

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA  
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLINICO



**“INTERVALOS DE REFERENCIA DE VALORES HEMATOLÓGICOS EN DONANTES  
DEL BANCO DE SANGRE CRUZ ROJA SALVADOREÑA EN MAYO DE 2017”**  
**SEMINARIO DE GRADUACIÓN PREVIA OPCIÓN AL TÍTULO DE LICENCIADO EN  
LABORATORIO CLÍNICO.**

PRESENTADO POR  
BLANCA OSIRIS MACHADO AMAYA  
DEYSI LORENA MEJÍA ESCAMILLA  
CHRISTIAN RONALD RECINOS GIRÓN

ASESOR  
LIC. JOSÉ ALBERTO ARGUETA

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO 2017

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**Autoridades Académicas**

**Rector**

Msc: Roger Armando Arias

Vicerrector académico

Dr. Manuel de Jesus Joya

Vicerrector Administrativo

Ing Agr. Nelson Bernabé Granados

**FACULTAD DE MEDICINA**

**Decana**

Dra. Maritza Mercedes Bonilla Dimas

**Vicedecana**

Licda. Nora Elizabeth Abrego de Amado

**ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA**

**Directora**

Licda: Dalide Ramos de Linares

**LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO**

**Directora**

Msp. Miriam Cecilia Recinos de Barrera

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
3. JUSTIFICACIÓN .....	6
4. OBJETIVOS .....	8
5. HIPÓTESIS .....	9
6. MARCO TEÓRICO.....	12
7. DISEÑO METODOLÓGICO .....	46
8. RESULTADOS .....	48
9. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS .....	56
10. CONCLUSIONES.....	59
11. RECOMENDACIONES .....	60
12. REFERENCIAS.....	61
13. ANEXOS .....	63

## 1. INTRODUCCIÓN

En la presente investigación se determinaron los intervalos de referencia de los valores hematológicos de glóbulos rojos, hemoglobina, hematocrito, glóbulos blancos y plaquetas, en 169 donantes de sangre aceptados y atendidos en Cruz Roja Salvadoreña sede Central; con el propósito de profundizar en el conocimiento actual que se tiene de ellos, para establecer un registro con datos de salvadoreños; ya que en la actualidad no existe ningún estudio basado en datos obtenidos en nuestra población.

Los datos encontrados fueron comparados con los valores empíricos establecidos teóricamente, con la finalidad de verificar la diferencia que existe entre los datos de población salvadoreña, con los datos de una población diferente.

La sangre es un tejido conectivo especializado, que circula por el cuerpo a través de los vasos sanguíneos. Dentro de sus funciones se pueden mencionar el transporte de elementos celulares y nutrientes, así como también el transporte de desechos. Por tal razón es necesario saber: la cantidad la variación y proporción celular en ella, que se refleja en un hemograma.

El conjunto de datos agrupados entre un límite inferior y un límite superior, se conoce como intervalo. Los valores fuera de los intervalos de referencia, ya sean aumentados o disminuidos están relacionados con diferentes patologías.

Por tal la importancia de conocer los intervalos de referencia de los valores hematológicos, es la de proporcionar al médico resultados confiables que le permitan realizar un mejor diagnóstico del paciente.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La determinación de los intervalos de referencia de valores hematológicos, es muy importante porque de ellos depende establecer el estado de salud normal o anormal, en las personas.

En El Salvador se desconocen cuáles son los intervalos de referencia de valores hematológicos en la población salvadoreña, ya que los laboratorios y profesionales que trabajan en áreas de hematología se basan en datos obtenidos en personas de países Europeos o del Mediterráneo.

En el hemograma se reflejan los intervalos hematológicos, lo que orienta al médico para diagnosticar a tiempo muchas enfermedades, y en personas que serán donantes se busca garantizar que la sangre que se le proporcione al paciente que la requiera, se encuentre en óptimas condiciones.

Los glóbulos rojos contienen hemoglobina, que transporta oxígeno. La cantidad de oxígeno que los tejidos corporales reciben depende de la cantidad de glóbulos rojos que tengan las personas, el aumento de glóbulos rojo de manera anormal se debe a: cardiopatía congénita, consumo de cigarro, fibrosis pulmonar, policitemia vera, etc. En cuanto a la disminución (anemia) se da por déficit de la médula ósea, deficiencia de vitaminas, hemorragias, hemólisis, tumores, enfermedades renales, etc.

La trombocitopenia está relacionada con problemas de coagulación, por lo tanto el riesgo de un sangrado es mayor. Si por el contrario se presenta trombocitosis la causa puede darse por: cáncer, anemia hemolítica, traumatismos, hemorragias, policitemia

vera, extirpación del bazo, estas personas con conteos altos de plaquetas pueden estar en riesgo de formación de coágulos sanguíneos.

En cuanto a los glóbulos blancos, la leucocitosis está relacionada directamente con las leucemias, lupus, infección por VIH, así como también la leucocitosis se presenta en respuestas a medicamentos e infecciones por microorganismos.

Por tal motivo es mucha importancia saber cuál es el intervalo de referencia de cada uno de los parámetros de la sangre.

Para lo cual formulamos las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuál es el intervalo de referencia de glóbulos rojos en donantes de sangre aceptados en Cruz Roja Salvadoreña?
2. ¿Cuál es el intervalo de referencia de hematócrito en donantes de sangre aceptados en Cruz Roja Salvadoreña?
3. ¿Cuál es el intervalo de referencia de hemoglobina en donantes de sangre aceptados en Cruz Roja Salvadoreña?
4. ¿Cuál es el intervalo de referencia de glóbulos blancos en donantes de sangre aceptados en Cruz Roja Salvadoreña?
5. ¿Cuál es el intervalo de referencia de plaquetas en donantes de sangre aceptados en Cruz Roja Salvadoreña?

### 3. JUSTIFICACIÓN

El hemograma es una prueba de laboratorio frecuentemente utilizada para diagnosticar y controlar la respuesta del cuerpo a diversas enfermedades. La sangre realiza funciones vitales a medida que circula por el cuerpo. Transporta el oxígeno de los pulmones a otros tejidos del cuerpo y retira el dióxido de carbono. Lleva nutrientes del sistema digestivo a las células del cuerpo y arrastra los desechos para excretarlos por los riñones.

En El Salvador no se cuenta con una investigación profunda con la cual se haya determinado los intervalos hematológicos que permitan establecer valores normales o anormales en población salvadoreña; hasta la fecha se utilizan datos teóricos basados en una población diferente. Por lo tanto es necesario conocer los datos de glóbulos rojos, hematócrito, hemoglobina, glóbulos blancos y plaquetas obtenidos a través de un hemograma realizado en donantes aceptados de Cruz Roja Salvadoreña.

El hemograma es uno de los análisis de sangre que se realiza con mayor frecuencia y es uno de los requisitos importantes en donantes de sangre para determinar si se encuentran aptos para realizar la donación.

El presente documento contiene información actualizada sobre los componentes sanguíneos sus funciones y los intervalos de referencia empíricos de valores hematológicos establecidos teóricamente, con el propósito de brindar un registro bibliográfico actualizado, y demostrar cuál es el intervalo de referencia de glóbulos rojos, hematócrito, hemoglobina, glóbulos blancos y plaquetas; en los donantes de



sangre de Cruz Roja Salvadoreña con el propósito de dejar una base de datos que sirva no solo a dicha institución, así como también para futuros estudios en la población salvadoreña.

Con la presente investigación se busca resaltar la importancia de la obtención de intervalos de referencia basados en población salvadoreña para que el diagnóstico médico sea lo más acertado posible.

Que este trabajo sirva de base para futuras investigaciones, y que contribuya al crecimiento del conocimiento tanto de investigadores como de la población misma.

## 4. OBJETIVOS

### **Objetivo general**

Conocer cuáles son los intervalos de referencia de los valores hematológicos de glóbulos rojos, hematócrito, hemoglobina, glóbulos blancos y plaquetas en donantes de sangre aceptados en Cruz Roja Salvadoreña.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar los intervalos de referencia de glóbulos rojos en donantes de sangre aceptados en Cruz Roja Salvadoreña.
2. Determinar el intervalo de referencia de hematócrito en donantes de sangre aceptados en Cruz Roja Salvadoreña.
3. Determinar el intervalo de referencia de hemoglobina en donantes de sangre aceptados en Cruz Roja Salvadoreña.
4. Determinar los intervalos de referencia de glóbulos blancos, en donantes de sangre aceptados en Cruz Roja Salvadoreña.
5. Determinar los intervalos de referencia de plaquetas, en donantes de sangre aceptados en Cruz Roja Salvadoreña.

## 5. HIPÓTESIS

### **Hipótesis de trabajo 1.**

El intervalo de referencia de glóbulos rojos, en donantes de sangre aceptados en Cruz Roja Salvadoreña, será diferente al valor empírico establecido teóricamente que es de 3.6 -4.4 millones x mm<sup>3</sup> en mujeres, y de 4.6 millones a 5.8 millones x mm<sup>3</sup> en hombres.

### **Hipótesis nula 1.**

El intervalo de referencia de glóbulos rojos en donantes de sangre aceptados en Cruz Roja Salvadoreña, será igual al valor empírico establecido teóricamente, que es de 3.6 - 4.4 millones x mm<sup>3</sup> en mujeres, y de 4.6 - 5.8 millones x mm<sup>3</sup> en hombres.

### **Hipótesis de trabajo 2.**

El intervalo de referencia de hematócrito en donantes de sangre aceptados en Cruz Roja Salvadoreña, será diferente al valor empírico establecido teóricamente, que es de 36 - 42 % en mujeres, y de 42- 48% en hombres.

### **Hipótesis nula 2.**

El intervalo de referencia de hematocrito en donantes de sangre aceptados en Cruz Roja Salvadoreña será igual al valor empírico establecido teóricamente, que es 36 - 42 % en mujeres, y de 42- 48% en hombres.

### **Hipótesis de trabajo 3.**

El intervalo de referencia de hemoglobina en donantes de sangre aceptados en Cruz Roja Salvadoreña será diferente al valor teórico, que es 11.1 – 15.1 g/dL en mujeres, y de 12.0 – 17.5 g/dL en hombres.

### **Hipótesis de nula 3.**

El intervalo de referencia de hemoglobina en donantes de sangre aceptados en Cruz Roja Salvadoreña será igual al valor empírico establecido teóricamente, que es 11.1 – 15.1 g/dL en mujeres, y de 12.0 – 17.5 g/dL en hombres.

### **Hipótesis de trabajo 4.**

El intervalo de referencia de glóbulos blancos encontrados en donantes de sangre aceptados en Cruz Roja Salvadoreña, será diferente al valor empírico establecido teóricamente, que es de 4,000 a 10,500/ $\mu$ L.

### **Hipótesis nula 4.**

El intervalo de referencia de glóbulos blancos que se encontrará en donantes de sangre aceptados en Cruz Roja Salvadoreña, será igual al valor empírico establecido teóricamente, que es de 4,000 a 10,500/ $\mu$ L.

**Hipótesis de trabajo 5.**

El intervalo de referencia de plaquetas que se encontrará en donantes de sangre aceptados en Cruz Roja Salvadoreña, será diferente al valor empírico establecido teóricamente, que es de 150,000 a 550,000 x mm<sup>3</sup>.

**Hipótesis nula 5.**

El intervalo de referencia de plaquetas que se encontrará en donantes de sangre aceptados en Cruz Roja Salvadoreña, será igual al valor empírico establecido teóricamente, que es de 150,000 a 550,000 x mm<sup>3</sup>.

## **6. MARCO TEÓRICO**

### **Origen de las células sanguíneas.**

#### **La célula.**

La mayor parte de células contienen núcleo y citoplasma. Ambos son estructuras complejas con funciones vitales múltiples. En general, el núcleo controla el desarrollo, la función y la división de la célula; al citoplasma le corresponde la mayor parte de actividades sintéticas. (Leavell, 1987, 1)

La interpretación correcta de la citometría hemática en adelante CH, supone el análisis detallado de cada uno de los datos que informa, los cuales pueden dividirse en tres grandes grupos: datos de la serie roja, de la serie blanca y de la serie trombocítica. Idealmente, la medición de todos los parámetros e índices eritrocíticos debe hacerse empleando contadores de partículas por citometría de flujo. (Ruiz, 2003, 45)

#### **SERIE ROJA.**

Los eritrocitos contienen hemoglobina, esencial para el transporte de oxígeno desde los pulmones a los tejidos corporales. (Leavell, 1987, 15)

Es un disco bicóncavo casi de 7 a 7.5 $\mu$ m de diámetro se tiñe en rosa o anaranjado con el colorante de Wright, a causa de su elevado contenido de la proteína acidófila,

hemoglobina. La vida media del eritrocito normal es de 100 a 120 días. (Mckenzie, 1991, 27)

Una membrana normal intacta es indispensable para la función y supervivencia normales del eritrocito. (Mckenzie, 1991, 27)

Los estudios de la circulación sanguínea han determinado que el eritrocito de 7  $\mu\text{m}$  debe ser un corpúsculo flexible que pueda ser comprimido para pasar a través de las diminutas fenestraciones de 3  $\mu\text{m}$  de los capilares de vaso. La flexibilidad de la célula es una propiedad de la membrana eritrocitaria y de la fluidez de su contenido que es en su mayor parte hemoglobina. Cualquier disminución en alguna de estas propiedades reduce la deformidad de las células. (Mckenzie, 1991, 27)

El metabolismo del eritrocito es limitado debido a la ausencia de núcleo, mitocondrias y otros organelos subcelulares. Aunque la fijación transporte y liberación de  $\text{O}_2$  y  $\text{CO}_2$  es un proceso pasivo que no requiere energía, se desarrolla diversos procesos metabólicos dependientes de energía que son esenciales para la viabilidad de la célula. En el eritrocito maduro, las vías metabólicas más importantes necesitan glucosa como sustrato. (Mckenzie, 1991, 30)

Si bien la eritropoyesis es principalmente intravascular, el precursor del eritrocito no es una célula endotelial sino el hemocitoblasto, que a veces se desarrolla extravascularmente y emigra hacia los vasos. (Leavell, 1987, 16)

## Concentraciones de eritrocitos

La concentración normal de eritrocitos varía con el sexo, la edad y la ubicación geográfica. Una cuenta alta de eritrocitos ( $5.2 \text{ millones} \times \text{mm}^3$ ) y una concentración elevada de hemoglobina ( $19 \text{ g}/100 \text{ ml}$ ) al nacer son seguidas por una disminución gradual, que continua alrededor del segundo al tercer mes de vida extrauterina. Por este tiempo los valores de eritrocitos y hemoglobina alcanzan un recuento bajo de  $3.5 \text{ millones} \times \text{mm}^3$  y  $10 \text{ a } 11 \text{ g}/100\text{ml}$ , respectivamente. Esta declinación en la infancia se llama “anemia fisiológica” del recién nacido. Su causa más probable es el cese de la eritropoyesis en la médula ósea después del nacimiento causado por una secreción muy escasa de eritropoyetina. Después se manifiesta una elevación muy gradual en la hemoglobina y los eritrocitos hasta alcanzar los niveles del adulto a los 14 años de edad. Los hombres tienen cuentas más altas de eritrocitos; pero esta diferencia no se ha apreciado hasta la adolescencia. Los individuos que habitan a gran altitud tienen cuenta promedio de eritrocitos más alta que los que viven a nivel del mar. La disminución en la presión parcial del oxígeno atmosférico en la altitud conduce un incremento fisiológico de glóbulos rojos. Este es un intento del organismo para proporcionar a los tejidos una oxigenación adecuada. (Mckenzie, 1991, 34)

La anemia no es un diagnóstico, sino un signo de enfermedad. Al igual que la fiebre, significa que existe una enfermedad subyacente, y requiere hallar esta causa, no simplemente un tratamiento. A nivel del mar, debe sospecharse la anemia en un adulto cuando:



- El conteo de hematíes sea menor de  $4.5 \times 10^6/\mu\text{l}$  en hombres y menor de  $4.0 \times 10^6/\mu\text{l}$  en mujeres.
- El valor de hemoglobina sea menor de 14.0 gr/dL en hombres y menor de 12.0 gr/dL en mujeres.
- El porcentaje de hematócrito sea menor de 41% en hombres y menor de 37% en mujeres. (Rapaport, 1978, 10)

### **Valoración analítica inicial.**

La exploración analítica inicial de una anemia se llevará a cabo mediante pruebas sencillas:

1. Hemograma completo: que incluye el recuento de hematíes, hemoglobina, hematócrito e índices eritrocitarios (entre los cuales el VCM es, como se expone más adelante, el dato clave).
2. Estudio, por parte del clínico, de la extensión de sangre periférica.
3. Recuento de reticulocitos. ( Rapaport, 1978, 15)

### **Reducción de la masa eritrocitaria**

Una disminución de masa eritrocitaria y, en consecuencia, de la concentración de hemoglobina conduce a hipoxia tisular. El trastorno hematológico frecuente llamado anemia produce este efecto. La disminución de los eritrocitos, en proporción al plasma, reduce la viscosidad sanguínea, que puede, por lo menos en forma parcial, compensar

el efecto de la anemia al acelerar la velocidad del flujo sanguíneo a los tejidos hipóxicos. La anemia aunque no es en sí misma un diagnóstico, es un signo clínico importante de gran número de patologías importantes (deficiencia de hierro, hemólisis, neoplasias malignas, etc.). Si la patología subyacente se elimina, la concentración de eritrocitos regresa a lo normal. (Mckenzie, 1991, 34)

### **Incremento de la masa eritrocitaria.**

La masa eritrocitaria aumentada, eritrocitosis, se observa con mucho menos frecuencia que la disminución de la misma. La eritrocitosis puede ser relativa o absoluta. El aumento relativo se presenta por una reducción en el volumen del plasma con una masa celular normal, como ocurre en la deshidratación. La eritrocitosis absoluta es el resultado del incremento real de la masa eritrocitaria. Podría ocurrir en presencia de hemoglobina de elevada afinidad por el oxígeno y en las enfermedades pulmonares. (Mckenzie, 1991, 34 - 35)

### **Eritropoyetina**

En la anemia el título real de eritropoyetina en adelante EPO se relaciona con la concentración de hemoglobina y con la fisiopatología de la anemia. (Mckenzie, 1991, 35)

La médula ósea normal puede incrementar la eritropoyesis cinco a diez veces en respuesta a la estimulación apropiada por EPO, si se dispone de hierro suficiente.

En la anemia hemolítica, el cuerpo dispone con facilidad de hierro procedente de los eritrocitos destruidos in vivo lo que conduce a un incremento sostenido de la eritropoyesis. Sin embargo la tasa de la eritropoyesis en la anemia por pérdida de sangre, donde el hierro sale del cuerpo, depende de las reservas corporales del ión. (Mckenzie, 1991, 35)

## **Hemoglobina**

La función de los eritrocitos es transportar oxígeno de los pulmones al tejido y retirar el bióxido de carbono de este último para llevarlo a los primeros. La hemoglobina es la proteína líquida altamente especializada de los eritrocitos que se ocupa en forma directa de ese transporte gaseoso. (Mckenzie, 1991, 36)

La hemoglobina ocupa alrededor del 33% del volumen del eritrocito y constituye 90% del peso seco de la célula. Cada eritrocito contiene 27 a 32 pg de hemoglobina. En los estados anémicos la célula puede contener menos hemoglobina, con reducción de cantidad de la sangre para transportar oxígeno. Las anormalidades de la membrana que modifican su permeabilidad o las alteraciones de sistemas enzimáticos de las vías metabólicas pueden causar cambios en las estructuras o función o ambas de la molécula de hemoglobina afectando su capacidad para ceder el oxígeno. (Mckenzie, 1991, 36)

Aunque la hemoglobina es sintetizada desde la etapa de pronormoblasto, la mayor parte de la hemoglobina producida durante las fases nucleadas del eritrocito ocurre en

la etapa policromatófila. El eritrocito maduro no contiene núcleo ni mitocondrias y está incapacitado para sintetizar proteínas nuevas. (Mckenzie, 1991, 36)

La concentración de hemoglobina en el cuerpo es el resultado de un equilibrio fino entre producción y destrucción de eritrocitos. La concentración normal de hemoglobina en un hombre adulto es alrededor de 15g/100ml de sangre con un volumen total de 5,000ml. Por lo tanto, la masa corporal total de hemoglobina es de 750g, más o menos. (Mckenzie, 1991, 36)

$$15 \text{ g/dl} \times 5,000 \text{ ml} \times 1 \text{ dl}/100 \text{ ml} = 750 \text{ g}$$

Dado que la duración normal de la vida de un eritrocito es de 120 días, 1/120 de la cantidad total de hemoglobina debe ser sintetizada cada día para mantener una concentración constante esto representa aproximadamente un requerimiento de 6.25g de hemoglobina nueva por día. (Mckenzie, 1991, 36)

Se mide en gramos por decilitro (g/dL) y representa la cantidad de esta proteína por unidad de volumen. Este parámetro debe ser el único que se emplee para definir si hay o no anemia, es decir sólo si las cifras de hemoglobina son inferiores a los valores normales puede asegurarse que existe anemia. Las cifras “normales” o “de referencia” de la hemoglobina son variables y dependen de: sexo, altura del sitio de residencia, etcétera. Las cuantificaciones de Hb inferiores a 12.5 g/dL para mujeres y 15.5 g/dL en hombres, permiten establecer el diagnóstico de anemia, y las cifras de hemoglobina superiores a 16.6 g/dL para mujeres y 19.5 g/dL para hombres permiten establecer el diagnóstico de eritrocitosis, a la altura de la ciudad de México. El término policitemia debe reservarse para situaciones en las que, además de eritrocitosis, hay leucocitosis o

trombocitosis. La Hb se mide directamente por medio de los citómetros de flujo y es necesario establecer los valores de referencia. Para el caso específico de la variable altura, existen ecuaciones algebraicas que permiten calcular los valores de referencia de cada uno de los parámetros e índices eritrocíticos. (Ruiz, 2003, 46 - 47)

## **RETICULOCITOS.**

Los reticulocitos comprenden a los eritrocitos más jóvenes y su número en la sangre circulante es del mejor índice de la efectividad de la eritropoyesis. (Osorio, 2007, 31)

Son eritrocitos inmaduros que contienen organelos y un sistema ribosómico extenso para sintetizar hemoglobina, también son retenidos en general dos o tres días en la médula ósea y después permanecen otro día en la circulación periférica antes de convertirse en eritrocito maduro. La cuenta de reticulocitos en sangre periférica indica una actividad eficaz de la médula ósea y es una de las pruebas de laboratorio más útiles en la clasificación de la etiología de anemia. En ocasiones, los reticulocitos se pueden identificar como eritrocitos policromatófilos en frotis teñidos con Romanowsky. La cromatofilia (tinte azul) se debe a la presencia de ribosomas (RNA). La observación de estas células se hace a través del frotis sanguíneo con un colorante supravital, tal como azul de metileno nuevo. El colorante causa la agregación de RNA basofílicos residual en un retículo que precipita con inclusiones azul purpúreo intenso. El número de reticulocitos se determina contando el que hay en 1000 eritrocitos y se reporta por lo general como un porcentaje, pero se puede indicar también el número de reticulocitos

por litros de sangre. El porcentaje de células en sangre total que contiene este retículo es de 0.5 a 1.5 %, en un valor normal. (Ruiz, 2003, 92)

## **EXAMEN DEL FROTIS SANGUINEO**

En ocasiones, al eritrocito se le llama discocito por su forma bicóncava. En un frotis teñido por el método de Romanowsky el eritrocito aparece con un disco de 7  $\mu\text{m}$  de diámetro, con un área central pálida circundada por un anillo de hemoglobina teñida en rosa. El área pálida se debe a la proximidad de las dos membranas cóncavas, cuando las células se le aplanan al hacerle el frotis. Los eritrocitos suspendidos en salina o plasma y vistos al microscopio de luz, no muestran esa área de palidez. En eritrocitos normales esta área ocupa más o menos una tercera parte del diámetro celular. (Ruiz, 2003, 93)

La morfología normal del eritrocito se puede alterar por varios estados patológicos intrínsecos o extrínsecos de las células. El examen cuidadoso del frotis teñido revelará estas aberraciones morfológicas. *Poiquilocitosis* el término general que se usa para escribir una variación en la forma de los eritrocitos. *Anisocitosis* denota una variación en el tamaño celular. Cierta variación en el tamaño es normal debido a la edad del eritrocito, siendo más grandes las células jóvenes y más pequeñas las seniles. Empero, algunas formas y tamaños son características particulares de trastornos o neoplasias hematológicas subyacentes graves. En éstas se incluyen con frecuencia eritrocitos nucleados, esquistocitos, células en forma de lágrimas, esferocitos y anormalidades

notables en la forma eritrocitaria en la anemia normocítica sin pruebas de hemólisis.  
(Ruiz, 2003, 93)

## **POIQUILOCITOSIS.**

Por lo general, la poiquilocitosis se reporta como leve, moderada o acentuada, dependiendo el número de formas anormales observado. (Ruiz, 2003, 94)

### **Equinocitos**

Llamados también células erizos, son, por lo general, más pequeños que los eritrocitos normales con proyecciones espinosas regulares en su superficie. Su aspecto característico no se relaciona con la tonicidad del medio en el que las células están suspendidas. Se piensa que el cambio en la forma se debe a un incremento del área de la hojuela exterior de la capa lipídica, en comparación con la capa interna. (Ruiz, 2003, 94-95)

### **Esquistocitos**

Son fragmentos de eritrocitos producidos por lesión mecánica a la célula. Aparecen en diversas formas; triangular, en forma de coma o yelmo, entre otras. Conservan su deformación normal, pero es breve su supervivencia en el torrente sanguíneo. Los fragmentos pueden adquirir una forma esférica y hemolizarse, o removerlos el bazo.  
(Ruiz, 2003, 98)

Los esquistocitos que pueden existir, siempre que haya patologías de vasos sanguíneos. (Ruiz, 2003, 98)

### **Acantocitos**

Los acantocitos o células en espuela son células esféricas pequeñas con proyecciones espinosas irregulares. A menudo, esas proyecciones tienen pequeños abultamientos en las puntas. El contenido lípido de las membranas está alterado. La vida del acantocito es normal, con fragilidad osmótica también normal o un poco disminuida. Puede observarse en enfermedades hepáticas, alfa/beta lipoproteinemia (acantocitosis congénita), mal absorción de grasas, trastornos del metabolismo de lípidos y retinitis pigmentosa. (Ruiz, 2003, 98)

### **Leptocitos**

Son eritrocitos delgados y aplanados por lo general más grande de lo normal, su proporción superficie/volumen es alta a consecuencia de un contenido bajo de hemoglobina o de incremento del área de la membrana. El leptocito tiene forma de taza como el estomatocito, pero su depresión es menos profunda. Es probable que las células en diana se formen de leptocitos cuando aumenta la profundidad de la concavidad. Los leptocitos se observan en enfermedades hepáticas y en anemias caracterizadas por hipocromía, como en deficiencia de hierro y talasemias. (Ruiz, 2003, 98)



## **Codocitos**

Llamados también sombreros mexicanos o células en diana, son células delgadas en forma de campana con proporción superficie/ volumen elevada. En los frotis teñidos las células tienen aspecto de un blanco con un ojo de toro en el centro el ojo esta circundado por una zona acrómica y un anillo exterior delgado de hemoglobina teñido en rosa. (Ruiz, 2003, 98)

Pueden observarse en trastornos en los que hay aumento de lípidos en la membrana como enfermedades hepáticas, deficiencias hereditarias de lecitin-colesterol aciltransferasa (LCAT), esplenectomía y en enfermedades renales. (Ruiz, 2003, 98)

## **Dacriocitos**

Llamados también células en lágrimas, son eritrocitos alargados en forma de gota o pera. Algunos dacriocitos se forman después que eritrocitos con inclusiones celulares han atravesado el bazo. Estas células son rígidas en el área de la inclusión y, por tanto, pasa esa porción con más dificultad por el filtro esplénico; como resultado, las células se estiran más allá de su límite de deformación y adquiere esa forma anormal. Esta anomalía no es reversible debido al tiempo demasiado largo en que a las células se les somete a estiramiento; este es el método más probable por el que se forma las células en lágrimas, que se observan en las talasemias cuando contienen cuerpos de Heinz. La forma también se encuentra también en mielofibrosis con metaplasia mieloide y cáncer con metástasis a médula ósea. Se desconoce el mecanismo por deformación de dacriocitos en esos estados patológicos. (Ruiz, 2003, 100)

## **Drepanocitos**

Llamados también células falciformes, son eritrocitos alargados en forma de media luna con extremos afilados algunos tienen extremos más redondeados con un lado plano en lugar de cóncavo. Estas formas modificadas de las células falciformes se pueden revertir a discocitos normales. (Ruiz, 2003, 100)

## **Eliptocitos**

Llamados también células lápiz o células cigarrillos, varían de forma ovals (ovalocitos) alargadas, como bastoncillos. Tienen un área central de biconcavidad con hemoglobina concentrada en los dos extremos. Los eliptocitos se forman después que el eritrocito madura y deja la médula ósea ya que los reticulocitos en pacientes con eliptocitosis tienen una forma normal. (Ruiz, 2003, 100)

Los eliptocitos son la forma predominantemente de los eritrocitos en eliptocitosis hereditaria. Estas formas anormales pueden presentarse también en anemia por deficiencia de hierro, talasemias y anemias causadas por leucemias. La anemia megaloblástica se caracteriza por el eritrocito ovalado muy grande llamados macroovalocitos. (Ruiz, 2003, 100)

## **Queratocitos**

Llamados también células yelmo, son células con una concavidad en un lado y dos proyecciones como asta en cada extremo. Pueden formarse por empalamiento en una tira de fibrina. (Ruiz, 2003, 100)

## **Knizocitos**

Son células con más de dos concavidades. El aspecto de esta célula en los frotis teñidos pueden variar dependiendo de la forma en que la célula descanse en la superficie plana; empero, la mayor parte de knizocitos tienen un bastoncillo teñido de oscuro en el centro con un área pálida a los dos lados, circundada por un anillo de hemoglobina teñido de rosa. (Ruiz, 2003, 100)

## **ANISOCITOSIS**

### **Macroцитos**

Son más grandes que eritrocitos normales con diámetro mayor de 8.0  $\mu\text{m}$  y volumen corpuscular medio superior a 100 fl. La célula contiene por lo general una cantidad adecuada de hemoglobina, por lo que su MCHC es normal. (Ruiz, 2003, 101)

### **Microцитos**

Son eritrocitos con diámetro menor de 7.0  $\mu\text{m}$  y un volumen corpuscular medio menor de 80 fl. La célula es por lo general hipocrómica, pero puede ser normocrómica. Los microцитos con forma esférica (microesferocitos) suelen ser hipercrómicos. Es común encontrarlos donde hay formación deficiente de hemoglobina tal como ocurre con deficiencia de hierro, anemia sideroblástica y talasemias. (Ruiz, 2003, 101)

## **VARIACION EN LA HEMOGLOBINA (color)**

Las células hipocrómicas son eritrocitos con escasa hemoglobina y poseen una palidez exagerada mayor a un tercio del diámetro de la célula. En los frotis teñidos las células hipocrómicas, aunque en ocasiones normocíticas, son en general microcíticas, como se deben a síntesis disminuidas o normal de hemoglobina, estas células sufren deficiencia de hierro, anemia sideroblástica, talasemias y, en ocasiones, anemia por enfermedad crónica. (Ruiz, 2003, 101)

## **INCLUSIONES ERITROCITARIAS**

Por lo general, las inclusiones descritas en éste apartado están descritas basadas en su observación en frotis sanguíneos teñidos según el método de Romanowsky (Wright), a menos que se indique otra cosa. (Ruiz, 2003, 101)

### **Punteado basófilo**

Los eritrocitos con punteado basófilo contienen inclusiones granulares azul-negro distribuidas en todo el volumen celular. Los gránulos pueden variar en tamaño desde pequeños y difusos a gruesos y definidos. (Ruiz, 2003, 101)

Se piensa que el punteado basófilo no existe en las células vivas sino que es producido durante la preparación del frotis o su tinción. (Ruiz, 2003, 102)

### **Cuerpos de Howell-Jolly**

Son gránulos esféricos de color púrpura oscuro o violeta en el eritrocito. Estas inclusiones son fragmentos nucleares de (DNA) que se presenta por lo general solo en las células; contiene rara vez más de dos. Se encuentran en estados con anomalías de la maduración nuclear, como anemia megaloblástica. Así mismo, en algunas anemias hemolíticas, anemia grave, después de esplenectomía o en asplenia funcional. (Ruiz, 2003, 102)

### **Anillos de Cabot**

Son inclusiones eritrocitarias rojo violáceas que tienen por lo general la forma de ocho o de anillo oval. Se piensa que son remanente de fibras del huso que se forma durante la mitosis. Ocurre en anemias graves y en diseritropoyesis. (Ruiz, 2003, 102)

### **Cuerpos de Heinz**

Estos cuerpos no se tiñen con el método de Romanowsky, pero no pueden observarse en la célula viva usando colorantes supravitales o microscópicos de fase. Aparecen como masas redondas de dos a tres  $\mu\text{m}$  que se apoyan o se adhieren a la membrana plasmática. Están compuestos de hemoglobina desnaturalizada agregada. (Ruiz, 2003, 92)

## **Sideroblastos**

Son eritrocitos nucleados que contienen gránulos de hierro teñibles; en tanto que los *siderocitos* son eritrocitos sin núcleo que contienen gránulos de hierro. (Ruiz, 2003, 103)

## **VARIACIÓN EN LA DISTRIBUCIÓN DE ERITROCITOS EN FROTIS TEÑIDOS**

### **Rouleaux**

Es un alineamiento de los eritrocitos en forma de pila de monedas. Este fenómeno ocurre en forma normal cuando se permite que la sangre recolectada permanezca en reposo en los tubos. Así mismo puede observarse en la porción densa de los frotis sanguíneos. En ciertos estados patológicos donde hay aumento de fibrinógeno y globulinas, el “rouleaux” es notable y se aprecia con facilidad en el extremo fino del frotis. Cuando los eritrocitos asumen formas anormales, como la falciforme, la formación de pilas de eritrocitos es inhibida. También se inhibe cuando los eritrocitos son suspendidos en salina. (Ruiz, 2003, 103)

### **Aglutinación**

En presencia de anticuerpos IgM (aglutininas frías) dirigido contra antígenos eritrocitarios, los eritrocitos pueden aglutinarse formando conglomerados irregulares de

tamaño variables. Esta aglutinación se diferencia de los rouleaux por su conformación irregular. (Ruiz, 2003, 103)

**Hematócrito (Hct).** Se mide en porcentaje (%) y representa la proporción de eritrocitos en el total de la sangre. Este parámetro no debe emplearse para establecer la existencia de anemia. Los valores normales del hematócrito dependen también del sexo, de la edad y altura del sitio de residencia. A nivel de la ciudad de México, el hematócrito de referencia oscila entre 46 y 56% para varones y entre 39 y 50% para mujeres. (Ruiz, 2003, 47)

Los datos que la citometría hemática informa para la serie roja son los siguientes:

**Volumen globular medio (VGM).** Se mide en femtolitros (fL) o micras cúbicas. Este índice eritrocítico, medido directamente con citometría de flujo, es de gran valor en el esclarecimiento de la causa de una anemia. Los valores del VGM permiten saber si una anemia es macrocítica (VGM mayor a los límites normales) o microcítica (VGM menor a los límites normales), que a la altura del altiplano mexicano es de 83 a 98 fL para varones y de 78 a 103 fL para mujeres. (Ruiz, 2003, 47)

Debido a que la valoración del tamaño de los hematíes es fundamental para el diagnóstico de una anemia, el VCM es el más importante de todos los índices eritrocitarios. (Rapaport, 1978, 16 - 17)

**Hemoglobina corpuscular media (HCM).** Se expresa en picogramos (pg) y representa la cantidad promedio de hemoglobina en cada eritrocito. Los citómetros de flujo determinan este índice dividiendo la Hb entre el número de GR y multiplicando en cociente por 10. En virtud de que este índice se calcula a partir de dos datos obtenidos directamente de la citometría de flujo. Se trata de un índice muy confiable a la altura de la ciudad de México, los valores de referencia de la HCM son de 27 a 34 pg. Este índice debe ser el único que se emplea para referirse a la cantidad de hemoglobina contenida en cada eritrocito, es decir, se hablará de hipocromía y normocromía cuando el valor de la HCM sea subnormal o normal, respectivamente. (Ruiz, 2003,48)

### **CONCENTRACIÓN DE LA HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MEDIA**

Aunque la hemoglobina está presente solo en el interior de los hematíes, estos se lisan para medir la concentración de la hemoglobina, y los resultados se expresan con relación a dL de sangre total. Para convertir este valor en concentración de hemoglobina dentro de los hematíes, -concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM)- se divide la cifra de hemoglobina por la de hematócrito, es decir, por el volumen de sangre total que ocupan los hematíes. Los límites normales de la CHCM oscilan entre 32 y 36 %. (Rapaport, 1978, 17)

Es un parámetro eritrocítico calculado a partir del GR y del VGM con los citómetros de flujo. CHCM es un dato de referencia menos útil e inexacto. (Ruiz, 2003, 48 - 49)



Antes del advenimiento de los recuentos electrónicos se hallaba una CHCM baja cuando los hematíes observados en una extensión sanguínea presentaban una palidez central de mayor tamaño que el habitual, es decir, que aparecían hipocrómicos. La hipocromía se aceptaba, por consiguiente, como prueba visual de una concentración reducida de hemoglobina en los hematíes. (Rapaport, 1978, 17)

**Coeficiente de variación del VGM (CV-VGM).** Se mide como porcentaje (%) y solo puede calcularse con citómetros de flujo que hacen histogramas de distribución de frecuencias de los volúmenes eritrocíticos. Este índice también se conoce con el nombre de “anchura de la distribución de los eritrocitos”. El CV-VGM es aproximadamente, de 12 a 13% en condiciones normales. (Ruiz, 2003, 49)

## **SERIE BLANCA.**

Los leucocitos incoloros y menos abundantes en la sangre se ignoraron hasta la aparición de lentes con mejor resolución. Estudios hechos por los primeros hematólogos han ayudado a establecer la función de los leucocitos sanguíneos como un sistema de defensa del cuerpo contra invasores nocivos y provocaciones nocivas no infecciosas (necrosis tisular). El aparato circulatorio es solo un lugar temporal de los leucocitos. La función principal de la vasculatura es el transporte de leucocitos a todos los tejidos. En respuesta a estímulos quimiotácticos, los leucocitos sanguíneos salen de forma aleatoria a todos los tejidos para completar su acción. (Mckenzie, 1991, Pág. 51)

Los datos que la CH proporciona son: número de glóbulos blancos, recuento diferencial y alteraciones de los mismos. (Ruiz, 2003, 54)

**Número de glóbulos blancos (GB).** Se mide en miles de millones por litro ( $\times 10^9/L$ ). Los citómetros de flujo permiten determinar con gran exactitud este parámetro. El número de leucocitos depende de muchos factores, como edad, peso, hábito tabáquico, consumo de hormonas anticonceptivas, etcétera. Para adultos, los valores de referencia oscilan entre 4 y  $12 \times 10^9/L$  (4,000 a 12,000/ $\mu L$ ). Cuando el número de glóbulos blancos se encuentra por arriba de  $12 \times 10^9/L$  se le conoce con el término de leucocitosis y cuando se encuentra por debajo de  $4 \times 10^9/L$  como leucopenia. (Ruiz, 2003, 34)

Al realizar el recuento diferencial se identifican las características y grado de desarrollo de las células; estos se reportan en porcentajes para lo cual tiene que contarse un mínimo de 100 leucocitos estos pueden convertirse en número de células por  $mm^3$  (número absoluto). (MINSAL, 55)

La terminología actual de los leucocitos sanguíneos es semejante a la clasificación de Ehrlich: neutrófilos, basófilos, eosinófilos, monocitos y linfocitos.

Muchas de las observaciones de Ehrlich y de los experimentos de Metchnikov sirvieron de base para identificar los leucocitos como defensores contra la infección. Ehrlich reconoció que las variaciones en las cifras de los leucocitos eran específicas de determinados trastornos patológicos como eosinofilia en asma, infección parasitaria y dermatitis así como neutrofilia en infecciones bacterianas. (Mckenzie, 1991, 52)

Ahora se sabe que esta función defensiva incluye dos sucesos separados, pero interrelacionados: la fagocitosis y el subsiguiente desarrollo de la respuesta inmunitaria. Granulocitos y monocitos se ocupan de la fagocitosis mientras que monocitos y linfocitos interactúan para producir una respuesta inmunitaria eficaz. (Mckenzie, 1991, 52)

El incremento o decremento en el número total de leucocitos pueden causarse por alteraciones en la concentración de todas las líneas celulares o, en forma más común, por modificación de un tipo específico de leucocitos. Por esta razón, una cuenta anormal deberá acompañarse por medición diferencial. Un diferencial enumera cada tipo de leucocito en forma relativa. Se cuentan cien leucocitos y los resultados se anotan en porcentajes de cada tipo contado. (Mckenzie, 1991, 52)

Para interpretación precisa de la existencia de aumento o disminución de algunas de las líneas celulares es necesario calcular la concentración absoluta utilizando la cuenta leucocitaria total y la diferencial de la siguiente manera:

**Cuenta diferencial relativa (%) x cuenta leucocitaria total (leucocitos / lt) = cuenta absoluta (células/lt.).**

El neutrófilo es el leucocito más numeroso en la sangre periférica del adulto, 54 a 62% ( $2 - 7 \times 10^9$  /lt.). Al nacer la concentración de neutrófilos es casi de 60%; este valor baja a 30% entre los cuatro y seis meses. Después de los cuatro años, la concentración de neutrófilos aumenta en forma gradual hasta alcanzar los valores del adulto a los seis años. La mayor parte de los neutrófilos es una forma segmentada madura; empero, en muestras normales pueden observarse algunas bandas. (Mckenzie, 1991, Pág. 53)

Los valores de eosinófilos se mantienen para siempre en 1 a 3% (0 a  $0.45 \times 10^9$  /lt.). Es posible que la eosinofilia no pueda verse en un diferencial de 100 células; no obstante, un conteo cuidadoso de un frotis entero deberá revelar una eosinofilia ocasional. (Mckenzie, 1991, 53)

Los basófilos son las células menos abundantes en la sangre periférica, 0 a 1% (0 a  $0.2 \times 10^9$  /lt.), por lo que no es inusitado que las personas experimentadas reporten 0% de basófilos en diferenciales de 100 células, aunque el hallazgo de una basofilia absoluta es muy importante ya que con frecuencia indica neoplasias malignas hematológicas. (Mckenzie, 1991, 53)

Los monocitos por lo general oscilan de 4 a 10% ( $0.2$  a  $0.8 \times 10^9$  /lt.) de leucocitos. En ocasiones, los linfocitos reactivos pueden semejar monocitos. La diferenciación entre las dos células es difícil aun para una persona experimentada. (Mckenzie, 1991, 53)

La concentración de linfocitos varía con la edad del individuo. Alrededor de 30% de los leucocitos son linfocitos al nacer. Estos aumentan a 60% alrededor de 3 a 4 meses y permanecen en ese valor hasta los cuatro años. Ocurre luego una declinación gradual hasta alcanzar valores de 30% hasta los 8 años. En los adultos la concentración varia de 20 a 40% ( $1.5$  a  $4.0 \times 10^9$  /lt.), después de los 65 años los linfocitos disminuyen en ambos sexos. (Mckenzie, 1991, 53)

## **LA SERIE GRANULOCITICA**

Los granulocitos, fagocíticos y móviles, constituyen la principal defensa del cuerpo contra infecciones bacterianas. (Leavell, 1987, Pág. 7)

En condiciones normales los granulocitos más viejos, las células en banda y las segmentadas, provienen de los mielocitos de la médula ósea. (Leavell, 1987, 7)

### **Neutrófilos.**

El neutrófilo experimenta 6 modificaciones morfológicas identificables en el proceso de maduración desde célula madre unipotencial a neutrófilo segmentado funcional: (1)mieloblasto, (2)promielocito (progranulocito), (3)mielocito, (4) metamielocito, (5)granulocito en banda, (6)granulocito segmentado o neutrófilo polimorfonuclear (PMN). (Mckenzie, 1991, 53)

Los neutrófilos constituyen la mayor parte de leucocitos circulante. Su número absoluto varía entre  $2.0$  y  $7.0 \times 10^9$  /lt. Son comunes las variaciones diurnas, con valores más altos en la tarde y menores en la mañana. Esta variación dentro de los límites normales se relaciona con el grado de actividad del individuo. La alteración en la concentración de neutrófilos en la sangre periférica es con frecuencia el primer signo de patología subyacente. No es inusitado que los médicos ordenen una cuenta leucocitaria a todos los pacientes que ingresan en un hospital. Una cuenta leucocitaria aun normal, no descarta la posibilidad de una enfermedad; pero la leucocitosis (incremento de

leucocitos) o la leucopenia (decremento de leucocitos) son indicios importantes de procesos patológicos y merecen investigación ulterior. Esta investigación deberá incluir una cuenta diferencial para identificar la concentración de los diferentes tipos de leucocitos. El término granulocitopenia define una reducción en todos los tipos de granulocitos; es decir, eosinófilos, basófilos y neutrófilos. El término neutropenia es más específico y denota una reducción solo de neutrófilos. La neutropenia es real si la cuenta absoluta de dichas células es menor de  $2.0 \times 10^9$  /lt. El estado se llama agranulocitosis el paciente tiene un riesgo elevado de contraer una infección sino se le aísla de su medio ambiente normal. Granulocitosis es un término usado para denotar aumento en todos los granulocitos. Neutrofilia es un término más específico, puesto que indica un incremento exclusivo de neutrófilos. La neutrofilia es real cuando el número de neutrófilos excede de  $7 \times 10^9$ /lt. (Mckenzie, 1991,56)

Con mucha frecuencia este estado es el resultado de una respuesta orgánica, reactiva a infección bacteriana, intoxicación metabólica o por ingestión de medicamentos, o necrosis tisular. (Mckenzie, 1991,56)

Como ya se mencionó, los neutrófilos deben salir de la sangre para defender a los tejidos contra microorganismos antigénicos. (Mckenzie, 1991, 58)

Además de sus funciones principales de fagocitosis y destrucción de microorganismos, los neutrófilos interactúan en otros procesos fisiológicos. Estimulan la coagulación al secretar una sustancia que activa a la precalicreina para su conversión a calicreina; esta activa a su vez el primer factor de contacto de la coagulación y convierte también

el cininógeno en cinina, además los neutrófilos contienen pirógeno, sustancia que actúa sobre el hipotálamo para producir fiebre. (Mckenzie, 1991, 59)

### **Eosinófilo.**

Están en la sangre periférica en concentración menor de  $0.45 \times 10^9/\text{lt}$ . La célula muestra variación diurna con valores máximos en la mañana y menores en la tarde. Durante los 3 primeros meses de existencia la cuenta de eosinófilos puede ser tres veces mayor que en el adulto. (Mckenzie, 1991, 61)

La mayor parte de la población corporal de eosinófilos se encuentra bajo la capa epitelial en los tejidos expuestos al ambiente externo como conductos nasales, piel y vías urinarias. Éstas células pasan muy poco tiempo en la sangre periférica (1 a 8 horas) antes de emigrar a los tejidos; empero, los eosinófilos tisulares pueden entrar de nuevo a la circulación y la médula ósea.

La función de los eosinófilos en la fagocitosis y destrucción de bacterias, se efectúa de la misma manera que la descrita en los neutrófilos; pero el eosinófilo es ineficaz para destruir y fagocitar en comparación con los neutrófilos. (Mckenzie, 1991, 62)

### **Basófilos.**

Se originan en la médula ósea y su proceso de maduración es análogo al de los neutrófilos; son los granulocitos más pequeños. (Mckenzie, 1991, Pág. 62)

Los basófilos constituyen menos de 0 a 1% ( $0.2 \times 10^9/\text{lt.}$ ) del total de leucocitos. Aunque son escasos y su identificación es difícil en un frotis sanguíneo. Si bien es cierto muchos de sus gránulos están desteñidos, unos cuantos que no lo están son indicadores específicos de esta célula. (Mckenzie, 1991, 63)

## **LA SERIE MONOCITICA**

Los monocitos son células fagocíticas, probablemente relacionadas con los macrófagos de los tejidos. Funcionan en la defensa corporal contra las infecciones sobre todo en la formación de granulomas y células gigantes y en la destrucción de tejidos lesionados. También intervienen en reacciones inmunes, probablemente transformando el antígeno antes que provoque una respuesta por los linfocitos. (Leavell, 1987, 12)

El fondo común vascular de monocitos se compone de un fondo común marginal y uno circulante. El marginal es tres veces mayor que el circulante. El número de monocitos en la sangre periférica circulante es de  $0.2$  a  $0.8 \times 10^9/\text{lt.}$  En el adulto normal (4 a 10 % total de leucocitos). Los niños tienen una concentración algo mayor con una media de  $0.4 \times 10^9/\text{lt.}$  En las dos primeras semanas de vida prevalece una monocitosis absoluta, con valores entre  $0.4$  y  $1.8 \times 10^9/\text{lt.}$  (Mckenzie, 1991, 65)

En 1924 Maximow aseguraba que “de todas las células que hay en la sangre circulante, aquellas para las cuales es más difícil descubrir su relación y su origen son los monocitos”. En momentos diversos se ha considerado que los monocitos nacían del



linfocito, células endoteliales, histiocitos, mieloblastos y monoblastos. La existencia de una relación entre monocitos histiocitos y linfocitos lo demuestra el estudio de reacciones que se produce en una inflamación. (Leavell, 1987, 12)

Monocitos (y macrófagos) destruyen e ingieren microorganismos. Su importancia es grande en la inhibición del desarrollo de microorganismos intracelulares. (Mckenzie, 1991, 65)

Los monocitos sanguíneos ingieren factores de la coagulación activados limitando así el proceso de coagulación. Ingieren también proteínas desnaturalizadas y complejos antígeno – anticuerpo. (Mckenzie, 1991, 65)

La eritrofagocitosis se identifica con facilidad al contener todavía hemoglobina los eritrocitos ingeridos.

El sistema monocito-macrófago desempeña un papel principal en la iniciación de la respuesta inmunológica. (Mckenzie, 1991, 66)

## **LA SERIE LINFOCÍTICA**

A la serie linfocítica de células, que probablemente incluya células con potenciales muy diversos, le corresponde la resistencia a la infección, producción de anticuerpos y rechazo de tejidos: estas células tienen poca movilidad.

Por años después de su descubrimiento el linfocito fue identificado como un componente esencial de la sangre y la linfa. La función primaria del linfocito es

reaccionar con antígenos y trabajar con monocitos para mediar la respuesta inmunitaria.

(Mckenzie, 1991, 66)

Los linfocitos nacen en los ganglios linfáticos, el pulpa prearterial del bazo, en nódulos de las amígdalas, en las mucosas del tubo digestivo, y los tractos genito-urinario y respiratorio, y posiblemente, en los nódulos linfáticos de la médula ósea. Se ha considerado al linfocito como origen de las células plasmáticas y también de los fagocitos tisulares migratorios, algunos investigadores han llegado a la conclusión de que los linfocitos pueden comportarse como “células madre”. (Leavell. 1987, 11)

Los linfocitos se encuentran en la sangre del adulto en una concentración de 0.5 a 4.0  $\times 10^9$ /lt. (20 a 40% de leucocitos sanguíneos) la cuenta linfocitaria normal en los primeros años de vida varía de uno 1.5 a 11.0  $\times 10^9$ /lt. Según la edad del niño al nacer la cuenta linfocitaria media es de 5.5  $\times 10^9$ /lt. Este valor se eleva a una media de 7  $\times 10^9$ /lt. (60%) en los siguientes 6 meses. A los 4 años de edad se observa un decremento gradual de linfocitos hasta que alcanza los valores normales del adulto a los 8 años. (Mckenzie, 1991, 82 - 83)

Aunque los linfocitos ocupan el segundo lugar en cuanto a número de leucocitos intravasculares en el adulto los de sangre periférica comprenden solo el 5% de la concentración corporal total. Noventa y cinco por ciento de linfocitos se localiza en el tejido extravascular de los ganglios linfáticos y bazo. (Mckenzie, 1991, 83)

## **OTRAS CÉLULAS EN SANGRE PERIFÉRICA.**

**Plasmocitos.** De manera excepcional, éstos se encuentran en algunas virosis, como mononucleosis infecciosa, rubéola, varicela, sarampión y meningitis linfocítica benigna. Aparecen también plasmocitos en sangre periférica en mieloma múltiple y en leucemias de células plasmáticas. (Ruiz, 2003, 58)

**Blastos.** La presencia de blastos, ya sea de serie mieloide o linfoide, es muy sugestiva de leucemia aguda. Los cuadros leucoblásticos/leucoeritroblásticos pueden acompañarse de este tipo de células en sangre periférica. (Ruiz, 2003, 58 - 59)

## **LA SERIE TROMBOCÍTICA**

Los trombocitos o plaquetas de la sangre constituyen una parte esencial del mecanismo hemostático del cuerpo; tienen importancia en la trombosis y en la coagulación de la sangre. (Leavell, 1987, 13)

Los megacariocitos se consideran nacidos de células mesenquimatosas primitivas, siguiendo la vía del hemocitoblasto precursor del megacarioblasto. (Leavell, 1987, 13)

Suele aceptarse la hipótesis de Wright sobre el origen de las plaquetas sanguíneas consideradas como porciones fragmentadas del citoplasma de los megacariocitos de la médula ósea. (Leavell, 1987, 13)

En la CH, son tres los datos que se informan para la serie trombocítica: número de plaquetas, histogramas de distribución de los volúmenes plaquetarios y morfología plaquetaria. (Guillermo Ruiz, 2003, 59)

Trombocitopenia, es el término que se refiere a la disminución de las plaquetas por debajo de la cifra normal en la sangre periférica (150,000 a 400.000/mm<sup>3</sup>) y es la causa más frecuente de sangrado anormal. Por lo general aparece a consecuencia de alguno de los tres mecanismos siguientes:

1. Producción insuficiente.
2. Aumento en la destrucción.
3. Distribución y almacenamiento inadecuados.

## **1. PRODUCCIÓN INSUFICIENTE:**

Ésta suele tener dos causas principales, las hereditarias y las adquiridas.

### **1. A. Hereditarias**

Existen formas hereditarias o congénitas bien caracterizadas, como la anemia de Fanconi, en donde existe anemia aplásica hereditaria autosómica recesiva y la trombocitopenia producida por disminución de los megacariocitos puede pasar inadvertida en los primeros años de la vida, así como algunas malformaciones orgánicas (cardíacas o genitourinarias) o esqueléticas. (G. J. Ruiz, 2003, 377)

## **1. B. Adquiridas**

La trombocitopenia por la aplasia megacariocítica parece ser autoinmune, con supresión de los megacariocitos en la MO por linfocitos y/o de la trombocitopoyetina, la supresión megacariocítica por antineoplásicos y radiación causa trombocitopenia de intensidad variable y carácter transitorio, principalmente debido a una acción mielotóxica. Otra causa común de este tipo de trombocitopenia son las infecciones virales, probablemente debido a una producción plaquetaria disminuida o por una destrucción inmunológica. (Ruiz, 2003, 379)

**Número de plaquetas (PLT).** Las cifras de referencia de la cuenta plaquetaria se hallan entre  $150 \times 500 \times 10^9/L$  (150,000 a 550,000  $\mu L$ ). Cuando la cuenta plaquetaria se encuentra por encima de  $500 \times 10^9/L$ , se habla de trombocitosis, cuyas causas son también múltiples: padecimientos malignos, síndromes mieloproliferativos (policitemia vera, leucemia mieloide crónica, trombocitosis primaria), estado post esplenectomía, padecimientos autoinmunes (artritis reumatoide), anemia por deficiencia de hierro, infecciones agudas, pancreatitis crónica, cirrosis hepática, etcétera. (Ruiz, 2003, 59)

**Volumen plaquetario medio.** Los valores normales del volumen plaquetario medio (VPM) se hallan entre 8 y 12 fL; el VPM es inversamente proporcional a la cuenta de plaquetas (PLT). (Ruiz, 2003, 59)

**Morfología de las plaquetas.** Además del recuento de plaquetas y de la obtención del histograma de distribución de los volúmenes de las mismas, es necesario hacer la observación microscópica de éstas en extendidos de sangre periférica. Los citómetros de flujo pueden dar datos equivocados cuando se forman grumos de plaquetas como por ejemplo; dado que el volumen de un grumo de plaquetas es alto, el citómetro la registra como una célula de mayor tamaño y que puede originar una PLT falsamente disminuida. La observación del frotis permite establecer la presencia de grumos plaquetarios. (Ruiz, 2003, 59 - 60)

### **Intervalos de referencia.**

Para poder interpretar con fines diagnósticos un valor medido de una magnitud biológica de un paciente es imprescindible conocer uno o más valores de esa magnitud medidos en individuos similares y compararlos. Debido a esta necesidad surge el concepto de valor de referencia biológico. Un valor de referencia biológico es un valor medido de una magnitud particular obtenido con fines comparativos en un individuo — llamado individuo de referencia— que cumple unos requisitos preestablecidos (buen estado de salud general). Estos requisitos pueden ser muy diversos, dependiendo de la finalidad de los valores de referencia biológicos; así, se pueden establecer valores de referencia biológicos de individuos sanos o afectados de una enfermedad concreta, lo imprescindible es que la descripción de dichos individuos no sea ambigua. No obstante, los más usados son los correspondientes a individuos presuntamente sanos; tanto es así que habitualmente, si no se indica lo contrario, al hablar de valores de referencia

biológicos se supone que se trata de una población de individuos sanos, que si realmente es así se denominan valores de referencia fisiológicos. Los valores de referencia biológicos dependen, obviamente, de la población de referencia. Este aspecto debe tenerse siempre en cuenta, ya que es posible que, por ejemplo, los valores de referencia biológicos de cierta magnitud biológica observados en individuos sanos de los países escandinavos, sean diferentes de los observados en individuos sanos de los países mediterráneos. Por otro lado, los valores de referencia biológicos de una magnitud biológica dependen del procedimiento empleado para la medida de la misma: no todos los procedimientos de medida de que se dispone para medir una magnitud están sometidos a la misma variabilidad metrológica, por lo que la mayoría de procedimientos de medida conducen a resultados diferentes entre sí. Por las dos razones dadas en el párrafo anterior, se puede afirmar que, en general, los intervalos de referencia biológicos que aparecen en los libros u otras publicaciones, incluso en los más prestigiosos, no deben utilizarse con fines diagnósticos. Sólo pueden utilizarse con cierta fiabilidad aquellas publicaciones en las que conste, sin ninguna ambigüedad, la descripción de la población de referencia y el procedimiento de medida utilizado, siempre y cuando, tanto la población como el procedimiento de medida coincidan con los que afectan al paciente en estudio.

## **7. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **Unidades de observación.**

169 donantes de sangre de Cruz Roja Salvadoreña.

### **Tipo de estudio.**

El tipo de estudio de esta investigación fue:

Documental, sincrónico, analítico y retrospectivo.

### **Población y muestra.**

La población del estudio que se tomó en cuenta fueron los resultados estadísticos obtenidos a través de un hemograma realizado en días específicos a los donantes aceptados de Cruz Roja Salvadoreña.

### **Fuente de obtención de datos.**

Los datos utilizados en esta investigación provinieron de los archivos estadísticos de Cruz Roja Salvadoreña.



### **Observaciones sobre el proceso**

La información que se obtuvo fue útil para cumplir con los objetivos propuestos de la investigación, que se espera sirvan para aumentar el conocimiento acerca de los intervalos de referencia de los valores hematológicos de los donantes atendidos en Cruz Roja Salvadoreña, y sirvan como base para futuros estudios relacionados con el tema. Así como también promuevan la investigación más profunda del tema para la estandarización de rangos de referencia basados en población salvadoreña, los cuales permitirían diagnósticos más certeros.

### **Plan de recolección y tabulación de datos**

La recolección se llevó a cabo partiendo de resultados obtenidos a través de un hemograma realizado a los donantes aceptados en Cruz Roja Salvadoreña, haciendo uso de programas computarizados: como Excel 2010 se tabuló la información obtenida, con la cual se utilizaron los siguientes parámetros: recuento de glóbulos rojos, hematócrito, hemoglobina, glóbulos blancos y plaquetas.

## 8. RESULTADOS

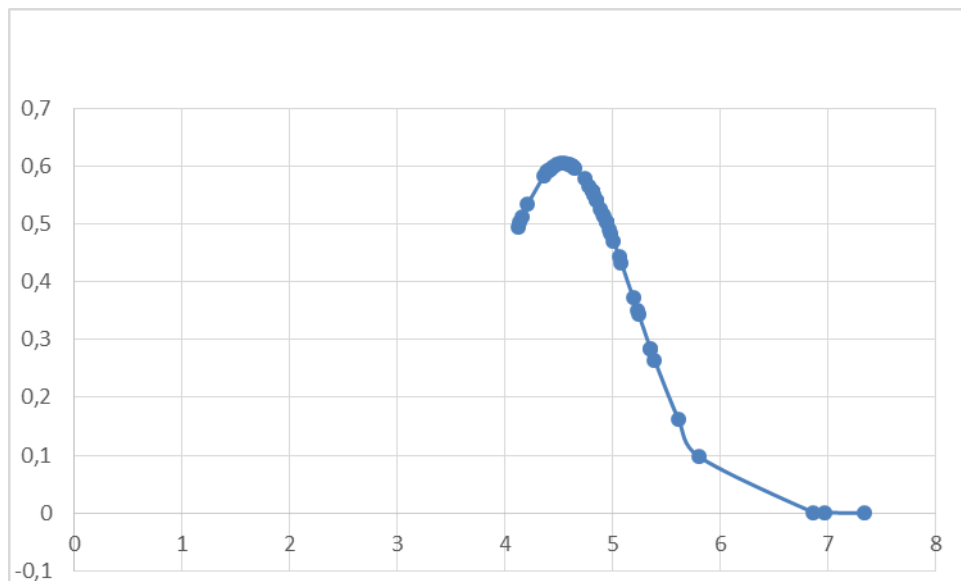
CUADRO #1

RECUENTO DE GLÓBULOS ROJOS POR  $\text{mm}^3$ ; VALOR PROMEDIO; DESVIACIÓN ESTANDAR E INTERVALO DE REFERENCIA EN MUJERES DONANTES DE SANGRE DE CRUZ ROJA SALVADOREÑA

Promedio (millones x $\text{mm}^3$ )	Desviación estándar (millones x $\text{mm}^3$ )	INTERVALO DE REFERENCIA PROMEDIO $\pm 2$ DE (millones x $\text{mm}^3$ )	INTERVALO DE REFERENCIA EMPÍRICO $\pm 2$ DE (millones x $\text{mm}^3$ )
4.5	0.66	3.18 – 5.82	3.60 - 4.40

GRÁFICO #1

DISTRIBUCIÓN DEL RECUENTO DE GLÓBULOS ROJOS EN MUJERES POR  $\text{mm}^3$



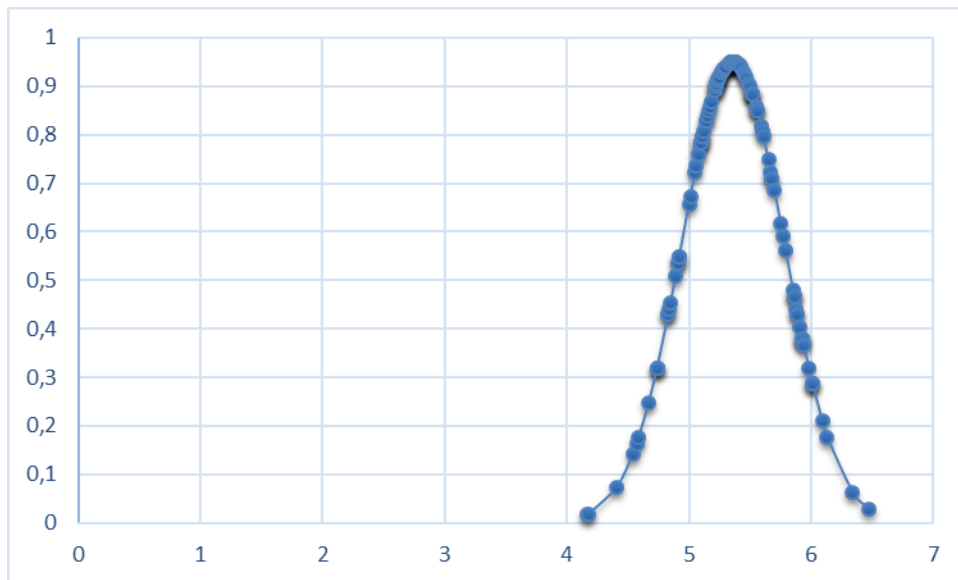
CUADRO #2

RECUENTO DE GLÓBULOS ROJOS POR  $\text{mm}^3$ ; VALOR PROMEDIO; DESVIACIÓN ESTANDAR E INTERVALO DE REFERENCIA EN HOMBRES DONANTES DE SANGRE DE CRUZ ROJA SALVADOREÑA

Promedio (millones $\times \text{mm}^3$ )	Desviación estándar (millones $\times \text{mm}^3$ )	INTERVALO DE REFERENCIA PROMEDIO $\pm 2$ DE (millones $\times \text{mm}^3$ )	INTERVALO DE REFERENCIA EMPÍRICO $\pm 2$ DE (millones $\times \text{mm}^3$ )
5.36	0.42	4.52 – 6.20	4.60 – 5.80

GRÁFICO #2

DISTRIBUCIÓN DEL RECUENTO DE GLÓBULOS ROJOS EN HOMBRES POR  $\text{mm}^3$



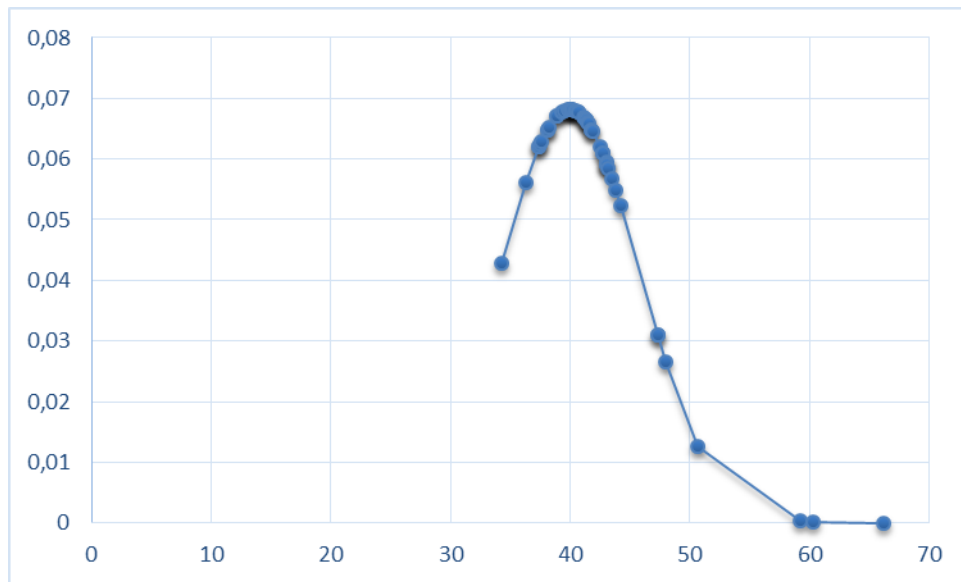
CUADRO #3

PORCENTAJE DE HEMATÓCRITO; VALOR PROMEDIO; DESVIACIÓN ESTANDAR E INTERVALO DE REFERENCIA EN MUJERES DONANTES DE SANGRE DE CRUZ ROJA SALVADOREÑA

Promedio (%)	Desviación estándar (%)	INTERVALO DE REFERENCIA PROMEDIO $\pm$ 2 DE (%)	INTERVALO DE REFERENCIA EMPÍRICO $\pm$ 2 DE (%)
40.0	5.9	28.2 – 51.8	36.0 – 42.0

GRÁFICO #3

DISTRIBUCIÓN DEL PORCENTAJE DE HEMATÓCRITO EN MUJERES.



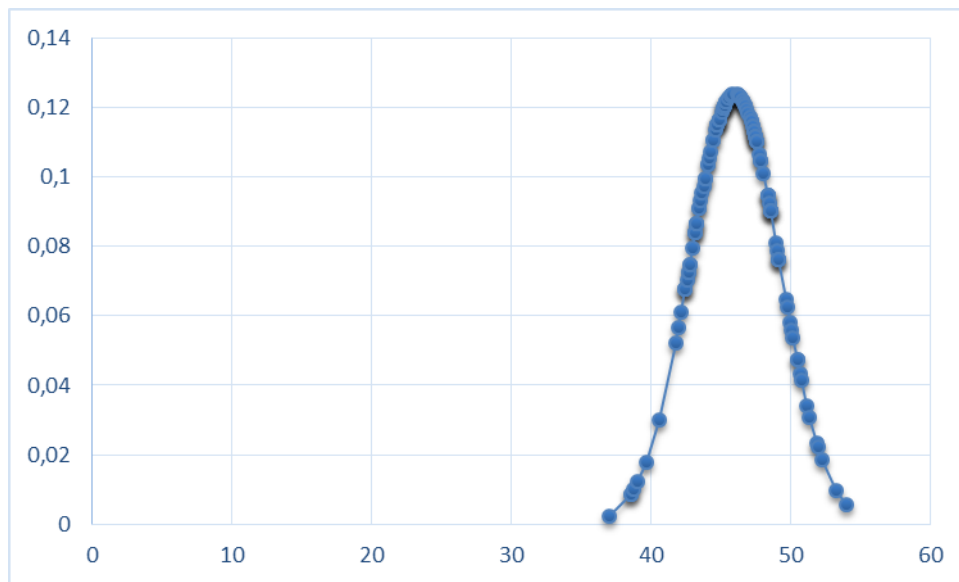
CUADRO #4

PORCENTAJE DE HEMATÓCRITO; VALOR PROMEDIO; DESVIACIÓN ESTANDAR E INTERVALO DE REFERENCIA EN HOMBRES DONANTES DE SANGRE DE CRUZ ROJA SALVADOREÑA

Promedio (%)	Desviación estándar (%)	INTERVALO DE REFERENCIA PROMEDIO $\pm$ 2 DE (%)	INTERVALO DE REFERENCIA EMPÍRICO $\pm$ 2 DE (%)
46.0	3.2	39.6 – 52.4	42.0 – 48.0

GRÁFICO #4

DISTRIBUCIÓN DEL PORCENTAJE DE HEMATÓCRITO EN HOMBRES.



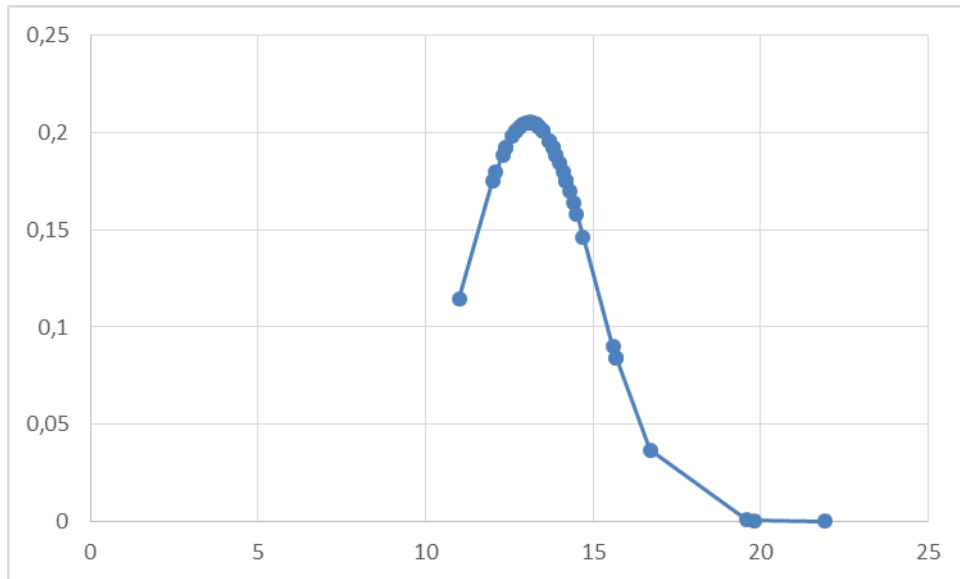
CUADRO #5

CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA g/dL; VALOR PROMEDIO; DESVIACIÓN ESTANDAR E INTERVALO DE REFERENCIA EN MUJERES DONANTES DE SANGRE DE CRUZ ROJA SALVADOREÑA

Promedio (g/dL)	Desviación estándar (g/dL)	INTERVALO DE REFERENCIA PROMEDIO $\pm$ 2 DE (g/dL)	INTERVALO DE REFERENCIA EMPÍRICO $\pm$ 2DE(g/dL)
13.1	1.9	9.3 - 16.9	11.1 – 15.1

GRÁFICO #5

DISTRIBUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA EN MUJERES g/dL.



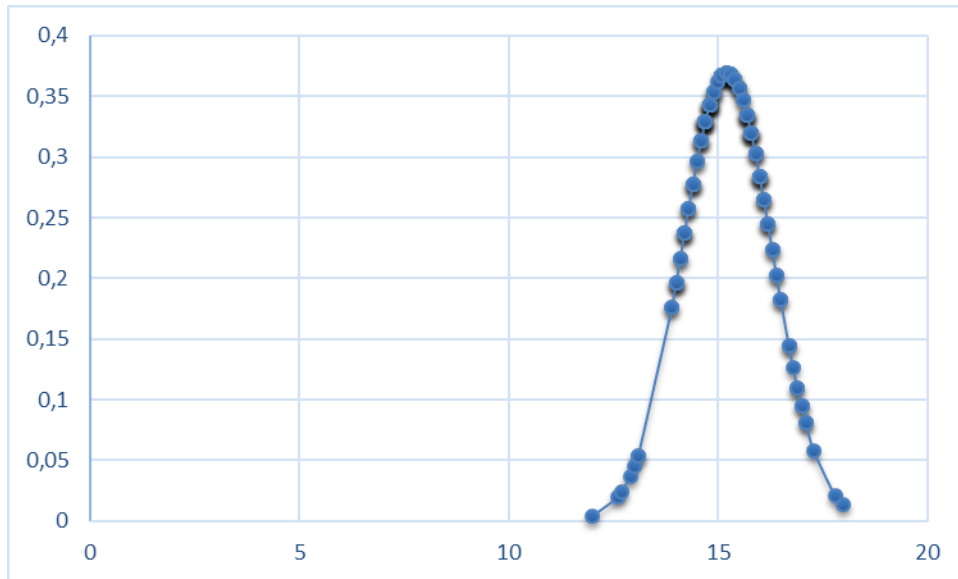
CUADRO #6

CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA g/dL; VALOR PROMEDIO; DESVIACIÓN ESTANDAR E INTERVALO DE REFERENCIA EN HOMBRES DONANTES DE SANGRE DE CRUZ ROJA SALVADOREÑA

Promedio (g/dL)	Desviación estándar (g/dL)	INTERVALO DE REFERENCIA PROMEDIO $\pm$ 2 DE (g/dL)	INTERVALO DE REFERENCIA EMPÍRICO $\pm$ 2 DE (g/dL)
15.2	1.08	13.1 – 17.4	12.0 – 17.5

GRÁFICO #6

DISTRIBUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA EN HOMBRES g/dL.



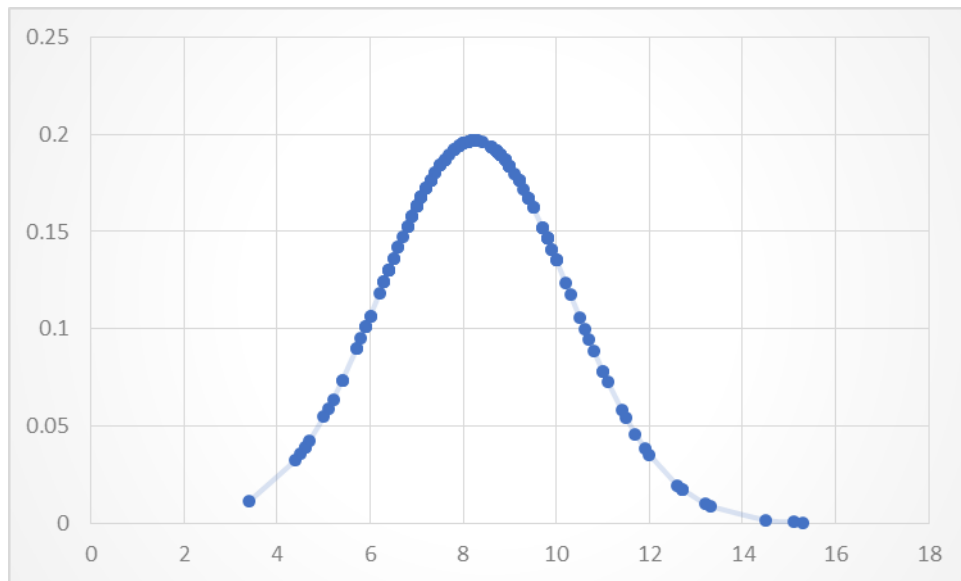
CUADRO #7

RECuento de glóbulos blancos  $\times \text{mm}^3$ ; valor promedio; desviación estándar e intervalo de referencia en donantes de sangre de Cruz Roja Salvadoreña.

Promedio ( $\times \text{mm}^3$ )	Desviación estándar ( $\times \text{mm}^3$ )	INTERVALO DE REFERENCIA PROMEDIO $\pm 2$ DE ( $\times \text{mm}^3$ )	INTERVALO DE REFERENCIA EMPÍRICO $\pm 2$ DE ( $\times \text{mm}^3$ )
8.24	2.03	4.18 – 12.3	4.0 – 10.5

GRAFICO #4

DISTRIBUCIÓN DE LA CANTIDAD DE GLÓBULOS BLANCOS  $\times \text{mm}^3$ .





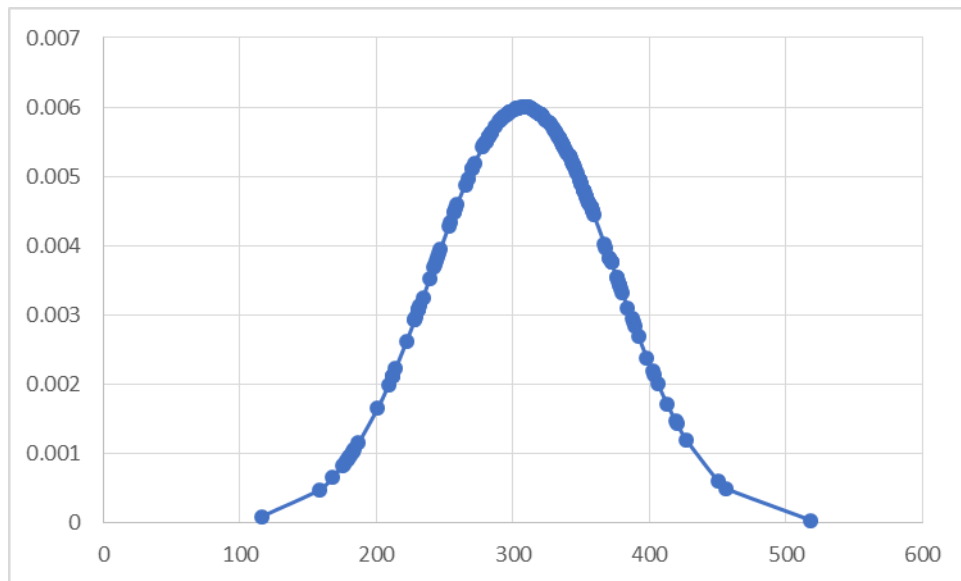
CUADRO #9

RECUENTO DE PLAQUETAS  $\times \text{mm}^3$ ; VALOR PROMEDIO; DESVIACIÓN ESTANDAR E INTERVALO DE REFERENCIA EN DONANTES DE SANGRE DE CRUZ ROJA SALVADOREÑA.

Promedio ( $\times \text{mm}^3$ )	Desviación estándar ( $\times \text{mm}^3$ )	INTERVALO DE REFERENCIA PROMEDIO $\pm 2$ DE ( $\times \text{mm}^3$ )	INTERVALO DE REFERENCIA EMPÍRICO $\pm 2$ DE ( $\times \text{mm}^3$ )
307.69	66.48	174.73 – 440.65	150.0 – 550.0

GRAFICO #5

DISTRIBUCIÓN DEL RECUENTO DE PLAQUETAS  $\times \text{mm}^3$ .



COMPARACIÓN DE INTERVALOS DE REFERENCIA OBTENIDOS CON INTERVALOS DE REFERENCIA EMPÍRICOS.

PARÁMETRO		INTERVALO DE REFERENCIA OBTENIDO	INTERVALO DE REFERENCIA EMPÍRICO
Glóbulos rojos	Mujeres	3.18 – 5.82 millones x mm <sup>3</sup>	3.6 – 4.4 millones x mm <sup>3</sup>
	Hombres	4.5 – 6.2 millones x mm <sup>3</sup>	4.6 – 5.8 millones x mm <sup>3</sup>
Hematócrito	Mujeres	28.2 – 51.8 %	36 – 42 %
	Hombres	39.6 – 52.4 %	42 – 48 %
Hemoglobina	Mujeres	9.3 – 16.9 g/dl	11.1 – 15.1 g/dL
	Hombres	13.0 – 17.4 g/dL	12 – 17.5 g/dL
Glóbulos blancos		4,180 – 12,300 x mm <sup>3</sup>	4,000 – 10,500 x mm <sup>3</sup>
Plaquetas		174,730 – 440,650 x mm <sup>3</sup>	150,000 – 550,000 x mm <sup>3</sup>

## 9. DISCUSIÓN

El hemograma, biimetría hemática o recuento de células sanguíneas, es el examen más solicitado y también es la prueba de laboratorio que más ayuda al médico en la evaluación y diagnóstico de un paciente.

Con el pasar de los años la utilización de equipos automatizados, los cuales han sido objeto de múltiples modificaciones en cuanto a los elementos que lo componen, la forma de obtenerlos, los grados de precisión y de exactitud y la manera de interpretarlo; han permitido proporcionar datos muy certeros en muy corto tiempo. Tal es el caso de equipo COULTER® Ac.T Analizador diff™ que es un equipo sofisticado para hacer evaluaciones hematológicas el cual ha sido utilizado por instituciones de salud y en este caso Cruz Roja Salvadoreña que fue la que proporcionó los datos de hemograma para establecer los intervalos de referencia.

Para validar los resultados en dicha institución se realiza mantenimiento diario, con los respectivos controles de calidad que están a cargo del licenciado en laboratorio clínico y los mantenimientos preventivos a cargo de la empresa que suministra los reactivos. Lo que garantiza la verificación de su buen funcionamiento y la obtención de resultados confiables.

En la investigación el objetivo fue conocer cuáles son los intervalos de referencia de valores hematológicos en población salvadoreña; en la cual se obtuvieron valores que quedan incluidos entre los límites inferior y superior de dicho rango, y fueron obtenidos a partir de población aparentemente sana.

Los factores como edad, sexo, altura al nivel del mar influyen en los resultados obtenidos. Y es la razón por la cual se buscó establecer intervalos de referencia de población salvadoreña ya que no hay datos realizados con ésta población que permitan comparar realmente los resultados obtenidos en un laboratorio con los obtenidos en una población aparentemente sana. Lo cual ayuda al médico a dar un diagnóstico más acertado.

En esta investigación se analizaron 169 hemogramas de personas que fueron donantes aceptados en Cruz Roja Salvadoreña, los datos fueron obtenidos de los archivos estadísticos de dicha institución.

La determinación del intervalo de referencia para glóbulos rojos en mujeres fue 3.18 – 5.82 millones  $\times$   $\text{mm}^3$  al analizar el cuadro 1 se puede comparar la diferencia que hay con el valor empírico que es de 3.6 – 4.4 millones  $\times$   $\text{mm}^3$ , con lo cual se acepta la hipótesis de trabajo y se rechaza la hipótesis nula.

En cuanto a la determinación del intervalo de referencia de glóbulos rojos en hombres fue 4.5 – 6.2 millones  $\times$   $\text{mm}^3$ , y el valor empírico 4.600 – 5.800 millones  $\times$   $\text{mm}^3$ , según los datos obtenidos en el cuadro #2.

Al analizar los resultados obtenidos con el estadístico de prueba se acepta la hipótesis de trabajo y se rechaza la hipótesis nula.

Según el cuadro #3, la determinación del intervalo de referencia de hematócrito en mujeres fue 28.2 – 51.8 % y el valor empírico es 36 – 42 % al analizar los datos obtenidos a través del estadístico de prueba, se acepta la hipótesis de trabajo y se rechaza la hipótesis nula.

El dato encontrado con respecto al intervalo de referencia de hematócrito en hombres, según el cuadro #4 es: 39.6 – 52.4 % y el dato empírico es 42 – 48 %, los resultados obtenidos al utilizar el estadístico de prueba permiten aceptar la hipótesis de trabajo y rechazar la hipótesis nula.

En el cuadro #5 el intervalo de referencia de hemoglobina encontrado en mujeres fue de 9.3 – 16.9 g/dL, y el valor empírico es de 11.1 – 15.1 g/dL, al analizar los resultados obtenidos en el estadístico de prueba, se acepta la hipótesis de trabajo y se rechaza la hipótesis nula.

Con respecto a la hemoglobina en hombres, según el cuadro #6 el intervalo de referencia fue 13.0 – 17.4 g/dL, el valor empírico establecido 12 – 17.5 g/dL al analizar los resultados obtenidos con el estadístico de prueba, se acepta la hipótesis de trabajo y se rechaza la hipótesis nula.

En cuanto a la variable glóbulos blancos según el cuadro #7 el intervalo encontrado fue de 4,180 – 12,300 x  $\mu\text{L}$ , y el valor empírico establecido es de 4,000 – 10,500 x  $\mu\text{L}$ ; ya que ésta variable no se ve afectada por el sexo se trabajó hombres y mujeres por igual; y al utilizar el estadístico de prueba, se acepta la hipótesis de trabajo y se rechaza la hipótesis nula.

El intervalo de plaquetas obtenido según el cuadro #8 fue de: 174,730 – 440,650 x  $\text{mm}^3$ , comparado con el valor empírico establecido que es de 150,000 – 550,000 x  $\text{mm}^3$  independientemente sean hombres o mujeres ya que ésta variable tampoco se ve afectada por el sexo; y al utilizar el estadístico de prueba se analizan los resultados y se acepta la hipótesis de trabajo y se rechaza la hipótesis nula.

## 10. CONCLUSIONES

1. El intervalo de referencia de glóbulos rojos encontrado en mujeres fue de 3.18 – 5.82 millones/ $\mu\text{L}$  y en hombres de 4.5 – 6.2 millones/ $\mu\text{L}$ .
2. El intervalo de referencia de hematócrito encontrado en mujeres fue de 28.2 – 51.8% y en hombres de 39.6 – 52.4%.
3. El intervalo de referencia de la hemoglobina en mujeres fue de 9.3 – 16.9 g/dL, y en los hombres los resultados obtenidos fueron de 13.0 – 17.4 g/dL.
4. El intervalo de referencia de glóbulos blancos fue de 4,180 – 12,300  $\text{mm}^3$ .
5. El intervalo de referencia de plaquetas 174,730 – 440,650  $\times \text{mm}^3$ .

## 11. RECOMENDACIONES

- Es necesario que todos los laboratorios de El Salvador realicen sus propios intervalos de referencia que les permitan separar adecuadamente los resultados normales de los anormales; con la finalidad de entregar resultados más confiables que orienten al médico a realizar un mejor diagnóstico y así evitar el deterioro de la salud del paciente.
- Es muy importante que los profesionales de laboratorio clínico conozcan y tomen en cuenta este tipo de investigaciones y que les sirva para implementarlo en sus lugares de trabajo para que puedan elaborar sus propios intervalos de referencia.
- Se recomienda a los profesionales de laboratorio clínico que actualicen constantemente la información sobre el equipo y los reactivos que utilizan para la determinación de los intervalos de referencia, para tratar de reducir al mínimo los errores humanos que puedan afectar los resultados; y de ser posible que éstos sean calculados usando sus propios equipos y reactivos, lo que permitirá la obtención de datos más confiables basados en la población con la cual trabajan.

## 12. REFERENCIAS

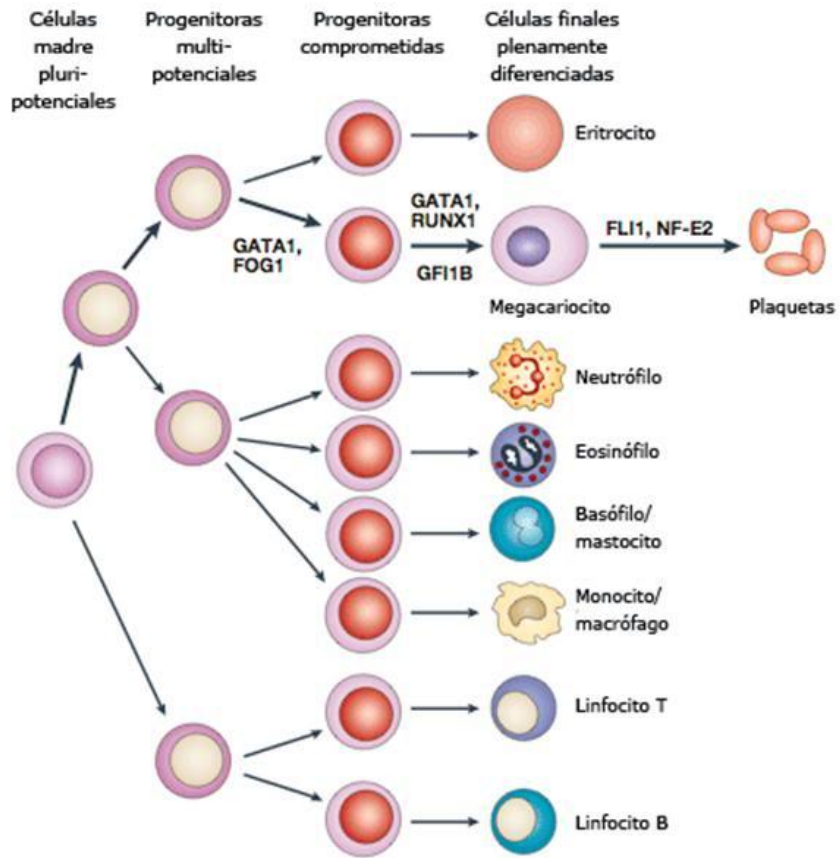
- Bishop Michael L, 2007, Química Clínica, 5ta. Edición, México DF, McGraw Hill Interamericana Editores, Págs. 391.
- Bonilla, Gildaberto. 1986. "Estadística". UCA editores. San Salvador.
- Jaime Pérez José Carlos, Gómez Almaguer David, Hematología la sangre y sus enfermedades, 1ra Edición, México DF, 2005, McGraw Hill Interamericana Editores, Págs. 17 – 21.
- Leavell Byrd S. Thosup Jr, Oscar A, 1987, Hematología Clínica, Cuarta Edición, México DF, Nueva Editorial Interamericana, Págs. 1 – 17.
- Mckenzie Shirlyn, 1991, Hematología Clínica, Editorial Manual Moderno, Págs. 24 – 83.
- Ministerio de Salud y Asistencia Social, 2007, "Manual de Procedimientos Técnicos del Laboratorio Clínico del Primer Nivel de Atención", Págs. 6, 46-74.
- Osorio Solís Guido, 2007, Hematología técnicas y procedimientos de laboratorio, Editorial Universitaria, Págs. 26 – 71.



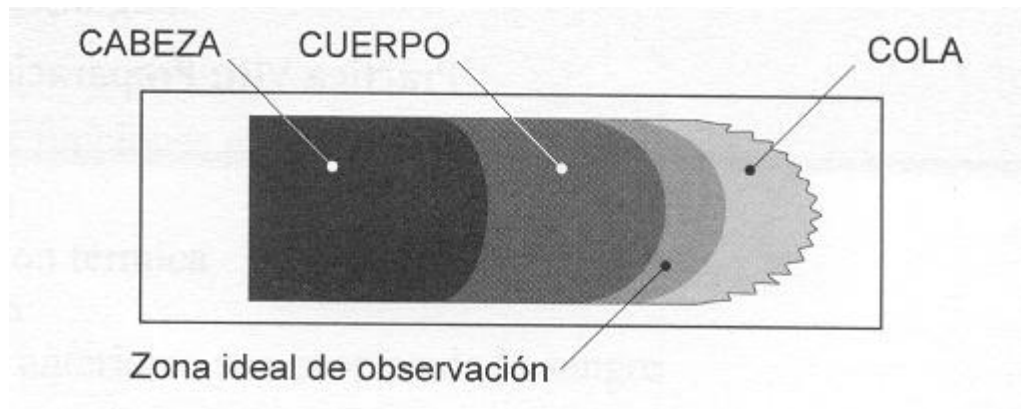
- Rapaport Samuel I, 1978, Rapaport Introducción a la Hematología, 2da. Edición, Salvat Editores, Págs. 10 – 18.
- Ruiz Argüelles Guillermo J, 2003, Fundamentos de Hematología, Tercera Edición, Editorial Médica Panamericana, Págs. 45 – 60, 377 – 385.
- Fuentes, Xavier. Intervalos de Referencia Biológicos. [en línea]. Sin fecha [consulta: 24 abril 2017]. Disponible en:  
<http://www.ifcc.org/media/215857/Intervalos%20de%20referencia%20biol%C3%B3gicos%20DIV.pdf>

# 13. ANEXOS

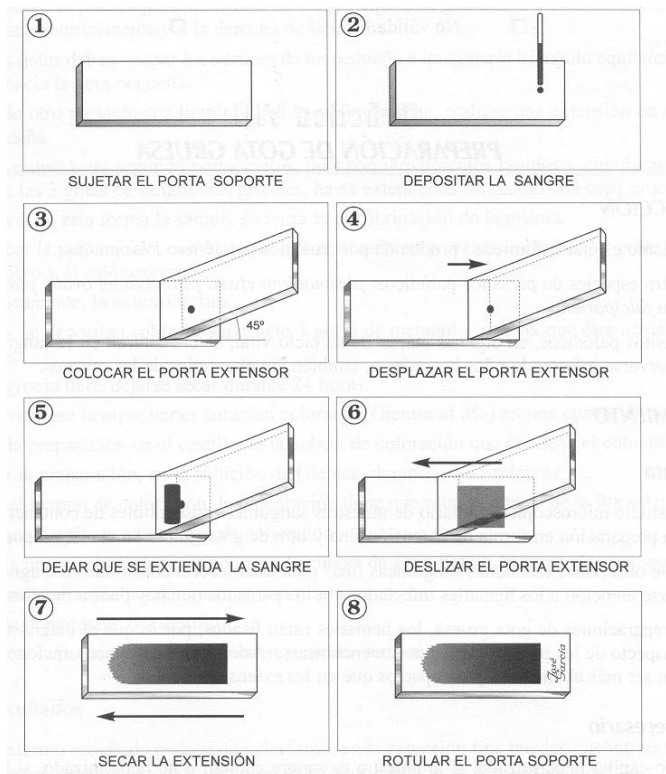
## Anexo 1



## Anexo 2



## Anexo 3



#### Anexo 4

### TABULACIÓN DE GLOBULOS ROJOS, HEMATÓCRITO, HEMOGLOBINA, GLÓBULOS BLANCOS Y PLAQUETAS DE DONANTES MUJERES ACEPTADAS DE CRUZ ROJA SALVADOREÑA.

No.	Glóbulos blancos	Glóbulos rojos	Hemoglobina	Hematócrito	Plaquetas
1	10,3	4,9	13,8	41,8	413,0
2	7,8	4,4	13,4	40,5	389,0
3	8,3	5,2	13,8	42,7	358,0
4	8,9	5,0	12,8	39,8	356,0
5	8,9	4,5	13,0	39,5	180,0
6	9,1	5,4	14,7	44,2	302,0
7	13,2	4,6	13,2	40,2	349,0
8	5,7	4,4	11,0	34,3	367,0
9	8,8	4,9	13,7	41,3	380,0
10	5,9	7,0	21,9	66,2	116,0
11	9,8	7,3	19,8	59,2	297,0
12	8,8	5,1	14,2	43,5	329,0
13	7,0	5,1	14,2	43,2	212,0
14	8,2	4,9	14,4	43,1	371,0
15	12,7	4,9	13,8	41,5	398,0
16	11,9	4,5	13,3	40,1	343,0
17	12,6	5,2	14,3	43,8	392,0
18	8,0	4,6	13,2	40,0	376,0
19	8,9	4,9	14,1	42,5	243,0
20	11,1	4,8	14,0	43,0	319,0
21	5,7	4,6	13,4	40,2	296,0
22	12,0	4,6	14,2	42,7	343,0
23	7,1	4,4	12,1	37,4	356,0
24	7,3	4,4	13,7	41,1	450,0
25	8,7	4,1	12,7	37,5	358,0
26	9,4	4,9	13,9	41,2	368,0
27	10,0	4,9	14,5	43,1	518,0
28	11,5	5,0	13,5	41,8	311,0
29	9,8	4,7	13,3	39,8	352,0

30	6,7	4,8	13,0	39,3	379,0
31	8,7	5,8	15,6	48,0	337,0
32	6,6	4,7	12,4	38,1	280,0
33	5,4	6,9	19,6	60,3	176,0
34	9,4	4,4	12,7	38,9	245,0
35	11,0	4,8	13,2	38,9	336,0
36	3,4	5,4	15,7	47,3	287,0
37	8,3	4,4	12,0	36,3	352,0
38	9,0	4,8	13,1	41,3	339,0
39	13,3	4,6	13,3	40,7	327,0
40	7,0	4,6	13,5	40,7	324,0
41	7,3	5,0	13,7	41,4	378,0
42	9,8	5,2	13,9	43,1	321,0
43	7,6	5,6	16,7	50,7	309,0
44	11,4	4,2	12,3	37,4	419,0
45	7,0	4,9	14,2	41,9	231,0
46	9,5	4,6	12,9	38,2	272,0
47	9,8	5,4	15,7	47,3	331,0
48	12,7	4,2	12,6	37,6	345,0
49	8,8	4,8	13,3	40,4	354,0
50	6,4	4,1	12,4	38,1	384,0
<b>MEDIA</b>	8,4	4,5	13,1	40,0	398,5
<b>MODA</b>	9,8	4,9	14,2	43,1	358,0
<b>MEDIANA</b>	8,9	4,8	13,6	41,3	343,0
<b>MINIMO</b>	3,4	4,1	11,0	34,3	116,0
<b>LI SUPERIOR</b>	13,3	7,3	21,9	66,2	518,0
<b>DESV ESTAN</b>	2,2	0,7	1,9	5,9	70,1
<b>VARIANZA</b>	4,9	0,4	3,8	34,3	4918,8
<b>COE DE VARI</b>	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2

Anexo 5.

**TABULACIÓN DE GLOBULOS ROJOS, HEMATÓCRITO, HEMOGLOBINA, GLÓBULOS BLANCOS Y PLAQUETAS DE DONANTES HOMBRES ACEPTADOS DE CRUZ ROJA SALVADOREÑA.**

No.	Glóbulos rojos	Hematócrito	Hemoglobina	Glóbulos blancos	Plaquetas
1	5,23	42,7	14,5	7,9	257,0
2	4,85	45,6	15,8	9,2	330,0
3	5,27	45,3	14,9	9,9	337,0
4	4,74	43,2	14,4	6,6	333,0
5	5,21	43,2	14,4	9,7	292,0
6	5,29	45,9	15,1	5,4	334,0
7	5,35	47,6	15,5	7,1	313,0
8	5,68	46,7	15,1	8,7	234,0
9	4,18	37	12	8,6	310,0
10	4,74	43,3	14,1	5,8	175,0
11	5,27	43,8	14,9	10,2	377,0
12	5,33	47,4	16,4	9,9	212,0
13	5,61	50	16,9	7	179,0
14	5,88	52	17,3	5,9	278,0
15	5,42	47,4	15,8	7,1	303,0
16	5,89	50,5	16,9	14,5	336,0
17	4,17	39,1	13,1	4,4	231,0
18	4,92	43	14,4	9,3	183,0
19	5,1	44,5	14,8	7,1	228,0
20	5,05	43,6	14,8	6,8	347,0
21	5,24	46,8	15,4	7,2	342,0
22	5,24	46,6	15,7	6,5	427,0
23	5,25	44,9	14,7	7	337,0
24	5,12	42,6	14	6,9	284,0
25	4,91	45,2	14,8	11,7	187,0
26	5,25	43,3	14,2	7,2	420,0
27	5,93	48,6	16,1	8,8	282,0
28	5,7	44,2	14,3	7,1	353,0
29	5,06	43,5	14,5	7,5	295,0

30	5,91	46,8	15,8	8,1	355,0
31	4,57	38,8	12,6	6,4	346,0
32	4,89	42,2	14,4	8,2	231,0
33	5,77	47,2	15,9	7,6	378,0
34	5,16	43,9	14,8	6,8	259,0
35	5,42	48,4	16,2	10	239,0
36	5,18	43,2	14,6	7	310,0
37	5,38	44,8	14,8	7,6	183,0
38	5,1	44,9	14,9	6,5	388,0
39	5,35	46,4	15,4	7,8	319,0
40	4,91	42,7	14	8,7	308,0
41	5,24	48,4	16	9,2	311,0
42	5,37	47,8	16,3	8	350,0
43	5,08	43,9	14,6	8,1	357,0
44	5,38	47,6	15,7	10,8	321,0
45	5,79	51,2	17,1	8,3	294,0
46	5,98	53,3	17,8	7,9	332,0
47	4,84	42,8	14,2	6	280,0
48	5,56	44,9	15,1	7,1	209,0
49	5,52	46,9	15,7	8,6	297,0
50	4,92	44,7	14,7	5	158,0
51	4,83	43,5	14,3	8,6	311,0
52	5,11	48,5	16,2	9,8	344,0
53	5,52	45,4	15,3	9	181,0
54	5,93	43,3	14,2	4,6	168,0
55	5,23	44,1	14,7	7	349,0
56	5,5	46,6	15,5	7,8	267,0
57	6,34	46,4	15,1	7,5	316,0
58	5,85	47,5	15,2	8,3	254,0
59	5,46	50,8	16,5	7,2	279,0
60	5,22	44,8	14,7	7,5	322,0
61	5,93	50,5	16,7	7,3	270,0
62	5,55	47	15,4	9,5	403,0
63	4,74	38,6	12,7	7	350,0
64	5,65	51,4	17	8,2	270,0
65	6,09	54	18	8	387,0
66	4,67	42	14	8,8	456,0
67	5	42,8	14,2	15,1	178,0
68	5,52	47,2	15,5	9	303,0

69	5,28	50,2	16,5	7,1	282,0
70	5,34	45,3	14,8	8,2	338,0
71	6,01	51,9	17	8	291,0
72	5,37	48,1	15,8	7,4	184,0
73	5,59	49,7	16	6,3	258,0
74	5,86	47,1	15,2	6,4	242,0
75	4,59	38,6	12,9	10,6	371,0
76	5,6	49,2	15,9	9	340,0
77	6,01	47,9	15,8	6,3	290,0
78	5,56	47,6	15,6	6,9	341,0
79	5,37	46,3	15,3	7,3	293,0
80	5,41	44,3	14,3	9	372,0
81	5,52	49,1	15,7	7,2	201,0
82	6,01	48,6	15,9	5,1	232,0
83	4,83	42,5	13,9	9,2	357,0
84	5,1	41,8	13,9	4,6	257,0
85	6,13	49,2	16,3	6	253,0
86	4,41	39,7	13,1	11	306,0
87	5,94	48,4	16	9,4	376,0
88	5,3	45,3	14,7	8,2	301,0
89	5,29	46,3	15,3	5,2	246,0
90	5,38	47,9	15,7	6,4	265,0
91	5,67	48,6	16	9,7	406,0
92	4,54	40,6	13	8,2	321,0
93	5,01	42,5	14	10,7	284,0
94	5,39	45,8	15,3	6,3	212,0
95	5,11	47,3	15,2	6,4	344,0
96	5,36	45,2	14,7	4,7	319,0
97	5,14	44,1	14,7	8,4	228,0
98	5,49	49,2	16,4	8,8	402,0
99	5,45	48,6	16,1	6,9	214,0
100	5,14	42,5	14,1	7,7	316,0
101	5,55	45,1	14,8	8,9	359,0
102	5,93	50,1	16,7	5,9	335,0
103	6,47	52,3	17,1	7,9	307,0
104	5,89	48,4	16,1	9,7	244,0
105	5,35	45,3	14,8	8,2	372,0
106	5,47	47,3	15,7	8,7	341,0
107	5,17	45,8	15,4	6,2	229,0



108	5,25	46,2	15	8,7	304,0
109	5,52	49	16	8,1	297,0
110	5,86	49,8	16,2	15,3	247,0
111	5,34	45,4	15,1	10	352,0
112	5,08	44,5	14,7	7,1	354,0
113	5,15	43,7	14,6	10,5	326,0
114	5,86	50,7	16,8	7,4	282,0
115	5,21	44,8	14,6	8,2	313,0
116	5,68	47,5	15,8	8,7	303,0
117	5,1	44,9	14,9	4,5	222,0
118	5,21	47,4	15,6	6,8	321,0
119	5,75	47,5	15,3	8,2	334,0
<b>MEDIA</b>	5,36	46,03	15,22	7,95	297,8
<b>MODA</b>	5,52	45,3	14,8	8,2	303,0
<b>MEDIANA</b>	5,35	46,2	15,2	7,9	306,0
<b>MINIMO</b>	4,17	37	12	4,4	158,0
<b>LI SUPERIOR</b>	6,47	54	18	15,3	456,0
<b>DESV ESTAN</b>	0,42	3,22	1,08	1,88	62,5
<b>VARIANZA</b>	0,18	10,37	1,17	3,52	3912,5
<b>COE DE VARI</b>	0,08	0,07	0,07	0,24	0,2