reactivo.
- El estándar está listo para leer en el espectrofotómetro llevando a cero con el blanco.
- El color obtenido es estable por a lo menos 1 hora.

- **CÁLCULO:**

Factor: Abs del std: \_\_\_\_\_

Concentrac. del std (18 g/dL)

Factor: Conc. Std / abs std

Hb (g/dL) = factor x Abs muestra problema

- **VALORES NORMALES:**

Nacimiento 14 - 24 g/100 mL

3 meses 10.5 - 14.5 g/100 mL

Adulto sexo femenino 12-16 g/100 mL

Sexo masculino 14-18 g/100 mL

- **INTERPRETACIÓN:**

AUMENTO: hipercromía: niños recién nacidos, personas que viven en altura, procesos hematopoyéticos.

DISMINUCIÓN: Hipocromía u oligocromia: anemias.

### 3.3.3 DETERMINACIÓN DEL HEMATOCRITO SANGRE VENOSA:

La Sangre venosa obtenida y que se encuentra mezclada con el anticoagulante de Wintrobe llenar con la pipeta capilar el tubo de Hematocrito hasta la marca 10 (17).

Centrífuga a 3,000 rpm durante 30 minutos.

- **Cálculos:**

Para calcular el Hc la altura de la columna de hematíes sedimentados dado en mm se multiplica por 10.

- **Valores normales:**

Mujeres: 42 mL%

Hombres: 45 mL%

- **Interpretación**

Están disminuidas en las anemias, en los casos de hemodilución tales como la hidremia fisiológica (exceso de agua en la sangre) del embarazo.

Es alto en las poliglobulias genuina a una hemoconcentración debida a considerables pérdidas de agua como en la deshidratación, quemaduras y shock.

**SANGRE CAPILAR:**

MICROHEMATOCRITO: Método de Guest-Wichsebaun

Hoy en día se está difundiendo el uso del microhematocrito que utiliza sangre obtenida por punción digital.

**PROCEDIMIENTO:**

1. Se llena con sangre por capilaridad las tres cuartas partes del capilar.
2. Centrifugar en la microcentrifuga y leer sobre los nomogramas que viene en cada equipo.

Cuando no se dispone de dicho equipo se pone el tubo dentro de un tubo de ensayo y se centrifuga por 10 minutos a 2000 rpm. Luego se aplica la siguiente formula:

$$\frac{a}{b} \times 100 = \text{ml\%}$$

a= longitud de la columna roja en ml

b= longitud total de sangre que llena el tubo capilar

100= para referirse al Hc en mL%

Se realizar la toma de muestra de sangre en el local según lo programado. Para la ejecución, se solicitará el permiso respectivo al director de la Casa Hogar San Martin de Lima y una vez obtenido el permiso correspondiente se procederá a coordinar con los encargados para la ejecución, previo consentimiento informado oral de las personas de la tercera edad.

### 3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

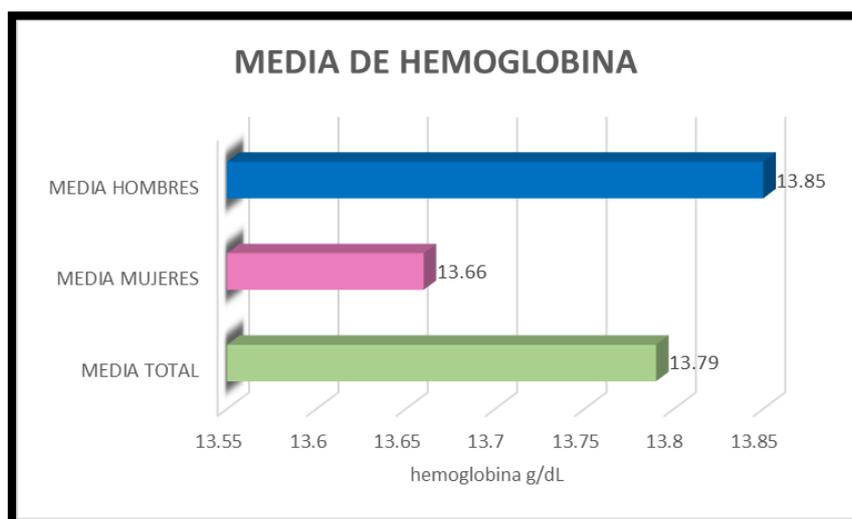
A los resultados obtenidos se aplicó la hoja de cálculo Excel 2016 y la prueba estadística de Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 22.

## IV RESULTADOS

**TABLA 1.** Valores estadísticos de Hemoglobina, hematocrito, Hierro sérico, IMC, Edad y sexo en personas adultas de la casa de reposo San Martín, diciembre 2017.

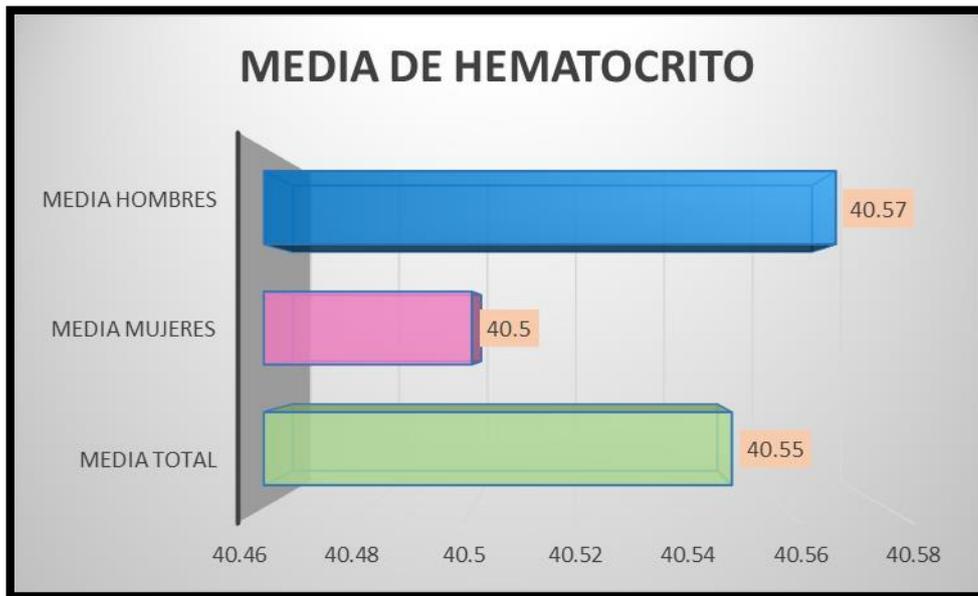
VARIABLE	N	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
<b>Hemoglobina (g/dL)</b>	42	10,70	16,73	13,79	1,3932
<b>Hematocrito (%)</b>	42	32,00	49,00	40,55	4,1331
<b>Hierro sérico(ug/dL)</b>	42	11,95	103,53	55,05	24,8339
<b>Edad (años)</b>	42	36	90	70,67	14,017
<b>Género</b>	42	FEMENINO	14	MASCULINO	28

Se observa una mayor población masculina con 13.79 g/dL de hemoglobina media, 40.555 de hematocrito media, el promedio hierro sérico de 55.05 ug/dL



**GRÁFICO 1.** Distribución de media de Hemoglobina en hombres y mujeres.

La media de hemoglobina en los hombres es de 13.85 g/dL en cambio en las mujeres es de 13.66 g/dL.



**GRÁFICO 2. Distribución de media de Hematocrito en hombres y mujeres**

La media de hematocrito en los hombres es de 40.57 % en cambio en las mujeres es de 40.5 %.



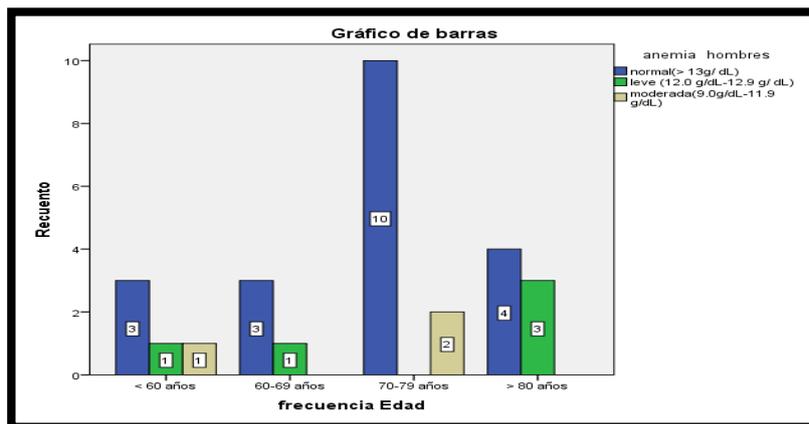
**GRÁFICO 3. Distribución de media de Hierro sérico en hombres y mujeres**

La media de hierro sérico en los hombres es de 51.42 ug/dL en cambio en las mujeres es de 62.31 ug/dL.

**TABLA 2.** Distribución de los valores de hemoglobina con la edad en hombres adultos de la casa de reposo San Martin, diciembre 2017.

			HEMOGLOBINA HOMBRES			Total
			normal (> 13g/ dL)	leve (12.0 g/dL-12.9 g/ dL)	moderada (9.0g/dL-11.9 g/dL)	
Frecuencia Edad	< 60 años	Recuento	3	1	1	5
		% dentro de anemia hombres	15,0%	20,0%	33,3%	17,9%
	60-69 años	Recuento	3	1	0	4
		% dentro de anemia hombres	15,0%	20,0%	,0%	14,3%
	70-79 años	Recuento	10	0	2	12
		% dentro de anemia hombres	50,0%	,0%	66,7%	42,9%
	> 80 años	Recuento	4	3	0	7
		% dentro de anemia hombres	20,0%	60,0%	,0%	25,0%
Total		Recuento	20	5	3	28
		% dentro de anemia hombres	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

En la tabla de contingencia de hemoglobina con la frecuencia de edad de los hombres el 40.0 % tiene anemia leve y moderada siendo los adultos mayores de 80 el que presenta más casos.

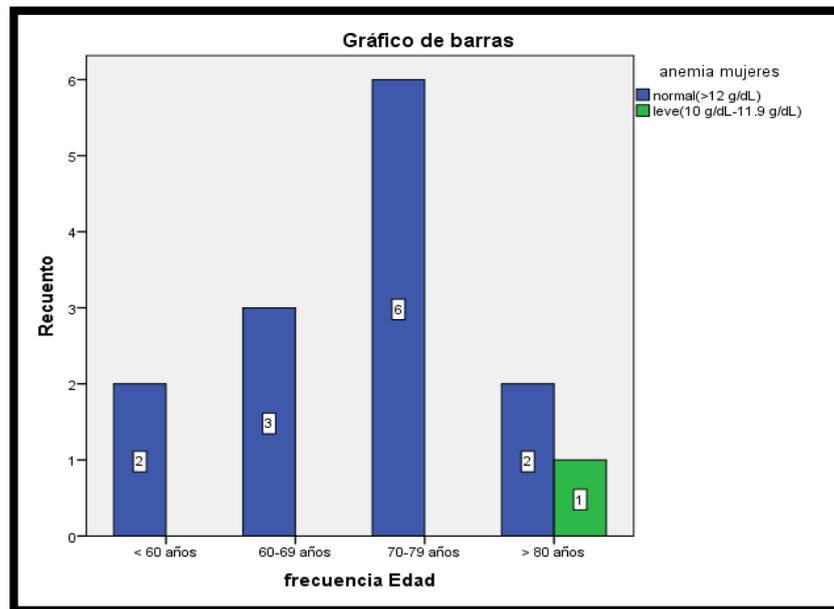


**GRÁFICO 4.** Distribución de los valores de Hemoglobina en hombres con la edad. Existe un grupo con anemia leve que comprende mayormente en personas mayores de 80 años (3 casos)

**TABLA 3.** Distribución de los valores de hemoglobina con la edad en mujeres adultas de la Casa Hogar San Martin, diciembre 2017.

			HEMOGLOBINA MUJERES		Total
			normal (>12 g/dL)	leve(10 g/dL-11.9 g/dL)	
frecuencia Edad	< 60 años	Recuento	2	0	2
		% dentro de anemia mujeres	15,4%	,0%	14,3%
	60-69 años	Recuento	3	0	3
		% dentro de anemia mujeres	23,1%	,0%	21,4%
	70-79 años	Recuento	6	0	6
		% dentro de anemia mujeres	46,2%	,0%	42,9%
	> 80 años	Recuento	2	1	3
		% dentro de anemia mujeres	15,4%	100,0%	21,4%
Total		Recuento	13	1	14
		% dentro de anemia mujeres	100,0%	100,0%	100,0%

En la tabla de contingencia de hemoglobina con la frecuencia de edad en mujeres el 7.1 % presenta anemia leve en personas mayores de 80 de años

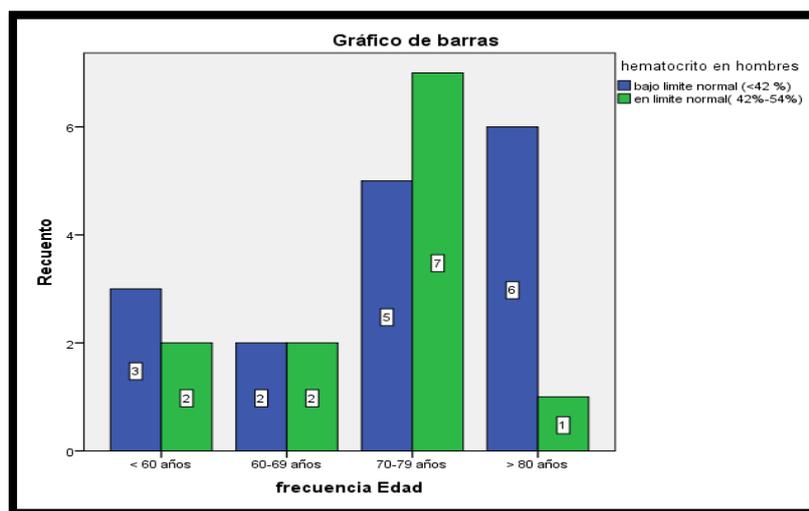


**GRÁFICO 5.** Distribución de los valores de Hemoglobina en mujeres con la edad. Según los valores normales de Hb en mujeres adultas hay un 92.8 % que no presenta anemia.

**TABLA 4.** Distribución de los valores de hematocrito con la edad en hombres adultos de la casa de reposo San Martín, diciembre 2017.

			hematocrito en hombres		Total
			Bajo límite normal (<42 %)	En límite normal (42%-54%)	
frecuencia Edad	< 60 años	Recuento	3	2	5
		% dentro de hematocrito en hombres	18,8%	16,7%	17,9%
	60-69 años	Recuento	2	2	4
		% dentro de hematocrito en hombres	12,5%	16,7%	14,3%
	70-79 años	Recuento	5	7	12
		% dentro de hematocrito en hombres	31,3%	58,3%	42,9%
	> 80 años	Recuento	6	1	7
		% dentro de hematocrito en hombres	37,5%	8,3%	25,0%
Total		Recuento	16	12	28
		% dentro de hematocrito en hombres	100,0%	100,0%	100,0%

En la tabla de contingencia de hematocrito con la frecuencia de edad de los hombres adultos el 37.5 % mayores de 80 años presenta bajo límite de hematocrito.



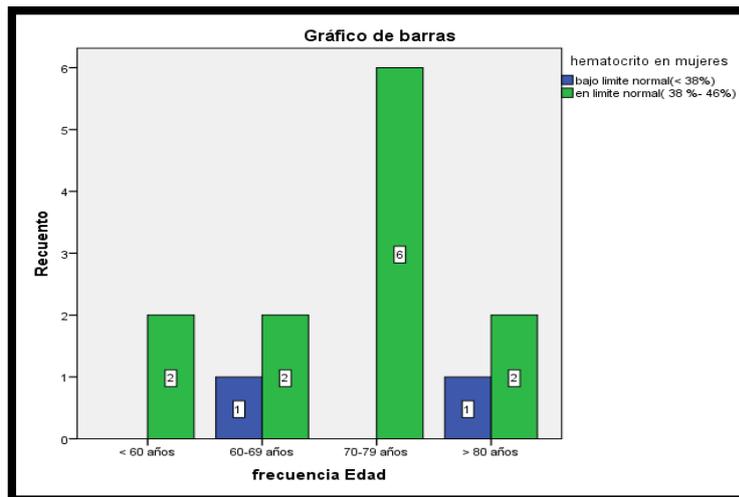
**Gráfico 6** Distribución de los valores de Hematocrito en hombres con la edad

La población de 70-79 años 7 casos presentan valores de hematocrito y 5 casos con valores bajos que representan 25.0% y 17.8 % respectivamente de la población de adultos mayores.

**TABLA 5.** Distribución de los valores de hematocrito con la edad en mujeres adultas de la casa Hogar San Martín, diciembre 2017.

			hematocrito en mujeres		Total
			Bajo límite normal (< 38%)	En límite normal (38 %- 46%)	
frecuencia Edad	< 60 años	Recuento	0	2	2
		% dentro de hematocrito en mujeres	,0%	16,7%	14,3%
	60-69 años	Recuento	1	2	3
		% dentro de hematocrito en mujeres	50,0%	16,7%	21,4%
	70-79 años	Recuento	0	6	6
		% dentro de hematocrito en mujeres	,0%	50,0%	42,9%
	> 80 años	Recuento	1	2	3
		% dentro de hematocrito en mujeres	50,0%	16,7%	21,4%
Total		Recuento	2	12	14
		% dentro de hematocrito en mujeres	100,0%	100,0%	100,0%

En la tabla de contingencia de hematocrito la frecuencia de edad en mujeres adultas el 14.3 % tiene valores bajos límite normal y se presenta en el rango de 60.69 años y mayores de 80 años.

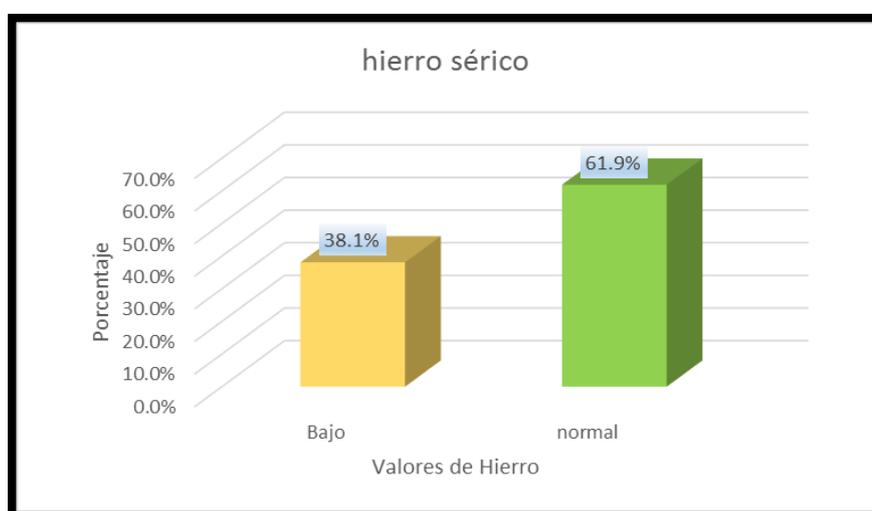


**Gráfico 7. Distribución de los valores de Hematocrito en mujeres con la edad**

Hay 12 casos de que presenta valores normales de hematocrito que representa 85.7% de la población de mujeres adultas.

**TABLA 6.** Valores de Hierro en adultos mayores de la casa de reposo San Martin, diciembre 2017.

Nivel de hierro	N°	%
Bajo	16	38.1%
normal	26	61.9%
Total	42	100.0%



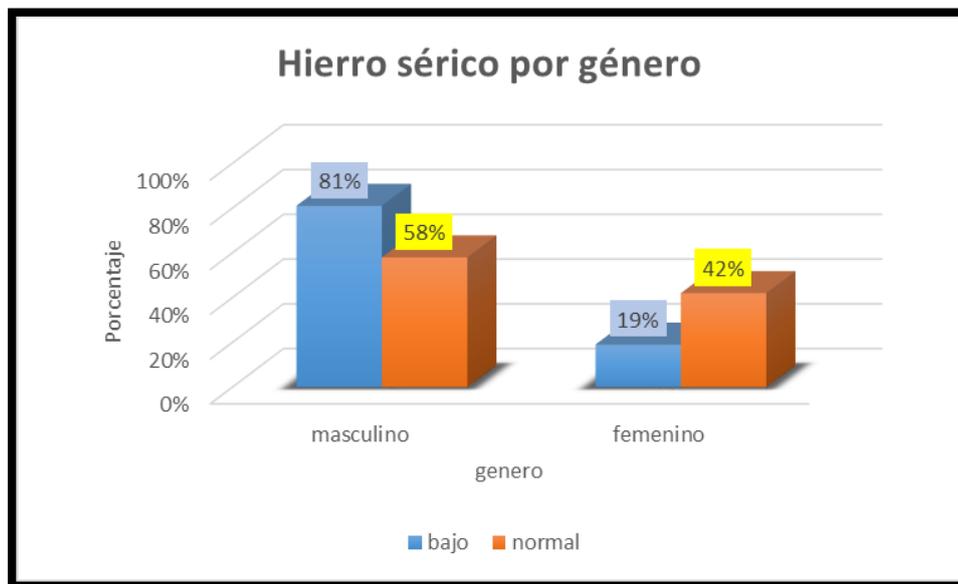
**Gráfico 8.** Valores de Hierro en adultos mayores de la Casa Hogar San Martin, diciembre 2017.

Se puede observar que el 38.1% de la población estudiada presentan bajo nivel de hierro sérico en la población de adultos mayores.

**TABLA 7.** Valores de Hierro sérico según el género en adultos mayores de la Casa Hogar San Martín, diciembre 2017

NIVEL DE HIERRO	GENERO DEL POBLADOR				TOTAL	
	MASCULINO		FEMENINO			
Nivel de hierro	N°	%	N°	%	N°	%
Bajo	13	81%	3	19%	16	100%
normal	15	58%	11	42%	26	100%
Total	28	67%	14	33%	42	100%

Se puede analizar que el 81% de hombres presenta niveles bajos de hierro sérico, que podría estar relacionado con la edad, el peso, la alimentación, entre otros.

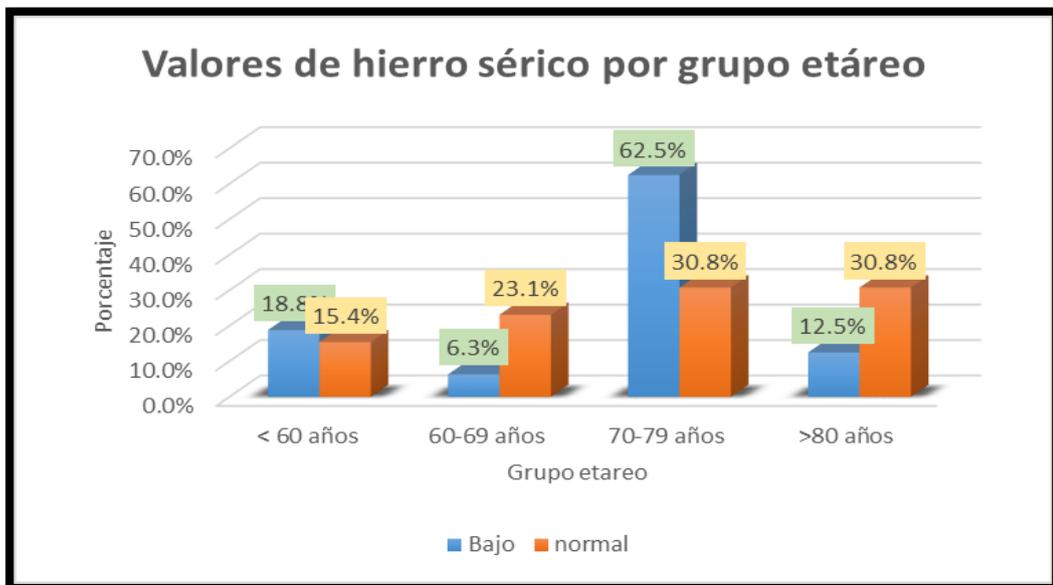


**Gráfico 9.** Valores de Hierro sérico según el género en adultos mayores de la Casa Hogar San Martín, diciembre 2017

**TABLA 8.** Valores de Hierro sérico según el grupo etáreo en adultos mayores de la Casa Hogar San Martín, diciembre 2017.

NIVEL DE HIERRO	Grupo etáreo								TOTAL	
	< 60 años		60-69 años		70-79 años		>80 años			
Nivel de hierro	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Bajo	3	18.8%	1	6.3%	10	62.5%	2	12.5%	16	100%
normal	4	15.4%	6	23.1%	8	30.8%	8	30.8%	26	100%
Total	7	16.7%	7	16.7%	18	42.9%	10	23.8%	42	100%

Se puede observar que el 62.5% entre las edades de 70 a 79 años presentan niveles bajos de hierro sérico, que podría estar relacionado con el envejecimiento de la población.



**Gráfico 10.** Valores de Hierro sérico según el grupo etario en adultos mayores de la Casa Hogar San Martín, diciembre 2017.

**TABLA 9. Correlación de Hierro con Hemoglobina.**

		Hierro	Hemoglobina
Hierro	Correlación de Pearson	1	-,065
	Sig. (bilateral)		,681
	N	42	42
Hemoglobina	Correlación de Pearson	-,065	1
	Sig. (bilateral)	,681	
	N	42	42

En este caso la correlación es de -0,065 lo que significa que existe una relación lineal muy negativa entre los niveles de hierro sérico y la hemoglobina.

**Tabla 10. Correlación entre Hierro y Hematocrito**

		Hierro	Hematocrito
Hierro	Correlación de Pearson	1	-,063
	Sig. (bilateral)		,690
	N	42	42
Hematocrito	Correlación de Pearson	-,063	1
	Sig. (bilateral)	,690	
	N	42	42

En este caso la correlación es de -0,063, lo que significa que existe una relación lineal muy negativa entre los niveles de hierro sérico y el hematocrito.

**Correlaciones**

		Hemoglobina	Hematocrito
Hemoglobina	Correlación de Pearson	1	,997**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	42	42
Hematocrito	Correlación de Pearson	,997**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	42	42

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

En este caso la correlación es de 0.997, lo que significa que existe una relación lineal muy alta entre los valores de hemoglobina y el hematocrito.

## V DISCUSIÓN

El envejecimiento de la población a nivel mundial avanza progresivamente; tanto en los países desarrollados como en vías de desarrollo, sin embargo, la preparación o forma como se afronta este periodo difiere entre los adultos mayores si residen en uno u otro lugar. La mayoría de estudios publicados en adultos mayores fueron realizados en los ambientes hospitalarios. En la base de datos mundial sobre la anemia de la OMS realizado entre 1993-2005 reporta para los ancianos una prevalencia de 23.9 % en comparación con los datos obtenidos del trabajo con un 21.4% encontrándose dentro del margen al 95 de CI (18.3-29.4).

En el estudio realizado en Perú por Tarqui C., Sánchez J., Álvarez D. y Espinoza P. en el año 2011 determinó la prevalencia de anemia y factores asociados en los adultos mayores del Perú fue 23,3% donde los departamentos con mayor prevalencia de anemia fueron Ayacucho (57,6%), Ancash (40,1%), Lambayeque (37,7%) y Apurímac (36,9%). El presente trabajo obtuvo un porcentaje menor del 21.4 % siendo aproximadamente la cuarta parte de los adultos mayores, los de mayor edad y la delgadez se asocian con la presencia de anemia en los adultos mayores peruanos (5).

En el trabajo de Cárdenas Q. y Roldan A. realizado en el 2017 se encontró que la prevalencia era de 30.5 % en hombres y en mujeres 20.8% cuyos resultados confirman la situación real de la anemia en el Perú en personas mayores (29). En el presente estudio se encontró un menor predominio (21.4%) siendo del género masculino los pacientes que presentaron anemia, siendo similar a lo referido en la literatura que plantea que la mayoría de los pacientes adultos mayores que presentan anemia son del sexo masculino. La mayoría de los pacientes con anemia se encontraba en el rango de edad 70 a 80 años. Sin embargo, es oportuno resaltar que la prevalencia de anemia del presente estudio, supera ampliamente a los reportes en comunidad anciana de otros países, como es el caso de anemia en Brasil con 7,7%, mexicano-americano (10,4%) y en una población urbana coreana (8,3%). Es preciso resaltar que, no obstante, la diferencia porcentual de anemia en ancianos de los diferentes países, los reportes del presente estudio identificaron la

mayor prevalencia de anemia en hombres con 21.4% y en las mujeres con un 7.1%, situación que fue similar con reportes de Perú y de otros países (29).

En el 2014 Romero analizó la prevalencia y características de pacientes con anemia ingresado en una unidad geriátrica cuyos resultados se incluyeron a 145 pacientes, siendo la edad media de 81 años, de los cuales 64,13% presentaban hemoglobina disminuida y los adultos mayores de 80 años representaban el 67 % y los de 70 a 79 años con un 50% de anemia leve, esto explica que la anemia es una enfermedad muy prevalente en pacientes de edad avanzada que ingresan por un proceso agudo y se asocia con una peor situación funcional. En el presente estudio se encontró un 66.7% de anemia en personas de 70 a 79 años siendo mayor esto debido a que la edad está asociada con el deterioro de las funciones físicas y cognitivas del adulto mayor; constituyéndose en un paso intermedio hacia las enfermedades crónicas y un predictor de mortalidad debido a la correlación que existe entre la severidad de la anemia y el riesgo de muerte (8).

La hemoglobina promedio de la muestra total fue de 13.79 g/dl con desviación estándar de 1,39 y valor mínimo de 10.70 g/dl y máximo de 16.70 g/dl. Se encontró 9 pacientes con hemoglobina menor de 12 g/dl lo que constituye el 21.4% de la muestra. También se encontró mayor proporción de anemia en la población masculina con 8 casos de 42 pacientes (19.0%). La concentración de hemoglobina encontrada en el presente estudio mostró un valor de hemoglobina promedio mayor comparada con hemoglobina promedio referida por National Health and Nutrition Examination (24), para población general de 65 a 74 años con intervalo de confianza del 95% que encontró niveles de hemoglobina de 13.70 g/dl para la población que supera a lo encontrado por Tarqui con un  $13,4 \pm 1,6$  g/dL pero menor en comparación con una población institucionalizada de España donde se encontró hemoglobina de  $14,28 \pm 1,33$  gr/dl debido a otros factores como la nutrición (5).

Otros hallazgos incluyen el estudio de una población hospitalizada realizado por Joosten (6) con 732 pacientes europeos de unidades geriátricas agudas cuya prevalencia de anemia fue de 61% en varones y 39% en mujeres. Que difiere con nuestro estudio cuyo resultado fue del 88% en varones y 12% en mujeres con parámetros de Hemoglobina promedio de 13,7 g/dl para la población estudiada. Esto apoyaría la afirmación que la disminución de la hemoglobina en la población anciana que

conllevaría a anemia no es un hecho fisiológico asociado al envejecimiento, sino que asociado a procesos mórbidos subyacentes que ameritan investigación.

Pero si comparamos nuestros hallazgos que incluye población hospitalizada pueden acercarse a los encontrados por Joosten (6) en 732 pacientes europeos de unidades geriátricas agudas que encontró una prevalencia de anemia de 61% en varones y 39% en mujeres. Se asemejan también a pacientes del servicio de Geriatria del Newcastle General Hospital de Inglaterra que con parámetros de Hemoglobina menor de 13,5 d/dl para varones y 12 g/dl para mujeres encuentra una prevalencia de anemia de 51% en varones y 41% en mujeres. Esto apoyaría la afirmación que la disminución de la hemoglobina en la población anciana que conllevaría a anemia no es un hecho fisiológico asociado al envejecimiento, sino que asociado a procesos mórbidos subyacentes que ameritan investigación (18).

En el trabajo de García L. en el año 2016, donde los pacientes mayores o iguales a 65 años presentaron una prevalencia de anemia del 40,7%, para varones y la prevalencia en mujeres fue del 26,4% siendo concordante con nuestro trabajo que, según el grupo etario, se encuentra anemia leve a moderada en un 40 % en la población masculina mayores de 70 años. Generalmente esta disminución de los parámetros hematológicos se encuentra asociada a enfermedades crónicas relacionadas a la edad, como enfermedades cardiovasculares, hipertensión, diabetes. Ante un paciente con sobrepeso y obesidad no se debe descartar la presencia de anemia (2).

Las concentraciones séricas de hierro de las personas presentadas en la tabla 10 presenta niveles bajos de hierro en un 38.1% de la población de adultos mayores siendo más frecuente en los hombres. En la revisión bibliográfica el valor de hierro sérico lo relacionan con el valor de hemoglobina y parámetros hematimétricos como en el trabajo de Sánchez Macías en el 2013 realizado en un centro Gerontológico, pero no hay una determinación directa del hierro sérico que fue determinado en nuestro trabajo por lo que no es comparable (9) . Los doctores Gary Gleason y Nevin S. Scrimshaw plantean en su revisión bibliográfica que las mujeres tienden a tener almacenes de Fe sustancialmente más bajos que los hombres (1/8 del Fe corporal total en las mujeres comparado a 1/3 en los hombres), por lo que son más vulnerables a la deficiencia de hierro cuando su consumo se reduce o la necesidad se incrementa. El aumento sustancial de las necesidades

de Fe incrementa su riesgo de anemia por déficit de hierro. La malnutrición definida por una deficiencia de Fe en la dieta es obviamente una causa de anemia (13).

La deficiencia de Fe se ha demostrado en diferentes artículos. Afecta adversamente la capacidad física y de trabajo de adultos y adolescentes, el estado inmunológico, y la morbilidad de las infecciones de todos los grupos de edad. La anemia severa por déficit de Fe deteriora el mantenimiento de la temperatura corporal en adultos expuestos a un medio ambiente frío, como también deteriora la esfera cognitiva y el comportamiento a cualquier edad (23).

Con relación a la correlación significativa ( $p < 0,05$ ) entre la concentración de hierro sérico con la hemoglobina y el hematocrito, este resultado es mayor que  $p$  con valores de 0.683 y 0.691 respectivamente concuerda con lo reportado en el 2014 por Caride et al, donde el hierro no presenta correlación, pero si encontrando con el magnesio que se incrementa con la edad de las personas y se encuentran sanos (30).

La falta de correlación es porque la hemoglobina no es un parámetro sensible para identificar reservas de hierro, pues un sujeto adaptado a la altura puede tener niveles de Hb relativamente bajos con una buena saturación de  $O_2$ . El hierro se transporta en la sangre unida a su proteína transportadora, la Transferrina (32).

Los resultados de laboratorio a menudo son confusos. La disminución de la concentración sérica de la ferritina que diagnostica deficiencia de hierro, pero las concentraciones pueden permanecer normales. Los valores de ferritina pueden aumentar en la inflamación aguda o crónica de padecimientos importantes en las personas de la tercera edad, los cuales por si mismos pueden causar perdida de hierro (sangre). En muchos padecimientos disminuyen las concentraciones séricas de hierro y también varían los valores de la transferrina; ninguna de estas disminuciones es un indicador consistente de deficiencia de hierro. (31).

En la fase inicial de la deficiencia de hierro disminuyen las concentraciones de la hemoglobina, pero los eritrocitos individuales aparecen normales. Las concentraciones de la eritropoyetina aumentan en respuesta a la disminución de los valores de oxígeno y estimulan la medula, la falta de hierro originando una estimulación hormonal para el aumento de la cifra plaquetaria. Finalmente, disminuye la concentración de Hb en las células individuales, originando el cuadro clásico de eritrocitos microcítica e hipocrómicos (31).

## VI CONCLUSIONES

Se realizó un estudio en 42 adultos mayores para determinar la relación del hierro con la hemoglobina y el hematocrito llegando a las siguientes conclusiones:

1. Al correlacionar los parámetros hematológicos de hemoglobina y hematocrito con los niveles de hierro sérico mediante la prueba de correlación de Pearson se encontró que no hay relación entre ellos por el valor negativo obtenido (-0.065 y -0.063 respectivamente).
2. El nivel de hierro sérico es de 55.05 ug/dL. 38.1% de la población tiene los valores de hierro sérico disminuido siendo los hombres el de mayor prevalencia con 46.4% y en las mujeres con 21.4
3. Se encontró valores disminuidos de hemoglobina en la población total en un 21.4% y en hematocrito en 42.9 %, siendo el grupo etario de 70-79años los más afectados. los hombres son los que registran los valores más bajos.
4. Se encontró 9 personas con anemia que representa el 21.4 % de la población en estudio, con mayor prevalencia en los hombres con 89 %.

## VII RECOMENDACIONES

1. Es importante que los programas de salud establezcan indicadores de resultado no sólo basados en los niveles de hemoglobina y hematocrito, sino también en los valores de fierro y otros estudios hematológicos y que todo el personal de salud se involucre en este tipo de estudio, en especial en este grupo etario, adultos mayores de 65 años, a fin de relacionar el estado nutricional con el nivel bajo de fierro que presenten.
2. Realizar la medición de fierro y transferrina a los adultos mayores para que de esta manera contar con información adicional sobre dichos niveles y su papel en la anemia.
3. Consultar con el médico, nutricionista o químico-farmacéutico antes de consumir suplementos que contengan fierro entre otras sustancias.
4. Se recomienda a las nuevas generaciones de estudiantes realizar otros estudios hematimétricos y bioquímicos como parámetro de control de la anemia en adultos mayores en nuestro país.

## VIII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Feldman L. Anemias: Epidemiología, Fisiología, Diagnóstico y Tratamiento. La anemia en el adulto mayor. ¿ Una crisis en la salud pública?. Revista de Hematología. 2011;15(2):35-42. disponible en <http://www.sah.org.ar/revista/numeros/vol15.n2.35-42.pdf>
2. García Lucero C. Prevalencia de anemia en pacientes mayor o igual de 65 años con un índice de masa corporal mayor o igual a 25, en el Hospital Dos de Mayo, durante el periodo julio–diciembre 2014. 2016.
3. Irles R. Anemias en el anciano y su tratamiento. Investig Clin.[Internet] 2005; [citado el 2 de febrero de 2018]; 8(3):256-60. disponible desde: <http://www.aefa.es/wp-content/uploads/2014/04/Anemias-en-el-anciano-y-su-tratamiento.pdf>.
4. Morocho C, Alexandra M. Determinación de hierro, y su relación con los valores hematimétricos como indicadores de anemia ferropénica en niños de primero, segundo, sexto y séptimo Año de Educación Básica de la escuela Dr. Édison Calle Loaiza de la ciudad de Lojoursera.org/learn/intro-data-science-programacion-estadistica-r/lecture/roQgc/operaciones-basicas-y-numerosa 2015. [Tesis]. disponible en <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/13641>
5. Tarqui-Mamani C, Sanchez-Abanto J, Alvarez-Dongo D, Espinoza-Oriundo P, Jordan-Lechuga T. Prevalencia de anemia y factores asociados en adultos mayores peruanos. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica. 2015;32:687-92.
6. Joosten E. Iron deficiency anemia in older adults: A review. Geriatrics & gerontology international. 2017.
7. Orces C. Prevalence of Anemia among Older Adults Residing in the Coastal and Andes Mountains in Ecuador: Results of the SABE Survey. Current gerontology and geriatrics research. [Internet] 2017; [citado el 22 de febrero de 2018]; vol 2017. disponible desde: <https://www.hindawi.com/journals/cggr/2017/4928786/abs/>.
8. Romero-Ruperto S, Pérez-Bocanegra MC, Duran-Taberna M, Toscano-Rivera A, Ortega JB-G, San José-Laporte A. Prevalencia y valor pronóstico al año de la anemia en pacientes ingresados en una unidad geriátrica de agudos. Revista Española de Geriatria y Gerontología. [Internet] 2015; [citado el 24 de febrero de 2018]; 50(3):122-5. disponible desde: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0211139X14001954>.
9. Sánchez Macías S. Determinación de hierro sérico en adultos mayores con disminución de hemoglobina del Centro Gerontológico Arsenio de la Torres 2013: Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas; 2014.
10. Corona L, Andrade F, de Oliveira Duarte Y, Lebrao M. The relationship between anemia, hemoglobin concentration and frailty in Brazilian older adults. The journal of nutrition, health & aging. 2015;19(9):935-40.

11. Guevara P, Junior M, Rojas S, Yordano CV. Valores de hemoglobina y hematocrito y su evaluación con las medidas antropométricas de pobladores adultos del Distrito El Porvenir, Setiembre del 2017. 2017.
12. García Quispe J, Montero Torres H. Determinación de hemoglobina y hematocrito y su variación con la dieta en personas adultas de ambos sexos atendidos en la junta vecinal Las Lomas del distrito de Huanchaco en agosto 2015. 2016.
13. Saldaña Delgado T, Zavaleta S, Manuel J. Determinación de los valores de hemoglobina y hematocrito en pacientes adultos, atendidos en el puesto de salud de buenos aires sur del distrito de Víctor Larco Herrera, setiembre 2014". 2015.
14. López-Santiago N. La biometría hemática. Acta pediátrica de México. 2016;37(4):246-9.
15. Miranda MP. Hematología práctica. Revista de Medicina de la Universidad de Navarra. 2017.
16. Rocha E. Atlas de hematología. Mc Donald GA, Dodds TC, Cruickshank B. Ed. Toray. 310 pp. Barcelona. 1979. Revista de Medicina de la Universidad de Navarra. [Internet]. 2016; [citado el 28 de febrero de 2018]; 24(1). disponible desde: <https://www.unav.edu/publicaciones/revistas/index.php/revista-de-medicina/article/download/5496/4717>
17. Koolman J, Röhm K-H. Bioquímica: texto y atlas: Ed. Médica Panamericana; 2005.
18. Tejedor J, García JC, Romero V, de Frutos A, Fernández A. Relación entre los valores de hemoglobina y hematocrito posparto, y el tipo de alumbramiento, parto e integridad del periné. 2017.
19. Díez M, Muñoz M. Parámetros Hematimétricos y Bioquímicos para valorar el status férrico. 2017.
20. López Nápoles M, Avello Sánchez J, Carbajales León A, Acosta Valdés M, Menas López LS. Comportamiento del hierro sérico y la hemoglobina en donantes de sangre. Revista Archivo Médico de Camagüey. 2002;6:827-35.
21. Munares-García O, Gómez-Guizado G. Niveles de hemoglobina y anemia en gestantes adolescentes atendidas en establecimientos del Ministerio de Salud del Perú, 2009-2012. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. 2014;31:501-8.
22. Kassebaum N, Jasrasaria R, Naghavi M, Wulf SK, Johns N, Lozano R, et al. A systematic analysis of global anemia burden from 1990 to 2010. Blood. [Internet] 2014 ; [citado el 27 de febrero de 2018]; 123(5):615-24. disponible desde: <http://www.bloodjournal.org/content/123/5/615?variant=long&sso-checked=true>

23. Marin G, Rivadulla P, Negro L, Gelemur M, Etchegoyen G. Estudio poblacional de prevalencia de anemia en población adulta de Buenos Aires, Argentina. *Atención primaria*. 2008;40(3):133-8.
24. Stauder R, Valent P, Theurl I. Anemia at older age: etiologies, clinical implications, and management. *Blood*. [Internet] 2018 ; [citado el 27 de febrero de 2018]; 131(5):505-14.  
disponible desde: <http://www.bloodjournal.org/content/131/5/505?sso-checked=true>
25. Shamah-Levy T, Cuevas-Nasu L, Mundo-Rosas V, Morales-Ruán C, Cervantes-Turrubiates L, Villalpando-Hernández S. Estado de salud y nutrición de los adultos mayores en México: resultados de una encuesta probabilística nacional. *salud pública de méxico*. [Internet]. 2008 ; [citado el 14 de febrero de 2018]; 50(5):383-9.  
disponible desde: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0036-36342008000500011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0036-36342008000500011&script=sci_arttext)
26. Musso A. Anemia en el adulto mayor. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*. 2017;51(3):319-24.
27. Lelli D, Antonelli Incalzi R, Pedone C. Hemoglobin Concentration Influences N-Terminal Pro B-Type Natriuretic Peptide Levels in Hospitalized Older Adults with and without Heart Failure. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2017;65(11):2369-73.
28. Jácomo L, Angel M, Gonzáles S, Tatiana K. Determinación de hemoglobina, hematocrito y el riesgo de anemia en adultos de ambos sexos de la junta vecinal Las Lomas de Huanchaco, septiembre-2014. 2016.
29. Cárdenas-Quintana H, Roldan-Arbieto L. Prevalencia de anemia en adultos mayores no institucionalizados de Lima metropolitana, en relación al nivel socioeconómico. *Revista chilena de nutrición*. 2017;44(2):131-6.
30. Lino Navarro F. Correlación del Magnesio en la alimentación de las personas de la tercera edad de la Casa Hogar San Martín de Porres Lima–2017. 2017.
31. Hammer G y McPhee S. Fisiopatología de la enfermedad. Una introducción a la medicina clínica. Madrid .Mc Graw Hill.2015.762 pp.
32. Chris S. R. Hatton, Nevin C. Hughes-Jones, Deborah Hay, David Keeling. HEMATOLOGÍA Diagnóstico y tratamiento. Manual Moderno, México, D.F. , 2da edición, 2016

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1**

#### **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Estimada (o) Adulto mayor:

Nos encontramos desarrollando un proyecto de investigación en el área de la salud pública, con el objetivo de conocer cuál es el nivel de hierro sérico, hemoglobina y hematocrito, para tal efecto, estamos solicitando tu participación en esta investigación a través de la donación de una muestra de sangre.

Toda la información que nos brindes será absolutamente confidencial y anónima. Los datos serán usados únicamente para fines de la investigación.

#### **INSTRUCCIONES:**

1. No escriba su nombre en ninguna parte de la hoja de registro.
2. Recuerde que esto es una prueba de laboratorio.
3. Por favor, responda a la información que solicitamos.

Autores: Izaguirre Orihuela Blanca y Aguirre Condezo Ana

Autorizo la realización de la presente encuesta, para lo cual firmo esta autorización.

Participante: -----

**ANEXO 2**

**REGISTRO DE LA INFORMACION DE LOS ADULTOS MAYORES:**

**I. CARACTERISTICAS DEMOGRÁFICAS**

**APELLIDOS Y NOMBRES .....**

**Sexo:** Masculino ( ) Femenino ( )

**Edad:**  años

**II. DATOS DEL ESTUDIO:**

**A. HEMOGLOBINA**

**B. HEMATOCRITO**

**C. DOSAJE DE FIERRO (MÉTODO DE FERROZINA)**

## ANEXO 3

1. Recepción de los pacientes



2. Toma de Muestra



3. Centrifugado de las muestras



4. Procesamiento de las muestras



## ANEXO 4

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
¿Cuál es la relación entre los niveles de hierro sérico con la hemoglobina y el hematocrito en personas adultos mayores en Lima en el año 2017?	Determinar los niveles de hierro sérico y su relación con la hemoglobina y hematocrito en una población de adultos mayores de la Casa Hogar San Martín de Lima en el mes de Julio del 2017	Existe relación entre los niveles de hierro sérico con la hemoglobina y hematocrito en una población de adultos mayores de la Casa Hogar San Martín de Lima en 2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niveles de hierro sérico en adultos mayores.</li> </ul>	Método analítico para la cuantificación de hierro sérico.	Valor expresado en: ferremia (ug%)	Diseño: Correlacional  Tipo: Aplicativo, descriptivo-Aplicado  Nivel: Explicativo, descriptivo

PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPÓTESIS ESPECIFIC A	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	
<p>¿Cuál es la relación entre los niveles de hierro sérico con la hemoglobina en personas adultos mayores en Lima en el año 2017?</p> <p>¿Cuál es la relación entre los niveles de hierro sérico con el hematocrito en personas adultos mayores en Lima en el año 2017?</p>	<p>Determinar el nivel de hierro sérico en las personas de la tercera edad que presenta anemia en la Casa Hogar San Martin de Lima.</p> <p>Determinar el nivel de hemoglobina y hematocrito en las personas de la tercera edad que presenta anemia en la Casa Hogar San Martin de Lima.</p> <p>Identificar el número de personas de la tercera edad que presenta anemia en la Casa Hogar San Martin de Lima</p>	<p>Existe relación entre los niveles de hierro sérico con la hemoglobina en una población de adultos mayores de la Casa Hogar San Martin de Lima en 2017</p> <p>Existe relación entre los niveles de hierro sérico con el hematocrito en una población de adultos mayores de la Casa Hogar San Martin de Lima en 2017</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valores de hemoglobina y hematocrito de adultos mayores.</li> </ul>	Método analítico para la cuantificación de la hemoglobina y hematocrito.	Valor expresado en: hemoglobina (g/dL) y hematocrito (1%)	<p><b>Población y muestra:</b> 100 personas adultos mayores.</p> <p><b>Instrumentos de recolección de datos:</b> La Casa Hogar San Martin de Lima.</p> <p><b>Técnica:</b> -Método de la ferrozina -Método de Cianometahemoglobina. - Método de Guest-Wichsebaun (micro hematocrito)</p> <p><b>Instrumento:</b> Espectrofotómetro Genesys.</p> <p><b>Procesamiento y análisis de datos:</b> SPSS 22 medidas de tendencia central y dispersión.</p>