

## **Hematología y Bioquímica sanguínea de monos aulladores mexicanos**

MJ. Rovirosa, F. García, JF. Lagunes y O. Merino

MJ. Rovirosa, F. García, JF. Lagunes & O. Merino  
Instituto de Neurootología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México  
jrovirosa@uv.mx

M. Ramos., V.Aguilera., (eds.).Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

## Abstract

Hematological and blood biochemistry parameters are valuable tools for determining the health status of wild primate populations. Unfortunately for Mexican primates is scarcity reference information about these parameters, limiting identify the health status of different individuals in a population. The aim of this study was to determine blood chemistry and hematological values of adult females and males black howler monkeys (*Alouatta pigra* n=56) and mantled howler monkeys (*A. palliata* n=26), in order to establish reference values for these species. Individuals were located in Tabasco and Campeche states. They are anesthetized with ketamine to obtain blood samples collected by ventromedial venipuncture of the tail. The results showed statistical difference in red blood cells count, protein, fatty acid and some ions, between sexes. In conclusion, hematological and serum biochemical values obtained from both species, allows reference values useful to understanding the adaptation of howler monkeys to their habitat changing environment.

## 26 Introducción

En México se localizan dos especies de mono aullador; *Alouatta palliata* o mono aullador de manto, el cual se distribuye al sureste de Veracruz y en los estados de Tabasco y Chiapas (Horwich & Johnson 1986). Mientras que el mono aullador negro (*Alouatta pigra*), se localiza en los estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo (Horwich & Johnson 1986; Estrada et al. 2002; Barrueta-Rath et al. 2003; García-Orduña 2005), siendo Tabasco un área de simpatria para ambas especies.

Los monos aulladores son arborícolas y se les considera folívoros-frugívoros o bien frugívoros-folívoros dependiendo de abundancia de alimento durante la estación del año. Son extremadamente selectivos (Milton 1987), prefieren comer hojas jóvenes que maduras, frutos, flores, peciolas, brotes, semillas tallos y ramas (Milton 1980; Crockett & Eisenberg 1987). Entre el grupo de plantas que consume *A. pigra* se encuentran las familias Leguminosae, Moraceae y Sapotaceae (Coyohua 2008), mientras que *A. palliata* consume de las familias Moraceae, Lauraceae y Fabaceae-Mimosoideae (Estrada & Coates-Estrada 1984; Cristobal-Azkarate & Arroyo-Rodríguez 2007), principalmente.

Actualmente ambas especies de mono aullador pueden encontrarse en hábitat altamente fragmentados, vivir en agroecosistemas como cultivos de cacao (Muñoz, et al., 2006); muy cerca de asentamientos humanos (Estrada et al., 2006); en zonas muy perturbadas o bien rodeados de pastizales (Bicca-Marques & Calegario-Marques 1995); incluso pueden viajar por el suelo para beber agua en ríos y lagunas (Bravo & Sallenave 2003; Pozo-Montuy & Serio-Silva 2007). Esta rápida pérdida de su hábitat ha colocado a estos monos se encuentren en la lista roja de especies amenazadas por la (*International Union for Conservation of Nature IUCN*), así como por la Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-059.

A pesar de la categoría en que se encuentran estos monos aulladores, es escasa la información sobre la concentración hemática y bioquímica. Por lo que conocer los valores de referencia de estos parámetros fisiológicos, permitirá establecer criterios para detectar problemas de salud individual en sus poblaciones naturales y diseñar esquemas de manejo de las especies en estudio.

El análisis hematológico permite tener una visión general del estado de salud de los individuos, cuyos parámetros pueden ser agrupados en: 1) conteo de células rojas (eritrocitos, hemoglobina, hematocrito, volumen medio corpuscular, hemoglobina media corpuscular y concentración de hemoglobina media corpuscular). Estos parámetros permiten identificar algún tipo de anemia, síndromes hemorrágicos, disminución de líquido vascular por deshidratación hemoconcentración e hipovolemia o disminución significativa de sangre (Brockus 2011; Jain 1993), 2) conteo de células blancas (monocitos, linfocitos, eosinófilos, basófilos segmentados y en banda, neutrófilos), que indican la presencia de infección, inflamación, condiciones tóxicas y estrés (Webb & Latimer 2011; Jain 1993), 3) la serie plaquetaria es necesaria para establecer los procesos de coagulación y retracción de coágulos (Morrison 1995).

Por otro lado, los estudios de bioquímica son pruebas que se realiza para el diagnóstico y establecer la estrategia terapéutica, debido a que permite evaluar el estado fisiológico, nutricional y patológico de los individuos. Los valores en los diferentes parámetros indican la función de los órganos y sistemas que intervienen en el metabolismo de los alimentos y transformación de energía, así en también en la cantidad de electrolitos circulantes (Evans 2011).

Por ejemplo, las proteínas plasmáticas se producen principalmente en el hígado y sistema inmune, tienen diversas funciones en el cuerpo, pero cuando su concentración se altera puede sugerir a problemas de salud en hígado y riñón (Sirois 2007). En el hígado se llevan a cabo muchas funciones, de metabolismo de aminoácidos, hidratos de carbono y lípidos; síntesis de proteínas plasmáticas, albúmina, colesterol y factores de coagulación; digestión y absorción de nutrientes relacionados con la formación de bilis, la bilirrubina o la secreción de bilis y la eliminación de toxinas además del catabolismo de ciertas drogas. Estas funciones están a cargo de reacciones enzimáticas, entre ellas están las relacionadas con el daño de los hepatocitos (alanina aminotransferasa, aspartato aminotransferasa), o bien asociadas con la colestasis (fosfatasa alcalina) y la función de los hepatocitos (bilirrubina, ácidos biliares, colesterol). El riñón es importante en la homeostasis de los individuos, su función es conservar agua y electrolitos en equilibrio, mantener el pH sanguíneo a través de conservar o excretar iones de hidrógeno, conservar nutrientes como glucosa y proteínas, eliminar los productos finales del metabolismo como urea y creatinina (Sirois 2007).

De acuerdo a lo anterior el objetivo de este estudio fue establecer valores de referencia para la biometría y bioquímica sanguínea de hembras y machos adultos de dos especies de mono aullador *A. pigra* y *A. palliata* en vida libre.

## 26.1 Metodología

Los individuos fueron capturados en fragmentos de selva mediana subperennifolia en los estados de Campeche y Tabasco. Dieciséis grupos de *A. pigra* fueron localizados en los municipios de Ciudad del Carmen (18°37'16"N, 90°41'11"O) y Escárcega (18°51'00" N, 90°43'55 O), y trece de *A. palliata* en el municipios de Macuspana, Tabasco (18°37'16"N, 90°41'11"O). De estos veintinueve grupos, solo se consideraron 26 machos y 30 hembras adultos de *A. pigra* en Campeche. Mientras que en Tabasco 12 machos y 14 hembras *A. pigra* y 12 machos y 16 hembras de *A. palliata*.

Todos los individuos fueron sedados con un dardo que contenía hidrocloreuro de ketamina (10-15 mg/kg (0.5ml) - Inoketam® 1000 Virbac, S.A). Posteriormente fueron pesaron en una pesola con escala (LightLine® Spring Scales, Forestry Suppliers, Inc.) y su talla fue tomada con un flexómetro (Truper® EN 8). Por venopunción en la cola de cada individuo se colectaron 2.5 mL de sangre; de los cuales se colocó 0.5 mL en un microtainer con EDTA, para ser analizados en un equipo (Coulter Beckman ACT-5-DIF) y obtener los valores hemáticos. Los 2 mL restantes fueron centrifugados a 3400 rpm por 10 min, el suero obtenido fue colectado en un vial limpio, trasportado en hielo y almacenado a -20<sup>0</sup>C, hasta la determinación de la bioquímica en un analizador Johnson & Johnson<sup>TM</sup> Vitros 250. Este estudio se llevó a cabo bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, así como los principios éticos emitidos por Sociedad Americana de Pimatología para el manejo y manipulación de primates no humanos.

Se aplicó una estadística descriptiva (Me + DE), para obtener los valores del peso y talla de los individuos. Para determinar la diferencia entre los valores de género para cada parámetro, se utilizo una prueba *U* de Mann-Whitney.

## 26.2 Resultados

La tabla 25, muestra el peso y talla de hembras y machos de *A. pigra* de Campeche y Tabasco, así como *A. palliata* de Tabasco.

**Tabla 26** (Me ± DE) de peso y talla de hembras y machos adultos de mono *Alouatta pigra* de los estados de Campeche y Tabasco, así como *A. palliata* de Tabasco

SEXO	LOCALIDAD	PESO (Kg) (Me ± DE)	TALLA (cm) (Me ± DE)
Machos <i>A. pigra</i>	Campeche	6.99 ± 0.88	49.76 ± 2.04
Hembras <i>A. pigra</i>	Campeche	5.05 ± 0.62	44.88 ± 3.04
Machos <i>A. pigra</i>	Tabasco	7.09 ± 2.5	44.14 ± 10.34
Hembras <i>A. pigra</i>	Tabasco	5.88 ± 1.5	39.82 ± 5.4
Machos <i>A. palliata</i>	Tabasco	5.18 ± .874	41.97 ± 12.08
Hembras <i>A. palliata</i>	Tabasco	3.94 ± .99	38.39 ± 11.7

La tabla 26.1. Muestra 14 parámetros hemáticos, correspondientes a hembras y machos *A. pigra* de Campeche y Tabasco, así como de *A. palliata* de Tabasco. La prueba estadística mostró que machos de *A. pigra* de Campeche presentan diferencia estadística en la concentración de eritrocitos, hemoglobina y hematocrito con respecto a las hembras. Sin embargo las hembras *A. pigra* de Tabasco mostraron diferencia estadística en leucocitos con respecto a los machos. Por su parte los machos *A. palliata* de Tabasco, mostraron diferencia significativa en el volumen medio corpuscular y la concentración media de hemoglobina corpuscular con respecto a las hembras.

La tabla 26.2, muestra 18 parámetros bioquímicos de hembras y machos *A. pigra* de Campeche y Tabasco, así como de *A. palliata* de Tabasco. Se encontró una mayor concentración estadística de colesterol y triglicéridos de los machos *A. pigra* de Campeche con respecto a las hembras. Mientras que los machos *A. pigra* de Tabasco solo mostraron diferencia estadística en la concentración de creatinina con respecto a las hembras, sin embargo la concentración de potasio y fósforo fue estadísticamente mayor en las hembras con respecto a los machos. Por su parte los valores de creatinina de los machos *A. palliata* de Tabasco fue significativamente mayor a las hembras, mientras que la globulina en las hembras presentó una concentración significativamente mayor que en los machos de esta especie.

**Tabla 26.1** Valores hematológicos (media  $\pm$  DE) de hembras y machos adultos de monos aulladores negros (*Alouatta pigra*) y mono aullador de manto (*Alouatta palliata*) en vida libre, localizados en los estados de Campeche y Tabasco

	<i>Alouatta pigra</i> Campeche Machos adultos (n=2)		<i>Alouatta pigra</i> Campeche Hembras adultas (n=3)		P	<i>Alouatta pigra</i> Tabasco Machos Adultos (n=2)		<i>Alouatta pigra</i> Tabasco Hembras Adultas (n=4)		P	<i>Alouatta palliata</i> Tabasco Machos adultos (n=2)		<i>Alouatta palliata</i> Tabasco Hembras adultas (n=3)		P
	Me $\pm$ DE	Min-Max	Me $\pm$ DE	Min-Max		Me $\pm$ DE	Min-Max	Me $\pm$ DE	Min-Max		Me $\pm$ DE	Min-Max	Me $\pm$ DE	Min-Max	
<b>ja</b>	8.91 $\pm$ 1.21	3.4 - 8.1	8.21 $\pm$ 1.78	1.8 - 15	0.006 <sup>a</sup>	10.89 $\pm$ 1.62	1.3 - 8.3	10.31 $\pm$ 0.94	3.3 - 19	0.318	8.24 $\pm$ 0.90	1.3 - 1.9	9.81 $\pm$ 0.91	2.3 - 15	0.344
	34.40 $\pm$ 3.80	4.05 - 25.5	30.32 $\pm$ 5.75	8.1 - 31	0.007 <sup>a</sup>	35.38 $\pm$ 4.93	41.2 - 265	33.67 $\pm$ 3.35	41.2 - 23.3	0.405	32.80 $\pm$ 2.70	41.2 - 23.3	31.68 $\pm$ 2.78	42.2 - 23.3	0.419
	3.97 $\pm$ 0.40	4.8 - 3.08	3.49 $\pm$ 0.64	4.45 - 0.9	0.007 <sup>a</sup>	3.91 $\pm$ 0.64	4.9 - 2.81	3.67 $\pm$ 0.36	5.17 - 2.54	0.292	3.61 $\pm$ 0.38	5.17 - 2.54	3.73 $\pm$ 0.31	5.17 - 2.54	0.378
<b>nta</b>	8443 $\pm$ 1250	915 - 27.5	86.39 $\pm$ 4.30	915 - 778	0.807	90.02 $\pm$ 5.57	80 - 677	93.17 $\pm$ 7.07	80 - 89.5	0.270	88.89 $\pm$ 4.80	100 - 677	84.89 $\pm$ 5.53	80 - 65.5	0.030 <sup>a</sup>
	28.7 $\pm$ 11.26	84.5 - 23.4	28.11 $\pm$ 2.11	36.4 - 257	0.970	21.88 $\pm$ 1.33	34.3 - 213	292.0 $\pm$ 2.42	37.3 - 233	0.118	28.34 $\pm$ 1.68	34.3 - 213	26.60 $\pm$ 1.78	34.0 - 203	0.023 <sup>a</sup>
	31.89 $\pm$ 1.33	34.4 - 30	31.82 $\pm$ 1.07	33.9 - 30	0.426	30.96 $\pm$ 1.38	33.0 - 245	304.5 $\pm$ 1.34	33.7 - 34.4	0.347	31.92 $\pm$ 0.78	33.7 - 245	31.2 $\pm$ 0.88	31.7 - 34.0	0.315
<b>ntb</b>	18.88 $\pm$ 67.21	319 - 41	12.32 $\pm$ 84.12	38 - 20	5.38	23.64 $\pm$ 105.31	388.0 - 858	237.09 $\pm$ 57.90	388 - 18	0.885	23.86 $\pm$ 41.48	389 - 85.8	19.58 $\pm$ 69.46	388 - 18	0.257
	6.29 $\pm$ 1.88	8.6 - 3.1	7.85 $\pm$ 2.45	8.9 - 3.3	0.289	6.04 $\pm$ 1.32	24.1 - 5.4	7.57 $\pm$ 1.88	24.9 - 32	0.034 <sup>b</sup>	12.46 $\pm$ 3.04	24.1 - 3.2	12.49 $\pm$ 4.08	24.1 - 42	0.034
	66 $\pm$ 12.30	21 - 3	12.67 $\pm$ 11.80	26.4 - 41	0.201	57.5 $\pm$ 4.04	8 - 3	5.63 $\pm$ 3.50	8 - 1	0.975	5.66 $\pm$ 3.42	8 - 3	4.88 $\pm$ 3.42	8 - 1	0.549
<b>ntc</b>	3863 $\pm$ 1865	75 - 0	34.96 $\pm$ 21.82	1.43 - 12	0.440	30.83 $\pm$ 9.0	75 - 8	38.18 $\pm$ 0.0	550 - 12	0.128	28.83 $\pm$ 13.59	55 - 8	30.81 $\pm$ 10.23	550 - 12	0.863
	0.39 $\pm$ 0.09	0.50 - 0.03	0.32 $\pm$ 0.06	0.48 - 0.03	0.440	0.66 $\pm$ 0.37	1.6 - 0.01	1.63 $\pm$ 0.33	2.5 - 0.1	0.83	1.41 $\pm$ 0.50	1.82 - 0.01	1.35 $\pm$ 0.83	2.5 - 0.03	0.726
	0.62 $\pm$ 1.07	17.6 - 0.4	0.49 $\pm$ 0.09	17.9 - 0.3	0.838	0.52 $\pm$ 0.11	0.70 - 0.01	0.57 $\pm$ 0.09	0.71 - 0.01	0.432	0.65 $\pm$ 0.09	0.70 - 0.01	0.6 $\pm$ 0.0	0	0.288
<b>ntd</b>	2057 $\pm$ 1876	92 - 5	8.97 $\pm$ 8.38	4.0 - 5.2	0.681	61.91 $\pm$ 107.2	82 - 23	92.32 $\pm$ 14.87	72 - 18	0.802	88.86 $\pm$ 22.11	72 - 20	62.94 $\pm$ 9.80	72 - 18	0.440
	0.51 $\pm$ 1.37	13 - 0.56	0.60 $\pm$ 1.3	11.9 - 0.92	0.370	0.83 $\pm$ 1.4	1.4 - 0.50	0.27 $\pm$ 0.9	0.88 - 0.5	0.201	0.55 $\pm$ 1.86	1.3 - 0.50	0.66 $\pm$ 1.28	1.89 - 0.5	0.463

<sup>a</sup> Diferencias significativas entre machos y hembras adultas

<sup>b</sup> Diferencias significativas entre hembras y machos adultos

**Tabla 26.1.1** Valores bioquímicos (media  $\pm$  DE) de hembras y machos adultos de monos aulladores negros (*Alouatta pigra*) y mono aullador de manto (*Alouatta palliata*) en vida libre, localizados en los estados de Campeche y Tabasco.

<i>Alouatta pigra</i> Campeche Machos adultos (n=26)		<i>Alouatta pigra</i> Campeche Hembras adultas (n=30)		<i>P</i>	<i>Alouatta pigra</i> Tabasco Machos adultos (n=12)		<i>Alouatta pigra</i> Tabasco Hembras adultas (n=14)		<i>P</i>	<i>Alouatta palliata</i> Tabasco Machos adultos (n=12)		<i>Alouatta palliata</i> Tabasco Hembras adultas (n=16)		<i>P</i>
Me $\pm$ DE	Max - Min	Me $\pm$ DE	Max - Min		Me $\pm$ DE	Max - Min	Me $\pm$ DE	Max - Min		Me $\pm$ DE	Max - Min	Me $\pm$ DE	Max - Min	
5.41 $\pm$ 0.38	8.65 - 3.33	4.73 $\pm$ 0.20	6.27 - 3.21	0.090	4.29 $\pm$ 1.0	8.76 - 3.30	4.39 $\pm$ 1.46	8.76 - 3.30	0.663	5.19 $\pm$ 1.55	6.43 - 2.16	5.75 $\pm$ 1.46	6.76 - 2.30	0.46
5.76 $\pm$ 0.67	9.63 - 1.42	4.92 $\pm$ 0.46	8.92 - 0.71	0.301	5.3 $\pm$ 1.42	125 - 3.92	5.6 $\pm$ 1.98	8.56 - 3.92	0.698	4.64 $\pm$ 2.72	8.55 - 3.9	4.17 $\pm$ 2.73	8.56 - 3.92	0.736
34.42 $\pm$ 5.73	57.0 - 8.6	29.47 $\pm$ 2.77	53.3 - 0.72	0.307	31.80 $\pm$ 8.60	74.9 - 23.5	33.63 $\pm$ 11.95	51.4 - 32.1	0.704	27.69 $\pm$ 16.23	51.4 - 23.5	34.98 $\pm$ 16.30	51.4 - 32.1	0.721
65.42 $\pm$ 3.42	78 - 40	67.37 $\pm$ 1.85	84 - 74	0.389	74.5 $\pm$ 7.0	82 - 32	75.9 $\pm$ 4.8	84 - 53	0.605	74.4 $\pm$ 7.5	80 - 56	78.8 $\pm$ 5.0	84 - 53	0.606
4.05 $\pm$ 0.27	5.4 - 2.0	4.06 $\pm$ 0.17	5.4 - 2.3	0.986	4.41 $\pm$ 0.16	6.9 - 2.9	4.55 $\pm$ 0.32	5.7 - 2.8	0.166	4.55 $\pm$ 0.62	5.6 - 3.7	4.60 $\pm$ 0.43	5.6 - 3.5	0.599
2.48 $\pm$ 0.13	3.5 - 1.7	2.6 $\pm$ 0.11	4.2 - 1.8	0.292	3.04 $\pm$ 0.50	3.6 - 1.7	3.04 $\pm$ 0.35	3.49 - 1.6	0.698	2.89 $\pm$ 0.32	3.2 - 1.7	3.28 $\pm$ 0.31	3.94 - 1.7	0.003 <sup>a</sup>
1.59 $\pm$ 0.12	2.25 - 0.86	1.56 $\pm$ 0.10	5.3 - 2.3	0.870	1.47 $\pm$ 0.24	2.41 - 0.94	1.50 $\pm$ 0.20	2.41 - 0.94	0.746	1.52 $\pm$ 0.29	2.41 - 1.32	1.40 $\pm$ 0.18	1.96 - 1.32	0.155
80.44 $\pm$ 5.30	114.9 - 44.2	68.06 $\pm$ 3.53	114.9 - 35.36	0.061	87.84 $\pm$ 11.49	114.9 - 35.36	74.25 $\pm$ 11.49	114.9 - 44.2	0.007 <sup>a</sup>	88.4 $\pm$ 15.2	168.0 - 84.0	73.37 $\pm$ 10.60	106.1 - 44.2	0.008 <sup>a</sup>
3.05 $\pm$ 0.30	4.94 - 1.91	2.31 $\pm$ 0.19	4.48 - 1.16	0.021 <sup>a</sup>	2.54 $\pm$ 0.61	3.49 - 1.16	2.34 $\pm$ 0.70	3.48 - 1.16	0.490	2.69 $\pm$ 0.72	4.35 - 2.17	2.74 $\pm$ 1.12	4.35 - 2.30	0.753
1.08 $\pm$ 0.09	1.76 - 0.57	0.77 $\pm$ 0.06	1.43 - 0.40	0.006 <sup>a</sup>	1.42 $\pm$ 0.63	1.79 - 0.70	1.34 $\pm$ 0.51	1.79 - 0.70	0.754	1.7 $\pm$ 0.61	1.96 - 0.99	1.78 $\pm$ 0.70	2.04 - 0.80	0.692
399.85 $\pm$ 66.04	904.0 - 113.0	434.66 $\pm$ 46.22	865.0 - 72.0	0.754	387.66 $\pm$ 40.09	1700.0 - 120.0	371.2 $\pm$ 22.6	858.0 - 198.0	0.348	274.46 $\pm$ 81.34	700.0 - 125.0	256.87 $\pm$ 60.64	575.0 - 125.0	0.539
2.39 $\pm$ 0.07	2.76 - 1.62	2.42 $\pm$ 0.06	2.79 - 1.79	0.773	2.46 $\pm$ 0.14	2.57 - 1.87	2.5 $\pm$ 0.6	2.97 - 1.8	0.318	2.46 $\pm$ 0.15	2.81 - 2.34	2.5 $\pm$ 0.12	2.97 - 1.8	0.274
0.98 $\pm$ 0.09	1.6 - 0.45	1.09 $\pm$ 0.24	1.9 - 0.58	0.361	1.02 $\pm$ 0.58	2.51 - 0.71	2.7 $\pm$ 4.02	4.1 - 1.5	0.009 <sup>b</sup>	1.06 $\pm$ 0.63	2.0 - 0.64	0.82 $\pm$ 0.66	2.0 - 0.64	0.252
0.84 $\pm$ 0.04	1.06 - 0.53	0.90 $\pm$ 0.08	1.19 - 0.65	0.313	0.87 $\pm$ 0.47	1.06 - 0.53	0.97 $\pm$ 0.34	1.09 - 0.55	0.285	0.73 $\pm$ 0.98	1.06 - 0.52	0.49 $\pm$ 0.57	1.03 - 0.43	0.585
92.92 $\pm$ 3.42	108.0 - 66.0	99.54 $\pm$ 1.96	114.0 - 79.0	0.079	97.77 $\pm$ 5.23	112.0 - 94.0	96.41 $\pm$ 3.47	100.0 - 93.0	0.482	104.23 $\pm$ 5.37	105.0 - 92.0	102.05 $\pm$ 4.57	105.9 - 92.0	0.652
5.42 $\pm$ 0.28	7.8 - 3.8	5.45 $\pm$ 0.14	7.0 - 4.4	0.94	4.78 $\pm$ 0.48	6.4 - 4.1	5.89 $\pm$ 1.01	6.0 - 4.1	0.025 <sup>b</sup>	5.37 $\pm$ 1.05	7.7 - 3.9	5.45 $\pm$ 0.91	7.8 - 3.9	0.687
134.35 $\pm$ 5.60	158.0 - 92.0	141.29 $\pm$ 2.93	163.0 - 104.0	0.234	140.66 $\pm$ 8.20	148.0 - 114.0	142.91 $\pm$ 3.47	160.9 - 134.0	0.476	144.76 $\pm$ 6.69	155.0 - 110.0	140.17 $\pm$ 6.40	153.0 - 110.0	0.667
15.10 $\pm$ 1.00	19.09 - 9.48	17.55 $\pm$ 1.04	27.57 - 8.41	0.126	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<sup>a</sup> Diferencias significativas entre machos y hembras adultas

<sup>b</sup> Diferencias significativas entre hembras y machos adultos

## 26.3 Discusión

Los resultados de este trabajo mostraron que, como en otras especies los machos son más pesados y grandes que las hembras, una diferencia común en muchos grupos de primates incluidos *Alouatta* (Vié et al. 1998; de Thoisy et al. 2001; Schmidt et al. 2007; Roviroso et al. 2012). En relación a los parámetros hemáticos sólo los machos *A. pigra* de Campeche mostraron valores significativamente más elevados en los parámetros de hemoglobina, hematocrito y eritrocitos con respecto a las hembras. Estas diferencias también han sido observadas en otros primates Neotropicales como *Cebus apella* (Larsson et al. 1999; Riviello and Wirz 2001; Nuñez et al. 2008; Wirz et al. 2008). Esta misma diferencia fue observada en *A. pigra* y *A. palliata* de Tabasco aunque no mostraron significancia estadística. Se sugiere que estas diferencias hematológicas están relacionadas con el dimorfismo sexual debido a las características físicas y fisiológicas de los individuos (Larsson et al. 1999).

Los machos *A. palliata* de Tabasco mostraron valores significativamente mayores en la concentración del volumen medio corpuscular y hemoglobina media corpuscular con respecto a las hembras. Esta tendencia no la mostró ninguno de los grupos de *A. pigra* de las dos localidades. Al parecer estas diferencias encontradas no están relacionadas con el dimorfismo sexual, sino con la edad de los individuos, estas concentraciones varían entre jóvenes, adultos y adultos mayores (Morrison 1995), es probable que entre los individuos muestreados hubiera algún adulto mayor.

El recuento de leucocitos fue significativamente mayor en hembras *A. pigra* de Tabasco con respecto a los machos. Es posible que estos valores incluyendo los porcentajes de linfocitos y eosinófilos (aunque no alcanzaron diferencias significativas) pudieran estar indicando algún proceso infeccioso por helmintos (Webb & Latimer 2011). También este incremento celular pudiera referirse a otros factores como sociales (Alexander 1974; Freeland 1976; Moller et al. 1993; Dobson & Meagher 1996), ecológicos (Hausfater & Meade 1982) o bien por contacto sexual (Cates & Meheus 1990). Una tendencia similar se reportó en el recuento de leucocitos de *A. pigra* de Campeche (Roviroso et al., 2012) y *Alouatta seniculus* (Vié et al. 1998). Por lo anterior es posible que este aparente aumento en el recuento de leucocitos en las hembras sea una característica del género *Alouatta*, lo cual requiere hacer estudios más específicos para sustentar o refutar esta hipótesis.

Las hembras *A. palliata* no mostraron diferencia en el recuento de leucocitos con respecto a los machos. Sin embargo los valores promedio de este parámetro, son considerablemente más elevados con respecto a los encontrados en *A. pigra* o a lo reportado en otras especies de *Alouatta* (Porter 1971; Vié et al. 1998; de Thoisy et al. 2001; Flaiban et al. 2008). Lo anterior sugiere que los altos valores de leucocitos tanto en machos como en hembras de *A. palliata* puede ser una característica de la especie, aunque también es posible que esta especie sea más susceptible que otras especies de monos del Nuevo Mundo al estrés de la captura y la manipulación (Webb and Latimer 2011; Morrison 1995; Flabian et al. 2008).

El recuento de plaquetas fue mayor en *A. pigra* y *A. palliata* de Tabasco que en *A. pigra* de Campeche, probablemente esta diferencia se relacione con el tiempo transcurrido entre la captura de los individuos y la toma de las muestras de sangre, como se ha reportado para *A. pigra* (Roviroso et al., 2011) y para humanos (Nakagawa et al. 2002).

En cuanto a los valores obtenidos para la bioquímica de estas especies, encontramos que la concentración de proteínas totales no cambió entre sexos de ambas especies, y concuerdan con los valores se han reportado en *A. palliata mexicana* (Crissey et al. 2003). En general, estos valores son menores con respecto a otros primates del Nuevo Mundo en vida libre como *Callithrix jacchus* (McNees et al. 1984), *Cebus apella* (Riviello & Wirz 2001), *Alouatta seniculus* (Vié et al. 1998; de Thoisy et al. 2001) y *Lagothrix lagotricha* (Heugten et al. 2008) en cautiverio. Esto sugiere que la concentración de proteínas totales encontradas en estos grupos de monos aulladores son los valores basales para las especies que habitan en México. Así, nuestros datos corroboran la importancia de tener los perfiles de referencia de cada especie y advierte contra la generalización de estos tipos de parámetros, incluso en especies estrechamente relacionadas.

Los valores de colesterol y triglicéridos encontrados en *A. pigra* y *A. palliata* del estado de Tabasco son similares a los reportados para *A. palliata mexicana* en Veracruz (Crissey et al. 2003) y *A. caraya* (Schmidt et al. 2007). En contraste los valores de colesterol fueron mayores en los machos *A. pigra* de Campeche con respecto a las dos especies de Tabasco. Lo anterior sugiere que este grupo de monos aulladores negros podrían incluir en su dieta un alto porcentaje de especies oleaginosas o tal vez, presentan trastornos metabólicos del colesterol (Evans, 2011).

Los machos *A. pigra* y *A. palliata* de Tabasco mostraron una concentración mayor de creatinina que las hembras. Esta tendencia aunque no significativa se encontró en los machos *A. pigra* de Campeche. Concentraciones similares se reportó para *A. seniculus* (Vié et al. 1998; de Thoisy et al. 2001; Crissey et al. 2003; Schmidt et al. 2007). Esto nos sugiere que estos valores podrían estar relacionados con la masa muscular de los machos (Vié et al. 1998).

Con respecto a la concentración de iones y minerales en ambas especies de monos aulladores mexicanos, es similar a lo reportado para otras especies de *Alouatta* (Vié et al. 1998; de Thoisy et al. 2001; Crissey et al. 2003; Schmidt et al. 2007), solamente la concentración de fosforo y potasio de hembras *A pigra* Tabasco fue significativamente más elevada con respecto a los machos, incluso más elevados que los demás sujetos de nuestro estudio. Se ha reportado que un retraso en la separación del suero de las células sanguíneas da lugar a un aumento de estos parámetros, así como también de la creatinina (Vié et al., 1998). Probablemente el tiempo transcurrido entre la captura y la toma de muestra pudo haber alterado estos parámetros. Además un aumento en la concentración de creatinina puede indicar daño muscular (Kock et al. 1990), lo cual podría ser resultado de comportamientos agresivos de los machos durante la captura, sin embargo para despejar esta posibilidad se requiere de estudios específicos.

## 26.4 Conclusión

En conclusión nosotros encontramos que los monos aulladores mexicanos presentan las siguientes características en la biometría y bioquímica sanguínea: 1) Las hembras presentan mayores concentraciones de leucocitos con respecto a los machos, 2) *Alouatta palliata* presenta altas concentraciones de leucocitos con respecto a otras especies de *Alouatta*, 3) la concentración de creatinina se encuentra en relación a la masa corporal. Por consiguiente, conocer los valores de referencia bioquímicos y hematológicos de los primates Mexicanos en vida libre, es una herramienta útil para interpretar su estado de salud, además de que permite comprender la adaptación fisiológica que tienen estas especies *Alouatta pigra* y *Alouatta palliata* para adaptarse a las alteraciones de su hábitat.

## 26.5 Referencias

- Alexander, R.D. (1974). The evolution of social behavior. *Annual Review of Ecology Systematic*. 5:325-383.
- Barrueta-Rath T, Estrada A, Pozo C, Calmé S (2003) Reconocimiento demográfico de *Alouatta pigra* y *Ateles geoffroyi* en la reserva El Tormento, Campeche, México. *Neotropical Primate.s* 11(3):165-169.47.
- Bicca-Marques, J.C., Calegario-Marques, C. (1995). Locomotion of black howlers in hábitat with discontinuous canopy. *Folia Primatology*. 64:55-61.
- Bravo, S.P., Sallenave, A. (2003). Foraging behavior and activity patterns of *Alouatta caraya* in the northeastern Argentinean flooded forest. *International Journal of Primatology*. 24:825-846.
- Brockus, Ch.W. (2011). Erythrocytes. In: Latimer KS (ed) *Duncan & Prasse's Vetericary Laboratory Medicine: Clinical Pathology*. 5th edn. Wiley-Blackwell (1):3-44.
- Cates, W. Jr., Meheus. S. (1990). Strategies for development of sexually transmitted diseases control program. In: Holmes KK, Mardh P-A, Sparling PF, Wiesner PJ (eds). *Sexually transmitted diseases*. 2<sup>nd</sup> edn New York: McGraw-Hill pp 1023-1030.



- Coyohua, F.A. (2008) *.La dieta de los monos aulladores negros (Alouatta pigra) en el Estado de Campeche: Descripción general y variaciones en función del grado de conservación del habitat.* Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Veracruzana, México. pp 67
- Cristobal-Azkarate, J., Arroyo-Rodríguez, V. (2007). Diet and activity pattern of Howler monkeys (*Alouatta palliata*) in Los Tuxtlas and implications for conservation. *American Journal of Primatology*. 69:1013-1029.
- Crissey, S.D., Serio-Silva, J.C., Meehan, T., Slifka, K.A., Bowen, P.E., Stacewicz-Sapuntzakis, M., Holick, M.F., Chen, T.C., Mathieu, J., Meerdlink, G. (2003). Nutritional status of free-ranging (*Alouatta palliata mexicana*) in Veracruz, Mexico: serum chemistry; lipoprotein profile; vitamins D, A, and E; carotenoids; and minerals. *Zoo Biology*. 22:239-251.
- Crockett, C.M., Eisenberg, J.F. (1987). Howlers: Variations in group size and demography. In: Smuts BB, Cheney DL, Seyfarth RM, Wrangham RW Struhsaker TT (eds) *Primates societies*. The University of Chicago Press. Chicago Ill pp 54-68.
- de Thoisy, B., Vogel, I., Reynes, J.M., Pouliquen, J.F., Carme, B., Kazanji, M. (2001). Health evaluation of translocated free-ranging primates in French Guiana. *American Journal of Primatology*. 54:1-16
- Dobson, A., Meagher, M. (1996). The population dynamics of brucellosis in the Yellowstone National Park. *Ecology*. 77:1026-1036.
- Estrada, A., Saenz, J., Harvey, C., Naranjo, E., Muñoz, D., Rosales-Meda, M. (2006). Primates in agroecosystems: conservation value of some agricultural practices in Mesoamerican landscapes. In: Estrada A, Garber PA, Pavelka MSM, Luecke L (eds). *New Perspectives in the Study of Mesoamerican Primates: Distribution, Ecology, Behavior and Conservation*. Springer New York pp 437-470.
- Estrada, A., Castellanos, L., Mendoza, A., Pacheco, R. (2002). Población, ecología y comportamiento de monos aulladores (*Alouatta pigra*) en Palenque, Chiapas, México. *Lakamha Boletín Informativo del Museo y Zona Arqueológica de Palenque. (CONACULTA-INAH)* 3:9-15.
- Estrada, A., Coates-Estrada, R. (1984). Fruit eating and seed dispersal by Howler monkey (*Alouatta palliata*) in the tropical rain forest of Los Tuxtlas Mexico *American Journal of Primatology*. 6:77-91.
- Evans, E.W. (2011). Proteins, lipids and carbohydrates. In: Latimer KS (ed). *Duncan & Prasse's Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Pathology*. 5th ed. Wiley-Blackwell (6):173-209.
- Flaiban, K.K.M.C., Spohr, K.A.H., Malanski, L.S., Svoboda, W.K., Shiozawa, M.M., Hilst, C.L.S., Aguila, L.M., Ludwig, G., Passos, F.C., Navarro, I.T., Lisbôa, J.A.N., Balarin, M.R.S. (2008). Valores hematológicos de burgio pretos (*Alouatta caraya*) de vida livre da região do Alto Rio Paraná, sul do Brasil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. (61):628-634.
- Freeland, W.J. (1976). Pathogens and the evolution of primates sociality. *Biotropica* (8)1:12-24.
- García-Orduña, F. (2005). Los primates del sureste de México y la fragmentación de su habitat. *II Congreso Mexicano de Primatología*. Xalapa, Veracruz, México May 4-7.

- Hausfater, G., Meade, B.J. (1982). Alteration of sleeping groves by yellow baboons (*Papio cynocephalus*) as a strategy for parasite avoidance. *Primates*. (23)2:287-297.
- Heugten, K.A., Verstegen, M., Ferket, P.R., Stoskopf, M., van Heugten, E. (2008). Serum chemistry concentration of captive woolly monkeys (*Lagothrix lagotricha*). *Zoo Biology* 27:188-199.
- Horwich, R.H., Johnson, E.W. (1986). Geographic distribution of the black howler monkey (*Alouatta pigra*) in Central America. *Primates*. 27:53-62.
- Jain, N.C. (1993). *Essentials of Veterinary Hematology*. Philadelphia: Lea & Febiger 417 pp.
- Kock, M.D., Du Toit, R., Kock, N., Morton, D., Foggin, C., Paul, B. (1990). Effects of capture and translocation on biological parameters in free-ranging black rhinoceroses (*Diceros bicornis*) in Zimbabwe. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 21:414-424.
- Larsson, M.H.M.A., Birgel, E.H., Benesi, F.J., Birgel, E.H., Lazaretti, P., Fedullo, J.D.L., Larsson, C.E., Molina, S.R., Guerra, P.P.C.A., Prada, C.S. (1999). Hematological values of (*Cebus apella*) anesthetized with ketamine. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 36(3):3-5.
- McNees, D.W., Lewis, R.W., Ponzio, B.J., Sis, R.F., Stein, F.J. (1984). Blood chemistry of the common marmoset (*Callithrix jacchus*) maintained in an indoor-outdoor environment: Primate comparisons. *Primates*. 25(1):103-109.
- Milton, K. (1980). The Foraging Strategy of Howler monkeys. *A Study in Primate Economics*. Columbia University Press, New York.
- Moller, A.P., Dufva, R., Allander, K. (1993). Parasites and the evolution of host social behavior. *Advance in the Study of Behavior*. 22:65-101.
- Morrison, T.K. (1995). Haematological screening. In: Lemus GA (ed). *Laboratorio clínico y pruebas de diagnóstico*. El Manual Moderno (Ed) 2:79-110.
- Nakagawa, T., Hirakata, H., Sato, M., Nakamura, K., Hatano, Y., Nakamura, T., Kazuhiko, F. (2002). Ketamine suppresses platelet aggregation possibly by suppressed inositol triphosphate formation and subsequent suppression of cytosolic calcium increase. *Anesthesiology* 96(5):1147-52
- Núñez, H., Araya, M., Cisternas, F., Arredondo, M., Méndez, M., Pizarro, F., Ortíz, A., Ortíz, R., Olivares, M. (2008). Blood biochemical indicators in young and adult *Cebus apella* of both sexes. *Journal Medical of Primatology*. 37:12-17.
- Porter, J.A. (1971). Hematologic of the black spider monkey (*Ateles fusciceps*), red spider monkey (*Ateles geoffroyi*), white face monkey (*Cebus capucinus*), and black howler monkey (*Alouatta villosa*). *Laboratory Animal Science*. 21:426-433.
- Pozo-Montuy, G., Serio-Silva, J.C. (2007). Movement and resource use by a group of *Alouatta pigra* in a forest fragment in Balancán, México. *Primates*. 48:102-107.
- Riviello, M.C., Wirz, A. (2001). Haematology and blood chemistry of *Cebus paella* in relation to sex and age. *Journal Medical of Primatology*. 30:308-312.

Rovirosa-Hernández, M.J., Caba, M., García-Orduña, F., López-Muñoz, J.J.D., Canales-Espinosa, D., Hermida-Lagunes, J. (2012) .Hematological and biochemical blood values in wild populations of black howler monkey (*Aloatta pigra*) of Campeche, México. *Journal Medical of Primatology*. 4:309-316.

Rovirosa-Hernández, M.J., García-Orduña, F., Caba, M., Canales-Espinosa, D., Hermida-Lagunes, J., Torres-Pelayo, V.R. (2011). Blood parameters are little affected by time of sampling after the application of ketamine in black howler monkey (*Alouatta pigra*). *Journal Medical of Primatology*. 40(5):294-299.

Schmidt, D.A., Kowalewski, M.M., Ellersieck, M.R., Zunino, G.E., Stacewicz-Sapuntzakis, M., Chen, T.C., Holick, M.F. (2007). Serum nutritional profiles of free-ranging *Alouatta caraya* in northern Argentina: Lipoproteins; amino acid; vitamins A,D, and E; Carotenoids; and minerals. *International Journal of Primatology*. 28:1093-1107.

Sirois, M., Hendrix, C.H.M. (2007). Clinical chemistry. In: Hendrix CHM, Sirois M (eds). *Laboratory procedures for veterinary technicians*. 5<sup>th</sup> Edition. Mosby Elsevier 3:74-113

Vié, J.Ch., Moreau, B., de Thoisy, B., Fournier, P., Genty, Ch. (1998). Hematology and serum biochemistry values of free-ranging red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) from French Guiana. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 29:142-149.

Webb, J.L., Latimer, K.S. (2011). Leukocytes. In: Latimer KS (ed). *Duncan & Prasse's Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Pathology*. 5th edn. Wiley-Blackwell. (2):45-82.

Wirz, A., Truppa, V., Riviello, M.C. (2008). Hematological and Plasma Biochemical Values for Captive Tufted Capuchin Monkeys (*Cebus apella*). *American Journal of Primatology*. 70:463-472.

