

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE MEDICINA

Escuela Académico Profesional de Medicina Humana



**“CAMBIOS EN EL HEMATOCRITO EN DONANTES VOLUNTARIOS DE SANGRE
TOTAL QUE RESIDEN A 2.750 m.s.n.m.”**

Tesis para optar el Título Profesional de Médico Cirujano

Autora:

Cueva Salazar Martha Isabel

Asesor:

M.C. Pedro Eduardo Lovato Ríos

Médico Hematólogo del Hospital II Essalud Cajamarca

Cajamarca - Perú, 2020

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen María por darme salud, guiar mis pasos y protegerme durante todo mi camino, dándome la fuerza y paciencia para superar los obstáculos que se me presentan. Que en mi vida nunca me falten su presencia.

A mi asesor, el Dr. Pedro Lovato Ríos que desde un primer momento me brindó toda su disposición y apoyo en la elaboración del presente trabajo de tesis, además por motivarme a continuar en el camino de la investigación desde sus aulas de clase.

Al Dr. Luis Sánchez García, jefe del Servicio de Patología del Hospital Regional Docente de Cajamarca, por brindarme el apoyo y autorización para continuar con mi trabajo en el laboratorio del servicio de Banco de Sangre.

Al personal de salud, médicos y tecnólogos médicos, del Servicio de Banco de Sangre y Hemoterapia del Hospital Regional Docente de Cajamarca quienes me ofrecieron todo su interés y ayuda para llevar a cabo este trabajo. Gracias a su labor y organización, cada vez más personas son motivadas a contribuir con este acto solidario de donar de sangre.

DEDICATORIA

A mi familia:

A mis padres Gonzalo y María, por darme su cariño en todo momento, inculcarme los valores y responsabilidad. Ellos me enseñaron a no rendirme y seguir con mis sueños. Todo lo que soy se los debo enteramente a ellos. Los quiero mucho.

A mis hermanos, Elizabeth y Percy, quienes me han visto crecer y me demuestran siempre su afecto, brindándome sus consejos valiosos y por estar conmigo siempre en los momentos difíciles, gracias por su paciencia. Los quiero mucho.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA CIENTÍFICO Y LOS OBJETIVOS.....	5
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	5
1.2 Formulación del problema.....	6
1.3 Justificación.....	6
1.4 Objetivos	8
1.4.1 Objetivos Generales:.....	8
1.4.2 Objetivos Específicos:.....	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1 Antecedentes de la investigación	9
2.2 Bases teóricas.....	12
2.3 Definiciones conceptuales.....	21
2.4 Hipótesis	23
2.5 Variables	23
2.6 Operacionalización de las variables	23
CAPÍTULO III: MATERIAL Y MÉTODOS	24
3.1 Tipo de estudio.....	24
3.1.1 Tipo de estudio.....	24
3.1.2 Diseño de estudio	24
3.2 Población y muestra.....	24
3.2.1 Población	24
3.2.2 Tamaño de la muestra	24
3.2.3 Selección de la muestra.....	24
3.3 Procedimiento de recolección de datos.....	25
3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	26
3.5 Análisis estadístico de los datos.....	27
3.6 Aspectos éticos	27

CAPÍTULO IV: RESULTADOS	29
1. Medidas de hematocrito basal y seguimiento post donación	31
2. Restitución espontánea de hematocrito basal	47
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	54
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	61
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXOS	66

RESUMEN

Objetivo: Determinar cuáles son los cambios en el hematocrito en donantes voluntarios de sangre total que residen a 2.750 m.s.n.m en el período de septiembre y octubre del 2018. **Material y métodos:** Se realizó un estudio cuantitativo, observacional, descriptivo, prospectivo, de corte longitudinal. Se estudió a una muestra no probabilística de 104 sujetos donantes de sangre total a quienes, se les determinó su hematocrito basal, luego se les contactó 7 días post donación y a los 60 días post donación para realizar nuevas medidas de hematocrito. Se organizaron los datos según sexo y grupos etarios y se analizaron estadísticamente con un nivel de confianza del 95%. **Resultados:** En los valores de hematocrito basal, la media obtenida fue de 45.92%. De manera general, se contó con un hematocrito post donación de 42.46%. Al cabo de 60 días post donación, 76% del total de participantes lograron una recuperación a sus valores basales. Según el grupo etario de los donantes voluntarios, entre el grupo de sexo femenino se observó mayor variación entre los 18 a 20 años (juventud) y 21 a 25 años (adulthood temprana); mientras que, para el sexo masculino, entre los 21 a 25 años (adulthood temprana) y 26 a 40 años (adulthood media). **Conclusiones:** La restitución espontánea del hematocrito al estado basal en los donantes voluntarios de sangre total que residen a 2750 msnm ocurre dentro de los 60 días posteriores a la donación.

Palabras clave: hematocrito, donante de sangre, altitud, restitución espontánea.

ABSTRACT

Objective: to determine the changes in hematocrit in total blood volunteers residing at 2,750 meters above sea level in the period of September and October 2018. **Material and methods:** A quantitative, observational, descriptive, prospective, longitudinal-cut study was conducted. A non-probabilistic sample of 104 subjects of whole blood, who determined their baseline hematocrit, was then contacted 7 days after donation and 60 days after donation to perform new hematocrit measurements. Organize the data according to sex and age groups and analyze statistically with a 95% confidence level. **Results:** In the baseline hematocrit values, the average obtained was 45.92%. In general, there was a 42.46% post donation hematocrit. After 60 days after donation, 76% of the total participants achieved a recovery to their baseline values. According to the age group of the volunteer volunteers, among the female group they were mostly modified between 18 to 20 years (youth) and 21 to 25 years (early adulthood); while, for the male sex, between 21 to 25 years (early adulthood) and 26 to 40 years (middle adulthood). **Conclusions:** The spontaneous recovery of the hematocrit to the basal state in the voluntary researchers of whole blood residing at 2750 masl occurs within 60 days after the donation.

Keywords: hematocrit, blood donor, altitude, spontaneous restitution.

INTRODUCCIÓN

La donación de sangre o hemodonación es el acto desinteresado de proporcionar sangre a pacientes que, por distintas patologías, lo necesitan. Esta acción es realizada por personas altruistas que gozan de buena salud, lo cual se toma en cuenta al momento de realizar la selección de donantes; de este modo, el Banco de Sangre a cargo, tiene como uno de los requisitos indispensables la medida basal del hematocrito que se debe encontrar entre los valores normales para así llevarse a cabo este acto sin mayores reacciones adversas para el donador. Sin embargo, sabemos que la medida de hematocrito puede variar según la altitud, sobretodo en ciudades de altura cuyos pobladores están sometidos a ciertos niveles de hipoxia (1). Entonces nos planteamos las preguntas ¿Cuáles son los cambios o variaciones que ocurre en el hematocrito de un habitante de 2 750 m.s.n.m. luego de donar sangre? ¿existe una restitución espontánea en un período de tiempo exacto tal y como se nos enseña en la literatura y esto se aplica a nuestro medio?, es por ello que se elabora este trabajo de investigación, de interés académico ya que nos aporta en nuestros conocimientos acerca de fisiología, así mismo, es de interés profesional, como médico, para tener en cuenta que tras la recuperación de la variable eritrocitaria las personas pueden volver a donar siendo totalmente necesario para incentivar a que se siga ésta práctica en un intervalo de tiempo seguro que no merme la salud.

De modo que, en el marco de un diseño de estudio de corte longitudinal, se realizó una serie de toma de muestras de sangre capilar para señalar el valor de hematocrito basal, post donación y a los 60 días de realizadas éstas. La muestra poblacional fue no probabilística, se incluyeron a donadores voluntarios de sangre total durante campañas de Banco de Sangre. La finalidad de seguir esta metodología fue describir

cuáles son los cambios en el hematocrito en donantes que residen a 2 750 m.s.n.m., fijar los valores de hematocrito basal presentes en los donantes de sangre que residen a esta altura, comparar los cambios de hematocrito post donación y a los 60 días según sexo y grupos etarios y finalmente comparar el tiempo de restitución espontánea obtenido con lo descrito en la literatura.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA CIENTÍFICO Y LOS OBJETIVOS

1.1 Descripción de la realidad problemática

Más de 200 millones de personas alrededor del mundo habitan en ambientes de altura por encima de los 2500 msnm, de los cuales 55 millones viven en América Latina (2). El Perú tiene treinta millones de habitantes de los cuales diez viven por encima de los 2000 metros de altitud (3). La cordillera andina constituye un verdadero reto para el hombre que la habita transitoria o permanentemente, no sólo en lo referente al aspecto económico, social, cultural sino también en los cambios fisiológicos de adaptación que este implica.

Nuestro medio se encuentra a una altura de 2750 m.s.n.m cuya situación nos coloca en una posición especial ya que, tal y como lo demuestran distintas investigaciones, las adaptaciones a la hipoxia hipobárica a la que estamos expuestos, comprometen los valores de hematocrito basales e influyen en su dinámica de recuperación (4). La medición tanto de la hemoglobina como hematocrito forman parte de los requisitos indispensables para valorar a un donante, dependiendo de éstos selección o no para la realización de la donación de sangre (5).

En tal sentido, es importante tener una idea clara de cómo reacciona el cuerpo frente a una pérdida sanguínea inocua así como tener en cuenta las variaciones del hematocrito y hemoglobina en cada uno de sus habitantes ya que dicha medida constituye uno de los parámetros fundamentales en cuanto a diagnóstico y pronóstico de las distintas enfermedades hematológicas, además de tener valor no solo para la selección del donante de sangre, sino que también es importante como valor pronóstico para la recuperación del estado basal sanguíneo del mismo. Cabe mencionar que la recuperación de las medidas eritrocitarias basales van a ser

necesarias para definir el intervalo entre donaciones de sangre que por el momento se rige según la Ficha Técnica Nacional de Selección de Donantes de Sangre Total y Hemoderivados (2018), pero que al ser influida por la altura geográfica se podrían tener intervalos propios para cada región, dichos datos son aún desconocidos (6).

En la actualidad, no existen a 2750 m.s.n.m estudios al respecto, por ello, se propone determinar cuáles son los cambios en el hematocrito en donantes voluntarios de sangre total que residen a la altura mencionada que acuden al Servicio de Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca. en el período de septiembre y octubre del 2018.

1.2 Formulación del problema

¿Cuáles son los cambios en el hematocrito en donantes voluntarios de sangre total que residen a 2.750 m.s.n.m. en el período de septiembre y octubre del 2018?

1.3 Justificación

En el mundo se recogen alrededor de 112,5 millones de unidades de sangre. Según la OMS, entre 2008 y 2015 a nivel mundial se registró un aumento de 10,7 millones en las unidades de sangre donadas por donantes voluntarios no remunerados (7). En Perú, el Ministerio de Salud (Minsa) sostiene que en el año 2018 los centros de hemoterapia y bancos de sangre recaudaron 382,586 unidades de sangre en todo el país. De los cuales, solo el 9.85% provino de donantes voluntarios de sangre, el resto (90.15%) procedió de donantes por reposición. Cajamarca, San Martín y Loreto son las regiones que mayor número de donantes voluntarios de sangre aportan al país. En Cajamarca, el índice de donantes fue de aproximadamente 55.9% (8)

La donación de sangre es un acto de compromiso y solidaridad humana cuyo destino es cubrir una necesidad terapéutica en pacientes hospitalizados; este acto conlleva una serie de mecanismos intrínsecos y extrínsecos que la convierten en un proceso complejo y ocasiona una ligera variación en el sistema circulatorio del organismo del donante en cuanto a pérdida de volumen y elementos formes de la sangre se refiere, aunque la donación de 450 ml de sangre no representa mayor riesgo para su salud (9).

La presente investigación nos permitirá precisar cuáles son las variaciones del hematocrito antes y después de haber realizado la donación, establecer una relación de mencionados parámetros por sexo y grupos etarios y el tiempo de recuperación espontánea del mismo. La comprensión de que las variaciones del hematocrito post donación de sangre que son influenciados por la altitud, nos permitirá tener un panorama amplio sobre el comportamiento de esta variable hemática en la población que reside a 2 750 m.s.n.m. con la que se trabaja de manera cotidiana en el Banco de Sangre del Hospital Regional de Cajamarca facilitando, así su atención, además de servir de conocimiento general tanto a la población como a profesionales de la salud ya que la mayoría de estudios científicos realizados que indican los valores de hematocrito en donantes han sido determinadas a nivel del mar, siendo lo ideal tener parámetros propios en función a nuestra demografía.

Es así que esta tesis pretende describir los cambios que se dan en el hematocrito después de la donación voluntaria en un donante de sangre que reside a gran altura perteneciente a la ciudad de Cajamarca y servir de base a futuras investigaciones que amplíen los conocimientos acerca de la fisiología en personas que habitan a 2 750 m.s.n.m.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivos Generales:

- Determinar cuáles son los cambios en el hematocrito en donantes voluntarios de sangre total que residen a 2.750 m.s.n.m en el período de septiembre y octubre del 2018.

1.4.2 Objetivos Específicos:

- Determinar los valores de hematocrito basal en donantes voluntarios de sangre total a 2.750 m.s.n.m en el período de septiembre y octubre del 2018.
- Identificar los cambios en el hematocrito en donantes luego de la primera semana y a los 60 días post donación de sangre total a 2.750 m.s.n.m.
- Comparar los cambios en el hematocrito luego de la primera semana y a los 60 días post donación según el sexo de los donantes voluntarios de sangre total a 2.750 m.s.n.m.
- Comparar los cambios en el hematocrito luego de la primera semana y a los 60 días post donación según el grupo etario de los donantes voluntarios de sangre total a 2.750 m.s.n.m.
- Contrastar el tiempo de restitución espontánea del hematocrito obtenido con lo descrito en diversas revisiones.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

A nivel mundial, los trabajos que muestran los cambios de hematocrito en donantes de altura son escasos, entre ellos tenemos:

En “Elegibilidad para la Donación de Sangre: Recomendaciones para la Educación y la Selección de Donantes Potenciales de Sangre” de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) sostiene que la donación de una unidad de sangre total remueve alrededor del 10% de la hemoglobina circulante del donante. A una persona bien alimentada y saludable le toma entre cuatro y seis semanas recuperar los niveles de hemoglobina previos a la donación. Es necesario que transcurra un tiempo adecuado entre donaciones para permitir que la médula ósea sea capaz de reemplazar las células sanguíneas extraídas durante la donación previa y evitar la depleción de hierro en el donante (...) se requiere un intervalo entre donaciones de ocho semanas y de 16 semanas cuando se extrae en un donante dos unidades de glóbulos rojos (9).

En 1950, Finch et al., realizó un estudio en Estados Unidos titulado “Iron metabolism. Hematopoiesis following phlebotomy. Iron as a limiting factor”, cuyo objetivo fue estudiar la dinámica de la hematopoyesis luego de una flebotomía haciendo el seguimiento de distintas variables hematológicas semana a semana en un determinado grupo. Este grupo incluyó cuatro jóvenes sanos entre las edades de 25 y 30 años. En ningún caso hubo antecedentes de pérdida de sangre y no tomaron ningún tipo de suplemento de hierro luego de la pérdida de 3. 500 ml de sangre. Se obtuvo que los niveles normales de hematocrito disminuyeron aproximadamente en un 5% la primera semana y aumentaron hasta casi alcanzar sus valores basales dos

meses después de la terminación de sangría, mientras que los suplementos de hierro en sangre no volvieron a sus valores basales en poco más de un año (10).

En el estudio realizado por Pottgiesser, Specker, et. al., titulado “Recovery of hemoglobin mass after blood donation” en Freiburg (Alemania) no se establecieron criterios de inclusión estandarizados, excepto estar en un buen estado de salud y ser potencialmente capaz para presentar como un donante de sangre, se captó un total de 32 sujetos masculinos donantes de sangre total. Este estudio comprendió determinaciones de masa total de hemoglobina (tHb) y variables como hemoglobina (Hb), hematocrito (Hct) y ferritina, antes del estándar de donación de una bolsa de sangre y varias mediciones de las variables en cuestión después de eso. Las tomas de muestras de sangre venosa se obtuvieron antes de la donación de sangre y en un semanario intervalo después. En cuanto a las variaciones de hematocrito, los resultados obtenidos muestran un Hct promedio de 44.2% antes de la donación como estado basal y disminuye a 40.3% a la primera semana después de donación para que a la octava semana alcance sus valores basales (44.3%) (11).

En el trabajo “Donación y recuperación de una unidad de sangre: consecuencias para la termorregulación en reposo y ejercicio”, de Emma Estévez, en el año 2009 realizado en España se estudiaron las variaciones hematológicas en donantes hasta la completa recuperación de la masa total de hemoglobina, y de otras variables sanguíneas, en la cual se evidenció que tras la extracción de una unidad de sangre completa el tiempo necesario para recuperar completamente la sangre extraída tras una donación de sangre comprende un rango de 5 a 8 semanas dependiendo del género del donante y de los depósitos de hierro. Según la autora de dicho estudio: “...Se necesitan al menos 5 semanas para recuperar la masa total de hemoglobina

circulante después de una donación estándar de sangre que se amplían a 8 semanas en el caso de las mujeres y de los donantes habituales” (12).

En el estudio realizado en el año 2006, Luz Coy Velandia, Martha Castillo, Ana Isabel Mora, et. al. Acerca de las características hematológicas en donantes de sangre de Bogotá, D.D, Colombia (2.600m), en el cual se obtuvo el suero de 59 donantes voluntarios (32 hombres y 27 mujeres) del Hemocentro Distrital, un banco de sangre tipo A. Muestran variaciones de hematocrito para varones y mujeres fueron de $49.8\% \pm 3.2$ y $43.2\% \pm 2,9$ respectivamente, además de variaciones en su hemoglobina de 16.6 g/dl para varones y 14.4 g/dl para mujeres (13).

En el año 2013, Jorge Donado, Julián Ramírez González, et. al. publicaron un estudio con el objetivo de determinar los valores de hemoglobina y hematocrito en más de 100 mil donantes del banco de sangre entre los años 200 - 2009 del Hospital Pablo Tobón Uribe, Medellín-Colombia (1 538 msnm). En el cual se obtuvo que en hombres el promedio para hemoglobina y hematocrito fue 15,96 g/dl ($\pm 1,11$) y 46,93% ($\pm 3,27$) respectivamente; en mujeres el promedio fue 14,10 g/dl ($\pm 1,00$) y 41,64% ($\pm 2,96$), respectivamente. Dichos valores están determinados por variables como sexo, edad, ancestría y la altura sobre el nivel del mar. Concluyendo en que es menester que cada población conozca sus valores en relación con sus propios determinantes (14).

En el estudio realizado por Daniela Barrigas y Fedra Vela en la ciudad de Chimborazo, Ecuador a 3 642 m.s.n.m titulado “Cambios en la hemoglobina y ferritina en donantes de sangre total después de 45 a 60 días de la donación durante el periodo de agosto-octubre 2014 en la Cruz Roja de Chimborazo, Ecuador” se menciona que en 100 donantes de sangre, respecto a la hemoglobina, inicialmente se encontró una media de 15.96 g/dL, tras aproximadamente 58.7 días de manera global descendió un 4.07%

de su valor basal, tras este periodo encontramos una media de 15.30 g/dL. Para donar sangre se aceptan valores de hemoglobina de 14 a 18 g/dL, por lo que inicialmente nadie presentó valores fuera de este rango. Sin embargo, en el control, 17.7% de la muestra presentó anemia, expresada a través del nivel de hemoglobina acorde a sexo. Respecto a la relación de desarrollo de anemia con sexo, grupos etarios y donaciones previas, no mostró significancia estadística, al igual que la relación entre niveles bajos de ferritina post donación y donaciones previas (15).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Eritropoyesis

La eritropoyesis es el proceso de maduración de la serie eritropoyética desde proeritroblasto hasta glóbulo rojo. El proceso de maduración y diferenciación eritroblástico se caracteriza por: (i) hemoglobinización progresiva y (ii) reducción del tamaño nuclear, hasta picnosis y expulsión (16). La médula ósea es capaz de producir alrededor de 3 mil millones de eritrocitos por kilogramo de peso corporal cada día. La necesidad fisiológica es el factor determinante que controla la tasa de producción.

- **Precursores eritroides:**

Para la eritropoyesis uno de los primeros progenitores eritroides, menos maduro que la unidad formadora de colonias de eritrocitos (CFU-E), se denomina unidad formadora de colonias (o en estallido) eritroides (BFU-E). La BFU-E bajo la influencia de 1L-3, GM-CSF, trombopoyetina (TPO) y ligando kit se transforma en CFU-E. Otros factores de crecimiento necesarios en la eritropoyesis son 1L-9, 1L-11, eritropoyetina (EPO) y factor de crecimiento similar a insulina-1 (17).

- **Secuencia de maduración:**

La maduración del normoblasto de la médula ósea continúa en una secuencia ordenada y bien definida. Los normoblastos por lo general tardan de 5 a 7 días en la

maduración y proliferación en el compartimiento de la médula ósea. Después de la maduración en la médula ósea, el reticulocito es liberado dentro de los senos medulares e ingresa a la sangre periférica. El reticulocito liberado continúa su maduración en la sangre periférica por un día más. Un eritrocito maduro circulante tiene un promedio de vida de 100 a 120 días. Éste constituye un largo promedio de vida tomando en cuenta la relativamente pequeña cantidad de médula eritroide en comparación de la gran masa de eritrocitos circulantes (18).

- **Serie eritroblástica:**

Los estadios madurativos con capacidad de mitosis son: proeritroblasto, eritroblasto basófilo y eritroblasto policromático (doble mitosis). Le siguen los estadios de eritroblasto ortocromático, reticulocito y glóbulo rojo. A partir de 1 proeritroblasto se obtienen 16 eritrocitos (17).

- Proeritroblasto: El núcleo es redondo a ovalado, con uno o dos nucléolos. La cromatina contiene grumos finos. El citoplasma, cuanto se tiñe, adquiere un color azul intenso. El color ayuda a diferenciar el pronormoblasto del mieloblasto; cuando hay abundancia de precursores de eritrocitos en la médula ósea, el color es intenso. Es posible detectar captación de hierro y síntesis de hemoglobina en el pronormoblasto. El pronormoblasto sufre mitosis para dar origen a dos pronormoblastos hijos. Éstos maduran y se convierten en normoblastos basófilos (18).
- Eritroblasto basófilo: La cromatina comienza a condensarse, y forma grumos en toda la periferia de la membrana nuclear y algunos en el interior. La reacción a la tinción tiene color púrpura-rojo oscuro. Aumenta la síntesis de hemoglobina, aunque las cantidades elevadas de RNA enmascaran por completo la pigmentación de la hemoglobina. El normoblasto basófilo sufre un

proceso de mitosis. y da lugar a dos células hijas que al madurar se convierten en dos normoblastos policromáticos (18).

- Eritroblasto policromático: La apariencia del patrón de cromatina es bastante variable en esta etapa del desarrollo. La condensación de la cromatina reduce en grado considerable el tamaño de la célula. Una mayor condensación puede revelar la apariencia de la cromatina, que varía de un patrón que asemeja los rayos de una rueda a una disposición irregular (17). La reacción de tinción de esta célula es muy variable, lo que refleja la relación inversa entre la producción creciente de la pigmentación de hemoglobina y las cantidades decrecientes de RNA. El color producido es un gris azul oscuro. Sufre mitosis, da origen a dos células hijas que maduran y producen normoblastos ortocromáticos. Es el último estadio en el que la célula sufre mitosis (18) (17).
- Eritroblastos ortocromáticos: El núcleo es casi o cúmplela mente picnótico. Es incapaz de sintetizar DNA y en general se elimina de la célula en esta etapa. El citoplasma refleja la producción completa de hemoglobina. Las organelas residuales, la mitocondria. el RER y los polirribosomas reaccionan con la tinción y le otorgan a la célula un matiz azulado leve (18).
- Reticulocito: El citoplasma puede compararse con facilidad con el de un normoblasto ortocromático en cuanto a que el pigmento predominante es el de la hemoglobina. Atraviesa las paredes de las sinusoides e ingresa en el sistema vascular. El recuento de reticulocitos es un índice excelente de la actividad de la médula ósea (18).

2.2.2 Eritrocito

El eritrocito circulante maduro es un disco bicóncavo que mide de 7 a 8 um de diámetro, con un grosor de 1.5 a 2.5 um. La relación entre la superficie y el volumen

permite el intercambio gaseoso óptimo. El interior del eritrocito contiene un 90% de hemoglobina (Hb) y un 10% de agua. Los glóbulos rojos tienen como función principal y utilizando su proteína más abundante, transportar el oxígeno desde los pulmones a los tejidos. Dicho de otra manera, la misión de los hematíes es proteger y transportar la Hb para que ésta pueda realizar su función respiratoria. Para ello, tanto el núcleo como las estructuras citoplasmáticas han sido reemplazadas por una solución concentrada de Hb, en la que también se encuentran enzimas, encargadas de mantener un reducido metabolismo celular (17).

La vida media de los hematíes cuando pasan de la médula ósea al sistema circulatorio es de aproximadamente 120 días en la cual está siempre sujeto a pH, la concentración de glucosa, la presión osmótica, las superficies y gases. La maduración normal de eritrocitos en la médula ósea demora 7 días, pero el estímulo producido por la eritropoyetina reduce dicho período a 3-4 días (16).

2.2.3 Fisiología hemática en el hombre de altura

Tomando en cuenta la latitud, temperatura del ambiente y predisposición de los individuos, incluyendo los criterios biológicos en reposo y ejercicio físico, Terrados – Cepeda en 1994 clasifica a la altura en: Baja altitud de 0 a 1 000 msnm donde no hay efecto fisiológico ni en reposo ni en ejercicio; Media altitud de 1 000 a 2 000 msnm, donde hay disminución del rendimiento físico; Elevada altitud de 2 000 a 5 000 msnm, se pueden observar modificaciones fisiológicas al reposo y muy acentuadas en al ejercicio y Muy elevada altitud de más de 5 000 msnm donde la vida permanente es imposible. Estos límites son aceptados en estudios de fisiología de la altura (19). Es por ello que la ciudad de Cajamarca cuya altitud de 2 750 m.s.n.m sobre la cual se realiza este trabajo pertenece a una elevada altitud.

El hombre de altura es un modelo interesante de la capacidad humana de tolerar la menor presión parcial de oxígeno en el aire inspirado. Todos los procesos adaptativos, que operan en forma integrada y armoniosa deben alcanzar en el nativo de altura, un estado fisiológico estable, en contraste a lo que sucede con el sujeto del llano expuesto agudamente a la altura (20).

El hombre de altura vive en un estado crónico de anoxemia, la cual ha impreso ciertas modificaciones en la fisiología de estos individuos nacidos y desarrollados en estas condiciones. A una altura de 2000 msnm el contenido de hemoglobina oscila alrededor de 1 gr por 100 cc más alto que a nivel del mar, mientras que a 3000 msnm es de unos 2 gr por 100 cc más. Sin embargo, estos incrementos dependen de la duración y continuidad del estímulo anóxico, existiendo amplias variaciones individuales de respuesta. En el campo hematológico “se ha considerado al individuo de la altura como un policitémico, cuya poliglobulia es constante y proporcional a la altura en que vive” como lo demuestra Whittembury y Monge, C en 1972, en sus estudios sobre edad y hematocrito en personas residentes a diferentes alturas establecen que : “ En la altura, el hematocrito es una función directa de la edad y proporcional a la altura de residencia” (4).

La principal función de los eritrocitos es transportar el oxígeno a los tejidos. El adulto normal requiere 250 mL de oxígeno por minuto. La capacidad de transporte de oxígeno por la sangre normal es de 1.34 mL por gramo de hemoglobina o 20 mL de O₂ por 100 mL de sangre. La consecuencia de la anemia es la hipoxia tisular; si esta alteración se desarrolla en forma paulatina permite el desarrollo de mecanismos de adaptación que tratan de mantener la oxigenación de los tejidos (16).

Cuando un hombre que vive en una altitud baja es expuesto a la altura inmediatamente se inicia un proceso fisiológico: la aclimatación, el cual caracteriza fundamentalmente por un aumento de la frecuencia respiratoria para mantener la adecuada oxigenación de la sangre, un incremento de la frecuencia cardiaca para asegurar el transporte de oxígeno hacia las células y, posteriormente un incremento de glóbulos rojos en la sangre desencadenando una serie de mecanismos para contrarrestar el estado de hipoxia aguda (4).

Durante la exposición a la hipoxia aguda, la disminución en la presión arterial de oxígeno en el riñón es registrada por las células intersticiales, lo que contribuye a la estimulación de la producción de EPO. Los niveles de esta hormona aumentan significativamente dentro de las primeras 6 horas y continúan su incremento hasta las 24 horas, en alturas superiores a los 2000 m. s. n. m. Efecto no evidenciado en alturas menores, en donde los incrementos de EPO solo se producen hasta las primeras 6 horas, lo que ha llevado a establecer un umbral altitudinal para la eritropoyesis entre 1700 a 2000 m s. n. m (1).

Como resultado del incremento en los niveles de EPO, dos o tres días después del estímulo, se observa un incremento en el recuento de los reticulocitos en sangre; pero en el hematocrito se pueden apreciar aumentos solo después de 7 a 10 días del estímulo de la EPO (1).

2.2.4 Hemodonación

- **Transfusión sanguínea**

La transfusión sanguínea es un procedimiento médico terapéutico que tiene como objetivo corregir la deficiencia de un componente específico de la sangre, en lo que respecta a la capacidad de transporte de oxígeno (componente eritrocitario) o con relación a la función hemostática (plaquetas y/o factores de coagulación) (21).

- **Donación de sangre**

La donación de sangre es un acto voluntario, no remunerado, cuyo destino es cubrir una necesidad terapéutica. Se rige por una serie de principios médicos y éticos, plasmados en disposiciones legales, con el único fin de garantizar un producto sanguíneo seguro; por ello toda persona candidata a donante, antes de ser considerada como APTA para donar, es evaluada previamente, identificándola plenamente, con una evaluación física completa y la entrevista personal, dirigidas a captar factores de riesgo tanto para el donante como para el receptor (21).

Las transfusiones de sangre salvan vidas y mejoran la salud, pero muchos pacientes que necesitan transfusiones no tienen acceso a sangre segura cuando la necesitan. Las infraestructuras y políticas sanitarias nacionales deben incluir el suministro de sangre inocua y adecuada (7).

- **Selección de Donantes de Sangre**

El objetivo del proceso de selección en la donación de sangre es determinar si el donante potencial está en buenas condiciones de salud, asegurar que la donación no le causará daño, y prevenir cualquier reacción adversa en el paciente que recibirá esa sangre, incluyendo transmisión de infecciones o el efecto de drogas que pueden resultar perjudiciales. Para garantizar esos objetivos, a continuación de la etapa educativa los servicios de sangre deben llevar a cabo en todos los donantes potenciales, una entrevista confidencial y una evaluación general del estado de salud de los candidatos previo a la donación de sangre (9).

REQUERIMIENTOS BÁSICOS:

- Edad: La edad establecida en Perú según PRONAHEBAS es a partir de los 18 años hasta los 60 años cumplidos (5).
- Ocupación: El tipo de actividad laboral puede estar en algunos casos, asociado a factores de riesgo. Por otro lado, mayor importancia tiene el conocimiento de la actividad laboral para prevenir efectos post-donación (6).
- Peso corporal: Son aceptables peso mayor o igual a 50 kg, 1 kg de peso equivale a 70 mL de sangre, por lo que 50 kg equivale a 3,500 mL de volemia. No se debe extraer más allá del 13 % de la volemia del donante, por lo tanto, individuos con 50 kg de peso y 3,500 mL de volemia, no deberían pasar la barrera de 455 mL de sangre recolectada. Considerando que la extracción es de aproximadamente 450 ml +/- 10%, el límite se establece con dicho peso (6).
- Ayuno: Es deseable que los donantes no donen durante un ayuno prolongado. La ingesta de 475-500 mL de agua antes de la donación de sangre reduce la incidencia de reacciones adversas. La OPS recomienda que no debe pedirse a los donantes que ayunen con el propósito de donar sangre (9). PRONAHEBAS indica es importante que antes de la donación se desayune normalmente, de igual modo que es conveniente almorzar o cenar en forma habitual, dependiendo del horario en que se realice la donación de sangre (5).
- Periodo menstrual: La mayoría de las mujeres sanas que menstrúan pierden menos de 40-50 mL de sangre en cada período y, por lo tanto, el promedio de pérdida anual normalmente no excede los 650 mL. Las mujeres que desean donar sangre durante su período menstrual no deben ser diferidas como donantes de sangre, siempre que se sientan bien en el momento de la donación y que cumplan con todos los requisitos de selección (9).

- Embarazo: No deben donar sangre debido a su requerimiento incrementado de nutrientes, especialmente hierro, durante la gestación. Además, es necesario evitar sobrecargas funcionales al sistema circulatorio materno-fetal. Después del parto, las madres deben evitar donar sangre, no sólo para reponer sus reservas de hierro sino para promover una lactancia exitosa (9).
- Los donantes potenciales que han realizado viajes a zonas endémicas para infecciones transmisibles, deben ser diferidos de acuerdo a la infección a la que han estado expuestos (5).
- Presión arterial: Sólo se debe coleccionar sangre de individuos que tienen cifras de presión arterial que están dentro del intervalo normal. La presión sistólica no debe exceder los 180 mm Hg y la diastólica no debe exceder los 100 mm Hg. La presión arterial alta puede estar asociada con varias otras variables, como la ansiedad y el nerviosismo en el individuo. Por esta razón, antes de diferir al donante debido a presión alta, ésta debe ser tomada por segunda vez después de 10 minutos de descanso y calma. Las personas que no tengan otra consideración de salud y que estén tomando medicación para controlar su presión arterial pueden donar sangre si su presión arterial está dentro de los límites aceptables (9).
- Pulso: Los donantes que presentan taquicardia deben ser invitados a descansar para calmarse. Antes de diferir al donante, el personal de los servicios de sangre debe hacer una segunda determinación del pulso después que el donante ha descansado por 10 minutos. A los donantes con bradicardia debe preguntárseles si son deportistas ya que los atletas presentan cifras de pulso y presión arterial menores que los no atletas. Los individuos que

presentan una frecuencia de pulso por fuera de lo normal deben ser diferidos (9).

- Nivel de hemoglobina y hematocrito: Los valores de hemoglobina normal fluctúan entre 121 g/L y 151 g/L de sangre en mujeres y entre 138 g/L y 172 g/L en hombres. Los valores normales de hematocrito oscilan entre 36,1% y 44,3% en mujeres y entre 40,7% y 50,3% en hombres. El donante potencial al menos requiere 125 g/L de hemoglobina o 38% de hematocrito en mujeres y en hombres requiere 135 g/L de hemoglobina o 40% de hematocrito (9) (6).
- Intervalo entre donaciones: La donación de una unidad de sangre total remueve alrededor del 10% de la hemoglobina circulante del donante. PRONAHEBAS recomienda que el período mínimo entre donaciones sea de 2 meses. Se requiere un intervalo entre donaciones de ocho semanas y de 16 semanas cuando se extrae en un donante dos unidades de glóbulos rojos; cuatro semanas después de plasmaféresis infrecuentes, y dos días después, de plasmaféresis, plaquetaféresis o leucaféresis. Se recomienda limitar el número de donaciones a cuatro anuales en hombres y tres anuales en mujeres (9) (22).

2.3 Definiciones conceptuales

✓ Hematocrito

El hematocrito corresponde al volumen de glóbulos rojos expresado porcentualmente respecto a un volumen de sangre; de esta forma provee un valor estimativo del grado de anemia. El valor del hematocrito se obtiene por centrifugación de sangre anti coagulada (16), para los resultados se usan las tablas para lectura de microhematocrito. Valores normales: Varones: 42% - 52%. Mujeres: 38% - 45%.

✓ **Donante de sangre**

Se identifican los siguientes tipos de donantes:

Donante voluntario: Se define como “la persona que dona sangre, plasma o algún componente sanguíneo por su propia voluntad, con el deseo de ayudar y no recibe pago por ello, ni en efectivo o de otra forma que sea considerada como sustituto del dinero” (22). Es la menos frecuente en nuestro medio, pero es la mejor, siendo considerada la donación ideal (21).

Donante de reposición: el paciente devuelve, por medio de sus familiares y/o amistades, las unidades de sangre que le fueron transfundidas durante su hospitalización. Es la donación más frecuente en nuestro medio (21).

Donante autólogo: Es la persona que previa evaluación y autorización médica, dona su sangre antes de la cirugía, la cual es conservada para un requerimiento transfusional personal (22).

Donante de aféresis: Es la persona a quien se le extrae por medio de un procedimiento mecánico y de forma selectiva un componente sanguíneo, reinfundiéndole el resto de los componentes no separados.

Donante remunerado o comercial: Persona que dona sangre a cambio de dinero u otra forma de retribución, que puede cambiarse por dinero. Son capaces de estafar e incluso mentir al momento de su interrogatorio, lo que pone en riesgo la seguridad de la sangre. En nuestro país esta práctica no debe ser aceptada (22).

✓ **Altitud**

Es la distancia vertical que existe entre un punto de la tierra y el nivel del mar. La altitud suele medirse en metros, por eso se habla de metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m) (23)

✓ **Sexo**

Condición orgánica, masculina o femenina. Conjunto de seres pertenecientes a un mismo sexo. Sexo masculino, femenino (24)

✓ **Edad**

Cada uno de los períodos en los que se encuentra dividida la vida humana (25)

2.4 Hipótesis

- **H1:** Existen cambios en el hematocrito en donantes voluntarios de sangre total que residen a 2.750 m.s.n.m en el período de septiembre y octubre del 2018.
- **H0:** No existen cambios en el hematocrito en donantes voluntarios de sangre total que residen a 2.750 m.s.n.m en el período de septiembre y octubre del 2018.

2.5 Variables

- **Dependiente:** Hematocrito.
- **Independiente:** Donantes voluntarios de sangre total.
- **Interviniente:** Altitud de 2.750 m.s.n.m.

2.6 Operacionalización de las variables

Variable	Valor Final	Instrumento	Tipo De Variable	Escala De Medición	Fuente
Donante	Si donó	Ficha de recolección de datos	Numérica discreta	De razón	Historia clínica
	no donó				
Sexo	Masculino	Ficha de recolección de datos	Categórica	Nominal	Historia clínica
	Femenino				
Edad	Años	Ficha de recolección de datos	Numérica discreta	De razón	Historia clínica
Hematocrito	Porcentaje (%)	Ficha de recolección de datos	Numérica continua	De razón	Historia clínica
Altitud	2750 m.s.n.m.	Ficha de recolección de datos	Numérica discreta	De intervalo	Historia clínica

CAPÍTULO III: MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Tipo de estudio

3.1.1 Tipo de estudio

Cuantitativo, observacional, descriptivo, prospectivo, de corte longitudinal.

3.1.2 Diseño de estudio

Es cuantitativo porque se expresará numéricamente; observacional ya que no se manipulará variables; descriptivo, debido a que describe condiciones de la salud de los individuos y sus variaciones; prospectivo porque la información se recopilará después del inicio del estudio y de corte longitudinal porque se medirá dos veces la variable.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Constituido por el total de donantes voluntarios atendidos por el Servicio de Banco de Sangre y Hemoterapia del Hospital Regional de Cajamarca de septiembre 2018 a octubre de 2018.

3.2.2 Tamaño de la muestra

Muestra no probabilística. Se consideraron todos los casos que cumplieron con los criterios de inclusión.

3.2.3 Selección de la muestra

- Criterios de inclusión:
 - Todos los postulantes a donantes atendidos en el Servicio de Banco de Sangre y Hemoterapia del Hospital Regional de Cajamarca, que cumplan con los

requerimientos básicos de PRONAHEBAS y cuyo procedimiento fue concluido con éxito.

- Adultos sanos de 18 a 55 años de edad con procedencia y estancia permanente de por lo menos 3 meses en la ciudad de Cajamarca.
- Donantes voluntarios de sangre total que acepten ser parte del estudio.
- Donantes que completen todo el estudio.
- Criterios de exclusión:
 - Todo postulante a donación que no logró realizar la donación.
 - Donantes cuyas fichas de postulante estén incompletas.
 - Participante que abandone la ciudad durante el estudio.
 - Donantes que reciban algún tratamiento con suplemento de hierro y/o alguna medicación.
 - Donantes que sufran alguna enfermedad y/o accidente durante el estudio.

3.3 Procedimiento de recolección de datos

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el Servicio de Banco de Sangre y Hemoterapia del Hospital Regional Docente de Cajamarca ubicado a 2 750 m.s.n.m., donde se efectuó una investigación descriptiva, prospectiva y de corte longitudinal en la que se estudió a los donantes voluntarios de sangre total en el período de septiembre y octubre del 2018.

- Todos los donantes fueron informados sobre el propósito del estudio, así mismo nos aseguramos mediante un consentimiento informado que la persona esté de acuerdo a colaborar con la investigación y acceder a 7 y 60 días después de la donación para tomar el nuevo valor de hematocrito, obteniéndose además los respectivos datos de contacto.

- Ingresaron al estudio aquellos donantes que aceptaron y dieron su consentimiento informado.
- En una primera parte, se realizó punción capilar en el dedo índice de la mano y microcentrifugación a los donantes potenciales para obtener el valor de hematocrito pre donación. Luego, se les contactó 7 días después para realizar una medida de hematocrito post donación.
- Así después de 60 días se los llamó para la segunda parte de nuestra investigación, usando los mismos materiales de la primera parte para que los resultados sean más confiables.
- Dichos resultados fueron recolectados en una tabla de datos (Anexo 1) que consta de 7 ítems, los cuales incluyen: Código, Nombre, Teléfono, Sexo, Edad, Procedencia y Hematocrito. Los valores de hematocrito son expresados en porcentaje (%).

3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos

En este trabajo se usó el procedimiento de la determinación de hematocrito por microcentrifugación, para lo cual se hizo una punción con una lanceta estéril en la superficie palmar de la falange distal (segmento final del dedo) no sin antes realizar la limpieza previa con alcohol al 70% en el lugar de punción; luego se limpió la primera gota de sangre con una torunda algodón seca y se recolectó la gota siguiente en el tubo capilar con heparina hasta alcanzar a llenar los 3/4 del mismo. Acto seguido, se cerró el extremo contrario del tubo con cera blanda.

Posteriormente las muestras fueron cuidadosamente llevadas hasta el laboratorio de Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca en un tiempo no mayor de 4 horas, allí fueron procesadas en la centrífuga. Al finalizar la centrifugación se

evidenció que cada uno de los tubos contenía en su interior tres capas: en la parte superior, una columna de plasma. A la mitad, una capa delgada de glóbulos blancos. En la parte inferior y hasta el fondo, una columna de glóbulos rojos. Se trabajó al nivel del tope de la columna de glóbulos rojos haciendo uso de una escala manual con parámetros debidamente señalados (Anexo 2).

3.5 Análisis estadístico de los datos

Luego de haber realizado la recolección de información, los datos fueron procesados en una PC- Core i5 en donde se elaboró una matriz de datos en la hoja de cálculo del programa Microsoft Excel 2016 para Windows.

- Se elaboraron tablas y gráficos de frecuencia según sexo, grupos etarios y valores de hematocrito pre donación, post donación (a los 7 días) y 60 días después. Se calcularon medidas de tendencia central como la media y desviación estándar (D.E).
- Se aplicó la prueba estadística de t de student para variables independientes. La t de student fue calculada con un complemento estadístico de Microsoft Excel: Megastat.
- Un valor de p menor de 0.05 (5%) se consideró significativo.

3.6 Aspectos éticos

Se establecieron las coordinaciones respectivas con el Banco de Sangre para el uso de las instalaciones y/o equipo de dicho servicio. Se requirió ayuda de los Técnicos del Banco de Sangre del centro de salud para la primera parte del estudio, la cual fue realizada en conjunto con la investigadora, mientras que el resto de los datos fueron

obtenidos únicamente por la investigadora. Según el Código de Ética y Deontología del Colegio Médico del Perú en la Sección Sexta: Del Trabajo de Investigación. Art. 42°: “Todo médico que investiga debe hacerlo respetando la normativa internacional y nacional que regula la investigación con seres humanos (...)”. Este es un estudio de riesgo mínimo. Como lo establece el Art. 46°, cada donante firmó el consentimiento informado (Anexo 3) autorizando la toma de las muestras y el uso de sus resultados con fines investigativos y se garantizó la confidencialidad de la información.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Se captaron un total de 144 donantes voluntarios de sangre total en el período de septiembre y octubre del 2018 quienes aceptaron participar en la investigación, de los cuales 40 participantes abandonaron el ensayo, motivo por el que la población de estudio la constituyen 104 sujetos ($n= 104$) entre 54 hombres (51.9%) y 50 mujeres (48.1%) que cumplieron con los criterios de inclusión.

Para la población sujeta a estudio se obtuvo que la media de edad fue de 24 años. La edad media según sexo para los varones fue de 23 años y para las mujeres fue de 25 años. La edad máxima para los varones fue de 49 años y para las mujeres fue de 46 años, para ambos la edad mínima fue de 18 años.

Con el fin de lograr un mejor análisis, la edad fue clasificada en grupos etarios según el Ministerio de Salud (MINSa) que considera a los donantes con edades comprendidas entre los 18 a 20 años como jóvenes (26) y para la edad adulta usamos la clasificación de Bromley que comprende la adultez temprana desde los 21 a 25 años; adultez media de 26 a 40 años y adultez tardía de 41 a 55 años (27) (Anexo 4). Dichos parámetros se ajustan a las edades que abarcan nuestra población de estudio y concuerda con lo indicado en la Ficha Técnica para la Selección del Donante de Sangre que se aplica en nuestro medio.

Al aplicar la prueba estadística de t de student se obtuvo un p-valor de 0.9876 para un nivel de confianza de 95%.

TABLA N° 01: Caracterización demográfica de los donantes de sangre incluidos en el estudio.

Población según sexo	FEMENINO		MASCULINO	
	Número absoluto	Porcentaje	Número absoluto	Porcentaje
TOTAL	50	48.1%	54	51.9%
Rangos de edad*				
De 18 a 20 años	12	24%	14	25.9%
De 21 a 25 años	23	46%	29	53.7%
De 26 a 40 años	12	24%	10	18.5%
De 41 a 55 años	03	6%	01	1.9%

*Adaptado de Ministerio de Salud (Minsa) y Bromley.

Fuente: Datos obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m.

En la Tabla N° 01 se muestran a los donantes por sexo y grupos etarios, se aprecia que la mayoría se encuentran entre los 21 y 25 años (adultez media) representando el 46% de mujeres y 53.7% de varones.

El grupo con menos donantes se encuentran entre los 41 y 55 años representando tan solo un 6% en mujeres y 1.9% en varones respectivamente.

1. Medidas de hematocrito basal y seguimiento post donación

Para el estudio de la variación del hematocrito en donantes voluntarios de sangre, del total de casos se obtuvo que:

En los valores de hematocrito basal, la media obtenida fue de 45.92% (D.E: 3.04) siendo el valor mínimo de 41% y un máximo de 53%.

Del total de casos, los valores de hematocrito post donación (tomados 7 días después) obtuvieron una media de 43.88% (D.E:3.21) siendo el valor mínimo de 38% y máximo de 52%.

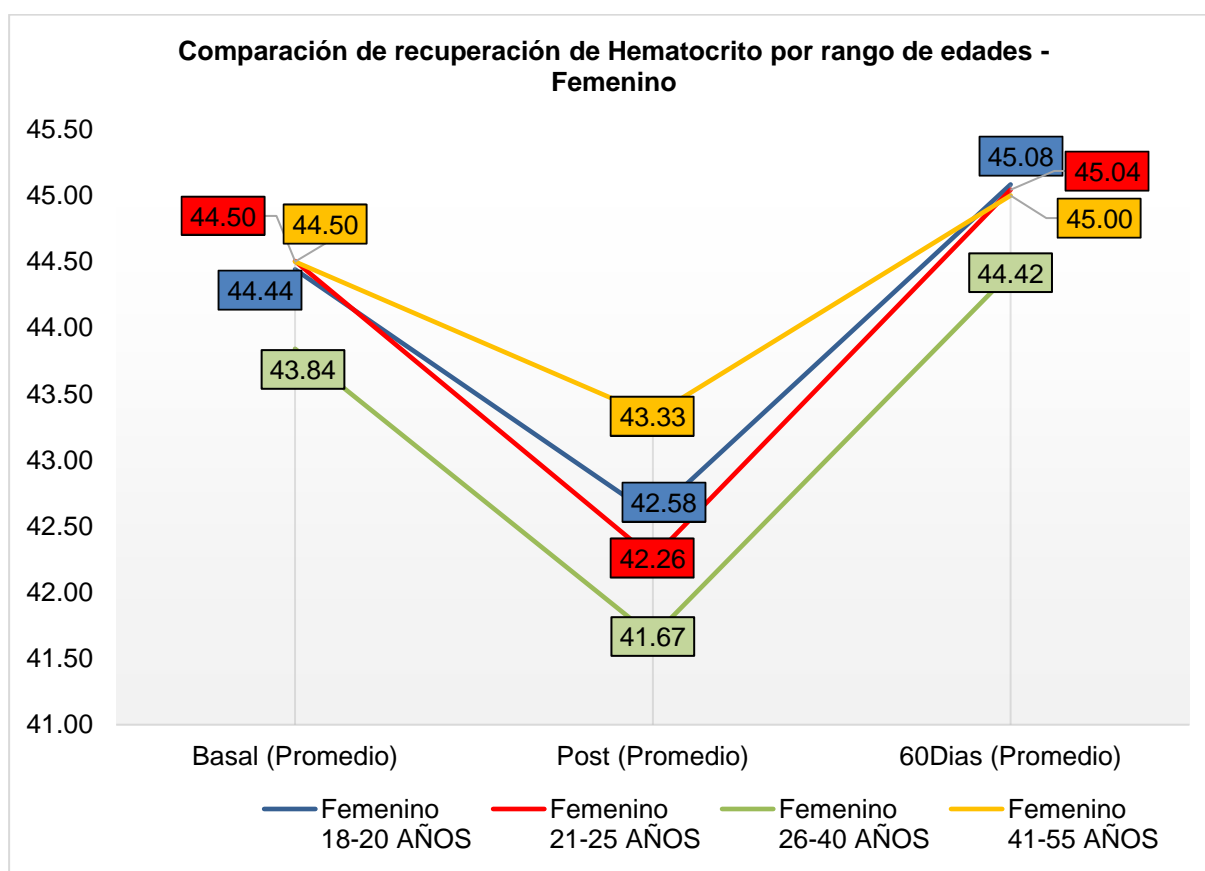
Por otro lado, el hematocrito medido 60 días después de la donación de sangre tuvo como valor de tendencia central una media de 46.38% (D.E:3.39) siendo el mínimo valor de recuperación de 38% y un máximo de 55%.

TABLA N° 02: Comparación de la media de hematocrito basal, post donación y 60 días post donación según grupos etarios para el sexo femenino.

HEMATOCRITO (%)	FEMENINO			
	18-20 AÑOS	21-25 AÑOS	26-40 AÑOS	41-55 AÑOS
BASAL	44.44	44.50	43.84	44.50
POST DONACIÓN	42.58	42.26	41.67	43.33
60 DIAS	45.08	45.04	44.42	45.00

Fuente: Datos obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m.

Gráfico N° 1. Comparación entre los valores de recuperación de hematocrito por rango de edades en el grupo de sexo femenino



Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m. Adaptado de la Tabla N° 02.

En la Tabla N°02 se aprecia que, para el sexo femenino, los valores de hematocrito basal con mayor porcentaje se encontraron en los grupos etarios comprendidos entre los 21 a 25 años y 41 a 55 años ambos con 44.50%, en cambio el grupo de 26 a 40 años tuvo un hematocrito basal menor con 43.8%. En promedio, el total de participantes de sexo femenino contó con un hematocrito basal de 44.32%.

En la Gráfica N°01 se observa que los valores de hematocrito post donación disminuyeron hasta un valor máximo de 43.33% en el grupo etario de 41 a 55 años y uno mínimo de 41.67% entre la población de mujeres de 26 a 40 años. De manera general, se contó con un hematocrito post donación de 42.46%.

Así mismo, al cabo de 60 días post donación se obtuvo un máximo hematocrito de 45% entre las mujeres de todos los grupos etarios excepto entre el grupo de 26 a 40 años que cuenta con un mínimo de 44.42%. Dichas cifras alcanzan y superan a las cifras basales en cada conjunto de participantes de sexo femenino. Se tiene que, del total de mujeres el hematocrito al final del estudio fue de una media de 44.89%.

En promedio, en el control post donación realizado 7 días luego de la misma, se aprecia que en todos los grupos etarios ha ocurrido un descenso en los valores de hematocrito dicho descenso es de aproximadamente 1.86% en mujeres de 18 a 20 años; 2.24% en el grupo de 21 a 25 años; 2.17% en el grupo de 26 a 40 años y de 1.17% en mujeres de 41 a 55 años.

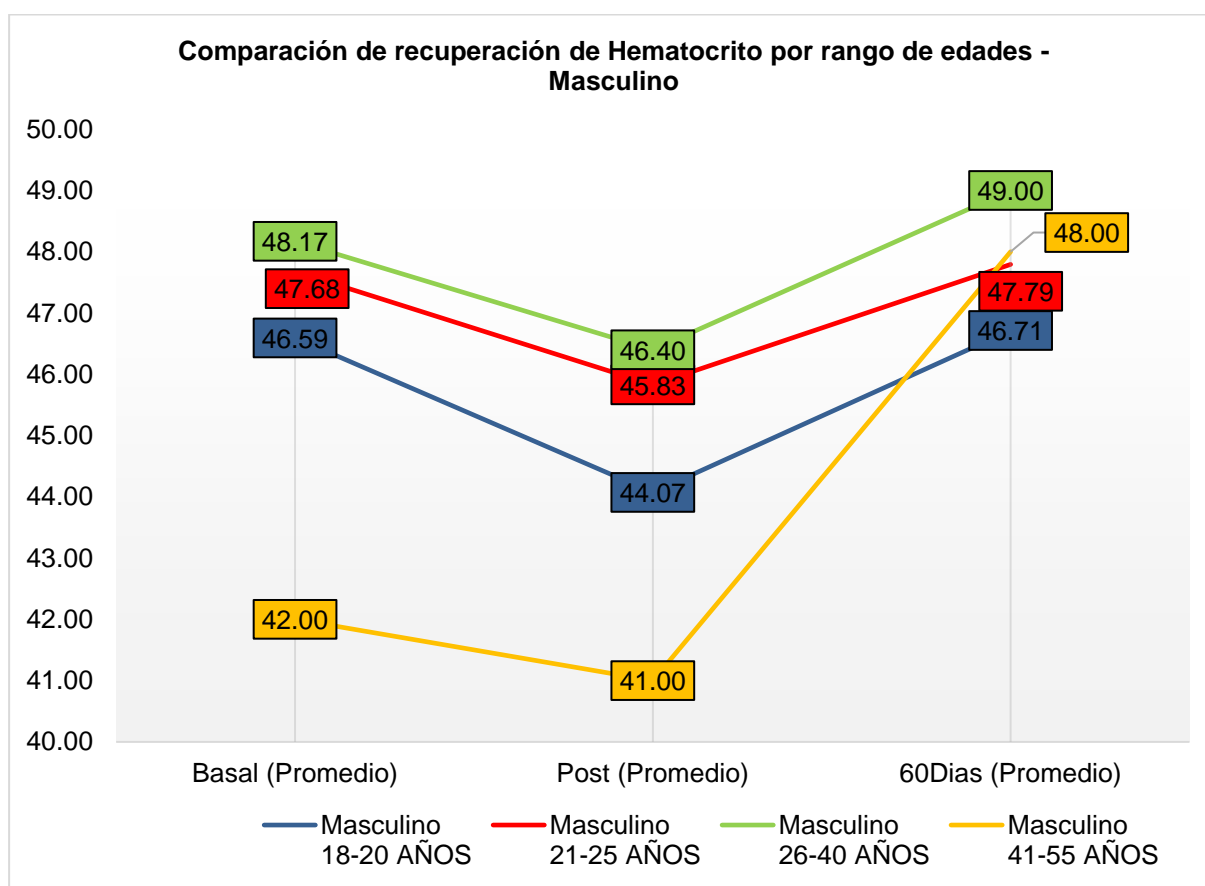
En el Gráfico N°1, al cabo de 60 días, se observa un aumento en el valor hematológico con respecto al control post donación que es de aproximadamente 2.5% en mujeres de 18 a 20 años; 2.78% en el grupo de 21 a 25 años; 2.75% en el grupo de 26 a 40 años y de 1.67% en mujeres de 41 a 55 años.

TABLA N° 03: Comparación de la media de hematocrito basal, post donación y 60 días post donación según grupos etarios para el sexo masculino.

HEMATOCRITO (%)	MASCULINO			
	18-20 AÑOS	21-25 AÑOS	26-40 AÑOS	41-55 AÑOS
BASAL	46.59	47.68	48.17	42.00
POST DONACIÓN	44.07	45.83	46.40	41.00
60 DIAS	46.71	47.79	49.00	48.00

Fuente: Datos obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m.

Gráfico N° 02. Comparación entre los valores de recuperación de hematocrito por rango de edades en el grupo de sexo masculino.



Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m. Adaptado de la Tabla N° 03.

En la Tabla N°03 se obtiene que, para el sexo masculino, los valores de hematocrito basal en los grupos etarios comprendidos entre los 26 a 40 años y 21 a 25 años son los más altos con 48.17% y 47.68% respectivamente, en comparación con el grupo de 41 a 55 años que posee un hematocrito basal menor con 42%. En promedio, el total de participantes de sexo masculino contó con un hematocrito basal de 46.11%.

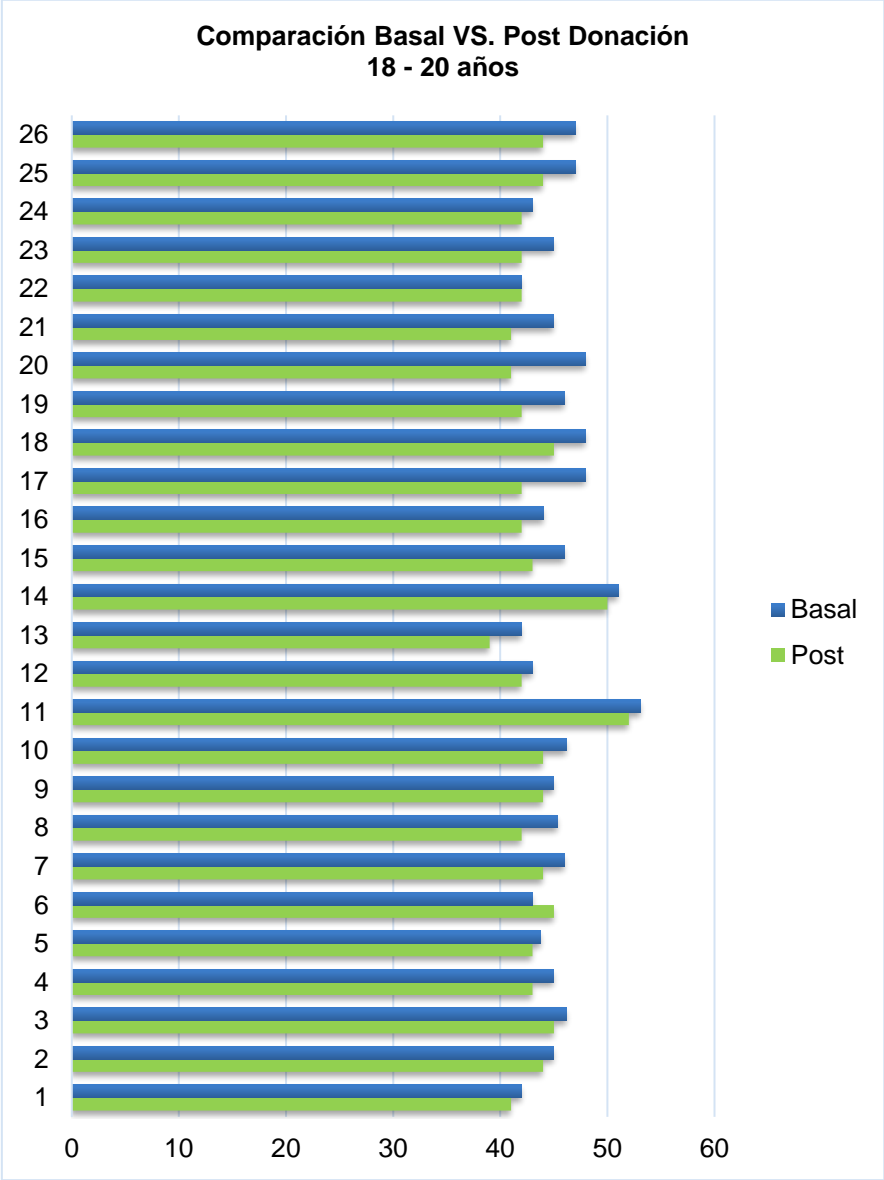
En la gráfica N°2 los valores de hematocrito post donación disminuyeron hasta un valor máximo de 46.40% en el grupo etario de 26 a 40 años y uno mínimo de 41% entre varones de 26 a 40 años. De manera general, se contó con un hematocrito post donación de 44.32%.

Además, 60 días post donación se obtuvo un máximo hematocrito de 49% entre varones de 26 a 40 años y un mínimo valor de 46.71% entre el grupo de 18 a 20 años. Se aprecia que dichas cifras alcanzan las respectivas medidas de sus basales. En general, la media de hematocrito 60 días post donación en varones en general fue de 47.88%.

En promedio, en el control post donación realizado 7 días luego de la misma, los valores de hematocrito descienden y esto ocurre en todos los grupos etarios; dicho descenso es de aproximadamente 2.52% en varones de 18 a 20 años; 1.85% en el grupo de 21 a 25 años; 1.77% en el grupo de 26 a 40 años y de 1% en varones de 41 a 55 años. A comparación del grupo de mujeres, la disminución de hematocrito fue menor.

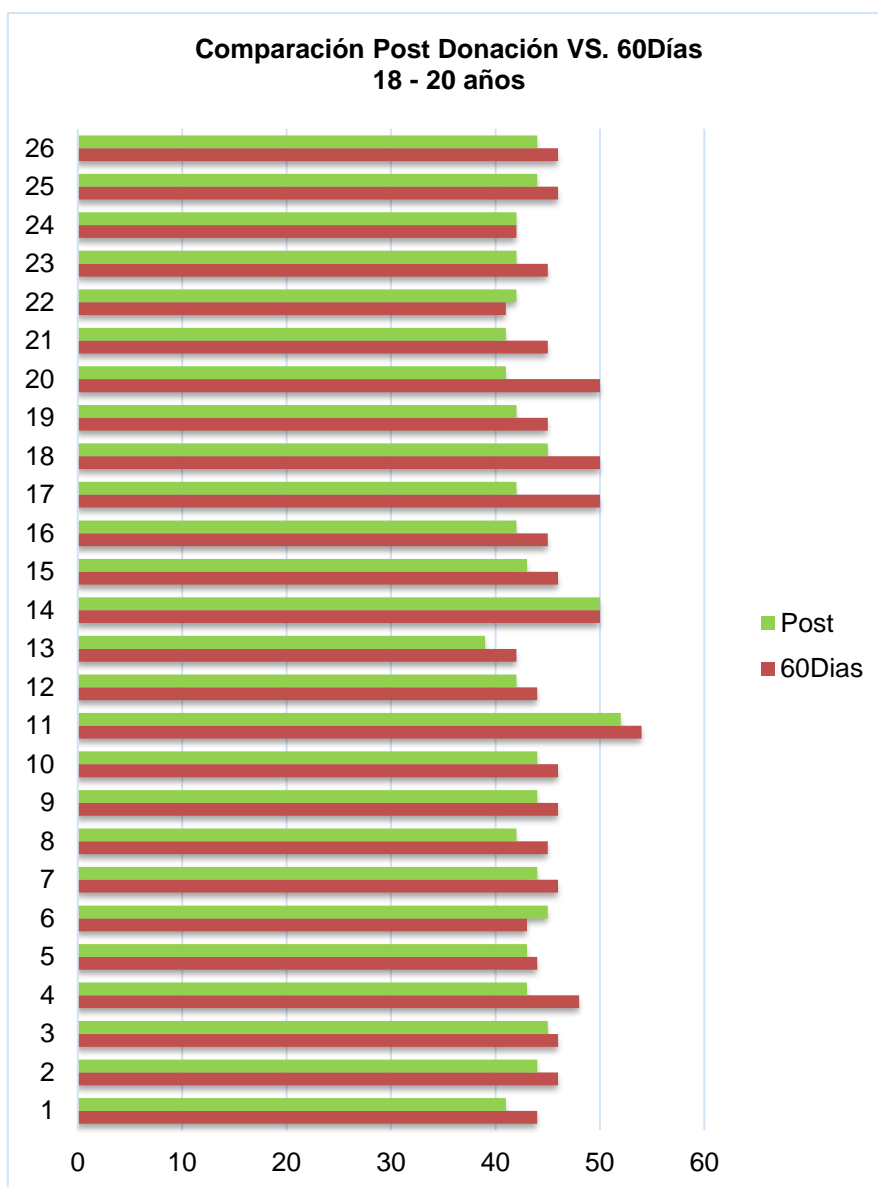
En la gráfica N° 2, al cabo de 60 días, se observa un aumento de hematocrito con respecto al control post donación que es de aproximadamente 2.67% en varones de 18 a 20 años; 1.96% en el grupo de 21 a 25 años; 2.6% en el grupo de 26 a 40 años y de 7% en varones de 41 a 55 años.

Gráfico N° 03. Comparación entre los valores de hematocrito basal y post donación en el grupo etario de 18 a 20 años del total de participantes.



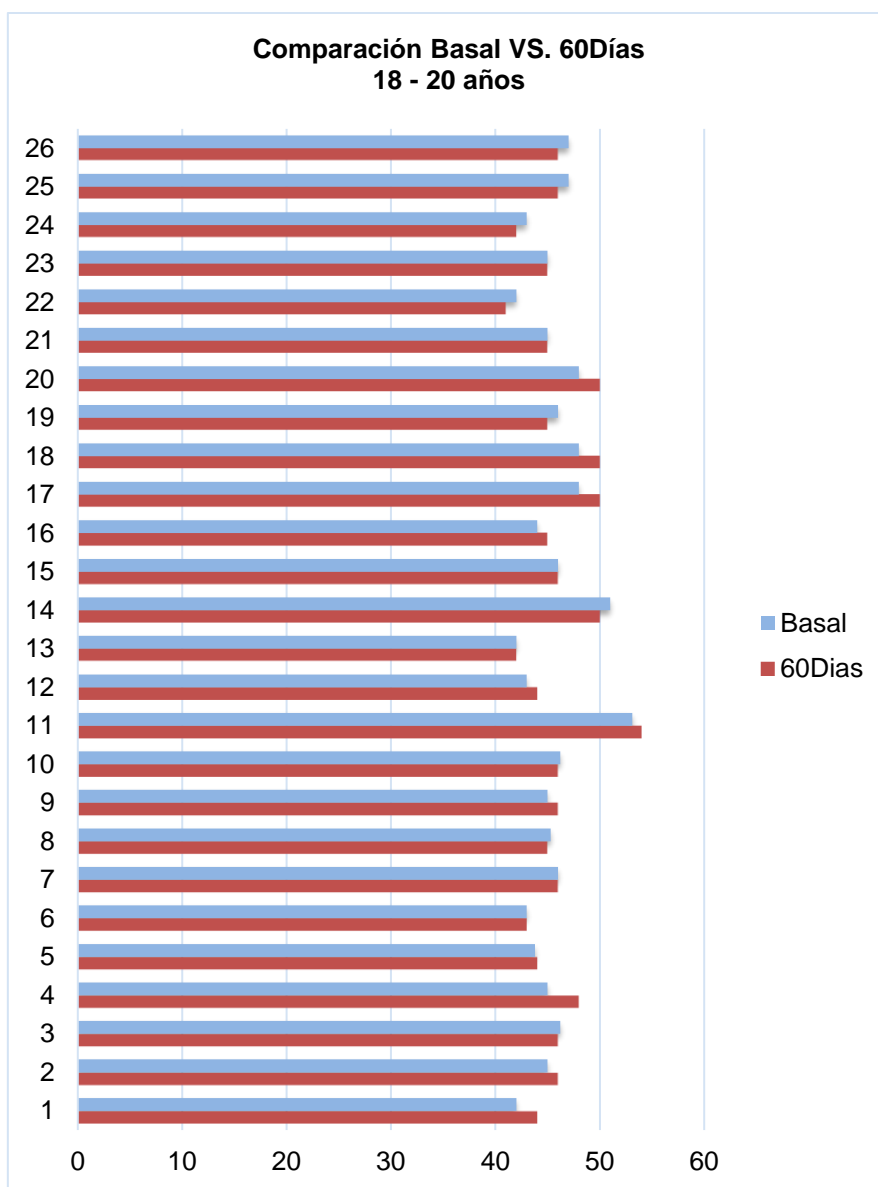
Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m.

Gráfico N° 04. Comparación entre los valores de post donación y a los 60 días en el grupo etario de 18 a 20 años del total de participantes.



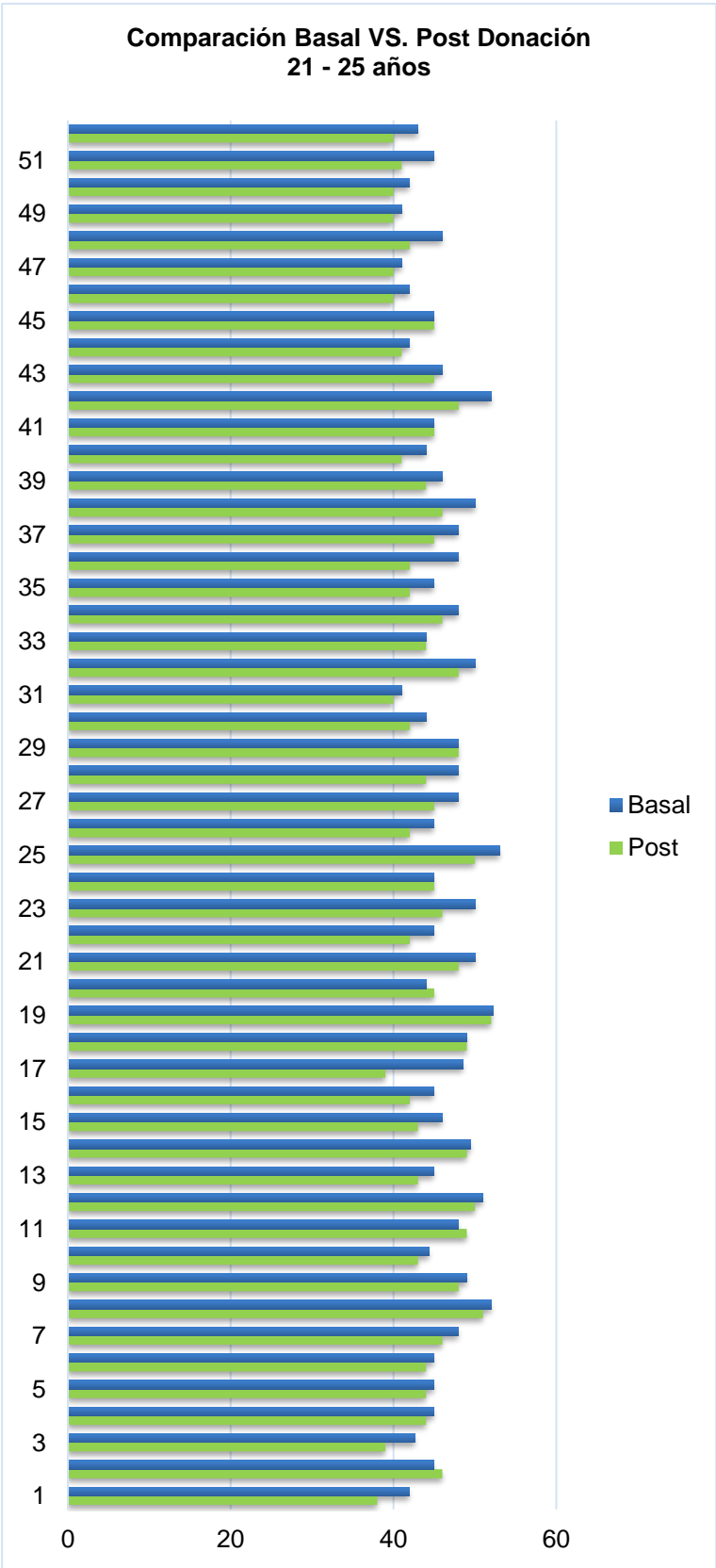
Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m.

Gráfico N° 05. Comparación entre los valores de basal y a los 60 días en el grupo etario de 18 a 20 años del total de participantes.



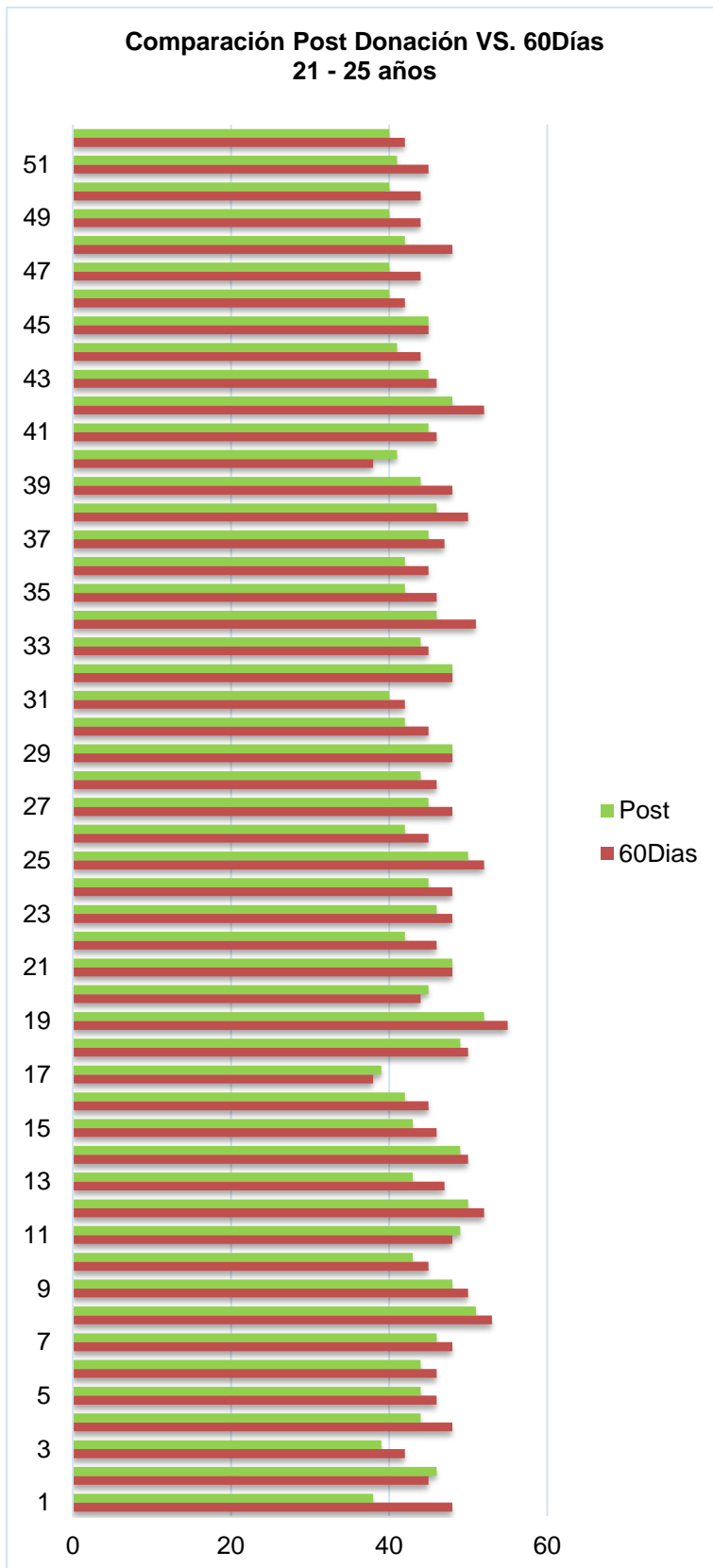
Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m.

Gráfico N° 06. Comparación entre los valores de hematocrito basal y post donación en el grupo etario de 21 a 25 años del total de participantes.



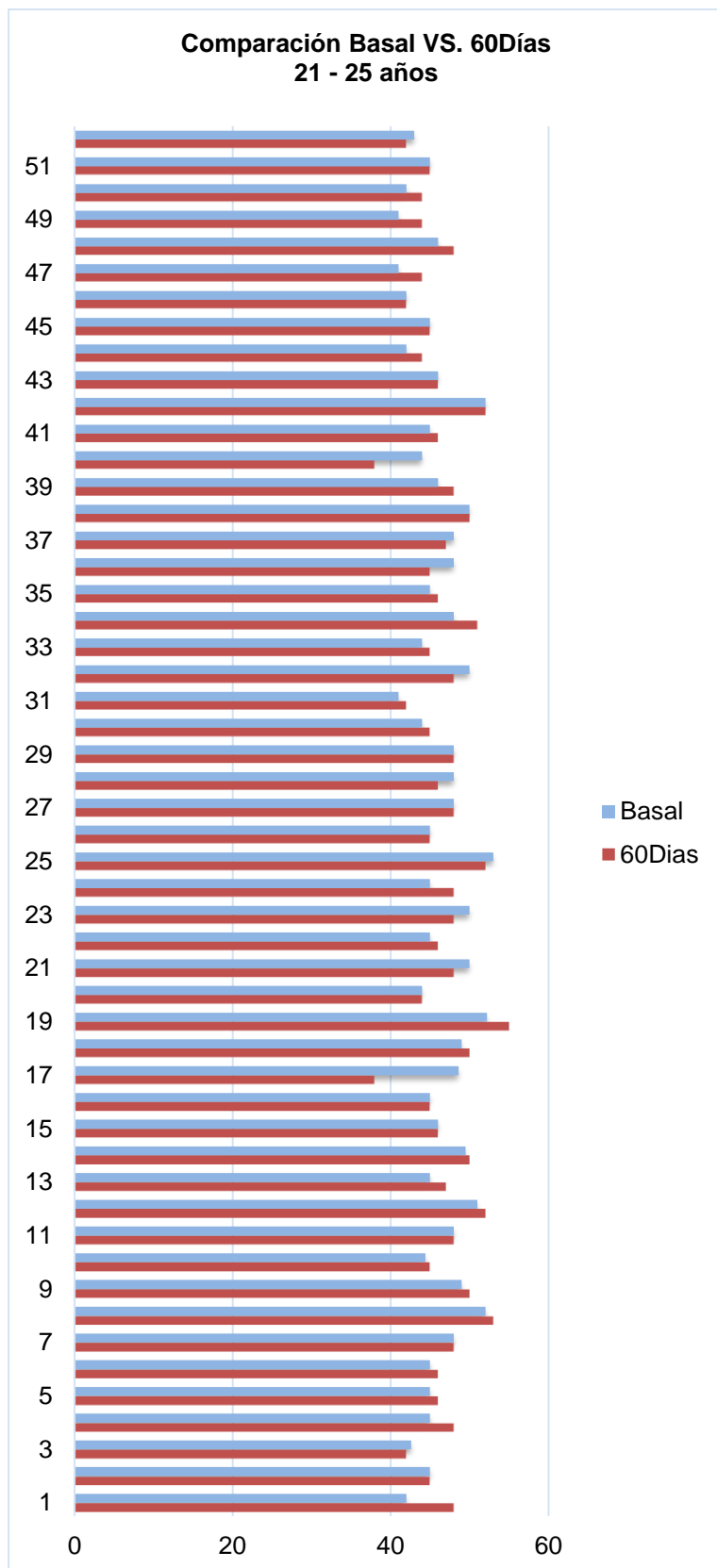
Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m.

Gráfico N° 07. Comparación entre los valores de post donación y a los 60 días en el grupo etario de 21 a 25 años del total de participantes.



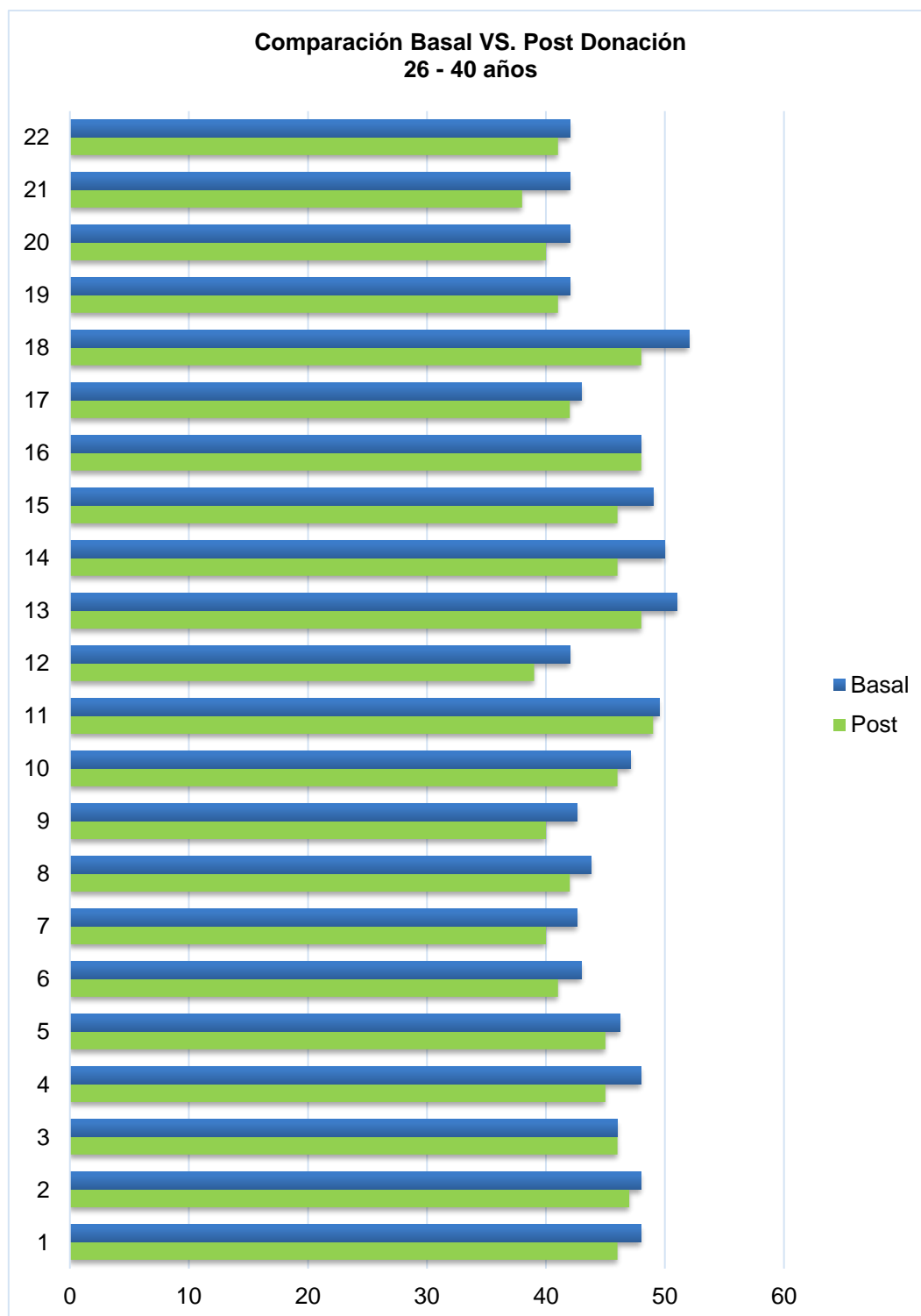
Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m.

Gráfico N° 08. Comparación entre los valores de basal y a los 60 días en el grupo etario de 21 a 25 años del total de participantes.



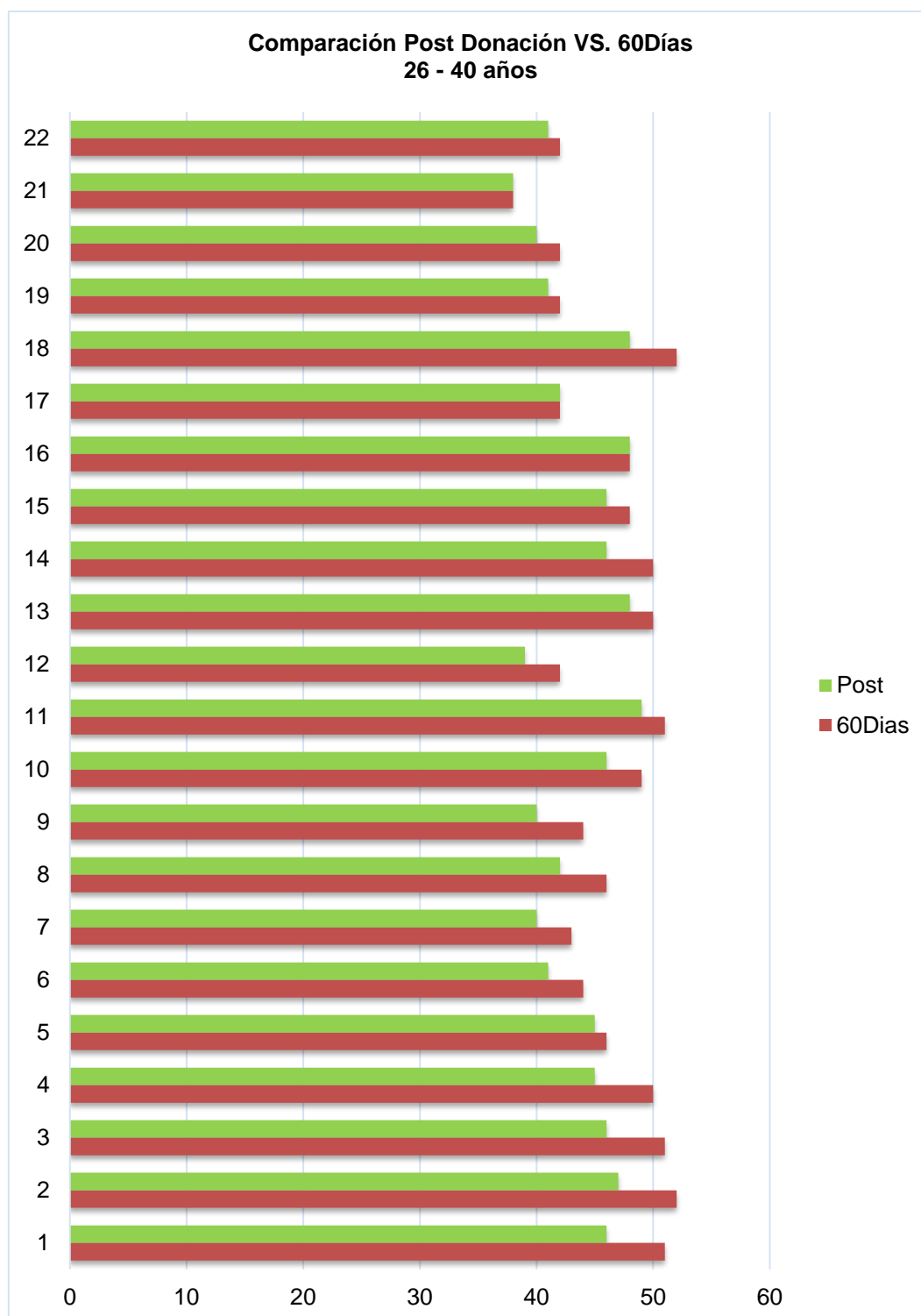
Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m.

Gráfico N° 09. Comparación entre los valores de hematocrito basal y post donación en el grupo etario de 26 a 40 años del total de participantes.



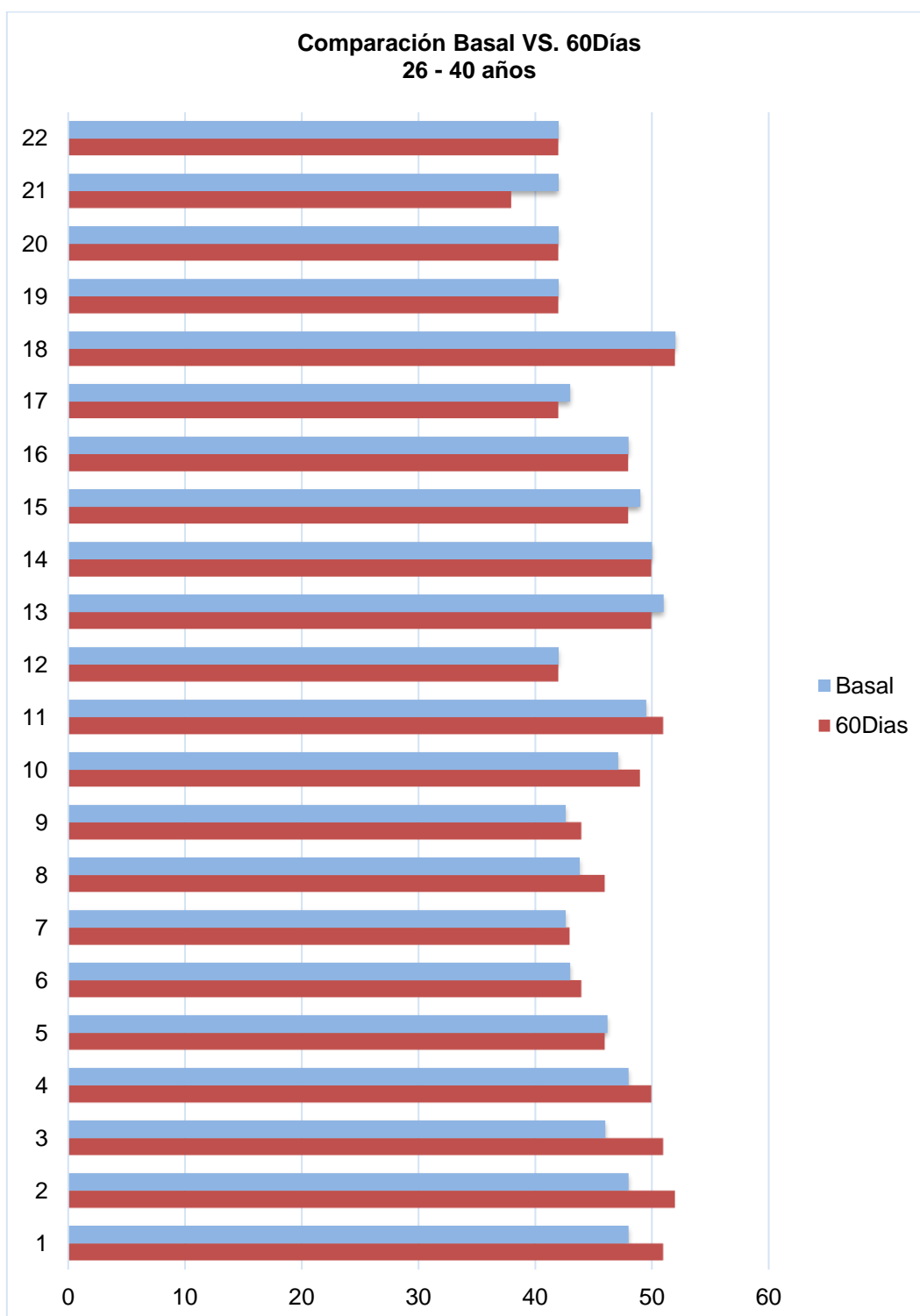
Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m.

Gráfico N° 10. Comparación entre los valores de post donación y a los 60 días en el grupo etario de 26 a 40 años del total de participantes.



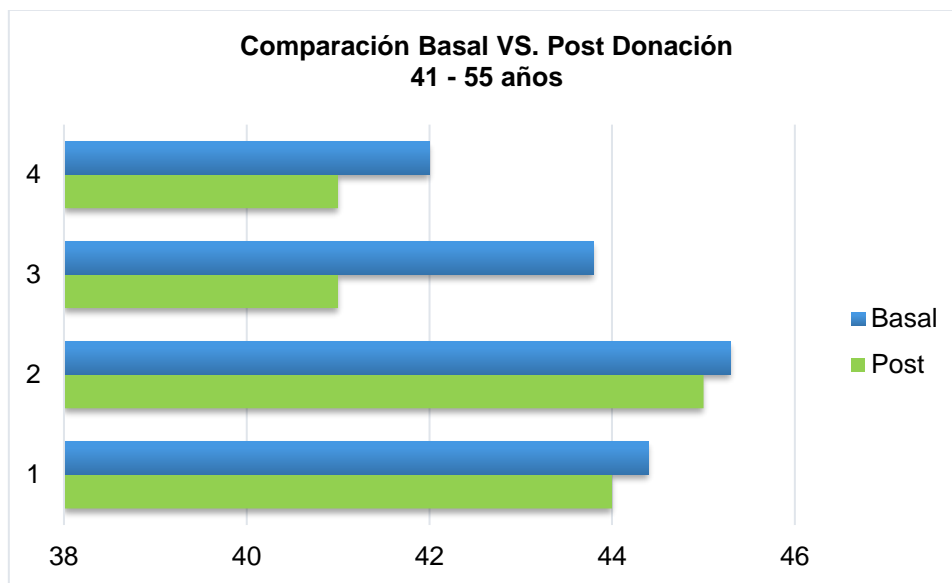
Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m.

Gráfico N° 11. Comparación entre los valores de basal y a los 60 días en el grupo etario de 26 a 40 años del total de participantes.



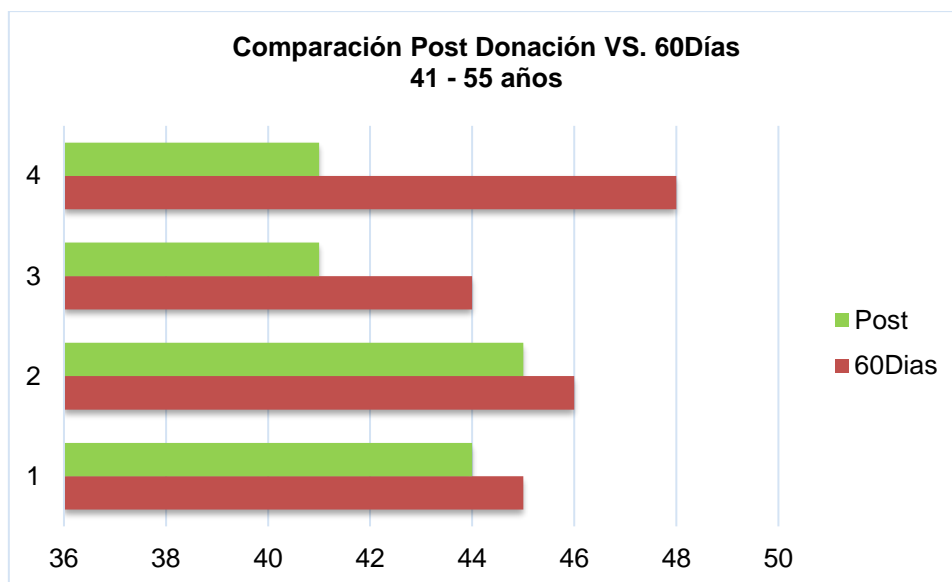
Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m.

Gráfico N° 12. Comparación entre los valores de hematocrito basal y post donación en el grupo etario de 41 a 55 años del total de participantes.



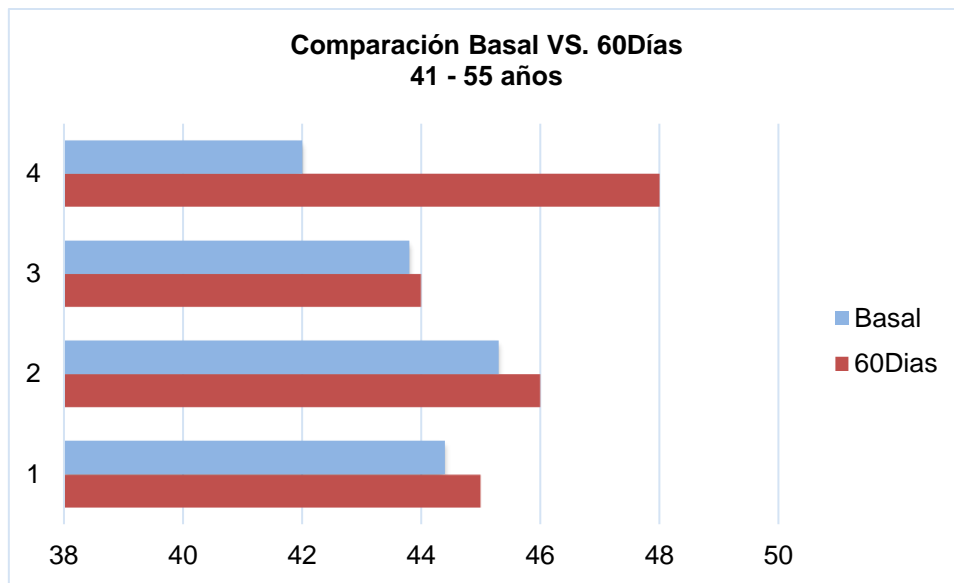
Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m.

Gráfico N° 13. Comparación entre los valores de post donación y a los 60 días en el grupo etario de 41 a 55 años del total de participantes.



Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m.

Gráfico N° 14. Comparación entre los valores de basal y a los 60 días en el grupo etario de 41 a 55 años del total de participantes.



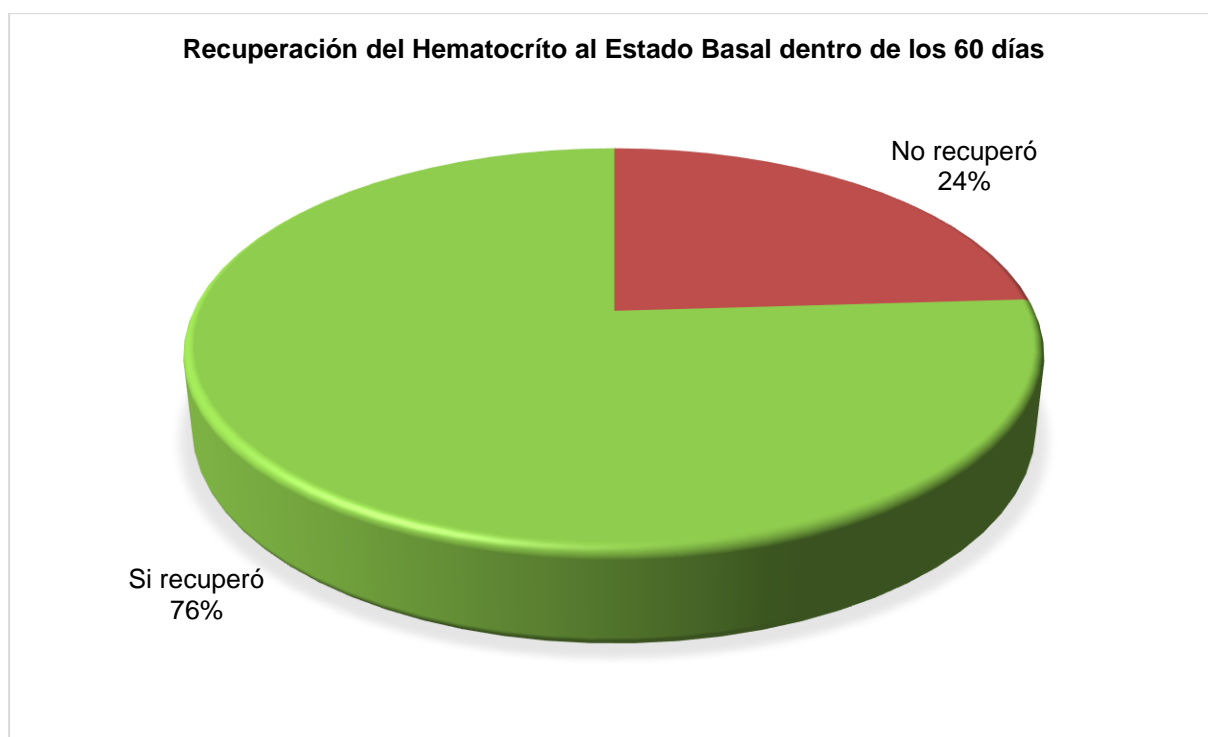
Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m.

2. Restitución espontánea de hematocrito basal

De la población general en estudio (n=104) se tuvo en cuenta que, si los valores de hematocrito control al cabo de 60 días post donación eran igual o mayor a los valores de hematocrito basales, se consideraba que los sujetos habían alcanzado una recuperación o restitución espontánea de éste.

Es así como, 79 participantes (76% del total) lograron una recuperación a sus valores basales y 25 participantes (24% del total) no lo hicieron.

Gráfico N° 15. Porcentaje de donantes que lograron la recuperación del hematocrito al cabo de 60 días post donación en el total de donantes.



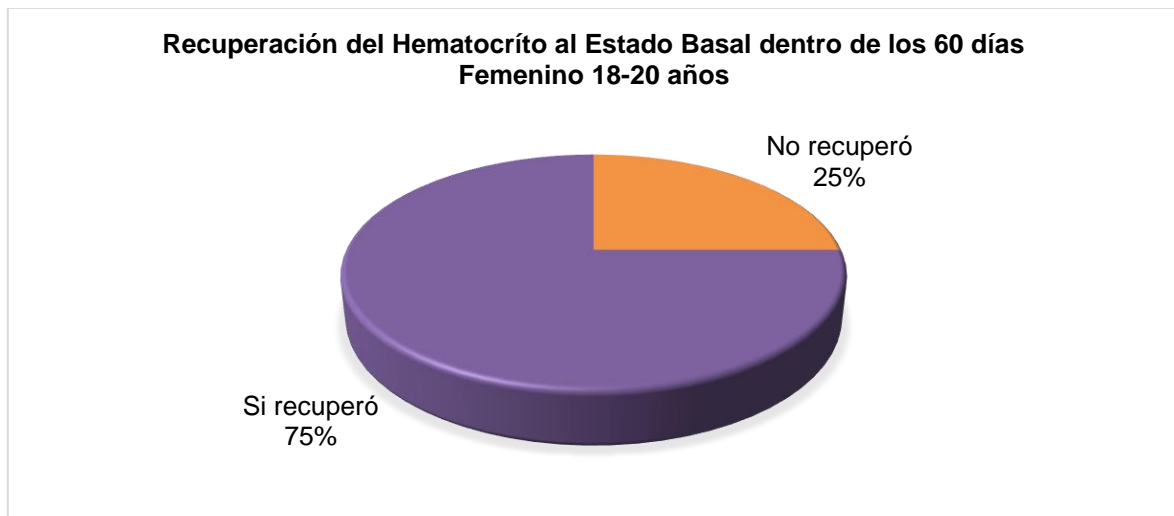
Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m.

TABLA N° 04: Número de donantes según la recuperación de hematocrito a su estado basal para el sexo femenino.

RECUPERACIÓN	FEMENINO				TOTAL
	18-20 AÑOS	21-25 AÑOS	26-40 AÑOS	41-55 AÑOS	
NO recuperó	3	3	2	0	8
SI recuperó	9	20	10	3	42

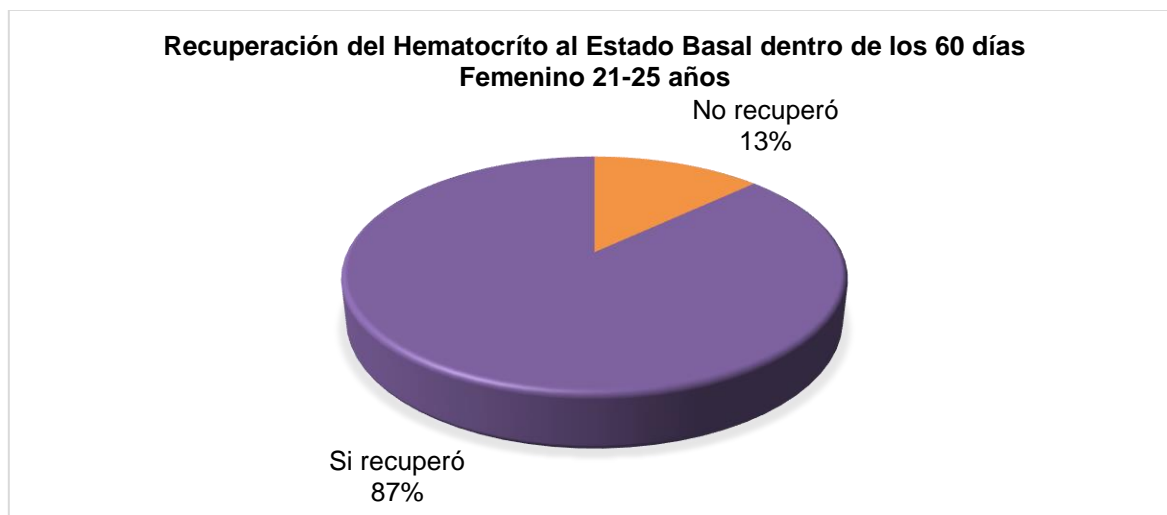
Fuente: Datos obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m.

Gráfico N° 16. Porcentaje de donantes que lograron la recuperación del hematocrito al cabo de 60 días post donación, según sexo y grupos etarios.



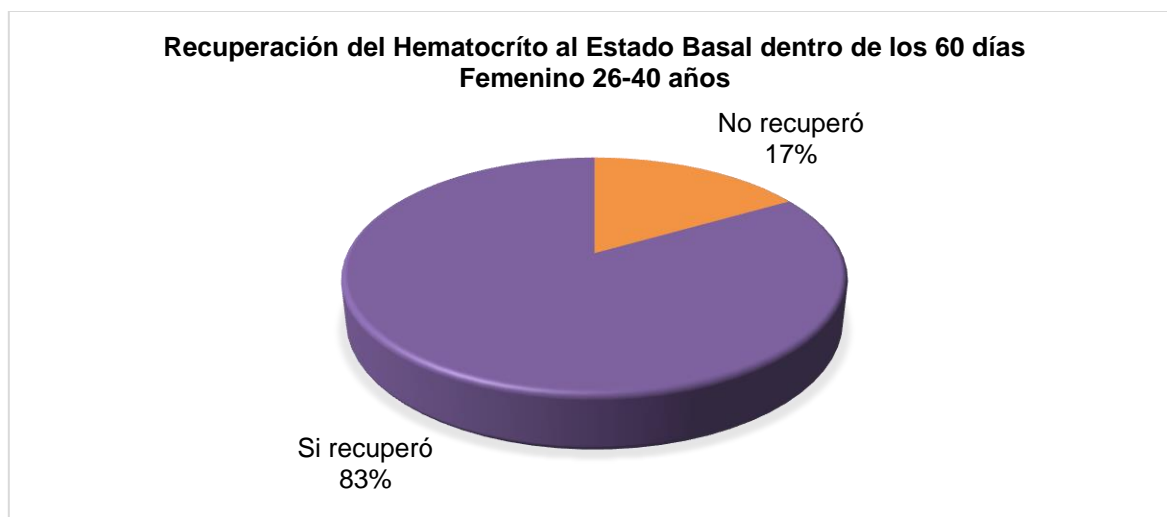
Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m. Adaptado de la Tabla N° 04.

Gráfico N° 17. Porcentaje de donantes que lograron la recuperación del hematocrito al cabo de 60 días post donación, según sexo y grupos etarios.



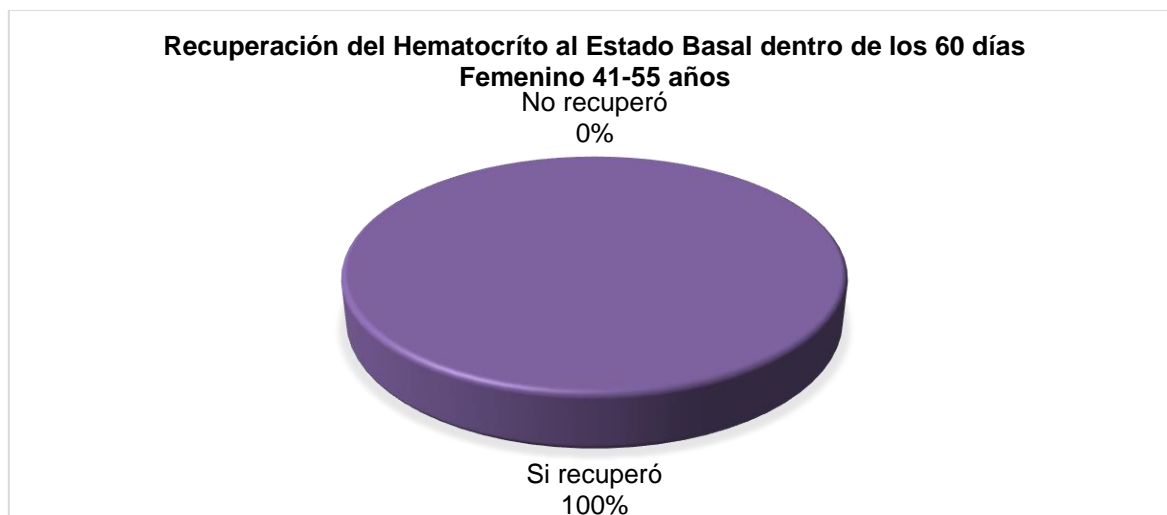
Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m. Adaptado de la Tabla N° 04.

Gráfico N° 18. Porcentaje de donantes que lograron la recuperación del hematocrito al cabo de 60 días post donación, según sexo y grupos etarios.



Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m. Adaptado de la Tabla N° 04.

Gráfico N° 19. Porcentaje de donantes que lograron la recuperación del hematocrito al cabo de 60 días post donación, según sexo y grupos etarios.



Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m. Adaptado de la Tabla N° 04.

Al analizar la Tabla N° 04, podemos notar que la mayor cantidad de mujeres participantes de la investigación recuperó los niveles de hematocrito basal en el control 60 días post donación siendo 42 participantes (84% del total de mujeres).

En la gráfica N°17, el grupo etario de 21 a 25 años cuenta con la mayor cantidad de mujeres que recuperaron sus niveles basales de hematocrito que son 20 (40% del total de mujeres), este grupo a su vez es el más numeroso.

Se aprecia que, en cada grupo etario, más de la mitad recuperaron los valores basales de su hematocrito; siendo así que, de manera general tan solo 8 participantes (16% del total de mujeres) no alcanzaron el objetivo por diversos motivos que se discutirán más adelante.

TABLA N° 05: Número de donantes según la recuperación de hematocrito a su estado basal para el sexo masculino.

RECUPERACIÓN	MASCULINO				TOTAL
	18-20 AÑOS	21-25 AÑOS	26-40 AÑOS	41-55 AÑOS	
NO recuperó	6	8	3	0	17
SI recuperó	8	21	7	1	37

Fuente: Datos obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m.

Gráfico N° 20. Porcentaje de donantes que lograron la recuperación del hematocrito al cabo de 60 días post donación, según sexo y grupos etarios.



Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m. Adaptado de la Tabla N° 05.

Gráfico N° 21. Porcentaje de donantes que lograron la recuperación del hematocrito al cabo de 60 días post donación, según sexo y grupos etarios.



Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m. Adaptado de la Tabla N° 05.

Gráfico N° 22. Porcentaje de donantes que lograron la recuperación del hematocrito al cabo de 60 días post donación, según sexo y grupos etarios.



Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m. Adaptado de la Tabla N° 05.

Gráfico N° 23. Porcentaje de donantes que lograron la recuperación del hematocrito al cabo de 60 días post donación, según sexo y grupos etarios.



Fuente: Resultados obtenidos en septiembre – octubre del 2018 en donantes voluntarios de sangre total del Banco de Sangre del Hospital Regional Docente de Cajamarca a 2 750 m.s.n.m. Adaptado de la Tabla N° 05.

En la presente Tabla N° 04, la mayoría de participantes varones logró la recuperación de los hemocomponentes a su estado basal siendo 37 participantes (68.5% del total de varones).

En la Gráfica N° 21, el grupo etario de 21 a 25 años cuenta con la mayor cantidad de varones que recuperaron sus niveles basales de hematocrito constituidos por 21 participantes (38.9% del total de varones), este grupo a su vez es el más numeroso. Se aprecia que, al igual que el grupo femenino, más de la mitad de donantes en cada grupo etario son recuperaron los valores basales de su hematocrito.

Por otro lado, se tiene que 17 participantes (31.5% del total de varones) no alcanzaron el objetivo y que, a diferencia del grupo femenino, constituye un porcentaje mayor.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Según el objetivo de determinar los valores de hematocrito basal en donantes voluntarios de sangre total a 2.750 m.s.n.m los resultados muestran que la media de hematocrito basal obtenida fue de 45.92% (D.E: 3.04) siendo 46.11% para varones y 44.32% para mujeres, resultados que al ser comparados con los valores promedio dados por MINSA para la ciudad de Cajamarca se encuentran dentro del rango establecido (varones: 44.28% a 56.28% y mujeres: 41.28% a 50.28%) (28). Sin embargo, tal y como es de esperarse difieren de los rangos dados por la OMS a nivel del mar que son de 40,7% y 50,3% en hombres y entre 36,1% y 44,3% en mujeres (9).

En caso de lo encontrado por Pottgiesser, Specker, et. al (2008) en su estudio titulado "Recovery of hemoglobin mass after blood donation" se halló un hematocrito promedio de 44.2% entre sus donantes como estado basal (11), siendo un rango menor que el hallado en nuestro estudio; esto podría deberse a que se encuentra a una altitud distinta ya que la ciudad de estudio se halla a 278 m.s.n.m aproximadamente.

Según lo expuesto por Luz Coy Velandia, Martha Castillo, Ana Isabel Mora, et. al. (2006) en "Características hematológicas en donantes de sangre de Bogotá, D.D, Colombia (2.600m)" las variaciones de hematocrito para varones y mujeres fueron de 49.8% \pm 3.2 y 43.2% \pm 2,9 respectivamente (13), teniendo similitudes con nuestros resultados ya que los lugares donde habitan los donantes en estudio difieren tan solo de 100 m.s.n.m.

En el trabajo de investigación de Jorge Donado, Julián Ramírez González, et. al (2013) llamado "Valores de hemoglobina y hematocrito en más de 100 mil donantes del banco de sangre entre los años 200 - 2009 del Hospital Pablo Tobón Uribe, Medellín-

Colombia (1 538 msnm) el promedio de hematocrito en varones fue de 46,93% ($\pm 3,27$); en mujeres el promedio fue 41,64% ($\pm 2,96$) (14), dichos promedios se asemejan a los obtenidos en el presente estudio, esto debido a que probablemente se contó con una muestra mucho más grande.

De todo lo anterior se puede inferir que tal y como lo demuestran los artículos antes mencionados, el estado basal de hematocrito va a depender de las características poblacionales influenciadas por el aspecto geográfico ya que, a grandes alturas, el estado de hipoxia contribuye al aumento de eritropoyetina, hormona implicada en el proceso de eritropoyesis (1) y otra explicación es que el sujeto que vive en altura está sometido está permanentemente estimulado con mayores niveles de testosterona, produciendo una hipoventilación permanente y a su vez esta hormona es un estímulo para la eritropoyesis (29).

Con el fin de identificar cuáles son los cambios en el hematocrito en donantes voluntarios de sangre total que residen a 2.750 m.s.n.m. se obtuvieron los siguientes resultados: a partir del hematocrito basal cuya media obtenida fue de 45.92% (D.E: 3.04) ocurre una disminución del mismo en el control tomado 7 días post donación hasta una media de 43.88% (D.E:3.21), es decir un descenso de aproximadamente 2.04%. Al cabo de 60 días después de la donación de sangre se tuvo como valor de tendencia central una media de 46.38% (D.E:3.39), es decir un aumento de aproximadamente 2.5%. En contraste con Finch et al. (1985), en su estudio titulado "Iron metabolism. Hematopoiesis following phlebotomy. Iron as a limiting factor" obtuvo que los niveles basales de hematocrito disminuyeron aproximadamente en un 5% los primeros 7 días post donación (10), tal disminución difiere en gran medida de nuestros resultados y esto es debido a que se demostró que éstos sujetos de estudio tuvieron deficiencia de hierro desde un inicio. Según MINSA la pérdida de 450 ml que

constituye el paquete globular donado que no afecta o afecta mínimamente las variables eritrocitarias del donador (6), motivo por el cual el descenso de hematocrito la primera semana no debería ser estadísticamente significativo como ocurre en nuestro estudio.

En el estudio realizado por Pottgiesser, Specker, et. al. (2008) en cuanto a las variaciones de hematocrito, los resultados obtenidos muestran un promedio de 44.2% antes de la donación como estado basal y disminuye a 40.3% a la primera semana después (11), de manera similar los autores Daniela Barrigas y Fedra Vela (2014) en su artículo “Cambios en la hemoglobina y ferritina en donantes de sangre total después de 45 a 60 días de la donación durante el periodo de agosto-octubre 2014 en la Cruz Roja de Chimborazo, Ecuador” mencionan que en cuanto al descenso porcentual de hemoglobina respecto al valor inicial, de manera global descendió un 4.07% (15); ambos estudios muestran descensos mayores a los resultados obtenidos en nuestra población.

Al comparar los cambios en el hematocrito luego de la primera semana y a los 60 días post donación según el sexo de los donantes voluntarios de sangre total a 2.750 m.s.n.m. se obtuvieron resultados distintos tanto para el grupo de mujeres como de varones: en promedio, el total de participantes de sexo femenino contó con un hematocrito basal de 44.32%, post donación disminuyó hasta 42.46% y al cabo de 60 días post donación una media de 44.89%.; para el grupo masculino los valores obtenidos fueron mayores tanto en el basal, post donación y control a los 60 días siendo de 46.11%, 44.32% y 47.88% respectivamente.

Teniendo en cuenta el estudio realizado por Daniela Barrigas y Fedra Vela en la ciudad de Chimborazo, Ecuador a 3 642 m.s.n.m (2014) en donde se advierte que, al igual

que nuestro trabajo, los valores de hemoglobina basales en el grupo masculino (16.40 g/dL) fueron mayores respecto al femenino (15.14 g/dL) del mismo modo en el control hemoglobina post donación en donde disminuye más (9.31% frente a 1.4% en los hombres) (15). Esto podría fundamentarse en que, en las mujeres, el papel de la hormona progesterona y estradiol disminuyen la saturación de oxígeno en sangre y con ello contribuyen a una menor eritropoyesis; a diferencia de los varones que no cuentan con ese estímulo hormonal como factor protector y por el contrario poseen niveles elevados de testosterona que, como se explicó en párrafos anteriores, estimula a la producción de glóbulos rojos (30).

En cuanto a los cambios en el hematocrito luego de la primera semana y a los 60 días post donación según el grupo etario de los donantes voluntarios de sangre total a 2.750 m.s.n.m. los resultados fueron que entre los donantes de sangre de sexo femenino los valores más altos en cuanto al basal, post donación y control 60 días después corresponden a los grupos etarios de 18 a 20 años (juventud) y 21 a 25 años (adulthood temprana). Entre los donantes de sangre de sexo masculino, los resultados de los valores de hematocrito en el estado basal, post donación y control a los 60 días fueron mayores entre los grupos etarios de 21 a 25 años (adulthood temprana) y 26 a 40 años (adulthood media). Esto se correlaciona con que en la pubertad y juventud ocurre un ligero incremento en la hemoglobina y que a partir de la edad adulta y senectud éste disminuye con diversos factores entre los que influyen la depleción de reservas de hierro en sangre (18). El grupo etario que se encuentra entre los 41 a 55 años (adulthood tardía) no cuenta con la suficiente muestra como para sacar conclusiones a partir de ella.

Al análisis de t de student para variables independientes ya que el p-valor (0.9876) es *mayor al nivel de significancia* (0.05) **se acepta la hipótesis nula** que plantea que no

existen cambios estadísticamente significativos en el hematocrito en donantes voluntarios de sangre total que residen a 2.750 m.s.n.m en el período de septiembre y octubre del 2018. De los 104 sujetos que participaron en la investigación, se encontró que 79 participantes (76% del total) lograron una recuperación a sus valores basales al cabo de 60 días post donación y 25 participantes (24% del total) no lo hicieron.

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS) sostiene que a una persona sana y con adecuada alimentación le toma entre cuatro y seis semanas (entre 28 y 42 días respectivamente) recuperar los niveles de hemoglobina previos a la donación (9). Del mismo modo, la Guía Técnica para la Selección del Donante de Sangre Humana y Hemocomponentes considera que se requerirá entre 4 a 6 semanas (entre 28 a 42 días) para recuperar la hemoglobina extraída sin embargo el periodo mínimo aceptado entre donaciones es de 2 meses (60 días), en una persona saludable, como debe serlo el donante de sangre, considerando además un depósito promedio de hierro previo a la extracción, por ello se espera que el número de donaciones al año no pase de 4 para el varón y 3 para la mujer sin perjudicar al donante (6).

Según Emma Estévez (2009) en “Donación y recuperación de una unidad de sangre: consecuencias para la termorregulación en reposo y ejercicio”, la completa recuperación de la masa total de hemoglobina, y de otras variables sanguíneas, comprende un rango de 5 a 8 semanas (38 a 56 días) dependiendo del género del donante y de los depósitos de hierro; siendo además dichos estándares de tiempo ampliados hasta las 8 semanas en el caso de las mujeres y de los donantes habituales” (12). Para Finch et al. (1985), los niveles de hematocrito en sus resultados muestran una disminución la primera semana de control que luego aumentaron hasta casi alcanzar sus valores basales dos meses (60 días) después de la terminación de

sangría (450 mL de sangre total), mientras que los suplementos de hierro en sangre no volvieron a sus valores basales en poco más de un año (10).

Del mismo modo para Pottgiesser, Specker, et. al. (2008) refieren que su población en estudio recuperó sus valores basales hacia la octava semana (56 días) (11). Así como Para Daniela Barrigas y Fedra Vela en la ciudad de Chimborazo, Ecuador a 3 642 m.s.n.m (2014) refiere que luego de 45 a 60 días post donación 17.7% de la muestra de donantes presentó anemia (es decir, no logró la recuperación basal de hematocrito) frente a un 82.3% que tuvo parámetros normales (15); todo lo anterior relacionado con los niveles de ferritina sérica sufrieron un descenso importante en todos los casos.

Tal y como lo demuestran los ensayos antes citados, tiempo de restitución espontánea de hemoglobina de aproximadamente 60 días concuerda con lo expuesto en este estudio, el cual se comprueba con la mayoría de donadores que recuperaron sus valores basales de hematocrito. Esto depende en gran medida, tal y como mencionan los artículos principales, que la recuperación de la masa eritrocitaria está estrechamente relacionada con las reservas de vitamina B12 y hierro presente en cada individuo. En mujeres, se debe absorber mayor cantidad de hierro para reemplazar lo perdido en la menstruación. Recordemos que, la eritropoyesis utiliza en esencia el reciclaje como principal fuente de hierro en el adulto (los eritrocitos contienen 1 mg de hierro por cada 1 ml de células) (31). Por lo tanto, el hecho de que se dé esta recuperación espontánea en sujetos previamente sanos va a depender de las reservas de hierro y vitamina B12 con las que cuenta; si son suficientes no produciría ningún trastorno carencial posterior, es decir no presentará anemia luego de la donación.

Dentro de las limitaciones de este estudio cabe mencionar que en primer lugar no se realizó seguimiento a la totalidad de donantes de sangre total en el período de estudio debido a que muchos de ellos no aceptaron ser parte del mismo y otros tantos abandonaron. En segundo lugar, el método de laboratorio empleado para determinar el hematocrito no es óptimo ya que se ha demostrado que el hemograma automatizado brinda valores sanguíneos más precisos incluso en la serie roja (32). Por otro lado, para un análisis más específico conviene hacer un seguimiento más estrecho en el tiempo incluso más allá de los parámetros propuestos en la literatura.

Para finalizar, con el presente trabajo de investigación se pretende motivar a realizar futuras investigaciones con el motivo de afianzar los resultados obtenidos y a aplicar este método de investigación en una población más grande con mayor seguimiento en el tiempo y a realizarla a distintas altitudes.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

- ✓ Al finalizar este trabajo se concluye que 7 días después de haber realizado la donación de sangre, el hematocrito desciende de aproximadamente 2.04%, dicho descenso ocurre tanto en el sexo masculino como femenino, observándose cifras de mayor descenso en éste último.
- ✓ El hematocrito del donante de sangre, 60 días después de la donación, aumenta espontáneamente con respecto a los 7 días post donación alcanzando, en la mayoría de casos, los valores basales de hematocrito, tanto en los grupos establecidos por sexo y edad.
- ✓ Los grupos etarios que más cambios hematológicos se aprecia en el seguimiento luego de la hemodonación es entre los 26 a 40 años (adultez media) para el grupo femenino mientras que, para el grupo masculino, los cambios se centran en el grupo comprendido entre los 41 a 55 años (adultez tardía).
- ✓ Se concluye que, la recuperación espontanea del hematocrito al estado basal en los donantes voluntarios de sangre total que residen a 2750 msnm ocurre dentro de los 60 días posteriores a la donación.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

Al llegar a concluir el presente trabajo de investigación, se sugiere lo siguiente:

- ☞ Tener en cuenta los parámetros de hematocrito para cada población en la selección de postulante a donante de sangre en los Bancos de Sangre de los centros de salud de cada comunidad.
- ☞ Se recomienda a la población en general, incluyendo a los donantes habituales de sangre, tener en cuenta el tiempo de restitución del hematocrito en condiciones fisiológicas al momento de acercarse a realizar la donación de sangre total; así como se sugiere hacer énfasis en la alimentación adecuada para evitar incidir en anemia.
- ☞ En base a los precedentes de este trabajo, continuar investigando con el fin de corroborar los resultados obtenidos en poblaciones de estudio más numerosas, usando mejores técnicas de laboratorio y en distintas altitudes.
- ☞ Se sugiere que en futuras investigaciones se profundice más acerca de los aspectos fisiológicos que explican los resultados obtenidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Trompetero AC, Cristancho E, Pinzón W, Mancera-Soto , Ramos-Caballero. Efectos de la exposición a la altura sobre los indicadores de la eritropoyesis y el metabolismo del hierro. Facultad de Medicina. 2015 julio; 63(4): p. 717 - 25.
2. Buys MC, Guerra L, Bejarano I. Variaciones eritrocitarias en poblaciones residentes a diferentes niveles altitudinales (Provincia de Jujuy). XXIII Congreso Argentino de Hematología. 2017 noviembre; 21(extraordinario): p. 371-379.
3. Gonzales G, Fano D. Necesidades de investigación para el diagnóstico de anemia en poblaciones de altura. Perú. med. exp. salud publica. 2017 diciembre; 34(4).
4. Alfaro EQ. INFLUENCIA DE LA HIPOXIA HIPÓXICA SOBRE ALGUNOS PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS, CARDIOVASCULARES Y RESPIRATORIOS DE VARONES QUE RESIDEN EN EL VALLE DEL COLCA (3417 – 3633 MSNM). Tesis de grado. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de ciencias biológicas; 2017.
5. Programa Nacional de Hemoterapia y Bancos de Sangre. PRONAHEBAS. [Online].; 2010 [cited 2018 20 julio. Available from: <http://www.minsa.gob.pe/portada/Especiales/2010/donasangre/?op=6>.
6. Ministerio de salud. GUÍA TÉCNICA PARA LA SELECCIÓN DEL DONANTE DE SANGRE. [Online].; 2018 [cited 2019 julio 20. Available from: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/187938/187434_R.M_241-2018-MINSA.PDF20180823-24725-5r1tsx.PDF.
7. Organización Mundial de la Salud. Disponibilidad y seguridad de la sangre a nivel mundial. [Online].; 2017 [cited 2018 julio 20. Available from: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blood-safety-and-availability>.
8. Diario El Peruano. Diario El Peruano. El valor de ser donante de sangre [Online].; 2019 [cited 2020 enero 10. Available from: <https://www.elperuano.pe/noticia-el-valor-ser-donante-sangre-81378.aspx>.
9. Organización Panamericana de la Salud. Elegibilidad para la Donación de Sangre: Recomendaciones para la Educación y la Selección de Donantes Potenciales de Sangre. Primera ed. Lobato T, editor. Washington: Organización Panamericana de la Salud; 2009.
- 10 Finch S, Haskins D, Finch CA. IRON METABOLISM. HEMATOPOIESIS . FOLLOWING PHLEBOTOMY. IRON AS A LIMITING FACTOR. Trabajo de investigación. Harvard Medical School, Departamento de Medicina; 1950.
- 11 Pottgiesser , Specker W, Umhau M, Dickhuth HH, Roecker , Schumacher YO. . Recovery of hemoglobin mass after blood donation. Transfusion. 2008 Julio; 48(1).

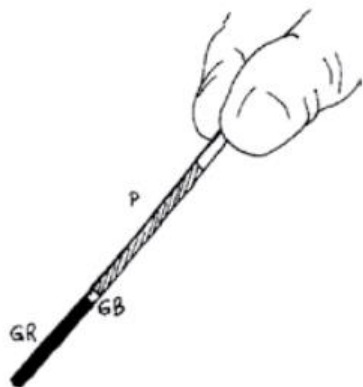
- 12 Estévez E. Donación y recuperación de una unidad de sangre: consecuencias para la termorregulación en reposo y ejercicio. Tesis doctoral. Castilla-La Mancha: la Universidad de Castilla-La Mancha, Facultad de Medicina Humana; 2009.
- 13 Coy Velandia L, Castillo M, Mora AI, Munévar A, Peña Y. CARACTERÍSTICAS HEMATOLÓGICAS DE DONANTES DE SANGRE DE BOGOTÁ, D.C., COLOMBIA (2.600 m). *Medicine*. 2007 Enero; 15(1).
- 14 Donado Gómez J, Ramirez Gonzáles J, Trujillo Castro S, Barco G, Jaramillo Velásquez S. Valores de hemoglobina y hematocrito en más de 100 mil donantes del banco de sangre del Hospital Pablo Tobón Uribe, Medellín-Colombia (1538 msnm). *MEDICINA U.P.B.* 2013 Julio; 32(2).
- 15 Barriga Jácome D, Vela Merino F. Cambios en la hemoglobina y ferritina en donantes de sangre total después de 45 a 60 días de la donación durante el periodo de agosto-octubre 2014 en la cruz roja de Chimborazo, Ecuador. Tesis de grado. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Medicina; 2014.
- 16 Palomo G. I, Pereira G. J, Palma B. J. Hematología: Fisiopatología y diagnóstico. 1st ed. Talca: Universidad de Talca; 2009.
- 17 Rodak B. Hematología: Fundamentos y Aplicaciones Clínicas. Segunda ed. Rodak B, editor. Buenos Aires: Panamericana; 2002.
- 18 McKenzie SB. Hematología Clínica. Segunda ed. Baltimore: Manual Moderno; 1996.
- 19 Cepeda T. Fisiología del ejercicio en la altitud. Primera ed. Gallego G, editor. Barcelona: Interamericana; 1992.
- 20 Gonzales G. CONTRIBUCIÓN PERUANA A LA HEMATOLOGÍA EN POBLACIONES NATIVAS DE ALTURA. *Acta Andina*. 1998; 7(2): p. 105-130.
- 21 Ministerio de Salud del Perú. Manual de Hemoterapia. Primera ed. Espinoza E, editor. Lima: Ministerio de Salud; 2008.
- 22 Ministerio de Salud de El Salvador. Manual de promoción, captación y selección de donantes de sangre. Manual. El Salvador: Ministerio de Salud, Unidad de Vigilancia Laboratorial; 2010.
- 23 Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Glosario de términos geográficos. [Online].; 2019 [cited 2018 septiembre 12]. Available from: <https://www.bcn.cl/siit/glosario>.
- 24 Marcuello AC, Elóstegui M. SEXO, GENERO, IDENTIDAD SEXUAL Y SUS PATOLOGÍAS. *Cuadernos de Bioética*. 1999 Enero; 3(1).

- 25 Española RA. Diccionario de la Lengua española. [Online].; 2019 [cited 2020 marzo 12. Available from: <https://dle.rae.es/edad>.
- 26 Ministerio de Salud del Perú. Situación de Salud de los Adolescentes y Jóvenes en el Perú. Documento técnico. Lima:, Ministerio de Salud del Perú; 2017.
- 27 Ludojoski RL. El proceso de ser-adulto. Un enfoque biopsicológico. Revista Interamericana de educación de Adultos. 1978; 1(3).
- 28 Muñoz NP. Relación de la Hemoglobina y el Hematocrito con la Altura en la Ciudad de Esmeraldas 2017. Tesis de grado. Ibarra: Universidad Técnica del Norte, Facultad Ciencias de la Salud; 2018.
- 29 Gonzales GF. Hemoglobina y testosterona: importancia en la aclimatación y adaptación a la altura. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica. 2011 marzo; 28(1).
- 30 Trompetero AC, Cristancho E, Benavides WF, Serrato M, Landinéz MP, Rojas J. Comportamiento de la concentración de hemoglobina, el hematocrito y la saturación de oxígeno en una población universitaria en Colombia a diferentes alturas. Nutrición Hospitalaria. 2015 agosto; 32(5).
- 31 Organización Panamericana De La Salud. La anemia entre adolescentes y mujeres adultas jóvenes en América Latina y El Caribe: Un motivo de preocupación. [Online]. América Latina y El Caribe; 2009 [cited 2020 febrero 15. Availablefrom:[http://new.paho.org/hq/dmdocuments/2009/AdolescentAnemiaSpan%20\(2\).pdf](http://new.paho.org/hq/dmdocuments/2009/AdolescentAnemiaSpan%20(2).pdf).
- 32 Gamero JJE. "Prevalencia de alteraciones en el hemograma automatizado en donantes de un banco de sangre tipo 2 de una clínica de Lima en el periodo comprendido entre setiembre del año 2015 y agosto del año 2016". Tesis Para optar el Título Profesional de Licenciado en Tecnología. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos , Departamento de Tecnología Médica; 2018. Report No.: ISSN/ISSN.
- 33 Instituto Nacional de Salud. Procedimiento para la determinación de la hemoglobina mediante el hemoglobinómetro portátil. 1st ed. Abanto JS, editor. Lima: Ministerio de Salud del Perú; 2013.
- 34 Instituto Nacional de Salud. Procedimientos de laboratorio. 1st ed. Sánchez CC, editor. Lima: Ministerio de Salud Perú; 2013.

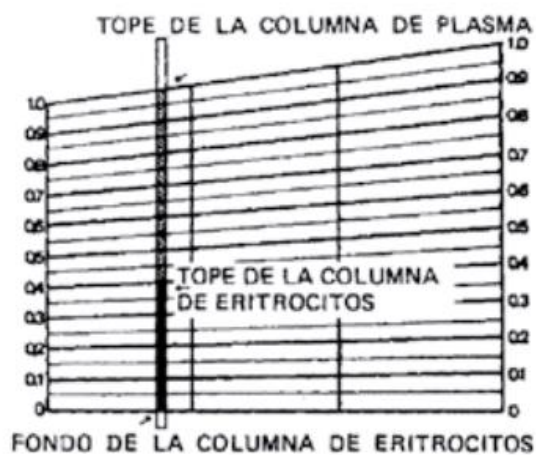
ANEXOS

ANEXO 1

LECTURA DEL HEMATOCRITO MEDIANTE EL MÉTODO DE MICROCENTRIFUGACIÓN



P: plasma **GB:** glóbulos blancos **GR:** glóbulos rojos



En el ejemplo de la figura, el tope de la columna de eritrocitos es 0,4 que se notifica como porcentaje igual a 40%.

Las líneas finas no remarcadas de la escala corresponden a intervalos de 0,05.

Fuente: Instituto Nacional de Salud, Perú (2013). *Procedimientos de laboratorio.*

ANEXO 3

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPANTES DE INVESTIGACIÓN UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

“Cambios en el hematocrito en donantes voluntarios de sangre total que residen a 2.750 m.s.n.m.”

INVESTIGADOR RESPONSABLE: Martha Cueva Salazar.

TELÉFONO DE CONTACTO: 914985478

EMAIL: isabel.95.02.15@gmail.com

Cajamarca, 2018

El propósito de esta ficha de consentimiento es proveer a los participantes en esta investigación de una clara explicación acerca de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participantes. La finalidad de este estudio es:

- 1. Determinar cuáles son los cambios en el hematocrito en donantes de sangre total que residen a 2.750 m.s.n.m.**

I) Algunas consideraciones sobre su participación:

Es importante que Ud., como potencial donante de muestras, conozca varios aspectos importantes:

- a) La donación de muestras es totalmente voluntaria.
- b) Puede plantear todas las dudas que considere sobre su participación en este estudio.
- c) Se solicita su autorización para la toma y uso en investigación biomédica de muestras de sangre. En dichas muestras se obtendrán y/o analizarán los niveles de hemoglobina utilizando los métodos que el investigador principal considere necesarios para avanzar en la línea de trabajo arriba expuesta.
- d) Se le tomará un volumen relativamente pequeño (**unas gotas**) de sangre venosa mediante una punción en el pulpejo del dedo en dos oportunidades. La donación esta muestra de sangre apenas tiene efectos secundarios; lo más frecuente es la aparición de pequeños hematomas en la zona de punción que desaparecen transcurridos 1 o 2 días.
- e) No percibirá ninguna compensación económica o de otro tipo por las muestras donadas y éstas no tendrán valor comercial.
- f) Las muestras y los productos obtenidos de las mismas **no serán almacenados**.
- g) La información obtenida se almacenará en una base de datos, en soporte informático. Los datos registrados serán tratados estadísticamente de forma confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Los datos quedarán custodiados bajo la responsabilidad del Investigador Principal del Estudio.
- h) La falta de consentimiento o la revocación de este consentimiento previamente otorgado no supondrá perjuicio alguno en la asistencia sanitaria que Ud. recibe/recibirá.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

“Cambios en el hematocrito en donantes voluntarios de sangre total que residen a 2.750 m.s.n.m.”

Yo, _____, de ____ años de edad; identificado con
(nombre y apellidos del participante)

DNI N° _____, con domicilio en _____ y CEL: _____

- He leído la información que me ha sido entregada.
- He recibido la hoja de información que me ha sido entregada.
- He podido hacer preguntas sobre el estudio.
- He recibido suficiente información sobre el estudio.
- He _____ hablado _____ del _____ estudio _____ con

(nombre y apellidos del investigador)

- Comprendo que mi participación es voluntaria.
- Comprendo que puedo retirarme del estudio:
 - 1.- Cuando quiera.
 - 2.- Sin tener que dar explicaciones.

Por la presente, otorgo mi consentimiento informado y libre para:

-Dar autorización para que se me tome una muestra de hematocrito a la 1° semana post donación y una segunda muestra a 60 días post donación.

-El fin para el que se utilizarán mis muestras y datos personales según lo recogido en la hoja de información al paciente que me ha sido entregada.

- Accedo a que los encargados de la investigación de la Universidad Nacional De Cajamarca contacten conmigo en el futuro en caso de que se necesite obtener nuevos datos. ...SI ... NO (marcar con una X lo que proceda)

Una vez firmada, me será entregada una copia del documento de consentimiento.

.....

Nombres del participante (letra imprenta)

.....

Firma

Fecha y hora:

Yo he explicado por completo los detalles relevantes de este estudio al paciente nombrado anteriormente y/o la persona autorizada a dar el consentimiento en nombre del paciente.

.....
Nombres del investigador (letra imprenta)

.....
Firma

Fecha y hora:

CONSENTIMIENTO INFORMADO

APARTADO PARA LA REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO (CONTACTAR CON EL INVESTIGADOR PRINCIPAL)

Yo _____ revoco el consentimiento de participación en el estudio, arriba firmado con fecha _____

Firma:

ANEXO 4

CLASIFICACIÓN DE LAS FASES DE LA VIDA

Etapa	Minsa	Bromley	Levinson
Juventud	Desde los 18 a 29 años	Desde los 13 a 21 años	Pre adultez
Adultez Temprana	Desde los 30 a 59 años	Desde los 21 a 25 años	Desde los 17 a 40 años
Adultez Media		Desde los 26 a 40 años	Desde los 40 a 60 años
Adultez Tardía		Desde los 41 a 55 años	Desde los 60 años

Fuente: Elaboración del autor.

