
ESTUDIO DE LA VARIACIÓN DE PERFILES HEMATOLÓGICOS DE MURCIÉLAGOS

Evaristo Villalba-Alemán¹ y Mariana Muñoz-Romo¹

¹Laboratorio de Zoología Aplicada, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
Autor de correspondencia: Mariana Muñoz-Romo;mariana@ula.ve

RESUMEN

La información básica sobre los perfiles hematológicos de los murciélagos es muy limitada y dispersa. Para este estudio, nos propusimos compilar la información disponible al respecto con el fin de establecer patrones derivados de su análisis. En los murciélagos, el valor medio de hematocrito se encuentra alrededor del 56%, el recuento de glóbulos rojos promedio es de $10 \cdot 10^6/\mu\text{l}$, el de glóbulos blancos $5,300 \text{ cel}/\mu\text{l}$, la concentración de hemoglobina 17 g/dL y el recuento diferencial de glóbulos blancos es 42% de neutrófilos, 54% de linfocitos, 2% de monocitos, 1% de eosinófilos y 1% de basófilos. La información existente corresponde a sólo 7.3% de las especies conocidas actualmente incluidas en el orden Chiroptera (1,116). En la literatura disponible no parece establecerse una distinción sexual de perfiles hematológicos. En la distribución de la fórmula leucocitaria de la mayoría de las especies estudiadas se observa un predominio linfocitario que recibe el nombre de “fórmula invertida” o “desviación a la derecha”, pese a que en algunas especies se puede observar una fórmula leucocitaria con predominio de neutrófilos, lo que se denomina en hematología humana “fórmula hacia la izquierda” o “fórmula tipo neutrófilo”. La variación en la fórmula leucocitaria de mamíferos se puede deber a factores funcionales y/o genéticos. La información disponible para 81 especies resulta escasa para un grupo tan diverso como el de los murciélagos, por lo cual no es posible establecer patrones claros e inequívocos. Investigaciones profundas y detalladas son primordiales para ello, a fin de identificar los factores asociados a la variación en los parámetros hematológicos.

Palabras clave: Chiroptera, eritrocito, hematocrito, hematología, hemoglobina.

ABSTRACT

General information on hematological profiles of bats is very limited and scattered. For this study, our goal was to compile the available information on this topic to determine the pattern,

if any, derived from its analysis. In bats, the average hematocrit (Hct) level is around 56%, the average red blood cell count (RBC; erythrocytes) is $10 \times 10^6/\mu\text{l}$, the average total white blood cell count (TWBC; leukocytes) is 5,300 $\text{cel}/\mu\text{l}$, the hemoglobin is around 17 g/dL, and the averages of differential white blood cell counts (DWBC) are 42% of neutrophils, 54% of lymphocytes, 2% of monocytes, 1% of eosinophils, and 1% of basophils. The available information for bats as a group corresponds only to 7.3% of the currently valid species (1,116). In the available literature, it does not seem to exist a sexual differentiation between hematological profiles. In the distribution of the leucocitarian formula of most species of bats included here it seems to exist an important proportion of lymphocytes, know as “inverted formula” or “right bias,” although in some species it seems to be an important proportion of neutrophils, known as “left bias” or “neutrophil-type formula.” In mammals, the variation in this leucocitarian formula depends on functional or genetic factors. The available information for only 81 species of bats is insufficient for a highly diverse group, thus it is not possible to establish currently unequivocal patterns. Further detailed and systematic research is of paramount importance, to finally determine accurate causes of these values and the maintenance of these trends.

Key words: Chiroptera, erythrocyte, hematocrite, hematology, hemoglobin.

INTRODUCCIÓN

La hematología es la especialidad médica que se ocupa de la fisiología y el estudio clínico-biológico de las enfermedades de la sangre y los órganos hematopoyéticos. Ésta abarca los aspectos relacionados con su tratamiento y la realización e interpretación de las pruebas analíticas derivadas de dichas enfermedades, o de patologías que por diferentes mecanismos provoquen discrasias sanguíneas. Igualmente, la hematología incluye aquellas pruebas analíticas de tipo hematológico (hemograma) que sean necesarias para el estudio, diagnóstico y valoración de procesos que afecten a cualquier órgano o sistema (Fores y Navarro, 2012). El hemograma es uno de los elementos de diagnóstico básico que permite aproximarse al estado de salud física de un individuo, y consiste en el análisis numérico y morfológico de los diferentes tipos de células: glóbulos rojos (eritrocitos), glóbulos blancos (leucocitos) y plaquetas (López y Macaya, 2009).

Los mamíferos más estudiados desde el punto de vista hematológico han sido principalmente aquellos domesticados, algunos de interés biomédico y otros de importancia para la conservación, como el perro (*Canis lupus familiaris*), el gato (*Felis silvestris catus*), el caballo (*Equus ferus caballus*), el burro (*Equus africanus asinus*), la vaca (*Bos taurus*), la oveja (*Ovis aries*), la cabra (*Capra aegagrus hircus*), la rata (*Rattus norvegicus*), el ratón (*Mus musculus*), el cerdo (*Sus scrofa domestica*), el chimpancé (*Pan troglodytes*), el hurón (*Mustela putorius furo*), el cobayo (*Cavia porcellus*), el hámster (*Mesocricetus auratus*), el dromedario (*Camelus dromedarius*), la llama (*Lama glama*), el camello (*Camelus bactrianus*), el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el búfalo (*Bubalia bubalis*), el elefante asiático (*Elephas maximus*), el delfín común (*Delphinus delphis*), la beluga (*Delphinapterus leucas*), la orca (*Orcinus orca*), el león marino (*Zalophus californianus*), el elefante marino (*Mirounga angustirostris*), la foca común (*Phoca vitulina*), el manatí del caribe (*Trichechus manatus*), el oso polar (*Ursus maritimus*), el oso marino ártico (*Callorhinus ursinus*) y la nutria marina (*Enhydra lutris*) (Raskin y Wardrop, 2011).

A pesar de que los murciélagos son el segundo orden más abundante y diverso de mamíferos en el planeta (Simmons, 2005), existen pocos estudios que describan sus parámetros sanguíneos.

Además, la escasa información hematológica existente ha sido publicada en fuentes bibliográficas muy dispersas y poco accesibles, haciendo que la evaluación global de las características sanguíneas de los murciélagos se convierta en un tópico difícil de analizar. En el presente trabajo nos propusimos compilar toda la información disponible sobre perfiles hematológicos de este importante grupo de mamíferos para establecer patrones que resulten fácilmente distinguibles.

MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica detallada, empleando para ello *Science Direct*, *Web of Science* y *Google Scholar*, usando las palabras clave: bats, chiroptera, hematology, blood, murciélagos, hematología, sangre. Adicionalmente, se revisó la sección bibliográfica de las publicaciones encontradas, en busca de artículos que hubiesen quedado fuera de la búsqueda por su carácter antiguo, para su incorporación en la revisión.

RESULTADOS

Un total de 29 referencias bibliográficas fueron revisadas, correspondientes a 81 especies de murciélagos (Figura 1A), incluidas en 9 de las 18 familias reconocidas actualmente (Figura 1B). Las familias mejor representadas son Phyllostomidae (29 especies) y Vespertilionidae (25 especies) (Figura 1B).

Para la familia Phyllostomidae (Cuadro 1) los valores medios de hematocrito son de 52%, el recuento de glóbulos rojos de $8 \times 10^6/\mu\text{l}$, mientras que el recuento de glóbulos blancos se aproxima a $5,500 \text{ cel}/\mu\text{l}$, y la hemoglobina es de 16 g/dL. El recuento diferencial de glóbulos blancos normalmente alcanza valores de 43 % de neutrófilos, 51 % de linfocitos, 2 % de monocitos, 3 % de eosinófilos y 1 % de basófilos (Cuadro 1), considerando las siguientes especies de filostómidos: *Artibeus fimbria-*

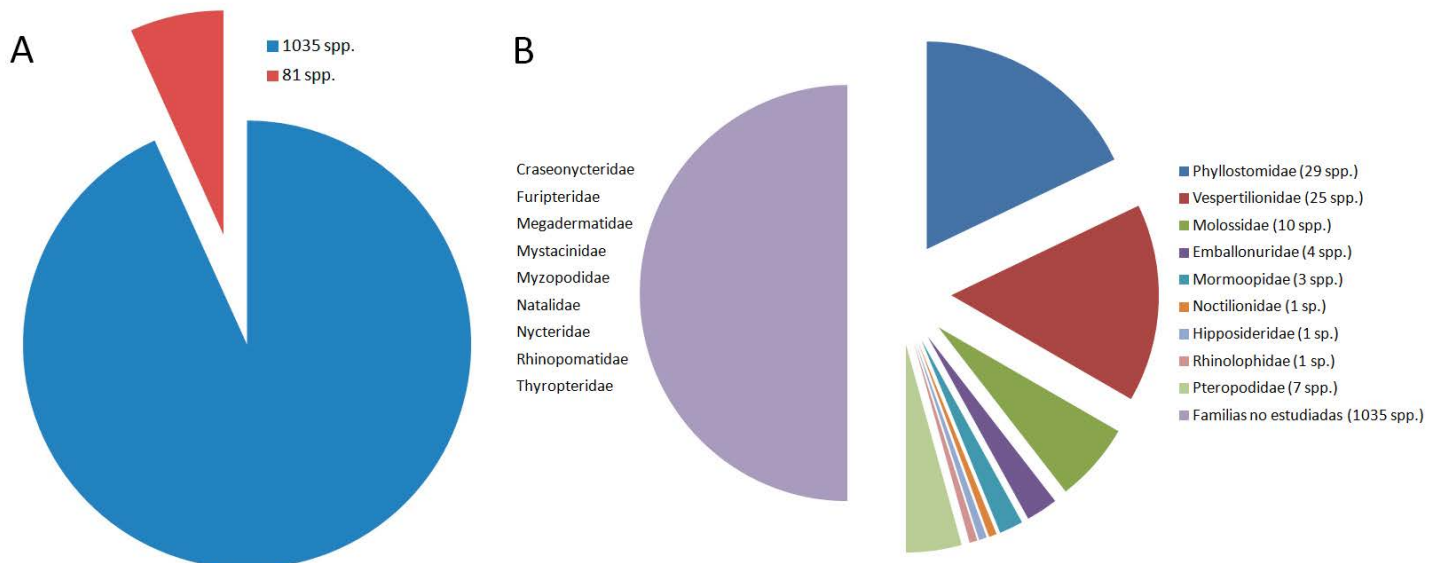


Figura 1. A, Número de especies de murciélagos cuyo perfil hematológico es conocido (rojo) o desconocido (azul); B, Familias con representantes con perfiles hematológicos conocidos (colores varios) y número de especies con perfiles hematológicos conocidos entre paréntesis. Familias de murciélagos de las cuales no se conoce parámetros hematológicos (morado).

Cuadro 1. Perfiles hematológicos de algunas especies de murciélagos.

Especie	n	Hto (%)	n	Hb (g/dL)	n	RGR (10 ⁹ /µl)	n	RGB (cel/µl)	n	Recuento diferencial de glóbulos blancos (%)						Referencia
										N	L	M	E	B		
PHYLLOSTOMIDAE																
<i>Artibeus fimbriatus</i>	37	34.6	37	13.18	37	7.32	37	8,700	37	36.12	4.35	2.18	0.29		Baptista y Esbéard, 1997	
<i>Artibeus jamaicensis</i>	5	51.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rodríguez-Durán y Padilla-Rodríguez, 2008	
<i>Artibeus jamaicensis</i>	37	35	37	12.9	37	7.94	37	8,550	37	39.5	7	1.5	0		Baptista y Esbéard, 1997	
<i>Artibeus jamaicensis</i>	1	58	16	15.8	1	7.75	1	5,300	24	55.43	39.16	1.89	0.27		Valdivieso y Tamsitt, 1971	
<i>Artibeus jamaicensis</i>	10	54	-	-	-	-	10	5,401	9	34.1	58.9	2.8	3.1	1.6	Schinnerl et al., 2011	
<i>Artibeus lituratus</i>	19	42.4	39	13.8	19	5.92	19	7,277.5	40	44.22	51.46	2.42	1.44	0.56	Valdivieso y Tamsitt, 1971	
<i>Artibeus lituratus</i>	4	53.3	-	-	-	-	2	4,510	3	31.67	56.5	1	8.16	2.67	Schinnerl et al., 2011	
<i>Artibeus lituratus</i>	3	-	6	17.2	3	9.93	6	4,483	6	59.3	38.5	1.5	0.3	0.4	Arata y Wahner, 1969	
<i>Artibeus lituratus</i>	37	49.2	37	16.42	37	9.22	37	5,910	37	64.85	30.69	4.77	2.62	0.08	Baptista y Esbéard, 1997	
<i>Artibeus obscurus</i>	37	30.8	37	13.12	37	7.33	37	5,350	37	53.75	40.5	3.5	1.5	0	Baptista y Esbéard, 1997	
<i>Artibeus watsoni</i>	24	57.2	-	-	-	-	23	5,291	20	37	57.2	1.1	2	2.8	Schinnerl et al., 2011	
<i>Brachyphylla cavernarum</i>	5	50.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rodríguez-Durán y Padilla-Rodríguez, 2008	
<i>Brachyphylla cavernarum</i>	-	-	9	17.13	-	-	-	-	9	62.43	32.4	2.53	2.3	0.27	Valdivieso y Tamsitt, 1971	
<i>Carollia castanea</i>	18	55	-	-	-	-	13	6,315	16	25.5	69.7	0.5	4.3	0.1	Schinnerl et al., 2011	
<i>Carollia perspicillata</i>	4	32	4	10	4	4.09	4	3,300	5	45.1	53.57	1	0.6	0	Valdivieso y Tamsitt, 1971	
<i>Carollia perspicillata</i>	32	58.9	-	-	-	-	30	5,395	29	21.2	73.4	1	3.8	0.5	Schinnerl et al., 2011	
<i>Carollia sowelli</i>	11	55.3	-	-	-	-	5	5,573	11	25.5	63.2	1.4	7.7	3.6	Schinnerl et al., 2011	
<i>Desmodus rotundus</i>	1	57	-	-	-	-	-	-	1	44.5	53.5	0	0	2	Schinnerl et al., 2011	
<i>Desmodus rotundus</i>	-	-	2	17	2	8.14	2	9,300	-	-	-	-	-	-	Arata y Wahner, 1969	
<i>Desmodus rotundus</i>	-	-	-	-	68	9.97	68	4,808	68	69.9	26.9	2.7	0	0.5	Fernandes, 2014	
<i>Desmodus rotundus</i>	13	39.5	13	15.45	13	9.18	13	12,060	13	80.2	15.4	3.67	0.8	0.07	Baptista y Esbéard, 1997	
<i>Desmodus rotundus</i>	15	47	15	16.39	15	9.02	15	11,090	15	78.1	10.6	8.1	0	3.2	Almeida et al., 2010	
<i>Desmodus rotundus murinus</i>	17	54.2	17	19.4	17	10.72	17	3,678	13	37.3	44.2	8.9	0.75	0.23	Krutzh y Wimsatt, 1963	
<i>Desmodus rotundus rotundus</i>	34	51.2	34	17.62	34	8.55	24	8,412.5	24	84.71	11.17	3	0.75	0	dos Santos et al., 2007	
<i>Ectophylla alba</i>	11	57.2	-	-	-	-	10	836	10	58.1	39.6	0.2	1.1	1	Schinnerl et al., 2011	
<i>Erophylla bombifrons</i>	-	-	2	18.9	-	-	-	-	2	59	32	5	2.5	1	Valdivieso y Tamsitt, 1971	
<i>Erophylla sezekorni</i>	4	62.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rodríguez-Durán y Padilla-Rodríguez, 2008	
<i>Glossophaga commissarisi</i>	9	56.4	-	-	9	-	9	4,070	8	16.9	77.1	1.1	2.8	2.1	Schinnerl et al., 2011	
<i>Glossophaga soricina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	4	60	39.35	0.65	0	0	Valdivieso y Tamsitt, 1971	
<i>Hylonycteris underwoodi</i>	1	60.5	-	-	-	-	1	2,237	1	10	88	1	1	0	Schinnerl et al., 2011	
<i>Lonchophylla robusta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	32	63	3	2	0	Valdivieso y Tamsitt, 1971	
<i>Micronycteris hirsuta</i>	5	56.5	-	-	4	-	4	3,813.5	3	39.67	56.67	0.33	3.33	0	Schinnerl et al., 2011	
<i>Mimon crenulatum</i>	8	55.9	-	-	8	-	8	4,505	8	25.7	66.1	0.8	5.9	1.6	Schinnerl et al., 2011	

Cuadro 1. Continuación...

Especie	n	Hto (%)	n	Hb (g/dL)	n	RGR (10 ⁶ /µl)	n	RGB (cel/µl)	n	Recuento diferencial de glóbulos blancos (%)							Referencia
										N	L	M	E	B			
<i>Monophylus redmani</i>	9	58.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rodriguez-Durán y Padilla-Rodríguez, 2008	
<i>Phyllostomus discolor</i>	27	51.8	-	-	-	-	25	5,035	25	20.6	69.5	0.9	7.2	1.8	-	Schinnerl et al., 2011	
<i>Phyllostomus discolor</i>	5	45.1	5	14.25	5	6.18	5	4,768.8	11	31.33	62.75	2.2	2.7	0.88	-	Valdivieso y Tamsitt, 1971	
<i>Phyllostomus hastatus</i>	3	55.9	-	-	-	-	3	5,548.7	2	16.5	73	1	7.5	2	-	Schinnerl et al., 2011	
<i>Phyllostomus hastatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	62.5	32	3	2.5	-	-	Arata y Wahner, 1969	
<i>Platyrrhinus helleri</i>	3	64.3	-	-	-	-	3	5,463.3	3	12.6	82.67	0.33	4.33	0	-	Schinnerl et al., 2011	
<i>Stenoderma rufum</i>	-	-	1	20	-	-	-	-	1	57	39	1	2	1	-	Valdivieso y Tamsitt, 1971	
<i>Stumira liliun</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	28	65	6	1	0	-	Valdivieso y Tamsitt, 1971	
<i>Tonatia saurophila</i>	2	55.9	-	-	-	-	2	3,960	2	32.5	63	0.5	3.5	0.5	-	Schinnerl et al., 2011	
<i>Trachops cirrhosus</i>	6	51.8	-	-	-	-	6	7,339	6	21.5	72.7	0.8	4.1	1	-	Schinnerl et al., 2011	
<i>Uroderma bilobatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	6	34.08	61.43	2.18	1.75	0	-	Valdivieso y Tamsitt, 1971	
<i>Vampyressa nymphaea</i>	3	60.9	-	-	-	-	2	2,438	3	28.33	68	0	3.33	0.33	-	Schinnerl et al., 2011	
VESPERTILIONIDAE																	
<i>Antrozous pallidus</i>	15	60.5	15	17.7	15	12.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Bassett y Wiederhielm, 1984	
<i>Eptesicus brasiliensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	62	34	2	1	0	-	Valdivieso y Tamsitt, 1971	
<i>Eptesicus fuscus</i>	2	46	-	-	2	11.96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Dunaway y Lewis, 1965	
<i>Eptesicus serotinus</i>	37	56.2	37	20.1	37	14.9	37	4,538	37	36.02	62.17	1.02	1.43	0.83	-	Wolk y Ruprecht, 1988	
<i>Lasiurus borealis</i>	1	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rodriguez-Durán y Padilla-Rodríguez, 2008	
<i>Lasiurus borealis</i>	5	44	-	-	5	19.61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Dunaway y Lewis, 1965	
<i>Miniopterus minor</i>	5	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Maina y King, 1984	
<i>Miniopterus schreibersii</i>	35	52.3	35	15.61	35	12.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Arévalo et al., 1992	
<i>Miniopterus schreibersii</i>	12	53	12	17.6	12	10.1	12	14,346	12	50.5	44.8	4.1	0.6	0	-	Ratnasooriya et al., 2005	
<i>Miniopterus schreibersii</i>	7	63.5	7	13.53	7	15.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Arévalo et al., 1987	
<i>Myotis daubentoni</i>	43	48.9	43	15.4	43	10.55	43	5,345.5	43	32.41	65.76	0.68	1.03	0	-	Wolk y Bogdanowicz, 1987	
<i>Myotis elegans</i>	13	56.5	-	-	-	-	13	2,045	12	22.3	70.6	1.1	4.3	1.8	-	Schinnerl et al., 2011	
<i>Myotis grisescens</i>	49	42.8	49	14.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sealand, 1964	
<i>Myotis lucifugus</i>	-	-	-	-	-	-	8	5,780	8	42	54.2	2.8	0.4	0.6	-	Arata y Wahner, 1969	
<i>Myotis myotis</i>	-	-	19	10.9	25	11.68	21	3,286	21	59.36	37	2.3	0.75	0.46	-	Grundboeck y Krzanowski, 1957	
<i>Myotis myotis</i>	3	43.3	3	15.8	3	9.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Arévalo et al., 1987	
<i>Myotis nattereri</i>	-	-	11	10.8	10	13.56	11	2,668	11	31.87	60	4.76	1.8	1.5	-	Grundboeck y Krzanowski, 1957	
<i>Myotis nattereri</i>	10	59.8	10	20.06	10	12.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Arévalo et al., 1987	
<i>Myotis nigricans</i>	2	49.8	-	-	-	-	1	5,133	-	-	-	-	-	-	-	Schinnerl et al., 2011	
<i>Myotis nigricans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	28	60	12	0	0	-	Valdivieso y Tamsitt, 1971	
<i>Myotis sodalis</i>	-	-	-	-	8	13.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Lidicker y Davis, 1955	

Cuadro 1. Continuación...

Especie	n	Hto (%)	n	Hb (g/dL)	n	RGR (10 ⁹ /µl)	n	RGB (cel/µl)	n	Recuento diferencial de glóbulos blancos (%)						Referencia
										N	L	M	E	B		
<i>Myotis velifer</i>	-	-	-	-	7	11.15	8	2,500	4	43.75	45.5	1.25	0.5	1	Krutzsh y Hughes, 1959	
<i>Myotis yumanensis</i>	-	-	-	-	2	9.5	-	-	-	-	-	-	-	-	Baker y Kline, 1931	
<i>Nyctalus noctula</i>	-	-	5	11.1	5	14.25	22	5,991	22	48.04	47.3	2.2	1.98	0.75	Grundboeck y Krzanowski, 1957	
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	2	66.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Maina y King, 1984	
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	38	56.3	38	20.07	38	13.81	-	-	-	-	-	-	-	-	Arévalo et al., 1987	
<i>Pipistrellus s. Subflavus</i>	3	51.6	3	18.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sealander, 1964	
<i>Pipistrellus subflavus</i>	10	47	-	-	10	14.57	-	-	-	-	-	-	-	-	Dunaway y Lewis, 1965	
<i>Plecotus auritus</i>	-	-	12	9.8	8	14.42	13	2,066	13	75.83	21.2	3	0.83	0.63	Grundboeck y Krzanowski, 1957	
<i>Plecotus austriacus</i>	1	48	1	14.78	1	12.11	-	-	-	-	-	-	-	-	Arévalo et al., 1987	
<i>Plecotus townsendii ingens</i>	1	48.9	1	14.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sealander, 1964	
MOLOSSIDAE																
<i>Cheiromeles torquatus</i>	5	64.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Maina y King, 1984	
<i>Molossops temminckii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	47	40	8	5	0	Valdivieso y Tamsitt, 1971	
<i>Molossus bondae</i>	20	64	-	-	-	-	20	1,714	20	52.9	42.5	0.8	2.2	1.7	Schinner et al., 2011	
<i>Molossus molossus</i>	17	56.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rodríguez-Durán y Padilla-Rodríguez, 2008	
<i>Molossus molossus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	43.5	52	3.5	1	0	Arata y Wahner, 1969	
<i>Molossus molossus</i>	-	-	1	19.2	-	-	-	-	1	62	37	1	0	0	Valdivieso y Tamsitt, 1971	
<i>Molossus sinaloae</i>	6	65.8	-	-	6	-	6	1,974	5	49.4	49.4	0	0.6	0.6	Schinner et al., 2011	
<i>Otomops martiensseni</i>	29	55.8	14	19.43	19	13.44	28	29,66.5	-	-	-	-	-	-	Kinoti, 1973	
<i>Tadarida aegyptiaca</i>	7	56.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Van Aardt et al., 2002	
<i>Tadarida brasiliensis</i>	12	53.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rodríguez-Durán y Padilla-Rodríguez, 2008	
<i>Tadarida brasiliensis mexicana</i>	-	-	-	-	7	10.65	8	762	-	-	-	-	-	-	Krutzsh y Hughes, 1959	
<i>Tadarida mops</i>	5	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Maina y King, 1984	
EMBALLONURIDAE																
<i>Cormura brevirostris</i>	3	56.8	-	-	-	-	3	22,48.6	2	35.5	61	0	3.5	0	Schinner et al., 2011	
<i>Rhynchonycteris naso</i>	21	62.2	-	-	-	-	21	2,265	17	38.4	57.7	0.7	2.8	0.4	Schinner et al., 2011	
<i>Saccopteryx bilineata</i>	9	54.6	-	-	-	-	9	2,290	-	33.9	62.7	0.3	3.1	0	Schinner et al., 2011	
<i>Taphozous melanopogon</i>	18	59.2	18	16	18	8.9	18	9,214	-	34.4	65.6	0	0.1	0	Ratnasooriya et al., 2005	
MORMOOPIDAE																
<i>Mormoops blainvilliei</i>	13	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rodríguez-Durán y Padilla-Rodríguez, 2008	
<i>Pteronotus gymnonotus</i>	1	63.3	-	-	-	-	1	1,357	1	24	71	1	3	1	Schinner et al., 2011	
<i>Pteronotus quadridens</i>	5	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rodríguez-Durán y Padilla-Rodríguez, 2008	

tus, *A. jamaicensis*, *A. lituratus*, *A. obscurus*, *A. watsoni*, *Brachyphylla cavernarum*, *Carollia castanea*, *C. perspicillata*, *C. sowellii*, *Desmodus rotundus*, *Ectophylla alba*, *Erophylla bombifrons*, *E. sezekorni*, *Glossophaga commissarisi*, *G. soricina*, *Hylonycteris underwoodi*, *Lonchophylla robusta*, *Micronycteris hirsuta*, *Mimon crenulatum*, *Monophylus redmani*, *Phyllostomus discolor*, *P. hastatus*, *Platyrrhinus helleri*, *Stenoderma rufum*, *Sturnira lilium*, *Tonatia saurophila*, *Trachops cirrhosus*, *Uroderma bilobatum* y *Vampyressa nymphaea*.

Por otra parte, para la familia Vespertilionidae (Cuadro 1) se han hallado valores medios de hematocrito de 54 %, el recuento de glóbulos rojos de $13 \times 10^6/\mu\text{l}$, el recuento de glóbulos blancos se acerca a 4,900 $\text{cel}/\mu\text{l}$, la hemoglobina a 15 g/dL y el recuento diferencial de glóbulos blancos con neutrófilos a 44 %, linfocitos a 50 %, monocitos a 3 %, eosinófilos a 2 % y basófilos a 1 %, basándose en las siguientes especies de vespertilionidos: *Antrozous pallidus*, *Eptesicus brasiliensis*, *E. fuscus*, *E. serotinus*, *Lasiurus borealis*, *Miniopterus minor*, *M. schreibersii*, *Myotis daubentoni*, *M. elegans*, *M. grisescens*, *M. lucifugus*, *M. myotis*, *M. nattereri*, *M. nigricans*, *M. sodalis*, *M. velifer*, *M. yumanensis*, *Nyctalus noctula*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Pipistrellus subflavus*, *Pipistrellus s. subflavus*, *Plecotus auritus*, *P. austriacus* y *P. townsendii ingens*.

En cuanto a la familia Molossidae (Cuadro 1), sólo se han realizado valoraciones hematológicas para las siguientes especies: *Cheiromeles torquatus*, *Molossops temminckii*, *Molossus bondae*, *M. molossus*, *M. sinaloae*, *Otomops martiensseni*, *Tadarida aegyptiaca*, *T. brasiliensis*, *T. brasiliensis mexicana* y *T. mops*. Para éstas, se han obtenido los siguientes datos hematológicos: 59 % de hematocrito, el recuento de glóbulos rojos en $12 \times 10^6/\mu\text{l}$, el recuento de glóbulos blancos en 1,800 $\text{cel}/\mu\text{l}$ aproximadamente y hemoglobina en 19 g/dL. En cuanto al recuento diferencial de glóbulos blancos se tienen neutrófilos en un 51%, linfocitos en 44 %, monocitos en 3 %, y eosinófilos y basófilos con un 2 % cada uno.

La familia Emballonuridae (Cuadro 1) cuenta con valores hematológicos medios de 58% para hematocrito, $9 \times 10^6/\mu\text{l}$ para el recuento de glóbulos rojos y 4,000 $\text{cel}/\mu\text{l}$ para el recuento de glóbulos blancos. El valor de hemoglobina sólo está registrado para la especie *Taphozous melanopogon* en 16 g/dL. Los parámetros del recuento diferencial de glóbulos blancos están en 36% para neutrófilos, 62% para linfocitos, 2% para eosinófilos y 0% para monocitos y basófilos (Cuadro 1). Las especies de embalonúridos de donde provienen estos datos son *Cormura brevirostris*, *Rhynchonycteris naso*, *Saccopteryx bilineata* y *Taphozous melanopogon*.

Por su parte, las especies de la familia Mormoopidae (Cuadro 1) que han sido evaluadas (*Mormoops blainvillei*, *Pteronotus gymnonotus* y *P. quadridens*) resumen valores hematológicos de hematocrito de 60%. En relación a los demás parámetros hematológicos, sólo para *Pteronotus gymnonotus* se reportan datos de recuento de glóbulos blancos en 1,300 $\text{cel}/\mu\text{l}$ y recuento diferencial de glóbulos blancos con neutrófilos en 24%, linfocitos en 71%, eosinófilos 3%, y monocitos y basófilos en 1% cada uno.

En la familia Noctilionidae los valores de hematología que se conocen son sólo para *Noctilio leporinus* (Cuadro 1), una de las dos especies que conforman este grupo y los datos con los que se cuentan son 49% de hematocrito y recuento diferencial de glóbulos blancos con neutrófilos en 36%, linfocitos 62%, monocitos 1%, eosinófilos 2% y basófilos 0%.

Por otro lado, para la familia Hipposideridae (Cuadro 1), sólo se ha reportado un estudio hematológico para la especie *Hipposideros lankadiva*. Al respecto, los datos del análisis sanguíneo señalados son de 59% para hematocrito, $9 \times 10^6/\mu\text{l}$ para el recuento de glóbulos rojos, 9,500 $\text{cel}/\mu\text{l}$ para el recuento de glóbulos blancos y el recuento diferencial de glóbulos blancos con neutrófilos en un 47%, linfocitos en 50%, eosinófilos en 1%, monocitos y basófilos en 0%.

Para la familia Rhinolophidae sólo se ha estudiado la hematología en *Rhinolophus ferrumequinum* (Cuadro 1), y se han reportado valores de 63% para hematocrito, $12 \times 10^6/\mu\text{l}$ para el recuento de glóbulos rojos y 19 g/dL para hemoglobina.

Finalmente, para los megaquirópteros (Pteropodidae, Cuadro 1), se tienen datos hematológicos medios para hematocrito de 51%, recuento de glóbulos rojos en $10 \times 10^6/\mu\text{l}$, recuento de glóbulos blancos

Cuadro 1. Continuación...

Especie	n	Hto (%)	n	Hb (g/dL)	n	RGR (10 ⁹ /µl)	n	RGB (cel/µl)	n	Recuento diferencial de glóbulos blancos (%)						Referencia
										N	L	M	E	B		
NOCTILIONIDAE																
<i>Noctilio leporinus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35.5	61.5	1	2	0	Arata y Wahner, 1969	
<i>Noctilio leporinus</i>	3	48.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Rodríguez-Durán y Padilla-Rodríguez, 2008	
HIPPOSIDERIDAE																
<i>Hipposideros lankadiva</i>	15	59.2	-	-	15	8.9	15	9,500	15	49.6	50.1	0	0.3	0	Ratnasooriya et al., 2005	
RHINOLOPIIDAE																
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	23	63.8	23	19.67	23	11.94	-	-	-	-	-	-	-	-	Arévalo et al., 1992	
PTEROPODIDAE																
<i>Cynopterus brachyotis</i>	5	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Maina y King, 1984	
<i>Pteropus giganteus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	36	89.5	6.6	3.8	0.10 ^{m-34}	0.00 ^{m-38}	McLaughlin et al., 2007	
<i>Pteropus hypomelanus</i>	69	47.5	69	15.4	69	9.13	69	13,905	69	26.6	70	1.8	1.45	0	Heard y Whittier, 1997	
<i>Pteropus poliocephalus</i>	5	48.6	5	17.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Wightman et al., 1987	
<i>Pteropus rodricensis</i>	16	43	16	14.2	16	7.95	16	6,460	16	79.9	19.1	0.8	0.2	0	Heard y Whittier, 1997	
<i>Pteropus vampyrus</i>	13	44	13	14.6	13	8.88	13	12,550	13	34.8	64	0.7	0.5	0	Heard y Whittier, 1997	
<i>Rousettus aegyptiacus</i>	52	56.6	52	17.36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Korine et al., 1999	
<i>Rousettus aegyptiacus</i>	20	50.5	20	17.25	20	12.92	20	8,800	-	-	-	-	-	-	Van Der Westhuyzen, 1988	

Hto: hematocrito. Hb: hemoglobina. RGR: recuento de glóbulos rojos. RGB: recuento de glóbulos blancos. N: Neutrófilos. L: Linfocitos. M: Monocitos. E: Eosinófilos. B: Basófilos. Se indica n para cada parámetro.

en 10,000 cel/ μ l, hemoglobina en 16 g/dL y recuento diferencial de glóbulos blancos con neutrófilos en 58%, linfocitos en 40%, monocitos 2%, eosinófilos en 1% y basófilos 0%. Las especies de este grupo que han sido analizadas son las siguientes: *Cynopterus brachyotis*, *Pteropus giganteus*, *Pteropus hypomelanus*, *Pteropus poliocephalus*, *Pteropus rodricensis*, *Pteropus vampyrus* y *Rousettus aegyptiacus*.

Los valores de hematocrito para las especies estudiadas de todas las familias de murciélagos son homogéneos y varían entre 50 y 60% (Figura 2). De igual modo, los valores de hemoglobina se mantienen consistentes en todas las familias y en general se presentan en proporciones que varían entre 15 y 20 g/dL (Figura 2).

En los murciélagos se observa una variación importante en la proporción de neutrófilos y linfocitos, siendo las familias Phyllostomidae, Vespertilionidae, Emballonuridae, Mormoopidae y Noctilionidae aquellas en las cuales la proporción de linfocitos es mayor que la de neutrófilos. Por el contrario, en la familias Pteropodidae y Molossidae, y en el vampiro común *Desmodus rotundus*, la proporción de neutrófilos es mucho mayor que la de linfocitos (Figura 3). Esta especie, el vampiro común, presenta el valor más alto en neutrófilos y el más bajo en linfocitos. Para la familia Hipposideridae se observan proporciones equivalentes de neutrófilos y linfocitos (Figura 3).

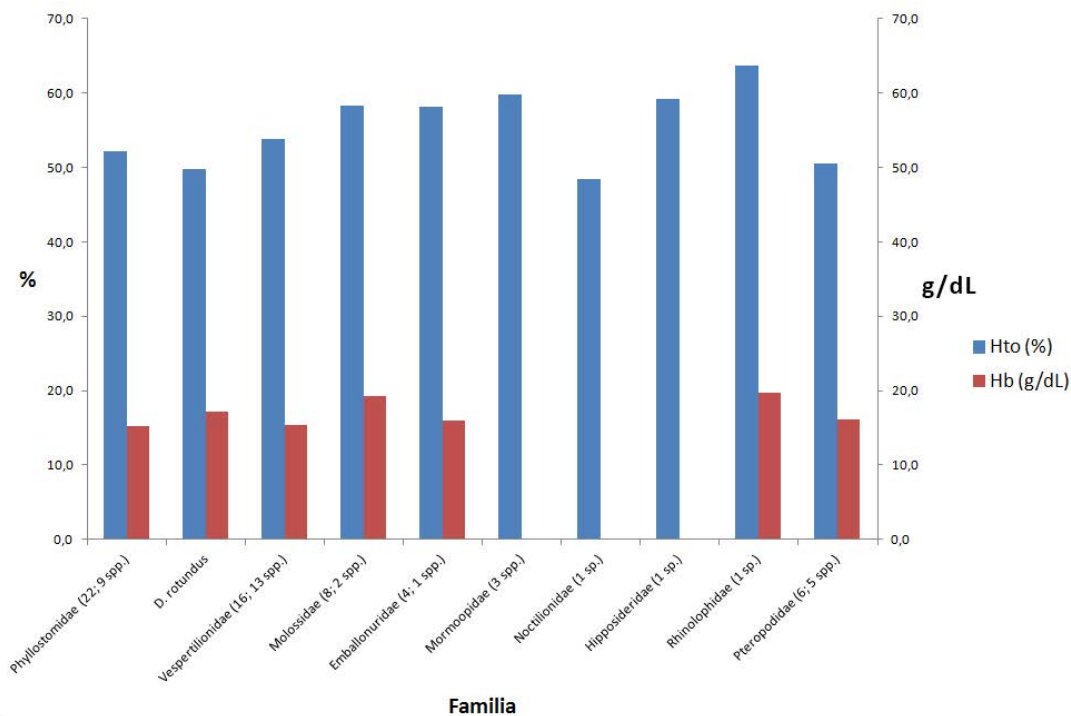


Figura 2. Valores de hematocrito (Hto, %) y hemoglobina (Hb, g/dL) en las distintas familias de murciélagos con especies cuyo perfil hematológico es conocido. Nótese la separación de *D. rotundus* (único estrictamente hematófago) para efectos del análisis, pero no existe distinción de esta especie con respecto a las demás. Se señalan dos n cuando las variables Hto y Hb, respectivamente, provienen de un número diferente de especies.

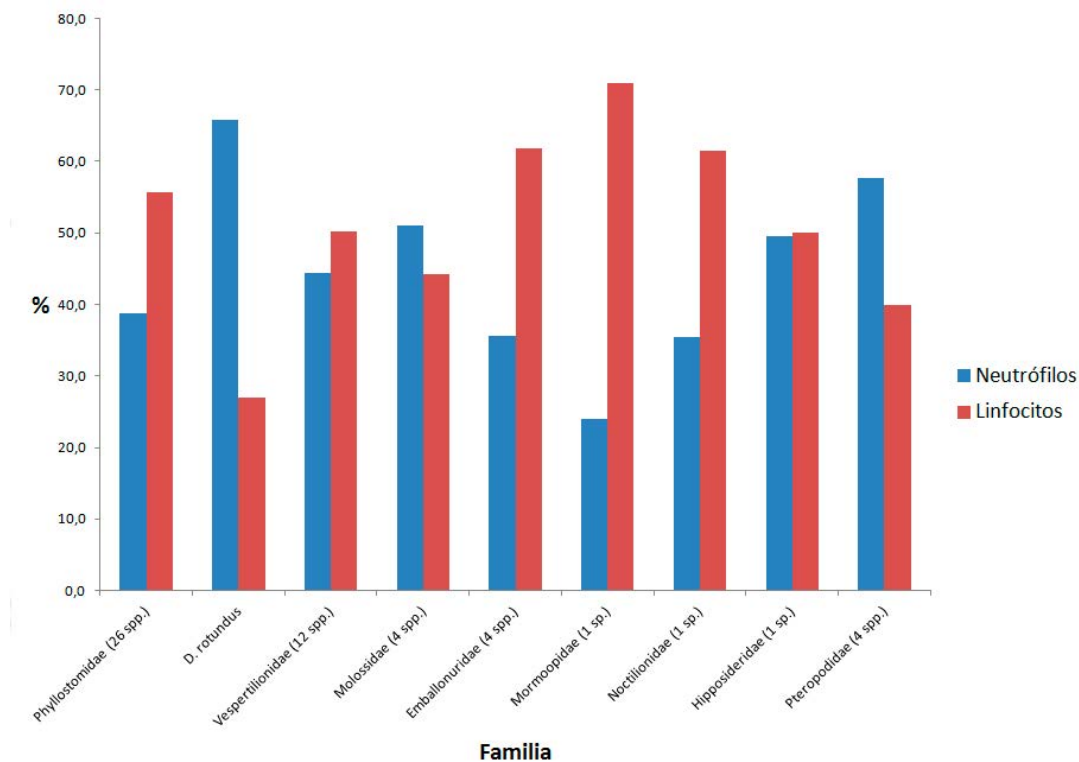


Figura 3. Proporción de neutrófilos y linfocitos en las distintas familias de murciélagos con especies cuyo perfil hematológico es conocido. Nótese la mayor proporción de uno de los dos (neutrófilos vs linfocitos) en todos los casos, excepto en la familia Hipposideridae con proporciones equivalentes.

DISCUSIÓN

La información sobre valores hematológicos basales (i.e., de referencia) en murciélagos se encuentra muy dispersa en diferentes fuentes bibliográficas, en su mayoría de hace más de 20 años (Baker y Kline, 1931; Lidicker y Davis, 1955; Grundboeck y Krzanowski, 1957; Krutzsh y Hughes, 1959; Krutzsh y Wimsatt, 1963; Sealander, 1964; Dunaway y Lewis, 1965; Arata y Wahner, 1969; Valdivieso y Tamsitt, 1971; Kinoti, 1973; Maina y King, 1984; Bassett y Wiederhielm, 1984; Wolk y Bogdanowicz, 1987; Wightman *et al.*, 1987; Arévalo *et al.*, 1987; Van Der Westhuyzen, 1988; Wolk y Ruprecht, 1988; Arévalo *et al.*, 1992; Heard y Whittier, 1997; Baptista y Esbérard, 1997; Korine *et al.*, 1999; Van Aardt *et al.*, 2002; Ratnasooriya *et al.*, 2005; McLaughlin *et al.*, 2007; dos Santos *et al.*, 2007; Rodríguez-Durán y Padilla-Rodríguez, 2008; Almeida *et al.*, 2010; Schinnerl *et al.*, 2011; Fernandes, 2014).

Es necesario destacar que los datos compilados, pese a tratarse de variables hematológicas, no son comparables en la mayoría de los casos pues los mismos muestran una serie de limitaciones. La primera sería que cada trabajo señala sólo valores promedio para un conjunto de individuos de los cuales se desconoce su perfil hematológico individual. Esto sólo permite referirse a promedios que en la mayor parte de los casos provienen de tamaños muestrales radicalmente inconsistentes, que van desde un sólo individuo (*Plecotus austriacus*, Arévalo *et al.*, 1987) hasta 69 individuos (*Pteropus hypomelanus*, Heard y Whittier, 1997). En otros casos, los valores hematológicos provienen de individuos en crecimiento mantenidos en cautiverio con fuentes alimenticias artificialmente seleccionadas (Bassett y Wiederhielm, 1984), adultos mantenidos en cautiverio (Heard y Whittier, 1997) y en algunos casos extremos, los datos hematológicos provienen de individuos sometidos experimentalmente a inoculación

vírica (Fernandes *et al.*, 2014). Teniendo esto en cuenta, la información discutida a continuación se refiere sólo a aquellos aspectos comparables, pese a las mencionadas limitaciones. La inconsistencia en los datos imposibilita el análisis apropiado y riguroso de los parámetros hematológicos.

Para los murciélagos como grupo, la información existente corresponde sólo al 7,3% de las 1,116 especies reconocidas actualmente (Simmons, 2005), e incluyen sólo la mitad de las 18 familias conocidas de murciélagos a nivel mundial (Simmons, 2005), representadas por muy pocas especies; a saber, 30% para Mormoopidae (de 10 especies), 25% para Rhinolophidae (de 4 especies), 18% para Phyllostomidae (de 160 especies), 10% para Molossidae (de 100 especies), 8% para Emballonuridae (de 51 especies), 6% para Vespertilionidae (de 407 especies) y 4% para Pteropodidae (de 186 especies). Sólo familias como Noctilionidae están representadas en un 50%, por tratarse en este caso de una familia con sólo dos especies.

Los perfiles hematológicos que se han señalado para este grupo de mamíferos, únicos por su capacidad de volar, se ajustan a los intervalos reportados para la mayoría de las especies de mamíferos (Raskin y Wardrop, 2011). En general, los patrones hematológicos en mamíferos no humanos, domesticados o de interés médico-educativo, indican valores semejantes a los señalados para los murciélagos. Para los primeros, el hematocrito oscila entre 21-64 %, el recuento de glóbulos rojos entre 2-13 $10^6/\mu\text{l}$, el recuento de glóbulos blancos entre 3,000-29,000 $\text{cel}/\mu\text{l}$, la concentración de hemoglobina entre 8 - 25 g/dL y el recuento diferencial de glóbulos blancos varía para neutrófilos entre 17-71 %, linfocitos entre 9-89 %, monocitos entre 0-54%, eosinófilos entre 0-19 %, y basófilos entre 0-2 % (Raskin y Wardrop, 2011). Para los murciélagos, el valor medio de hematocrito alcanza 56%, el recuento promedio de glóbulos rojos es de 10 $10^6/\mu\text{l}$, de glóbulos blancos 5,300 $\text{cel}/\mu\text{l}$, la hemoglobina 17 g/dL y el recuento diferencial de glóbulos blancos estaría en 42% de neutrófilos, 54% de linfocitos, 2% de monocitos, 1% de eosinófilos y 1% de basófilos. Los valores de hematocrito y hemoglobina no muestran ninguna variación en la dieta como pudo notarse en este análisis: el vampiro común, frugívoros, insectívoros y piscívoros son consistentes en ambos valores. En términos generales, y como era de esperarse dada la naturaleza voladora de los murciélagos, los valores correspondientes al porcentaje de hematocrito, concentración de hemoglobina y recuento de glóbulos rojos en este grupo, tienden a ser más elevados que en la mayoría de los mamíferos debido al alto requerimiento de oxígeno que supone desplazarse mediante un vuelo activo sostenido (Jürgens *et al.*, 1981; Maina, 2000; Raskin y Wardrop, 2011).

En la literatura disponible sobre hematología de murciélagos no parece establecerse una distinción sexual de perfiles hematológicos, ya que la mayoría de los trabajos no especifican valores para hembras y machos por separado, sino que proveen valores globales para las especies. Sin embargo, algunos trabajos han señalado esta información por separado (Lidicker y Davis, 1955; Krutzsh y Wimsatt, 1963; Sealander, 1964; Valdivieso y Tamsitt, 1971; Kinoti, 1973; Arévalo *et al.*, 1987; Van Der Westhuyzen, 1988; Wolk y Ruprecht, 1988; Arévalo *et al.*, 1992; Heard y Whittier, 1997; Ratnasooriya *et al.*, 2005; McLaughlin *et al.*, 2007), sin que ésto signifique el establecimiento inequívoco de diferencias estadísticamente significativas entre sexos.

En los murciélagos se observa una variación notable en la proporción de neutrófilos y linfocitos, pese a que los tamaños muestrales son muy bajos y por ello sea necesario corroborar la tendencia que indica que las familias Phyllostomidae, Vespertilionidae, Emballonuridae, Mormoopidae y Noctilionidae, se destacan por tener una alta proporción de linfocitos y las familias Pteropodidae y Molossidae y el vampiro común, se caracterizan por poseer una alta proporción de neutrófilos. Es importante hacer notar que estos valores no indican ninguna variación con la dieta; el vampiro común, frugívoros, insectívoros y piscívoros muestran valores de neutrófilos/linfocitos que no los asocian por su preferencia trófica.

Como puede notarse, en la distribución de la fórmula leucocitaria de la mayoría de las familias estudiadas se observa un predominio linfocitario que recibe el nombre de "fórmula invertida" o "desviación a la derecha" (Muñoz y Morón, 2005; García *et al.*, 2006) en el campo de la hematología humana,

siendo esta tendencia similar a la encontrada en otras especies de mamíferos como la cabra (*Capra aegagrus hircus*), la oveja (*Ovis aries*), la vaca (*Bos taurus*), la rata (*Rattus norvegicus*) y el ratón (*Mus musculus*). En estos grupos se ha indicado la existencia de evidencia que explica que esta tendencia tendría un origen genético (Ramírez, 2006; Raskin y Wardrop, 2011). Pese a esta tendencia encontrada, resulta indispensable caracterizar los parámetros hematológicos de una mayor cantidad de especies para poder establecer patrones inequívocos en éstos. Por ejemplo en Hipposideridae no es posible establecer ningún sesgo dado que se trata del estudio de una sola especie para toda la familia con sólo 15 individuos muestreados (Ratnaooriya *et al.*, 2005). En las familias Molossidae y Pteropodidae y en el vampiro común, se puede observar una fórmula leucocitaria con predominio de neutrófilos, lo que se denomina en hematología humana “fórmula hacia la izquierda” o “fórmula tipo neutrófilo” (Muñoz y Morón, 2005; García *et al.*, 2006).

La variación en la fórmula leucocitaria mencionada anteriormente se atribuye a varios factores: para empezar, el incremento en neutrófilos y linfocitos podría ser una respuesta a la exposición a patógenos y podría ser genético (adaptativo) o no. Los neutrófilos y los linfocitos son la primera línea de defensa del organismo contra los microorganismos invasores (Lopez y Macaya, 2009; Tesk, 2011). El tener una fórmula leucocitaria de tipo linfocítica (desviación a la derecha) ofrece una defensa primaria “alta” frente a enfermedades víricas, mientras que los organismos con una fórmula leucocitaria de tipo neutrófila (desviación a la izquierda) poseen un sistema inmune que defendería primeramente al organismo de infecciones bacterianas (Muñoz y Morón, 2005; Miale, 1985), siendo el vampiro común (*Desmodus rotundus*) el que mayor proporción de neutrófilos presenta. En este sentido, podemos sugerir que estas diferencias en la proporción neutrófilo/linfocito pueden estar presumiblemente vinculadas a los patógenos a los que están expuestos los murciélagos y/o al estado de salud de los individuos muestreados. Existen especies con un factor genético determinante de su perfil leucocitario (Ramírez, 2006), tales como el perro (*Canis lupus familiaris*), el gato (*Felis silvestris catus*), el caballo (*Equus ferus caballus*), el cerdo (*Sus scrofa domestica*) e inclusive el hombre (*Homo sapiens*), en los cuales se observa esta inclinación neutrófila al obtener el recuento diferencial de glóbulos blancos (Ramírez, 2006; Raskin y Wardrop, 2011).

En los murciélagos, la posible explicación de si los fenómenos de inversión obedecen a la función de cada uno de los tipos de leucocitos en el organismo, ya sea defensa contra agentes bacterianos, fúngicos o víricos (Muñoz y Morón, 2005; Raskin y Wardrop, 2011), y que su manifestación podría deberse presumiblemente a un sistema orgánico en constante asociación con procesos defensivos contra esos agentes, requiere de una investigación profunda que involucre una gran variedad de especies y tamaños muestrales apropiados a fin de determinar con certeza las posibles causas y el mantenimiento de las tendencias.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los árbitros, al corrector y editor de Revista Mexicana de Mastozoología por sus valiosas observaciones y recomendaciones para mejorar la versión final de este manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Almeida, B.F., T.S., Barbosa, L.P., Ciarlini, W.A., Pedro, M.L., Beluccio, L.H., Queiroz y P.C., Ciarlini.** 2010. Valores hematológicos de morcegos hematófagos *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810) mantidos em cativeiro. *Chiroptera Neotropical*, 16:780-785.
- Arata, A.A. y H., Wahner.** 1969. *Personal communication, in Biology of Bats* (Wimsatt, W.A. 1977), Chapter 4. Academic Press, Washington D.C.
- Arévalo, F., G., Pérez-Suárez y P., López-Luna.** 1987. Hematological data and hemoglobin components in bats (Vespertilionidae). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 88:447-450.
- Arévalo F., G., Pérez-Suárez y P., López-Luna.** 1992. Seasonal changes in blood parameters in the bat species *Rhinolophus ferrumequinum* and *Miniopterus schreibersi*. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 100:385-387.

- Baker, E.S. y L.E., Kline.** 1931. Comparative erythrocyte counts of representative vertebrates. *Proceedings of the Indiana Academy of Science*, 41:417-418.
- Baptista, M. y C., Esbérard.** 1997. Valores Hematológicos de *Artibeus* sp. e *Desmodus rotundus* (Mammalia, Chiroptera). *Revista Científica do Instituto de Pesquisa Gonzaga da Gama Filho*, 3:11-24.
- Bassett, J.E. y C.A., Wiederhielm.** 1984. Postnatal changes in hematology of the bat *Antrozous pallidus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 78:737-742.
- Bernard, E.** 2005. Morcegos vampiros. Sangue, raiva e preconceito. *Ciência Hoje*, 36:44-49.
- Dos Santos, A.P., V.D., Mottin, R.S., Aita, C., Franciscatto, S.T., dos Anjos, F.W., dos Santos y G.P., Hermann.** 2007. Valores hematológicos e bioquímicos de morcegos hematófagos (*Desmodus rotundus rotundus*) no sul do Brasil. *Acta Scientiae Veterinariae*, 35:55-58.
- Dunaway, P.B. y L., Lewis.** 1965. Taxonomic relation of erythrocyte count, mean corpuscular volume, and body-weight in mammals. *Nature*, 502:481-484.
- Fernandes, A.M., J., Trezza-Netto, C.C., Aires, R.F., Barros, A.R., Rosa y E., Massad.** 2014. Hematologic profile of hematophagous *Desmodus rotundus* bats before and after experimental infection with rabies virus. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 47:371-373.
- Fores, C.R. y M.B., Navarro.** 2012. *Itinerario formativo de la especialidad de hematología y hemoterapia. Hospital Universitario Puerta de Hierro*. Majadahonda, Madrid.
- García, E.B., C.F., Rubio y G.M., Crespo.** 2006. *Técnicas de análisis hematológicos*. Paraninfo.
- Grundboeck, M. y A., Krzanowski.** 1957. Morphological investigations on the blood of some European species of bats. *Zoologica Poloniae*, 8:349-368.
- Heard, D.J. y D.A., Whittier.** 1997. Hematologic and plasma biochemical reference values for three flying fox species (*Pteropus* sp.). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 28:464-470.
- Jürgens, K.D., H., Bartels y R., Bartels.** 1981. Blood oxygen transport and organ weights of small bats and small non-flying mammals. *Respiration Physiology*, 45:243-260.
- Kinoti, G.K.** 1973. Observations on the blood of a tropical bat, *Otomops martiensseni*. *African Journal of Ecology*, 11:129-134.
- Korine, C., O., Zinder y Z., Arad.** 1999. Diurnal and seasonal changes in blood composition of the free-living Egyptian fruit bat (*Rousettus aegyptiacus*). *Journal of Comparative Physiology B*, 169:280-286.
- Krutzsch, P.H. y A.H., Hughes.** 1959. Hematological changes with torpor in the bat. *Journal of Mammalogy*, 40:547-554.
- Krutzsch, P.H. y W.A., Wimsatt.** 1963. Some normal values of peripheral blood in the vampire bat. *Journal of Mammalogy*, 44:556-559.
- Lidicker, W.Z. y W.H., Davis.** 1955. Changes in splenic weight associated with hibernation in bats. *Experimental Biology and Medicine*, 89:640-642.
- López, F.A. y M.C., Macaya.** 2009. *Libro de la salud cardiovascular del Hospital Clínico San Carlos y de la Fundación BBVA*. Primera edición. Fundación BBVA, ediciones Bilbao, España.
- Maina, J.N.** 2000. What it takes to fly: the structural and functional respiratory refinements in birds and bats. *Journal of Experimental Biology*, 203:3045-3064.
- Maina, J.N. y A.S., King.** 1984. Correlations between structure and function in the design of the bat lung: a morphometric study. *Journal of Experimental Biology*, 111: 43-61.
- McLaughlin, A.B., J.H., Epstein, V., Prakash, C.S., Smith, P., Daszak, H.E., Field y A.A., Cunningham.** 2007. Plasma biochemistry and hematologic values for wild-caught flying foxes (*Pteropus giganteus*) in India. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 38:446-452.
- Miale, J.** 1985. *Hematología: medicina de laboratorio*. Reverté.
- Muñoz, Z.M. y C.C., Morón.** 2005. *Manual de Procedimientos de Laboratorio en Técnicas Básicas de Hematología*. Instituto Nacional de Salud. Lima, Perú.
- Ramírez, L.** 2006. Los leucocitos en mamíferos domésticos. *Mundo Pecuário*, 2:37-39.
- Raskin, R.E. y K.J., Wardrop.** 2011. Species specific hematology. Pp. 799-957, en: *Schalm's veterinary hematology*. (Weiss D.J. y K.J., Wardrop, eds.) John Wiley & Sons. Minnesota, MN, USA.

- Ratnasooriya, W.D., P.V., Udagama-Randeniya, W.B., Yapa, P.M., Digana y M.G., Dharmasiri.** 2005. Haematological parameters of three species of wild caught microchiropteran bats, *Miniopterus schreibersii*, *Taphozous melanopogon* and *Hipposideros lankadiva* in Sri Lanka. *Journal of Science of the University of Kelaniya Sri Lanka*, 2:27-40.
- Rodríguez-Durán, A. y E., Padilla-Rodríguez.** 2008. Blood characteristics, heart mass, and wing morphology of Antillean bats. *Caribbean Journal of Science*, 44:375-379.
- Schinnerl, M., D. Aydinonat, F. Schwarzenberger y C.C. Voigt.** 2011. Hematological survey of common neotropical bat species from Costa Rica. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 42:382-391.
- Sealander, J.A.** 1964. The influence of body size, season, sex, age and other factors upon some blood parameters in small mammals. *Journal of Mammalogy*, 45:598-616.
- Simmons, N.B.** 2005. Order Chiroptera. Pp. 312-529, en: *Mammal species of the World: a taxonomic and geographic reference*. (Wilson, D.E. y D.M., Reeder, eds.) 3ra Ed. Volume 1. Johns Hopkins University Press. Baltimore, MD, USA.
- Testk, E.** 2011. Leukocytes. Pp. 263-418, en: *Schalm's veterinary hematology*. (Weiss D.J. y K.J., Wardrop K.J., eds.) John Wiley & Sons. Minnesota, MN, USA.
- Uieda, W.** 1995. The common vampire bat in urban environments from Southeastern Brazil. *Chiroptera Neotropical*, 1:22-24.
- Valdivieso, D. y J.R., Tamsitt.** 1971. Hematological data from tropical American bats. *Canadian Journal of Zoology*, 49:31-36.
- Van Aardt, W.J., G.N., Bronner y M.L., de Necker.** 2002. Oxygen dissociation curves of whole blood from the Egyptian free-tailed bat, *Tadarida aegyptiaca* E. Geoffroy, using a thin-layer optical cell. *African Zoology*, 37:109-113.
- Van Der Westhuyzen, J.** 1988. Haematology and iron status of the egyptian fruit bat, *Rousettus aegyptiacus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 90:117-120.
- Wightman, J., J., Roberts, G., Chaffey y N.S., Agar.** 1987. Erythrocyte biochemistry of the grey-headed fruit bat (*Pteropus poliocephalus*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, 88:305-307.
- Wołk, E. y W. Bogdanowicz.** 1987. Hematology of the hibernating bat: *Myotis daubentoni*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 88:637-639.
- Wolk, E. y A.L., Ruprecht.** 1988. Haematological values in the serotine bat, *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774). *Acta Theriologica*, 33:545-553.