

Intervalos biológicos de referencia del hemograma en personas sanas, Medellín, 2012

Complete blood count reference intervals in healthy people, Medellin, 2012

Katterine Molina Hoyos¹, Estefanía Vargas Gómez², Sofía Tavera Acevedo¹, Rocío Pérez Escobar MSc², Carmen Yulieth Mantilla Gutiérrez³, Jaiberth Antonio Cardona Arias MSc⁴

Introducción: para la interpretación del hemograma se requieren intervalos biológicos de referencia que permitan orientar la toma de decisiones clínicas y epidemiológicas con base en las características específicas de la población en la cual serán aplicados. **Objetivo:** establecer los intervalos biológicos de referencia para los parámetros del hemograma en personas sanas de Medellín, 2012. **Materiales y métodos:** estudio descriptivo transversal en 70 donantes a repetición de sangre y hemocomponentes, y 65 vegetarianos. Las muestras fueron procesadas en el equipo Sysmex XE-2100®. La descripción se realizó con medidas de frecuencia y resumen; los intervalos biológicos de referencia se determinaron con intervalos de confianza del 95% para la media; además, se establecieron y compararon los resultados por sexo y grupo etario. **Resultados:** se encontraron diferencias estadísticamente significativas para hematocrito, volumen corpuscular medio, concentración de hemoglobina corpuscular media, recuento de leucocitos, recuento de plaquetas y volumen plaquetario medio entre el grupo de donantes y vegetarianos. Los intervalos biológicos de referencia obtenidos a partir de la población de estudio mostraron una fuerte asociación con el sexo, pero no con el grupo etario. **Conclusión:** los hallazgos de este y otros estudios evidencian las divergencias que se podrían hallar en los intervalos biológicos de referencia de algunos parámetros hematológicos, lo que afianza la necesidad de disponer de valores acordes con el perfil clínico y epidemiológico de cada lugar.

Palabras clave: recuento de células sanguíneas, valores de referencia, donantes de sangre, bancos de sangre.

Introduction: Laboratory reference values are required for an adequate interpretation of complete blood count, in a way they can guide clinical and epidemiological decisions based on the specific characteristics of the population to which they will be applied. **Aim:** To determine the reference values for blood cell count parameters in healthy individuals from Medellín, Colombia, during the year of 2012. **Materials and methods:** We conducted a cross sectional study that included 70 repetitive blood donors, and 65 vegetarians. Samples were processed in a Sysmex XE-2100® hematology analyzer. The data were described using frequency and summary measures, and reference values were determined applying a 95% confidence interval to the mean of each parameter; in addition, reference values were compared by sex and age. **Results:** We found statistically significant differences between the non-vegetarian donors and vegetarians for hematocrit, mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin concentration, white blood cell count, platelet count, and mean platelet volume. The reference values obtained from the study population showed a strong association with sex but not with the age

¹ Estudiante Microbiología y Bioanálisis. Grupo de Investigación Salud y Sostenibilidad y Hematopatología Molecular (HEMO), Escuela de Microbiología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

² Bacterióloga y Laboratorista Clínica, Especialista en Hematología, MSc en Educación. Grupo de investigación Hematopatología Molecular (HEMO), Escuela de Microbiología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

³ Bacterióloga y laboratorista clínica, estudiante de Maestría en Microbiología y Bioanálisis, énfasis Banco de Sangre. Grupo de investigación Hematopatología Molecular (HEMO), Escuela de Microbiología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

⁴ Microbiólogo y Bioanalista. MSc Epidemiología. Grupo de Investigación Salud y Sostenibilidad. Escuela de Microbiología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correspondencia: Escuela de Microbiología, Universidad de Antioquia, Calle 67 Número 53 – 108, Bloque 5, oficina 103, Medellín. Fax 2195486. Correo electrónico jaiberthcardona@gmail.com.

Conflicto de intereses: los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Medicina & Laboratorio 2013; 19: 267-281

Módulo 19 (Investigación), número 19. Editora Médica Colombiana S.A. 2013^o

Recibido el 24 de enero de 2013; aceptado el 19 de febrero de 2013

group. Conclusions: The current results and those derived of other studies are evidence for divergence in biologic reference values of some hematological parameters, which reinforces the need to set values according to clinical and epidemiological profile of each region.

Key words: Blood cell count, reference values, blood donors, blood banks.

Molina Hoyos K, Vargas Gómez E, Tavera Acevedo S, Pérez Escobar R, Mantilla Gutiérrez CY, Cardona Arias JA. Intervalos biológicos de referencia del hemograma en personas sanas, Medellín, 2012. *Medicina & Laboratorio* 2013; 19: 267-281.

En la práctica clínica, la evaluación hemática es la prueba más comúnmente solicitada y empleada como base para la valoración del estado de salud de un individuo [1]; el hemograma se define como la evaluación numérica y descriptiva de los elementos celulares de la sangre; glóbulos rojos por medio del eritrograma, glóbulos blancos a través del leucograma, y plaquetas mediante el plaquetograma. El hemograma acompaña casi todos los protocolos de diagnóstico, refleja la capacidad del organismo para reaccionar frente a una enfermedad y sirve de indicador de los progresos del paciente en algunas enfermedades; además, es una de las pruebas que más ha evolucionado tecnológicamente en los últimos años [2-4].

Para la interpretación del hemograma se requiere de intervalos biológicos de referencia que permitan orientar la toma de decisiones clínicas en situaciones concretas. Según la Sociedad Española de Química Clínica, un intervalo es aquel que incluye al 95% de los valores de una población de referencia [5]. Este término ha evolucionado a través del tiempo, inicialmente fue descrito como «valores normales» o «rango normal», pero esto suponía que los individuos con mediciones por fuera de ellos se consideraran «anormales»; además, cuando se buscaba establecer intervalos de referencia en individuos con una enfermedad específica, el término «normal» muchas veces resultaba contradictorio [6]. Para 1969, se propuso el nuevo término «intervalo de referencia» y desde entonces, es el término que se mantiene vigente [7].

Los intervalos biológicos de referencia del hemograma utilizados en nuestro medio son los incluidos en libros provenientes de otros países [8-10], en las instrucciones de los reactivos de laboratorio, los incorporados en los equipos de laboratorio [11, 12] y en pocos casos los que define cada institución de salud [4]; en los casos de los intervalos adaptados de libros o equipos, no se verifica la aplicabilidad que tienen los intervalos descritos sobre los pacientes [13] ni se basan en perfiles epidemiológicos o clínicos específicos, lo que supone un inconveniente para la interpretación de las pruebas hematológicas en la mayoría de laboratorios, dado que se han informado diferencias de estos valores cuando se comparan con otras poblaciones [1, 14], pues no se tienen en cuenta los factores capaces de introducir variaciones como la presión atmosférica, la edad, el sexo, la altura sobre el nivel del mar, el periodo menstrual, la actividad muscular, la genética, los factores ambientales y los factores dietarios [14-19], siendo esta última causante de anemias carenciales frecuentemente encontradas en individuos con dietas estrictas [20, 21].

En la literatura se encuentran estudios que se han propuesto como objetivo principal obtener intervalos biológicos de referencia que sean aplicables a la población que atienden; en el estudio realizado por Sáenz y colaboradores en Quito, Ecuador en el 2008, se confrontaron los valores de referencia obtenidos con un estudio previo realizado por la Cruz Roja Ecuatoriana en 1985 y encontraron diferencias en el recuento de leucocitos y hematocrito entre hombres y mujeres, como también evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en todos los parámetros con respecto a los informados en otras publicaciones con poblaciones a diferentes altitudes [1].

Echagüe y colaboradores, en un estudio realizado en Asunción, Paraguay durante el 2003, encontraron valores de hemoglobina, hematocrito, recuento de eritrocitos y concentración de hemoglobina corpuscular media superiores en hombres [22]. Por su parte, Fernández y colaboradores, en un estudio elaborado en Caracas, Venezuela, en el 2006, informaron diferencias estadísticamente significativas según sexo para el recuento de eritrocitos, la hemoglobina, el hematocrito, la concentración de hemoglobina corpuscular media y el recuento de reticulocitos, con valores más bajos en mujeres que en hombres, mientras que los intervalos biológicos de referencia establecidos para los demás parámetros fueron aplicables a ambos géneros [23]. En Perú, entre los años 2000 y 2001, Gómez de la Torre y colaboradores llevaron a cabo un estudio análogo, en el cual encontraron que el recuento de eritrocitos, el hematocrito y la hemoglobina son menores con respecto a otras poblaciones, mientras que al comparar con otros estudios no observaron diferencias significativas para los intervalos biológicos de referencia del recuento de eosinófilos, basófilos, monocitos y linfocitos [24].

En Colombia se han realizado estudios similares, uno de ellos fue llevado a cabo en la ciudad de Medellín por Germán Campuzano Maya, quien presentó una conferencia acerca de los intervalos biológicos de referencia para el hemograma en el año 1983 [2]. Además, en 1984 se realizó en Manizales un estudio que encontró diferencias tanto en hombres como en mujeres cuando compararon los resultados de hemoglobina de la población analizada con estudios desarrollados en Canadá, Japón y Wisconsin [25]. Finalmente, Giraldo y colaboradores llevaron a cabo otra investigación en Manizales durante 1999, en la cual encontraron diferencias con respecto a los valores establecidos en 1959 por la Organización Mundial de la Salud y no hallaron una correlación con el aspecto nutricional, el consumo de licor o el consumo de tabaco [26].

Sumado a la amplia divergencia en los valores informados en estudios previos, se ha observado que los intervalos biológicos de referencia del hemograma utilizados en nuestro medio son muy amplios, lo que hace necesario disponer de unos intervalos más precisos que permitan detectar cambios en sus valores de manera temprana y con ello, realizar tratamiento oportuno, prevención y seguimiento de ciertas enfermedades.

Se debe tener en cuenta que para establecer intervalos biológicos de referencia es fundamental emplear una muestra representativa que posea características definidas por cada investigador, como un estado fisiológico, patológico u otras condiciones específicas [23, 27] es por ello, que para el actual estudio se delimitó como grupo de referencia a los donantes a repetición de sangre y hemocomponentes del Banco de Sangre de la Escuela de Microbiología, Universidad de Antioquia, en la Clínica León XIII. Debido a que los intervalos biológicos de referencia son herramientas que permiten la modificación de las conductas clínicas cuando se detectan cambios en las pruebas hematológicas y que sus valores son específicos del grupo poblacional en que se calculen, se requirió evaluar variaciones entre grupos y se eligió como población de comparación personas vegetarianas, en quienes se pueden presentar intervalos biológicos de referencia diferentes para algunos parámetros debido a la biodisponibilidad insuficiente de algunos nutrientes [28-30].

De acuerdo con lo planteado, se desarrolló un estudio cuyo objetivo fue establecer los intervalos biológicos de referencia para los parámetros del hemograma en donantes a repetición del Banco de Sangre de la Clínica León XIII y un grupo de vegetarianos de la ciudad de Medellín, durante el 2012. El abordaje de dos grupos poblacionales permitió aumentar la validez externa de los resultados del estudio, con lo cual se dispone de valores que permitirán la toma de decisiones clínicas con base en valores específicos para los grupos incluidos. Adicio-

nalmente, los resultados de este estudio se podrán aplicar en poblaciones que cuenten con características similares a las de la muestra analizada y servirán como base para la realización de estudios posteriores que evidencien la necesidad de establecer intervalos biológicos de referencia en una población particular.

Materiales y métodos

Tipo de estudio

Descriptivo transversal.

Sujetos de estudio

Se seleccionaron 70 donantes a repetición de sangre y hemocomponentes del Banco de Sangre de la Escuela de Microbiología en la sede Clínica León XIII, con edad entre 18 y 61 años, y 65 vegetarianos con edad entre 15 y 62 años, quienes seguían una dieta vegetariana estricta durante mínimo 12 meses. El tamaño de muestra correspondió a una población de 556 donantes repetitivos y 395 vegetarianos de Medellín, una desviación estándar de 9, confianza del 95% y error de muestreo del 2%. Se entiende como donante a repetición aquella persona que dona sangre o sus componentes de forma voluntaria y lo hace al menos dos veces al año [31]; esto garantiza que los individuos han mantenido el estado de salud y las condiciones necesarias para ser donante.

Los donantes participantes cumplieron con los siguientes criterios de inclusión:

- Tener mínimo dos donaciones de sangre o hemocomponentes durante el año 2011.
- Cumplir con los criterios del Banco de Sangre de la Clínica León XIII para ser donante.
- Presentar valores de ferritina dentro del intervalo biológico de referencia.

Se excluyeron a los participantes que cumplieran con los siguientes criterios:

- Muestra recolectada coagulada.
- Revocación del consentimiento informado.
- Resultados con valores aberrantes, entendiéndose éstos como aquellos valores de referencia que se encuentran alejados del conjunto constituido por el resto de la muestra de referencia [32, 33].

La muestra final estuvo conformada por 135 individuos que se clasificaron por sexo y grupo etario, este último definido en tres grupos: adolescente, menores de 20 años; adulto joven, entre 21 y 45 años, y adulto medio, entre 46 y 65 años.

Recolección de la muestra sanguínea y técnica de medición

Se extrajeron 5 mL de sangre de una vena del antebrazo utilizando el torniquete el menor tiempo posible para evitar la estasis venosa, y se depositaron en un tubo Vacutainer® tapa lila con anticoagulante EDTA. Los hemogramas fueron procesados por personal del Laboratorio de la Clínica León XIII en el equipo Sysmex XE-2100® con reactivos de Roche S.A. En el Laboratorio se utiliza un control de calidad externo proporcionado por la casa comercial

RIQAS, se encuentran en el nivel aceptable y también cuentan con un control de calidad interno que se realiza dos veces por día.

Análisis estadístico

Se utilizó el programa estadístico SPSS versión 20 y el programa Epidat versión 3.1. Se describieron las variables cualitativas (sexo y grupo etario) por medio de tablas de frecuencias y las cuantitativas (parámetros del eritrograma, leucograma y plaquetograma) a través de medidas de resumen. Para establecer los intervalos biológicos de referencia de los parámetros del hemograma se estimaron intervalos de confianza del 95% para la media a partir del estadístico $\bar{X} \pm Z_{\alpha/2} * DE / \sqrt{n}$, ya que éste aumenta la precisión de los intervalos [34]. Previa a esta estimación, se identificaron los valores extremos y atípicos (aberrantes) por el método gráfico (diagrama de cajas) y por los estadísticos de Dixon y Grubbs, y se corroboró el cumplimiento del supuesto de normalidad a través del estadístico de Kolmogorov Smirnov con corrección de la significación de Lilliefors.

Para el análisis bivariado se compararon los intervalos biológicos de referencia de los parámetros del hemograma según sexo y grupo etario por medio de las pruebas t-Student y ANOVA, dado el cumplimiento del supuesto de normalidad univariada y bivariada, evaluado a través de la prueba Kolmogorov Smirnov con corrección de la significación de Lilliefors y la Prueba Shapiro Wilk. Se utilizó un nivel de significación estadística de 0,05.

Aspectos éticos

El estudio fue aprobado por el comité de Bioética de la Sede de Investigación Universitaria (SIU) de la Universidad de Antioquia. La investigación se realizó en el marco de los principios de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial y la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia, según la cual se clasifica como una investigación con riesgo mínimo. Se obtuvo de forma escrita el consentimiento informado del participante, previa explicación del carácter voluntario de su participación y de la confidencialidad del procesamiento, divulgación y publicación de los resultados.

Resultados

La edad promedio de todos los participantes en el estudio fue 31 años, con rango entre 15 y 62 años; 49,6% eran mujeres y 50,4% hombres. El grupo de adolescentes estuvo conformado por 32 personas que corresponden al 23,9%; la proporción de adultos jóvenes fue estadísticamente mayor, conformado por 80 personas (59,7%) y los adultos medios representaron el 16,4% (ver [tabla 1](#)).

En la [tabla 1](#) se presentan algunas medidas de resumen de los parámetros del hemoleucograma. En ésta destaca la media para el recuento de eritrocitos, la concentración de hemoglobina y el volumen corpuscular medio, cuyos valores fueron $4,9 \times 10^3 / \text{mm}^3$, 14,4 g/dL y 88,6 fL, respectivamente; para el recuento de leucocitos, porcentaje de linfocitos y porcentaje de neutrófilos se obtuvo una media de $7,1 \times 10^6 / \text{mm}^3$, 30,7% y 57,3%, respectivamente, mientras que el recuento de plaquetas obtuvo una media de $251 \times 10^3 / \text{mm}^3$.

En el análisis del hemoleucograma se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de donantes y vegetarianos para el hematocrito, el volumen corpuscular medio, la concentración de hemoglobina corpuscular media, el recuento de leucocitos, el recuento de plaquetas y el volumen plaquetario medio. En los vegetarianos se encontraron

Tabla 1: Caracterización hematológica y sociodemográfica

Variable	Media \pm desviación estándar	Mediana (rango intercuartil)	Mínimo - máximo
Edad	31 \pm 13	26 (21 - 40)	15 - 62
Recuento de eritrocitos ($10^6/\text{mm}^3$)	4,9 \pm 0,4	4,8 (4,6 - 5,1)	3,7 - 5,7
Hemoglobina (g/dL)	14,4 \pm 1,4	14,2 (13,5 - 15,2)	10,7 - 17,3
Hematocrito (%)	43,0 \pm 3,6	43,0 (40,6 - 45,4)	34,2 - 52,2
Volumen corpuscular medio (fL)	88,6 \pm 4,9	89,0 (86,2 - 91,7)	66,1 - 100,7
Hemoglobina corpuscular media (pg)	29,6 \pm 1,9	29,7 (28,6 - 30,8)	20,8 - 34,5
Concentración de hemoglobina corpuscular media (g/dL)	33,4 \pm 1,4	33,6 (32,5 - 34,5)	30,4 - 36,2
Amplitud de distribución eritroide (%)	13,4 \pm 1,0	13,3 (12,7 - 14,0)	11,3 - 17,7
Recuento de leucocitos ($10^3/\text{mm}^3$)	7,1 \pm 2,2	6,58 (5,58 - 7,98)	3,24 - 18,83
Linfocitos (%)	30,7 \pm 7,5	31,0 (26,4 - 36,0)	2,6 - 46,0
Monocitos (%)	7,6 \pm 2,2	7,2 (6,0 - 8,3)	4,0 - 23,8
Polimorfonucleares neutrófilos (%)	57,3 \pm 8,1	57,4 (52 - 53)	37 - 81
Polimorfonucleares eosinófilos (%)	2,7 \pm 3,0	2,0 (1,0 - 3,0)	0,0 - 26,0
Polimorfonucleares basófilos (%)	0,5 \pm 0,4	0,4 (0,1 - 0,7)	0,0 - 2,0
Linfocitos ($10^3/\text{mm}^3$)	2,1 \pm 0,6	2,0 (1,7 - 2,5)	0,8 - 4,3
Monocitos ($10^3/\text{mm}^3$)	0,5 \pm 0,2	0,5 (0,4 - 0,6)	0,2 - 1,6
Polimorfonucleares neutrófilos ($10^3/\text{mm}^3$)	4,1 \pm 1,7	3,8 (3,0 - 4,9)	1,3 - 13,3
Polimorfonucleares eosinófilos ($10^3/\text{mm}^3$)	0,2 \pm 0,3	0,1 (0,07 - 0,20)	0,0 - 2,6
Polimorfonucleares basófilos ($10^3/\text{mm}^3$)	0,03 \pm 0,03	0,03 (0,00 - 0,05)	0,00 - 0,10
Recuento de plaquetas ($10^3/\text{mm}^3$)	251 \pm 61	252 (202 - 288)	68 - 471
Volumen plaquetario medio (fL)	9,1 \pm 1,3	9,4 (7,9 - 10,1)	6,6 - 12,2
Variable	Frecuencia absoluta	Porcentaje (%)	Intervalo de confianza 95% para una proporción
Sexo			
▪ Femenino	67	49,6%	40,8 - 58,4
▪ Masculino	68	50,4%	41,6 - 59,2
Grupo etario			
▪ Adolescente	32	23,9%	16,2 - 31,2
▪ Adulto joven	80	59,7%	50,6 - 67,9
▪ Adulto medio	22	16,4%	9,7 - 22,9

valores más elevados para el hematocrito y el volumen corpuscular medio, mientras que los demás parámetros fueron superiores en los donantes. Para el recuento diferencial de leucocitos se encontraron diferencias en el valor absoluto y relativo de linfocitos, así como en el valor absoluto de monocitos, cuyos valores fueron mayores para el grupo de donantes. Para las demás variables no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de estudio (ver [tabla 2](#)).

En cuanto al análisis realizado por sexo, en el recuento de leucocitos, linfocitos y polimorfonucleares neutrófilos, la amplitud de distribución eritroide, la hemoglobina corpuscular media y la concentración de hemoglobina corpuscular media presentaron diferencias estadísticamente significativas en el

Tabla 2. Intervalos biológicos de referencia del hemoleucograma global y específico de grupo

Variable	Intervalo de confianza del 95% para la media			Valor p
	Todos los participantes	Donantes a repetición	Vegetarianos	
Recuento de eritrocitos ($10^6/\text{mm}^3$)	4,79 - 4,93	4,78 - 4,96	4,75 - 4,95	0,76
Hemoglobina (g/dL)	14,16 - 14,63	14,14 - 14,76	13,98 - 14,70	0,65
Hematocrito (%)	42,42 - 43,64	41,41 - 42,86	43,03 - 44,95	0,00*
Volumen corpuscular medio (fL)	87,77 - 89,44	85,63 - 87,70	89,56 - 91,84	0,00*
Hemoglobina corpuscular media (pg)	29,31 - 29,97	29,23 - 30,17	29,09 - 30,05	0,70
Concentración de hemoglobina corpuscular media (g/dL)	33,22 - 33,68	34,00 - 34,53	32,32 - 32,83	0,00*
Amplitud de distribución eritroide (%)	13,28 - 13,62	13,08 - 13,56	13,35 - 13,82	0,12
Recuento de leucocitos ($10^3/\text{mm}^3$)	6,72 - 7,48	6,91 - 8,10	6,20 - 7,13	0,03**
Polimorfonucleares neutrófilos (%)	55,95 - 58,69	55,18 - 58,82	55,54 - 59,79	0,64
Linfocitos (%)	29,41 - 31,95	30,41 - 33,46	27,28 - 31,39	0,04**
Polimorfonucleares eosinófilos (%)	2,22 - 3,22	2,03 - 3,02	2,01 - 3,84	0,43
Monocitos (%)	7,18 - 7,94	7,25 - 8,50	6,81 - 7,65	0,09
Polimorfonucleares basófilos (%)	0,39 - 0,52	0,38 - 0,48	0,35 - 0,61	0,47
Polimorfonucleares neutrófilos ($10^3/\text{mm}^3$)	3,85 - 4,45	3,91 - 4,82	3,54 - 4,30	0,14
Linfocitos ($10^3/\text{mm}^3$)	2,02 - 2,24	2,17 - 2,49	1,79 - 2,04	0,00*
Polimorfonucleares eosinófilos ($10^3/\text{mm}^3$)	0,15 - 0,24	0,15 - 0,23	0,11 - 0,28	0,92
Monocitos ($10^3/\text{mm}^3$)	0,49 - 0,55	0,52 - 0,62	0,43 - 0,50	0,00*
Polimorfonucleares basófilos ($10^3/\text{mm}^3$)	0,02 - 0,03	0,03 - 0,035	0,02 - 0,03	0,37
Recuento de plaquetas ($10^3/\text{mm}^3$)	240,7 - 261,5	255,5 - 286,8	217,6 - 241,3	0,00*
Volumen plaquetario medio (fL)	8,86 - 9,31	9,82 - 10,20	7,82 - 8,35	0,00*

* El estadístico t Student es significativo en el nivel 0,01. ** El estadístico t Student es significativo en el nivel 0,05.

grupo de donantes, con valores de hemoglobina corpuscular media y concentración de hemoglobina corpuscular media mayores en hombres, mientras que los demás parámetros referidos presentaron valores superiores en mujeres. Tanto los donantes como los vegetarianos mostraron diferencias en el recuento de eritrocitos, la hemoglobina, el hematocrito y el recuento de plaquetas; esta última tuvo valores más altos para mujeres, y las demás variables fueron mayores en hombres. El volumen plaquetario medio también expuso diferencias, pero solo en el grupo de vegetarianos, en el cual las mujeres presentaron un intervalo más alto (ver tabla 3).

Finalmente, al analizar los intervalos de confianza obtenidos según grupo etario no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para ningún parámetro hematológico en los grupos de donantes, vegetarianos y total (ver tabla 4 y 5).

Discusión

Los intervalos biológicos de referencia obtenidos a partir de la población de estudio no mostraron asociación con el grupo etario, pero sí con el sexo. Las mujeres presentaron recuento de leucocitos, linfocitos y neutrófilos, amplitud de distribución eritroide y recuento de plaquetas por encima del valor encontrado en hombres; por su parte, la hemoglobina corpuscular media, la concentración de hemoglobina corpuscular media, el recuento de

Tabla 3. Comparación de los valores del hemoleucograma según el sexo						
Variable	Donantes		Vegetarianos		Total participantes	
	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
	IC 95% †	IC 95% †	IC 95% †	IC 95% †	IC 95% †	IC 95% †
Recuento de eritrocitos ($10^6/\text{mm}^3$)	4,6 - 4,8	5,0 - 5,2	4,5 - 4,7	4,9 - 5,1	4,6 - 4,9	4,9 - 5,2
▪ IC X_1-X_2	-0,5; -0,2*		-0,6; -0,3*		-0,5; -0,3*	
Hemoglobina (g/dL)	13,4 - 14,0	15,1 - 15,9	13,2 - 13,9	14,4 - 15,4	13,6 - 14,1	15,1 - 16,0
▪ IC X_1-X_2	-2,2; -1,3*		-2,0; -0,7*		-1,9; -1,1*	
Hematocrito (%)	39,8 - 41,3	43,4 - 45,3	40,7 - 42,5	44,3 - 46,8	40,1 - 41,6	43,4 - 45,5
▪ IC X_1-X_2	-4,9; -2,6*		-5,6; -2,2*		-5,0; -3,0*	
Volumen corpuscular medio (fL)	84,8 - 87,6	85,8 - 89,0	89,6 - 91,7	88,9 - 92,5	84,5 - 87,5	86,0 - 89,4
▪ IC X_1-X_2	-3,3; 0,9		-2,4; 2,3		-3,0; 0,3	
Hemoglobina corpuscular media (pg)	28,5 - 29,7	29,8 - 31,2	29,9 - 29,9	28,9 - 30,4	28,5 - 29,8	29,9 - 31,4
▪ IC X_1-X_2	-2,3; -0,5*		-1,1; 0,8		-1,4; -0,1**	
Concentración de hemoglobina corpuscular media (g/dL)	33,5 - 34,1	34,6 - 35,2	32,2 - 32,9	32,2 - 33,0	33,5 - 34,2	34,6 - 35,3
▪ IC X_1-X_2	-1,6; -0,7*		-0,6; 0,5		-0,8; 0,2	
Amplitud de distribución eritroide	13,2 - 13,9	12,7 - 13,2	13,3 - 13,7	13,3 - 14,0	13,2 - 14,0	12,6 - 13,2
▪ IC X_1-X_2	0,1; 1,1**		-0,7; 0,3		-0,2; 0,5	
Recuento de leucocitos ($10^3/\text{mm}^3$)	7,2 - 9,0	6,0 - 7,4	5,8 - 7,2	6,2 - 7,4	7,2 - 9,2	6,0 - 7,5
▪ IC X_1-X_2	0,2; 2,6**		-1,3; 0,6		-0,1; 1,5	
Polimorfonucleares neutrófilos (%)	55,5 - 60,2	52,8 - 58,8	54,8 - 61,1	54,5 - 60,4	56,0 - 61,1	52,7 - 59,2
▪ IC X_1-X_2	-1,6; 5,7		-3,9; 4,8		-1,6; 3,9	
Linfocitos (%)	29,8 - 33,9	29,6 - 34,6	26,0 - 33,1	26,5 - 31,8	29,0 - 33,4	29,5 - 34,4
▪ IC X_1-X_2	-3,4; 2,8		-3,8; 4,6		-2,0; 3,1	
Polimorfonucleares eosinófilos (%)	1,6 - 2,9	2,2 - 3,6	1,4 - 3,3	1,9 - 4,7	1,4 - 2,8	2,0 - 3,6
▪ IC X_1-X_2	-1,6; 0,4		-2,8; 0,9		-1,8; 0,2	
Monocitos (%)	6,9 - 8,0	7,2 - 9,8	6,7 - 8,1	6,6 - 7,7	6,9 - 8,2	7,2 - 10,0
▪ IC X_1-X_2	-2,3; 0,2		-0,6; 1,2		-1,0; 0,5	
Polimorfonucleares basófilos (%)	0,4 - 0,5	0,3 - 0,5	0,3 - 0,7	0,3 - 0,6	0,4 - 0,5	0,3 - 0,5
▪ IC X_1-X_2	-0,1; 0,1		-0,2; 0,3		-0,1; 0,2	
Polimorfonucleares neutrófilos ($10^3/\text{mm}^3$)	4,1 - 5,5	3,3 - 4,3	3,3 - 4,3	3,4 - 4,6	4,2 - 5,7	3,3 - 4,4
▪ IC X_1-X_2	0,1; 1,9**		-1,0; 0,6		-0,1; 1,1	
Linfocitos ($10^3/\text{mm}^3$)	2,3 - 2,7	1,9 - 2,3	1,7 - 2,1	1,7 - 2,1	2,2 - 2,7	1,9 - 2,4
▪ IC X_1-X_2	0,1; 0,7**		-0,3; 0,3		0,0; 0,5**	
Polimorfonucleares eosinófilos ($10^3/\text{mm}^3$)	0,1 - 0,2	0,1 - 0,2	0,1 - 0,2	0,1 - 0,4	0,1 - 0,2	0,1 - 0,2

Intervalos biológicos de referencia del hemograma en personas sanas

▪ IC X_1-X_2	-0,1; 0,1		-0,2; 0,1		-0,1; 0,1	
Monocitos ($10^3/\text{mm}^3$)	0,5 - 0,6	0,5 - 0,7	0,4 - 0,5	0,4 - 0,5	0,5 - 0,7	0,5 - 0,7
▪ IC X_1-X_2	-0,1; 0,1		-0,1; 0,1		-0,0; 0,1	
Polimorfonucleares basófilos ($10^3/\text{mm}^3$)	0,03 - 0,04	0,02 - 0,03	0,02 - 0,04	0,01 - 0,04	0,03 - 0,04	0,02 - 0,03
▪ IC X_1-X_2	0,0; 0,01		0,0; 0,02		0,0; 0,01	
Recuento de plaquetas ($10^3/\text{mm}^3$)	266 - 309	227 - 269	232 - 268	191 - 227	263 - 311	231 - 275
▪ IC X_1-X_2	9,4; 70,5**		14,4; 66,9*		26,7; 68,0*	
Volumen plaquetario medio (fl)	9,7 - 10,2	9,8 - 10,4	8,0 - 9,1	7,5 - 8,0	9,7 - 10,3	9,7 - 10,4
▪ IC X_1-X_2	-0,5; 0,3		0,3; 1,3**		0,2; 1,1*	

Convenciones: IC X_1-X_2 : Intervalo de confianza para la diferencia de medias.

I: Intervalo de confianza del 95% para la media. *El estadístico t Student es significativo en el 0,01. **El estadístico t Student es significativo en el 0,05.

Tabla 4. Comparación de los valores del hemoleucograma según grupo etario en donantes y vegetarianos

Variable	Donantes			Vegetarianos		
	Adolescente	Adulto joven	Adulto medio	Adolescente	Adulto joven	Adulto medio
	IC 95%	IC 95%	IC 95%	IC 95%	IC 95%	IC 95%
Recuento de eritrocitos ($10^6/\text{mm}^3$)	4,8 - 5,2	4,7 - 4,9	4,6 - 5,0	4,7 - 4,9	4,8 - 5,0	4,2 - 5,0
▪ Valor p^*	0,50			0,14		
Hemoglobina (g/dL)	13,6 - 15,6	14,0 - 14,8	13,8 - 14,9	13,7 - 14,9	13,9 - 15,0	12,1 - 14,7
▪ Valor p^*	0,89			0,26		
Hematocrito (%)	40,1 - 45,1	41,1 - 43,0	40,7 - 43,3	42,1 - 45,3	43,0 - 45,7	38,4 - 45,0
▪ Valor p^*	0,79			0,28		
Volumen corpuscular medio (fl)	82,5 - 88,7	85,3 - 87,9	85,0 - 89,9	89,1 - 92,1	88,9 - 92,6	88,3 - 94,0
▪ Valor p^*	0,55			0,96		
Hemoglobina corpuscular media (pg)	27,6 - 30,9	29,1 - 30,3	29,0 - 31,0	29,0 - 30,6	28,8 - 30,2	27,9 - 30,7
▪ Valor p^*	0,73			0,86		
Concentración de hemoglobina corpuscular media (g/dL)	33,2 - 35,2	34,0 - 34,7	33,7 - 34,6	32,2 - 33,3	32,2 - 32,8	31,8 - 32,8
▪ Valor p^*	0,89			0,40		
Amplitud de distribución eritroide (%)	12,5 - 14,1	12,9 - 13,4	13,2 - 14,2	13,1 - 13,7	13,2 - 13,8	12,5 - 16,2
▪ Valor p^*	0,17			0,10		
Recuento de leucocitos ($10^3/\text{mm}^3$)	5,9 - 11,3	6,8 - 8,1	5,9 - 7,8	6,0 - 7,7	5,9 - 7,3	4,2 - 5,0
▪ Valor p^*	0,19			0,69		
Polimorfonucleares neutrófilos (%)	53,3 - 64,2	54,3 - 58,9	52,3 - 61,3	53,0 - 61,0	55,2 - 61,0	47,0 - 65,7
▪ Valor p^*	0,70			0,85		
Linfocitos (%)	26,0 - 35,2	30,4 - 34,0	28,2 - 36,2	27,2 - 34,2	26,1 - 31,2	13,8 - 44,5
▪ Valor p^*	0,76			0,68		

Tabla 4. Comparación de los valores del hemoleucograma según grupo etario en donantes y vegetarianos

Variable	Donantes			Vegetarianos		
	Adolescente	Adulto joven	Adulto medio	Adolescente	Adulto joven	Adulto medio
	IC 95%	IC 95%	IC 95%	IC 95%	IC 95%	IC 95%
Polimorfonucleares eosinófilos (%)	1,3 - 4,4	1,9 - 3,1	1,4 - 3,5	1,6 - 3,8	1,8 - 4,8	0,7 - 3,2
▪ Valor <i>p</i> *	0,83			0,68		
Monocitos (%)	6,3 - 7,8	7,1 - 9,0	6,8 - 9,0	7,0 - 8,6	6,6 - 7,7	4,7 - 7,4
▪ Valor <i>p</i> *	0,54			0,06		
Polimorfonucleares basófilos (%)	0,3 - 0,6	0,3 - 0,4	0,3 - 0,6	0,2 - 0,7	0,3 - 0,7	0,1 - 1,2
▪ Valor <i>p</i> *	0,17			0,64		
Polimorfonucleares neutrófilos (10 ³ /mm ³)	3,1 - 7,4	3,8 - 4,8	3,1 - 4,8	3,4 - 4,6	3,3 - 4,5	2,4 - 4,7
Valor <i>p</i> *	0,19			0,82		
Linfocitos (10 ³ /mm ³)	2,0 - 2,9	2,1 - 2,6	1,9 - 2,4	1,8 - 2,3	1,7 - 2,0	1,5 - 2,5
Valor <i>p</i> *	0,38			0,24		
Polimorfonucleares eosinófilos (10 ³ /mm ³)	0,1 - 0,4	0,1 - 0,2	0,1 - 0,2	0,1 - 0,3	0,07 - 0,4	0,06 - 0,2
▪ Valor <i>p</i> *	0,42			0,77		
Monocitos (10 ³ /mm ³)	0,4 - 0,7	0,5 - 0,7	0,4 - 0,6	0,4 - 0,6	0,4 - 0,5	0,3 - 0,5
▪ Valor <i>p</i> *	0,71			0,11		
Polimorfonucleares basófilos (10 ³ /mm ³)	0,02 - 0,05	0,02 - 0,03	0,02 - 0,04	0,0 - 0,05	0,0 - 0,03	0,0 - 0,07
▪ Valor <i>p</i> *	0,08			0,54		
Recuento de plaquetas (10 ³ /mm ³)	243 - 338	249 - 289	227 - 298	198 - 260	204 - 236	219 - 295
▪ Valor <i>p</i> *	0,53			0,31		
Volumen plaquetario medio (fl)	9,6 - 10,8	9,6 - 10,1	9,8 - 10,8	7,7 - 8,6	7,7 - 8,4	6,8 - 9,0
▪ Valor <i>p</i> *	0,13			0,85		

* Valor *p* de significación estadística obtenido mediante Anova.
 Convenciones: IC 95%, Intervalo de confianza del 95% para la media.

eritrocitos, la hemoglobina y el hematocrito fueron mayores en la población masculina. Esto confirma la importancia que tiene la segregación por género al momento de calcular los intervalos biológicos de referencia del hemograma [27].

En general, los intervalos definidos para el recuento de eritrocitos, la hemoglobina, el hematocrito, el volumen corpuscular medio, la hemoglobina corpuscular media, la concentración de hemoglobina corpuscular media, el recuento de leucocitos y el recuento de plaquetas son similares a los informados por Sáenz y colaboradores [1], Díaz y colaboradores [35], y Fernández y colaboradores [23], con valores superiores en los parámetros del eritrograma para el género masculino. En el caso del estudio de Fernández y colaboradores, se encontró valores de plaquetas superiores en los hombres y se no observó segregación por género para el recuento total de leucocitos, lo que difiere con el presente estudio y los dos aludidos previamente, en los cuales se obtuvieron valores superiores para el recuento de leucocitos y el recuento de plaquetas en las mujeres. Con relación a la amplitud de distribución eritroide, Díaz y colaboradores [35], Félix y colaboradores [36] y Fernández y colaboradores

Tabla 5. Comparación de los valores del hemoleucograma según grupo etario en todos los participantes

Variable	Adolescente	Adulto joven	Adulto medio	Valor p *
	IC 95% *	IC 95% *	IC 95% *	
Recuento de eritrocitos ($10^6/\text{mm}^3$)	4,8 - 5,2	4,8 - 5,1	4,6 - 5,0	0,36
Hemoglobina (g/dL)	13,6 - 15,6	14,2 - 15,0	13,6 - 14,9	0,57
Hematocrito (%)	40,4 - 45,1	41,4 - 43,4	40,4 - 43,5	0,30
Volumen corpuscular medio (fL)	82,5 - 88,7	85,1 - 87,9	85,3 - 90,6	0,94
Hemoglobina corpuscular media (pg)	27,6 - 30,9	29,2 - 30,5	28,9 - 31,0	0,97
Concentración de hemoglobina corpuscular media (g/dL)	33,2 - 35,2	34,1 - 34,8	33,6 - 34,5	0,59
Amplitud de distribución eritroide (%)	12,5 - 14,1	12,8 - 13,5	13,2 - 14,3	0,06
Recuento de leucocitos ($10^3/\text{mm}^3$)	5,9 - 11,3	6,8 - 8,3	6,0 - 8,1	0,41
Polimorfonucleares neutrófilos (%)	53,3 - 64,2	54,4 - 59,4	52,9 - 62,7	0,92
Linfocitos (%)	26,0 - 35,3	30,0 - 30,9	26,9 - 35,3	0,90
Polimorfonucleares eosinófilos (%)	1,3 - 4,4	1,7 - 2,9	1,1 - 3,4	0,69
Monocitos (%)	6,3 - 7,8	7,1 - 9,3	6,8 - 9,2	0,89
Polimorfonucleares basófilos (%)	0,3 - 0,6	0,3 - 0,4	0,3 - 0,7	0,53
Polimorfonucleares neutrófilos ($10^3/\text{mm}^3$)	3,1 - 7,4	3,8 - 5,0	3,2 - 5,0	0,47
Linfocitos ($10^3/\text{mm}^3$)	2,0 - 2,9	2,1 - 2,6	1,8 - 2,4	0,85
Polimorfonucleares eosinófilos ($10^3/\text{mm}^3$)	0,1 - 0,4	0,1 - 0,2	0,07 - 0,2	0,65
Monocitos ($10^3/\text{mm}^3$)	0,4 - 0,7	0,5 - 0,7	0,5 - 0,7	0,68
Polimorfonucleares basófilos ($10^3/\text{mm}^3$)	0,02 - 0,06	0,02 - 0,03	0,02 - 0,04	0,28
Recuento de plaquetas ($10^3/\text{mm}^3$)	243 - 338	245 - 289	237 - 310	0,66
Volumen plaquetario medio (fL)	9,6 - 10,8	9,6 - 10,1	9,6 - 10,7	0,09

* Valor p de significación estadística obtenido mediante Anova.
 Convenciones: IC 95%, Intervalo de confianza al 95% para la media.

[23] calcularon intervalos semejantes a los donantes de este estudio; sin embargo, Félix y colaboradores [36] y Fernández y colaboradores [23] difieren con nuestros resultados, pues no hallaron diferencias según género.

Así mismo, los intervalos obtenidos para el recuento de eritrocitos, la hemoglobina, el hematocrito y la concentración de hemoglobina corpuscular media fueron más altos en los hombres, lo que coincide con estudios realizados en México, Paraguay, Perú y Brasil [14, 22, 24, 36]; además, el volumen corpuscular medio no presentó diferencias según el género, lo que resulta convergente con los resultados de Echagüe y colaboradores [22] y Rodríguez y colaboradores [14]. Adicionalmente, Félix y colaboradores [36] hallaron valores superiores en el género femenino para el volumen corpuscular medio, situación que también se reflejó en el recuento de plaquetas por Echagüe y colaboradores [22], Gómez y colaboradores [24] y Salto y colaboradores [37], hallazgos que coinciden con este estudio. Referente al recuento de leucocitos, Echagüe y colaboradores [22] y Félix y colaboradores [36] no encontraron diferencias por género, mientras que Gómez y colaboradores [24] sí realizaron tal segregación, con valores mayores en los hombres, lo que difiere de nuestro estudio. Todo ello, refleja que algunos parámetros del hemograma presentan mayor especificidad y variabilidad según la población analizada y su localización geográfica, e incluso algunos parámetros varían según la segregación por sexo.

Estas divergencias por género para algunas de las variables hematológicas se podrían explicar por el comportamiento del sistema endocrino, ya que los andrógenos ejercen un efecto inductor sobre los precursores eritroides, mientras que los estrógenos actúan como supresores [38]; además, el ciclo menstrual también es un factor que ocasiona variaciones por la pérdida hemática de aproximadamente 80 mL en cada ciclo [39], debido a esto, las mujeres podrían conservar valores de amplitud de distribución eritroide más elevados, pues la estimulación que se ejerce en la médula ósea induce la salida de eritrocitos inmaduros a sangre periférica, siendo éstos de mayor tamaño. Aunado a ello, las reservas de hierro [40] y la masa muscular son superiores en la población masculina, lo que genera una mayor demanda de oxígeno y riego sanguíneo, contrario a lo que sucede en las mujeres, quienes tienen más tejido graso [41].

Las diferencias halladas en el recuento plaquetario se pueden atribuir a los cambios hormonales y fisiológicos mencionados anteriormente para las mujeres, los cuales afectan ciertos parámetros hematológicos [42] como la hemoglobina, cuya disminución induce el aumento de eritropoyetina y a su vez lleva a un incremento de las plaquetas [43]. Aunque nuestros resultados para el plaquetograma fueron similares a los encontrados por otros autores, existen estudios que contradicen este hallazgo [23, 36], lo que refleja la relevancia de realizar investigaciones que esclarezcan los factores que podrían inducir variabilidad en estos parámetros.

Por su parte, algunos autores han informado factores que pueden introducir cambios en el recuento total de leucocitos, como la raza, con valores más bajos en afrodescendientes [44]; las variaciones circadianas, ya que los recuentos más altos son en horas de la tarde [45]; el embarazo [46], que se relacionan con un aumento del recuento; el ejercicio; el estrés, y el consumo de algunos medicamentos [45]. Sin embargo, de acuerdo con la literatura revisada, no se halló información que relacionara el género como responsable de dichas variaciones.

Con los hallazgos de éste y otros estudios se evidencian las divergencias que se podrían encontrar en algunos parámetros hematológicos y los intervalos biológicos de referencia específicos de subgrupos como hombres y mujeres [4], afianzando la necesidad de disponer de valores acordes con el perfil clínico y epidemiológico del lugar en donde se requiera tomar decisiones clínicas, realizar actividades de vigilancia, control y seguimiento, y demás aplicaciones que presente el cuadro hemático.

Por otra parte, al comparar el grupo de donantes con el de vegetarianos se hallaron diferencias estadísticamente significativas para los intervalos biológicos de referencia de hematocrito, volumen corpuscular medio, concentración de hemoglobina corpuscular media, recuento de leucocitos, linfocitos en valor absoluto y relativo, monocitos en valor absoluto, recuento de plaquetas y volumen plaquetario medio; además, los intervalos biológicos de referencia calculados a partir de este estudio presentan una menor amplitud con respecto a los reportados en la literatura [2, 47-50]; por lo tanto, pueden ofrecer mayor precisión en la interpretación del hemograma al detectar pequeños cambios en un individuo.

Al igual que en los donantes, en los vegetarianos se encontraron diferencias estadísticamente significativas según el sexo para los parámetros recuento de eritrocitos, hemoglobina y hematocrito, cuyos valores fueron superiores en los hombres, mientras que el recuento de plaquetas tuvo valores más elevados en las mujeres. En contraste con lo hallado en los donantes, los vegetarianos sí presentaron diferencias según sexo para el volumen plaque-

tario medio, ya que las mujeres evidenciaron valores más altos que los hombres. Para las variables restantes, el grupo de comparación no evidenció asociación alguna por género.

Las similitudes encontradas entre donantes y vegetarianos se pueden explicar con base en los planteamientos de la Asociación Americana de Dietética (ADA) [51], la cual afirma que las dietas vegetarianas bien planificadas no representan un riesgo para la salud de las personas. Actualmente, la disponibilidad de productos enriquecidos con nutrientes esenciales suple los requerimientos que una dieta vegana no cubriría, lo que se traduce en un balance nutricional comparable con el de personas no vegetarianas. Adicionalmente, los estudios realizados hace una o dos décadas acerca del estado de salud de los vegetarianos no se pueden aplicar en la actualidad, debido a que la población moderna posee mayores conocimientos sobre los alimentos que debe incluir una dieta apropiada [51].

En cuanto a las limitaciones que condicionaron el estudio se encuentra la muestra utilizada, ya que ésta no es representativa de la ciudad de Medellín y no incluyó población infantil ni adultos mayores; además, ésta cuenta con características muy específicas, entre ellas la de ser donantes a repetición de sangre y hemocomponentes, lo que podría condicionar el uso de los intervalos en el resto de la población. Además, no se puede garantizar que los participantes estuviesen exentos de algún proceso infeccioso en el momento de la toma de muestra, pues solo se tuvo en cuenta la velocidad de sedimentación globular y la ferritina como trazador de este tipo de procesos. A pesar de lo anterior, el presente estudio se puede utilizar como modelo de comparación para investigaciones similares.

Se debe aclarar que la mayoría de los artículos revisados obtienen el intervalo de confianza a partir de la $\bar{X} \pm 2DE$, lo que disminuye la precisión de los intervalos, pues según la literatura la forma adecuada de calcularlos es bajo el estadístico $\bar{X} \pm Z_{\alpha/2} * DE / \sqrt{n}$, dicho estadístico fue el empleado en el actual estudio, lo que le confiere un valor agregado [34]. El utilizar las desviaciones estándar para crear los límites no es correcto, debido a que no estaría comparando las medias sino su dispersión, mientras que el uso de intervalos de confianza para la media indica los valores entre los cuales se encontrará la «media verdadera» con un determinado grado de confianza; su uso da lugar a medidas con menor amplitud y, por consiguiente, de mayor sensibilidad clínica.

Aunado a lo anterior, se debe precisar que un intervalo de confianza define los límites entre los cuales se encuentra el valor poblacional, de lo que se deduce que entre sus aplicaciones no se incluye redefinir conceptos como microcitos, leucocitosis, anemia y otros diagnósticos hematológicos, sino que dichos intervalos describen la variabilidad entre la medida obtenida en el estudio y la medida real de la población (el valor real), con el fin de determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre poblaciones y si tal diferencia es lo suficientemente amplia para recomendarla en el ámbito clínico (dependiendo del umbral mínimo establecido para cada analito), es decir, los intervalos biológicos de referencia permiten realizar una mejor interpretación y aplicación clínica de los resultados [52, 53].

Debido a las similitudes encontradas en los intervalos biológicos de referencia para diversos parámetros del hemograma en donantes y vegetarianos, se puede concluir que éstos no son específicos de subgrupos y que se pueden generalizar a otras poblaciones, siempre que se utilice una muestra que incluya la mayoría de características que componen al actual grupo, en el cual no existían diferencias en cuanto a la etnia, la altura sobre el nivel del mar o factores ambientales, ya que el 94,5% de la población procedía del Valle de Aburrá [54]. Es necesario recalcar la importancia de realizar estudios posteriores en la ciudad, en los que

se tengan en cuenta variables ambientales, raciales y culturales, además de las ya analizadas, con el fin de obtener resultados más representativos que puedan ser utilizados para la población de Medellín.

Bibliografía

1. Sáenz FK, Narváez L, Cruz M. Valores de referencia hematológicos en población altoandina ecuatoriana establecidos con el uso del analizador Sysmex XE-2100. *Rev Mex Patol Clin* 2008; 55: 207-215.
2. Berrío M, Correa M, M. J. El Hemograma: Análisis e interpretación con las tres generaciones. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia; 2003.
3. Campuzano-Maya G. Del hemograma manual al hemograma de cuarta generación. *Medicina & Laboratorio* 2007; 13: 511-550.
4. Campuzano-Maya G. Interpretación del hemograma automatizado: claves para una mejor utilización de la prueba. *Medicina & Laboratorio* 2013; 19: 11-68.
5. Queralto J, Antoja F, Cortés M, Doménech M, Fuentes J, Llagostera M. Concepto de valores de referencia en Química Clínica. *Química Clínica* 1983; 2: 39-41.
6. Wright EM, Royston P. Calculating reference intervals for laboratory measurements. *Stat Methods Med Res* 1999; 8: 93-112.
7. Grasbeck R. The evolution of the reference value concept. *Clin Chem Lab Med* 2004; 42: 692-697.
8. Greer J, Foerster J, Rodgers G, Paraskevas F, Glader B, Arber D, et al. *Wintrobe's Clinical Hematology* (ed 12th). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2008.
9. Kaushansky K, Lichtman M, Beutler E, Kipps T, Seligsohn U, Prchal J. *Williams Hematology* (ed 8th). New York: McGraw-Hill; 2010.
10. Orkin S, Nathan D, Ginsburg D, Look A, Fisher D, Lux S. *Nathan and Oski's Hematology of Infancy and Childhood* (ed 7). Philadelphia: Saunders; 2009.
11. Heil W, Ehrhardt V. *Ranges for adults and children: Pre-Analytical Considerations* (ed 9). Germany: Roche Diagnostics GmbH; 2008.
12. Heil W, Koberstein R, Zawta B. *Rango diferencial equipo Roche 2004* (ed 8). Germany: Roche Diagnostics GmbH; 2004.
13. Horowitz GL. Reference intervals: Practical aspects. *eJIFCC* 2008; 19: 1-10.
14. Rodríguez M, Schlottfeldt Y, Vela V, Inchaustegui J, Herrera C, Rosales M. Intervalos de confianza de la fórmula eritrocítica en habitantes adultos de la ciudad de Comitán de Domínguez (Chiapas, México). *Hig Sanid Ambient* 2007; 7: 270-275.
15. Evans DM, Frazer IH, Martin NG. Genetic and environmental causes of variation in basal levels of blood cells. *Twin Res* 1999; 2: 250-257.
16. Karita E, Ketter N, Price MA, Kayitenkore K, Kaleebu P, Nanvubya A, et al. CLSI-derived hematology and biochemistry reference intervals for healthy adults in eastern and southern Africa. *PLoS One* 2009; 4: e4401.
17. Nordin G, Martensson A, Swolin B, Sandberg S, Christensen NJ, Thorsteinsson V, et al. A multicentre study of reference intervals for haemoglobin, basic blood cell counts and erythrocyte indices in the adult population of the Nordic countries. *Scand J Clin Lab Invest* 2004; 64: 385-398.
18. Saxena S, Wong ET. Heterogeneity of common hematologic parameters among racial, ethnic, and gender subgroups. *Arch Pathol Lab Med* 1990; 114: 715-719.
19. Siebers RW, Carter JM. Heterogeneity of common hematologic parameters among racial, ethnic, and gender subgroups. *Arch Pathol Lab Med* 1991; 115: 427.
20. Gay J, Padrón M, Amador M. Prevención y control de la anemia y la deficiencia de hierro en Cuba. *Rev Cubana Aliment Nutr* 1995; 9: 52-61.
21. Woodliff H, Herrmann R. *Hematología Clínica* (ed 2nd). México: El Manual Moderno; 1998.
22. Echagüe G, Díaz V, Pistilli N, Méndez J, Ríos R, Nuñez D, et al. Valores hematológicos en donantes de bancos de sangre de Asunción, Paraguay. *Mem Inst Investig Cienc Salud* 2003; 2: 49-56.
23. Fernández LE, Bustamante Y, Gracia G. Valores de referencia obtenidos con el autoanalizador Coulter Gen-S. *Revista de la Facultad de Medicina (RFM)*. RFM 2006; 29: 38-43.
24. Gómez de la Torre Pretell JC, Bustinza-Linares E, Huarachi A. Valores de referencia de algunas pruebas bioquímicas y hematológicas en personas adultas sanas del Hospital Central de la Fuerza Aérea del Perú 2000-2001. *Rev Mex Patol Clin* 2003; 50: 41-49.
25. Buriticá AM, Corrales GI, Ospina LM. (24) Hemoglobina: Valores de referencia para la población de Manizales. *Revista Medicina de Caldas* 1984; 6: 21-29.
26. Giraldo C, Córdoba M. Valores poblacionales de hemoglobina y hematocrito en el área rural del municipio de Manizales Caldas [Tesis de posgrado]. Manizales, Universidad Católica de Manizales. 1999.
27. Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular (SEQC). Valores de referencia. Disponible en: http://www.seqc.es/es/Varios/7/39/Modulo_3:_Valores_de_referencia/. Consultado el 24 de mayo de 2012.
28. Dupin H, Cuq JL, I. MM, Leynaud C, Berthier AM. Los

- modelos alimentarios particulares. La alimentación humana. Barcelona: Ediciones Bellaterra; 1997.
29. **Helman AD, Darnton-Hill I.** Vitamin and iron status in new vegetarians. *Am J Clin Nutr* 1987; 45: 785-789.
 30. **Roberts IF, West RJ, Ogilvie D, Dillon MJ.** Malnutrition in infants receiving cult diets: a form of child abuse. *Br Med J* 1979; 1: 296-298.
 31. **Peñuela O, Rebollo S.** Protocolo para el reporte de reacciones adversas a la donación (RAD) de sangre total y por aféresis y guía de manejo. Bogotá, DC: Red distrital de Bancos de Sangre y servicios de transfusión sanguínea; 2007.
 32. **Anscombe F.** Rejection of outliers. *Technometrics* 1960; 2: 123-124.
 33. **Healy MJ.** Outliers in clinical chemistry quality-control schemes. *Clin Chem* 1979; 25: 675-677.
 34. **Miller JN, Miller JC.** Estadística de medidas repetidas. Estadística y quimiometría para química analítica. 4a edición ed: Pearson Educación S.A.; 2002. p. 31. (ed 4th). Madrid: Pearson Educación; 2002.
 35. **Díaz-Pedra P, Olay-Fuentes G, Hernández-Gómez R, Cervantes-Villagrana D, Presno-Bernal JM, Alcántara-Gómez LE.** Determinación de los intervalos de referencia de biometría hemática en población mexicana. *Rev Latinoamer Patol Clin* 2012; 59: 243-250.
 36. **Félix G, Abe-Sandes K, Bonfim T, Bendicho M, Cisneiros P, Guedes R, et al.** Ancestry informative markers and complete blood count parameters in Brazilian blood donors. *Rev Bras Hematol Hemoter* 2010; 32: 282-285.
 37. **Salto AB, Fontana S, Marquesoni E, Casale MF.** Valoración de índices plaquetarios en las trombocitopenias. *Acta Bioquím Clin Latinoam* 2012; 46: 23-27.
 38. **Beutler E.** Manual de hematología. México: McGraw-Hill; 1997.
 39. **Skikne S, Flowers C, Cook J.** Serum transferrin receptor: A quantitative measure of tissue iron deficiency. *Blood* 1990; 75: 1870-1876.
 40. **Hillman R.** Manual de Hematología (ed 2nd). México: El Manual Moderno; 1998.
 41. **Sans-Sabrafen J, Besses C, Vives J.** Hematología clínica. Barcelona: Elsevier; 2001.
 42. **Bain BJ.** Platelet count and platelet size in males and females. *Scand J Haematol* 1985; 35: 77-79.
 43. **Lozano M, Narváez J, Faúndez A, Mazzara R, Cid J, Jou JM, et al.** Recuento de plaquetas y volumen plaquetario medio en la población española. *Med Clin (Barc)* 1998; 110: 774-777.
 44. **Castro OL, Haddy TB, Rana SR.** Age- and sex-related blood cell values in healthy black Americans. *Public Health Rep* 1987; 102: 232-237.
 45. **Wolach B, Ashkenazi M, Grossmann R, Gavrieli R, Friedman Z, Bashan N, et al.** Diurnal fluctuation of leukocyte G6PD activity. A possible explanation for the normal neutrophil bactericidal activity and the low incidence of pyogenic infections in patients with severe G6PD deficiency in Israel. *Pediatr Res* 2004; 55: 807-813.
 46. **Brown B.** Hematology: principles and procedures (ed 6th). Philadelphia: Lea & Febiger; 1993.
 47. **Hillman RS, Ault KA, Rinder HM.** Hematología en la práctica clínica (ed 4th). México DF: McGraw-Hill; 2006.
 48. **Lichtman M.** Hematología clínica. México: Nueva Editorial Interamericana; 1983.
 49. **Restrepo A, Vélez H, Borrero J, Restrepo J.** Hematología (ed 2nd). Medellín: Corporación para Investigaciones Biológicas; 1980.
 50. **Sans-Sabrafen J, Besses C, Castillo R, Florensa L, Pardo P, Vives J, et al.** Hematología clínica (ed 3rd). Madrid: Mosby/Doyma Libros; 1994.
 51. **Craig WJ, Mangels AR.** Postura de la Asociación Americana de Dietética: dietas vegetarianas. *Actividad Dietética* 2010; 14: 10-26.
 52. **Candia R, Caiozzi G.** Intervalos de confianza. *Rev Méd Chile* 2005; 133: 1111-1115.
 53. **Wayne D.** Daniel Wayne W. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud (ed 4th). México: Editorial Limusa; 2002.
 54. **Patiño-Bedoya JAC-M, M. M., Cardona-Arias JA.** Seroprevalencia de marcadores de infecciones transmisibles por vía transfusional en banco de sangre de Colombia. *Rev Saúde Pública* 2012; 46: 950-959.