

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias de la Salud**

**Valores hematológicos de monos ardilla (*Saimiri macrodon*)  
decomisados en Quito – Ecuador  
Análisis de casos**

**Jeaneth Estefanía Cajiao Orellana**

**Medicina Veterinaria**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de  
Médico Veterinario

Quito, 13 de mayo de 2016

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

COLEGIO DE CIENCIAS DE LA SALUD

**HOJA DE CALIFICACIÓN  
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Valores hematológicos de monos ardilla (*Saimiri macrodon*) decomisados en  
Quito – Ecuador**

**Jeaneth Estefanía Cajiao Orellana**

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Juan Sebastián Galecio, MV., MSc.

Firma del profesor

---

Quito, 13 de mayo de 2016

## Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante:

---

Nombres y apellidos:

Jeaneth Estefanía Cajiao Orellana

Código:

00104131

Cédula de Identidad:

1722370911

Lugar y fecha:

Quito, mayo de 2016

## RESUMEN

En el Ecuador se prohíbe todo tipo de tenencia de fauna silvestre, por lo que estos animales deben ser entregados voluntariamente o decomisados por la autoridad competente. Las especies incautadas son llevadas a centros de tenencia y de manejo de fauna silvestre, en donde se evalúa su condición de salud para posteriormente ser rehabilitados y/o reintroducidos a su hábitat natural. En el Ecuador, no se ha reportado valores hematológicos del mono ardilla (*Saimiri macrodon*), por lo que es necesario un estudio que permita a los veterinarios comparar estos valores con rangos referenciales para esta especie. Se determinó los valores hematológicos en monos ardilla que llegaron al fondo TUERI del Hospital Docente de Especialidades Veterinarias de la Universidad San Francisco de Quito (HDEV – USFQ) en condición de entrega voluntaria, rescate y decomiso por parte de la autoridad competente. Se recolectó diez hemogramas pertenecientes a monos ardilla, de la base de datos de Laboratorio del HDEV – USFQ. Los valores hematológicos se analizaron mediante estadística descriptiva en el programa Statistix 8.0. Se obtuvo intervalos de confianza para hematocrito (37 a 47%), hemoglobina (11,9 a 15,8g/dl), eritrocitos ( $5,8$  a  $8 \times 10^{12}$ L), VGM (58,5 a 64,6fl), CGMH (31,7 a 33,5g/dl), proteínas plasmáticas (58,6 a 70,1g/L), plaquetas ( $0,3$  a  $0,5 \times 10^{12}$ L), leucocitos ( $6,3$  a  $10 \times 10^9$ L), neutrófilos (31,3 a 55,5%), linfocitos (35,6 a 63,6%), monocitos (3,3 a 9,6%) y eosinófilos (0 a 1,4%). La mayoría de los animales del presente estudio se encontraron dentro de los intervalos de confianza obtenidos para la serie eritrocítica y leucocitaria, por lo cual, se podría utilizar estos intervalos para evaluar el estado de salud de monos ardilla en el Ecuador, sin embargo, algunos animales presentaron anemia y deshidratación, por lo que los valores hematológicos obtenidos deben ser utilizados con discreción. Adicionalmente, algunos animales presentaron variaciones en leucocitos asociados al leucograma de estrés, es por esto que se recomienda que previo a la toma de muestras, se maneje adecuadamente al paciente para evitar alteraciones en los valores hematológicos.

**Palabras clave:** Valores hematológicos, rangos de referencia, mono ardilla (*Saimiri macrodon*), estrés, Ecuador.

## ABSTRACT

Ecuador forbids any kind of wildlife possession. Because of this fact animals must be returned voluntarily or seized by the correspondent authority. The seized species are taken to specialized centers, where health status is evaluated in order to rehabilitate them, and reintroduce them to their natural habitat if possible. Ecuador has not reported haematologic values of the squirrel monkey (*Saimiri macrodon*); therefore studies are necessary to allow veterinarians to compare these values with reference ranges for the species. The haematologic values were determined in squirrel monkeys, that arrived to TUERI at the Hospital Docente de Especialidades Veterinarias de la Universidad San Francisco de Quito (HDEV - USFQ) due to the process of voluntary return or confiscation. Ten hemograms corresponding to the squirrel monkeys were collected from the data base of the HDEV – USFQ lab. The haematologic values were analyzed with descriptive statistics with Statistix 8.0. The confidence interval obtained for hematocrit (37 to 47%), haemoglobin (11,9 to 15,8g/dl), erythrocytes (5,8 a  $8 \times 10^{12}$ L), MCV (58,5 to 64,6fl), MCHC (31,7 to 33,5g/dl), plasmatic proteins (58,6 to 70,1g/L), thrombocytes (0,3 to  $0,5 \times 10^{12}$ L), leucocytes (6,3 to  $10 \times 10^9$ L), neutrophils (31,3 to 55,5%), lymphocytes (35,6 to 63,6%), monocytes (3,3 to 9,6%) and eosinophils (0 to 1,4%). Most animals from the study were found between the confidence interval obtained for the erythrocyte and leucocyte series, therefore, these ranges could be used to evaluate the health condition of the squirrel monkeys in Ecuador; however, some animals showed anemia and dehydration, therefore the obtained haematologic values must be used with caution. Additionally, some animals presented a variation in leucocytes associated to stress leucogram, consequently it is recommended prior to sampling, that patients should be handle adequately to avoid any kind of alteration in the haematologic values.

**Key words:** Haematologic values, confidence interval, squirrel monkey (*Saimiri macrodon*), stress, Ecuador.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>BASE CONCEPTUAL .....</b>	<b>9</b>
<b>ANÁLISIS CLÍNICO .....</b>	<b>12</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>22</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>24</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Frecuencia de monos ardilla ( <i>Saimiri macrodon</i> ) en relación a su género y edad (n=10) .....	<b>10</b>
<b>Tabla 2:</b> Promedio, desviación estándar e intervalo de confianza de parámetros hematológicos de monos ardilla (n=10).....	<b>11</b>

## INTRODUCCIÓN

La especie *Saimiri macrodon* conocida como mono ardilla es un primate que pertenece a la familia Cebidae (Tirira, 2011). En América del Sur esta especie se encuentra distribuida en la cuenca amazónica y en las Guayanas (Boubli *et al*, 2008). En el Ecuador, el mono ardilla habita en la Amazonía en los bosques húmedos tropicales y subtropicales entre 200 y 1200 msnm (Tirira, 2007 citado por Boubli *et al*, 2008).

De acuerdo a Tirira (2011) la especie *S. macrodon* es la que más se trafica para ser comercializada como mascota. Su tráfico ilícito junto con la destrucción de su hábitat natural ha conllevado a que el mono ardilla en el Ecuador sea catalogada como una especie casi amenazada.

En el Ecuador se prohíbe todo tipo de tenencia de fauna silvestre, por lo que estos animales deben ser entregados voluntariamente o decomisados por la autoridad competente. Las especies incautadas son llevadas a centros de tenencia y manejo de fauna silvestre, en donde se evalúa su condición de salud para posteriormente ser rehabilitados y reintroducidos a su hábitat natural (Noboa, 2014).

En centros de investigación el mono ardilla es criado con fines científicos, pues se utiliza como modelo animal para varias disciplinas en investigaciones biomédicas (Brady, 2000). Además muchos centros de tenencia y manejo de fauna silvestre como parte de su protocolo de recepción de animales realizan exámenes médicos, dentro de los cuales se incluyen pruebas hematológicas y coproparasitarias, con lo cual se realiza una evaluación más profunda sobre el estado del animal incautado.



En Medicina Veterinaria realizar un hemograma a un animal es importante, puesto que permite evaluar su estado de salud y el progreso que este tiene durante un tratamiento (Giger, 2010). En otros países se han reportado valores hematológicos de monos ardilla que viven en estado libre y en colonias aisladas para investigación (Matsuzawa & Nagai, 1994; Ribeiro *et al*, 2004).

En el Ecuador no existen datos reportados de los valores hematológicos del mono ardilla, por lo que es necesario un estudio que permita a los veterinarios comparar adecuadamente los valores hematológicos encontrados en sus pacientes con los valores de referencia para esta especie en el Ecuador.

El objetivo del presente estudio es determinar los valores hematológicos en una población de monos ardilla en Quito – Ecuador, que llegaron al Fondo TUERI en condición de entrega voluntaria, rescate y decomiso por parte del Ministerio del Ambiente o la Unidad de Policía de Medio Ambiente.

## BASE CONCEPTUAL

Para realizar este estudio se ocupó una población de diez monos ardilla que llegaron al Hospital Docente de Especialidades Veterinarias de la Universidad San Francisco de Quito (HDEV – USFQ) en condición de entrega voluntaria o rescate y decomiso por parte del Ministerio del Ambiente del Ecuador o la Unidad de Policía de Medio Ambiente. A los cuales se les obtuvo una muestra sanguínea para la realización de hemogramas de rutina.

Los valores de los hemogramas realizados a monos ardilla, se recolectaron de la base de datos del Laboratorio clínico (Labvet) del HDEV – USFQ. Adicionalmente, se obtuvo datos de su género y edad la cual se encuentra en la Tabla 1. En la categoría de sexo se observa la presencia de animales indeterminados, es decir que no se conoce si es macho o hembra. Sin embargo, siete de diez monos eran machos. Adicionalmente, en la categoría de edad se observa la presencia de animales indeterminados, es decir que no se conoce si es un animal juvenil o adulto. Debido a la presencia de animales indeterminados el estudio se realizó sin distinción de sexo y edad.

**Tabla 1: Frecuencia de monos ardilla (*Saimiri macrodon*) en relación a su género y edad (n=10).**

		Edad			Total
		Juvenil	Adulto	Indeterminado	
Sexo	Hembra	0	0	1	1
	Macho	3	1	3	7
	Indeterminado	0	0	2	2
Total		3	1	6	10

Los valores hematológicos obtenidos de los monos ardilla fueron ingresados y tabulados en una planilla Excel y posteriormente fueron analizados mediante estadística descriptiva en el programa StadiStix 8.0.

En la tabla 2 se observa la serie eritrocítica, leucocitaria, proteínas plasmáticas y plaquetas de una población de diez monos ardilla. Los parámetros evaluados de la serie eritrocítica son hematocrito, hemoglobina, eritrocitos, CGMH y VGM. De esos parámetros, aquellos que presentaron una menor variabilidad fueron los eritrocitos, VGM y hematocrito, mientras que los de mayor variabilidad fueron CGMH y hemoglobina.

Los parámetros evaluados de la línea blanca fueron leucocitos, neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos. En la Tabla 2 no se colocó el parámetro de basófilos, debido a que estos no fueron encontrados en el frotis sanguíneo. Los leucocitos con mayor frecuencia de presentación fueron los linfocitos seguidos por los neutrófilos y monocitos. De estos, los leucocitos y monocitos fueron los que

presentaron una menor variabilidad, seguidos por los neutrófilos y linfocitos con variabilidad similar.

Las proteínas presentaron una variabilidad baja con un intervalo de confianza más ajustado. Las plaquetas presentaron una variabilidad alta por lo que el intervalo de confianza es más amplio.

**Tabla 2: Promedio, desviación estándar e intervalo de confianza de parámetros hematológicos de monos ardilla (n=10).**

Parámetro	Valores absolutos		Valores relativos	
	Promedio $\pm$ DE	IC	Promedio $\pm$ DE	IC
Hematocrito	-	-	42 $\pm$ 8%	37 - 47
Hemoglobina	13,8 $\pm$ 2,7 g/dl	11,9 – 15,8	-	-
Eritrocitos	6,9 $\pm$ 1,5x10 <sup>12</sup> /L	5,8 – 8	-	-
CGMH	32,6 $\pm$ 1,28 g/dl	31,7 – 33,5	-	-
VGM	61,5 $\pm$ 4,2 fl	58,5 - 64,6	-	-
Proteínas plasmáticas	64,4 $\pm$ 8 g/L	58,6 – 70,1	-	-
Plaquetas	0,43 $\pm$ 0,17x10 <sup>12</sup> /L	0,3 – 0,5	-	-
Leucocitos	8,2 $\pm$ 2,5x10 <sup>9</sup> /L	6,3 – 10	-	-
Neutrófilos	2,9 $\pm$ 1,9 x10 <sup>9</sup> /L	1,5 – 4,3	43,3 $\pm$ 16,8%	31,3 - 55,4
Linfocitos	4,0 $\pm$ 1,9 x10 <sup>9</sup> /L	2,7 – 5,4	49,6 $\pm$ 19,5%	35,6 – 63,6
Monocitos	0,5 $\pm$ 0,3 x10 <sup>9</sup> /L	0,3 - 0,7	6,4 $\pm$ 4,4%	3,3 – 9,6
Eosinófilos	0,03 $\pm$ 0,7x10 <sup>9</sup> /L	0 - 0,08	0,5 $\pm$ 1,3%	0 - 1,4

DE: desviación estándar

CI: intervalo de confianza

## ANÁLISIS CLÍNICO

La medicina de animales silvestres en Ecuador ha incrementado en los últimos años, por lo que es importante determinar parámetros fisiológicos y valores hematológicos de referencia en distintas especies silvestres. En el Ecuador no se ha reportado trabajos de valores hematológicos en monos ardilla, por lo que este estudio establece de manera preliminar valores hematológicos de una población de monos ardilla, los cuales pueden ser utilizados para establecer el estado de salud de estos animales incautados en Ecuador. Sin embargo, cabe indicar que estos animales no estuvieron bajo las mismas condiciones de alimentación y manejo previo a la toma de muestras sanguíneas. Además, el presente trabajo no dividió los resultados en categorías como edad o sexo, debido a la falta de información en las fichas clínicas de los animales. Por lo tanto, es necesario realizar futuros trabajos que permitan controlar el estado de salud e incluir un mayor número de animales. De esta manera se pudiese obtener resultados hematológicos más precisos.

Los resultados hematológicos obtenidos de los monos ardilla en Ecuador, se compararon con investigaciones que ocuparon monos ardilla provenientes de Bolivia (Kakoma *et al*, 1985), Brasil (Ribeiro *et al*, 2004) y Perú (Matsuzawa y Nagai, 1994). Estos trabajos se realizaron bajo ambientes controlados de temperatura, humedad y alimentación, por lo que mostrarán algunas diferencias con los datos obtenidos en el presente estudio. Debido a la falta de factores controlados, especialmente nutrición y exposición a patógenos, los monos ardilla decomisados en el Ecuador pueden presentar estados inmunológicos alterados, los cuales pudieron afectar los resultados hematológicos. Adicionalmente, Ribeiro *et al* (2004), quienes utilizaron monos ardilla

provenientes de colonias cerradas, indican que puede existir una alta incidencia de endogamia, la cual puede provocar cambios en los parámetros hematológicos. Por lo tanto, la comparación con el estudio de Ribeiro *et al* (2004) debe realizarse con cuidado pues estos los valores hematológicos pueden estar alterados.

El hematocrito indica el porcentaje de eritrocitos en una muestra de sangre (Merí Vived, 2005; Villiers y Blackwood, 2009). En el estudio de monos ardilla en el Ecuador, se obtuvo un valor promedio para el hematocrito de  $42 \pm 8\%$ , al comparar este valor con los valores promedio reportados por Ribeiro *et al* (2004) (machos:  $41,9 \pm 3,9\%$  y hembras:  $39 \pm 3,5$ ) y con el estudio de Matsuzawa y Nagai (1994) (machos;  $42 \pm 3\%$  y hembras:  $41 \pm 3\%$ ), se puede observar que los valores promedio de hematocrito entre los tres estudios se aproximan.

Los eritrocitos son los componentes principales del sistema de transporte del oxígeno, su función es dar soporte a la hemoglobina para transportar oxígeno a los tejidos (Fuentes *et al*, 1998). Los monos ardilla en el Ecuador presentaron un promedio de eritrocitos de  $6,9 \pm 1,5 \times 10^{12}/L$ , al comparar este valor con los valores promedio reportados por Kakoma *et al* (1985) ( $7,3 \pm 0,1 \times 10^{12}/L$ ) y por International Species Information System – ISIS (2002) ( $6,9 \pm 0,7 \times 10^{12}/L$ ), se puede observar que los valores promedio de eritrocitos entre los tres estudios se aproximan.

La hemoglobina es una proteína globular cuya función es transportar oxígeno desde los pulmones hacia los tejidos (Fuentes *et al*, 1998). Los monos ardilla en el Ecuador presentaron un promedio de hemoglobina de  $13,8 \pm 2,7g/dl$ , al comparar este valor con los valores promedio reportados por Kakoma *et al* (1985) ( $14,5 \pm 0,1g/dl$ ) y por Matsuzawa y Nagai (1994) (machos:  $13,2 \pm 0,3g/d$  y hembras:  $13 \pm 0,7g/dl$ ), se

puede observar que los valores promedio de hemoglobina entre los tres estudios son parecidos.

Sin embargo se puede observar que las desviaciones estándar del hematocrito, eritrocitos y hemoglobina en el estudio realizado en el Ecuador es superior en comparación a los otros estudios (Kakoma *et al*, 1985; Matsuzawa y Nagai, 1994; ISIS, 2002; Ribeiro *et al*, 2004). Estas diferencias se deben a la cantidad de animales incorporados en esos estudios, en donde Kakoma *et al*, (1985), utilizaron  $n= 23$  monos ardilla machos, Matsuzawa y Nagai (1994),  $n= 50$  monos machos y  $n= 37$  monas hembras, Ribeiro *et al* (2004),  $n= 20$  monos machos y  $n=19$  monas hembras e ISIS (2002),  $n=$  entre 111 a 118 monos ardilla. Por lo tanto, mientras mayor sea la población, menor serán los valores extremos, los cuales son los responsables de una desviación más alta.

El volumen globular medio (VGM) indica el tamaño medio de los eritrocitos (Villiers y Blackwood, 2009). Los monos ardilla en el Ecuador presentaron un valor promedio de VGM de  $61,5 \pm 4,2\text{fl}$ , al comparar este valor con los valores promedio reportados por Ribeiro *et al* (2004) (machos:  $61,7 \pm 5,7\text{fl}$  y hembras:  $64,1 \pm 5,1\text{fl}$ ), se puede observar que los valores promedio de VGM son parecidos entre los dos estudios.

La concentración globular media de hemoglobina (CGMH) indica la concentración media de hemoglobina por eritrocito. (Villiers y Blackwood, 2009). Los monos ardilla en el Ecuador presentaron un promedio de CGMH de  $32,6 \pm 1,2\text{g/dl}$ , al comparar este valor con los valores promedio reportados por Kakoma *et al* (1985) ( $31,5 \pm 0,1\text{g/dl}$ ) y por Ausman *et al* (1976) ( $32,7 \pm 2\text{g/dl}$ ), se puede observar que los valores promedio de CGMH entre los tres estudios son aproximados.

Las proteínas plasmáticas están compuestas por fracciones de albúmina, globulinas y fibrinógeno. En procesos de deshidratación y hemoconcentración se puede observar un incremento en las proteínas plasmáticas (Villiers y Blackwood, 2009). En el estudio de monos ardilla en el Ecuador se obtuvo un valor promedio de proteínas plasmáticas de  $64,4 \pm 8\text{g/L}$ , al comparar estos valores con los valores reportados por ISIS (2002) ( $67 \pm 6\text{g/L}$ ) y por Ausman *et al* (1976) ( $69,4 \pm 6\text{g/L}$ ), se observa que los valores promedio de proteínas plasmáticas entre los tres estudios son parecidos.

Dentro de la evaluación de un hemograma se encuentran los datos de la serie roja, la cual está compuesta por hematocrito, hemoglobina, eritrocitos, VGM y CGMH (Ruiz-Arquëlles, 2009). Cuando se realiza la evaluación de esta y se observa alguna alteración en los valores de referencia de ciertos parámetros, se suele pensar que es un caso de anemia o deshidratación. En el presente trabajo (Tabla 2) se estableció que de acuerdo a los intervalos de confianza de hematocrito (37 a 47%), hemoglobina (11,9 a 15,8g/dl) y eritrocitos ( $5,8$  a  $8 \times 10^{12}/\text{L}$ ) cuatro monos ardilla se encontraron fuera de los intervalos de confianza.

Con respecto al párrafo anterior, se estableció valores de hematocrito, hemoglobina y eritrocitos por debajo del intervalo de confianza en dos monos ardilla. Según Villiers y Blackwood (2009), la disminución de estos parámetros hematológicos se presenta en casos de anemia. Entre las causas de anemia se pueden mencionar: pérdida de sangre, destrucción masiva de eritrocitos maduros o disminución de la producción de eritrocitos. (Rodak, 2004). Al caracterizar la anemia presente en estos monos, se observó que un mono presentó un valor superior al intervalo de confianza de VGM (65,3fl) (IC de VGM: 58,5 a 64,6fl) y un valor inferior al intervalo de confianza



de CGMH (31,4g/dl) (IC de CFMH: 31,7 a 33,5g/dl). Por lo tanto, el animal presentó una anemia macrocítica hipocrómica. Adicionalmente, el otro mono ardilla no presentó valores fuera de los intervalos de confianza para VGM (63,6fl) y CGMH (33,4g/dl). Por lo tanto, este animal presentó una anemia normocítica normocrómica.

En cuanto a los monos que presentaron anemia, no se conoce cuál fue la causa primaria de esta, debido a que la ficha de los animales no proporcionaba suficiente información. Sin embargo, se puede mencionar que la anemia normocítica normocrómica está asociada con condiciones de inflamación crónica o enfermedad crónica debilitante. En cambio, la anemia macrocítica hipocrómica puede estar presente en cuadros de hemorrágicos o en anemia hemolítica (Villiers y Blackwood, 2009).

En el presente trabajo dos monos ardilla presentaron incremento en el hematocrito, hemoglobina, eritrocitos y proteínas plasmáticas, este incremento en los parámetros hematológicos mencionados, sugiere un proceso de deshidratación (Villiers y Blackwood, 2009). Debido a que estos animales llegaron en condición de entrega voluntaria o decomiso, es posible que durante el transporte hayan sufrido deshidratación, por lo que es importante el suministro de agua en estos animales a su arribo a los centros de rescate.

Las plaquetas participan en la reparación de vasos sanguíneos, forma tapones e induce la coagulación sanguínea en casos de hemorragias (Merí Vived, 2005). El valor promedio de las plaquetas que se obtuvo en monos ardilla en el Ecuador fue  $0,4 \pm 0,1 \times 10^{12}/L$ , al comparar estos valores con los valores reportados por Matsuzawa y Nagai (1994) (machos:  $0,5 \pm 0,09 \times 10^{12}/L$  y hembras:  $0,4 \pm 0,1 \times 10^{12}/L$ ) y por ISIS (2002) ( $0,3 \pm 0,1 \times 10^{12}/L$ ) se puede observar que los valores promedio de plaquetas entre los

tres estudios son aproximados. Se puede observar que las desviaciones estándar en los tres estudios son casi iguales, esto podría sugerir que la distribución de los datos entre estos estudios es similar.

En el estudio realizado en el Ecuador, el intervalo de confianza de las plaquetas fue de  $0,3$  a  $0,5 \times 10^{12}/L$ . Al observar los valores individuales de las plaquetas, se distinguió que de los diez monos ardilla, tres revelaron valores fuera del intervalo de confianza, uno de estos presentó un valor inferior al límite mínimo del intervalo de confianza (trombocitopenia). Los principales procesos que provocan trombocitopenia son la disminución en la producción, la destrucción acelerada y el secuestro plaquetario (Rodak, 2004). Mientras que dos monos presentaron valores superiores al límite máximo del intervalo de confianza (trombocitosis). De acuerdo a Villiers y Blackwood (2009), existen tres tipos principales de trombocitosis; la primera es fisiológica y se produce por una movilización de plaquetas de los compartimientos pulmonar y esplénico por la liberación de epinefrina o realización de ejercicio. Otro tipo es la trombocitosis reactiva, esta es la más habitual y es una respuesta a otro proceso patológico primario. El último tipo es una trombocitosis primaria la cual es una alteración mieloproliferativa poco frecuente.

Con respecto al párrafo anterior, es posible que la causa de la trombocitosis en estos animales sea producida por estrés o forcejeo durante la captura del animal para la toma de muestra sanguínea. Sin embargo, no se puede tomar una decisión en cuanto a la causa la trombocitosis y de la trombocitopenia debido a que no se posee información del estado de salud de los animales. Se recomienda realizar fichas clínicas que contemplen la edad, peso, sexo, parámetros fisiológicos y clínicos.

Los leucocitos son esenciales para la defensa del huésped pues actúan en la inflamación e inmunidad. Además, son células sanguíneas nucleadas, las cuales se dividen en neutrófilos, eosinófilos basófilos, linfocitos y monocitos (Welsch y Sobotta, 2008; Villiers y Blackwood, 2009). En el presente estudio se obtuvo un valor promedio de los leucocitos de  $8,2 \pm 2,5 \times 10^9/L$ , al comparar este valor con los reportados por Kakoma *et al* (1985) ( $8,8 \pm 0,4 \times 10^9/L$ ) y por ISIS (2002) ( $8,6 \pm 4 \times 10^9/L$ ), se puede observar que los valores promedio de leucocitos entre los tres estudios son aproximados.

A pesar de que los tres estudios mencionados en el párrafo anterior, poseen un promedio aproximado, la desviación estándar en estos es diferente. El estudio realizado en Ecuador presenta una desviación mayor de leucocitos a la reportada por Kakoma *et al* (1985). Sin embargo, ISIS (2002) presentó una desviación de leucocitos mucho mayor a la desviación del estudio en monos del Ecuador. Tomando en cuenta que la desviación estándar en leucocitos de ISIS (2002) es alta, el valor mínimo de su intervalo de confianza estaría cercano a cero. Por lo tanto, no sería recomendable realizar una comparación con el valor promedio en leucocitos de ISIS (2002) ya que no podría considerarse normal una leucopenia.

Los neutrófilos actúan en la reacción inflamatoria aguda, fagocitando bacterias y algunos virus (Welsch y Sobotta, 2008). El valor promedio de neutrófilos que se obtuvo en los monos ardilla en Ecuador fue de  $43,3 \pm 16,8\%$ , al comparar este valor con los valores reportados por Kakoma *et al* (1985) ( $39 \pm 2,8\%$ ), Ribeiro *et al* (2004) (machos:  $65,9 \pm 7,9\%$  y hembras:  $69,3 \pm 7,8\%$ ) y por Matsuzawa y Nagai (1994) (machos:  $55 \pm 13\%$  y hembras:  $64 \pm 12\%$ ), se puede observar que los valores promedio de neutrófilos entre los cuatro estudios son diferentes.

Los estudios de Ribeiro *et al* (2004) y Matsuzawa y Nagai (1994) reportaron valores promedio para neutrófilos similares, los cuales son mayores a los valores obtenidos en neutrófilos en Ecuador. Sin embargo, Kakoma *et al* (1985) reportó un valor promedio cercano al obtenido en el presente estudio. La diferencia en valores promedio puede ser causada por animales que presentaron neutrofilia o neutropenia debido a estrés durante la recolección de muestras o por enfermedades no reconocidas.

Los linfocitos son células encargadas de iniciar y ejecutar la respuesta inmune (Núñez y Bouda, 2007). En el estudio de monos ardilla en el Ecuador, se obtuvo un valor promedio para los linfocitos de  $49,6 \pm 16,8\%$ , al comparar este valor con los valores reportados por Kakoma *et al* (1985) ( $56 \pm 2,8\%$ ), Matsuzawa y Nagai (1994) (machos:  $42 \pm 13\%$  y hembras:  $34 \pm 12\%$ ), se puede observar que los valores promedio de linfocitos entre los tres estudios son parecidos.

Los monocitos son la segunda línea de defensa del organismo, estos fagocitan partículas y destruyen agentes patógenos que no pueden ser controlados por los polimorfonucleares además de que son presentadores de antígenos a los linfocitos T para la respuesta inmune (Núñez y Bouda, 2007). El valor promedio de monocitos que se obtuvo en el estudio de monos ardilla en el Ecuador fue de  $6,6 \pm 4,4\%$ , al comparar este valor con los valores reportados por Matsuzawa y Nagai (1994) ( $1 \pm 1\%$ ), Ribeiro *et al* (2004) (machos:  $4,4 \pm 2\%$  y hembras:  $2,9 \pm 1,7\%$ ), se puede observar que los valores promedio de monocitos entre los tres estudios son diferentes.

Las investigaciones de Matsuzawa y Nagai (1994) y Ribeiro *et al* (2004) reportaron valores promedio de monocitos menores a los valores obtenidos en el presente estudio. Igualmente, se puede observar que estas investigaciones presentan

desviaciones estándar menores en comparación con la desviación de los monocitos de los monos ardilla de Ecuador. Estas diferencias en promedio y desviación estándar de los monocitos son causadas por un valor extremadamente alto (16%) que presentó un mono ardilla del presente estudio, el cual pudo estar relacionado con un cuadro inflamatorio crónico.

Los eosinófilos participan regulando reacciones alérgicas, inflamatorias e incrementan en casos de infestación parasitaria, degradación tisular y en reacciones de hipersensibilidad (Núñez y Bouda, 2007; Welsch y Sobotta, 2008). En el estudio de monos ardilla realizado en Ecuador se reportó un promedio de los eosinófilos de  $0,5 \pm 1,3\%$ , al comparar este valor con los valores reportados por Matsuzawa y Nagai (1994) (machos:  $2 \pm 2\%$  y hembras:  $1 \pm 1\%$ ), ISIS (2002) ( $0,2 \pm 0,3\%$ ) y por Ribeiro *et al* (2004) (machos:  $1 \pm 1,2\%$  y hembras:  $0,8 \pm 1,1\%$ ), se puede observar que los valores promedio entre los tres estudios son diferentes.

La principal diferencia que se observa entre los valores promedios de eosinófilos es en el estudio de Matsuzawa y Nagai (1994), el cual presenta un promedio en machos y hembras más alto que los estudios de ISIS (2002), Ribeiro *et al* (2004) y el estudio realizado en monos ardilla en el Ecuador. Los tres últimos estudios presentan valores promedio de eosinófilos similares. Ausman *et al* (1976) menciona que ocasionalmente los primates alimentados con dietas purificadas pueden mostrar eosinofilia causada por algún alérgeno desconocido que esté presente en la dieta.

Al evaluar la serie blanca, los parámetros que proporciona un leucograma son leucocitos, conteo diferencial y alteraciones de los mismos. La evaluación de los leucocitos requiere recuento total y diferencial (Ruiz-Arquelles, 2009; Villiers y

Blackwood, 2009). En el presente estudio se obtuvo intervalos de confianza para leucocitos (6,3 a  $10 \times 10^9/L$ ), neutrófilos (31,1 a 55,4%), linfocitos (35,6 a 63,6%), monocitos (3,3 a 9,6%) y eosinófilos (0 a 1,4%). Al examinar individualmente la serie blanca de los monos ardilla de Ecuador, se observó que tres animales presentan neutrofilia y linfopenia, lo que sugiere que estos animales presentaban inflamación aguda, infección viral o bacteriana por disminución de las defensas. El incremento de los neutrófilos puede ser por presencia de inflamaciones agudas, corticoterapia, hiperadrenocortisismo, ejercicio, estrés o miedo al momento de tomar la muestra sanguínea o durante la anestesia (Núñez y Bouda, 2007). La linfopenia se puede encontrar como resultado de corticoides endógenos o exógenos que causan una desviación de los linfocitos de la circulación y linfocitosis, es habitual encontrar en animales con estrés pero también puede ocurrir como resultado de la migración de linfocitos a un sitio inflamado y en infecciones virales (Fidalgo *et al*, 2003; Villiers y Blackwood, 2009).

Además se observó un mono ardilla que presentó linfopenia junto con monocitosis. Como ya se mencionó la linfopenia se puede observar en inflamación o infección. Igualmente, la monocitosis está asociada con inflamación crónica pero se puede observar en inflamación aguda, también se puede presentar en animales que presentan estrés pero no siempre (Villiers y Blackwood, 2009).

Otro hallazgo en la serie blanca de los monos ardilla de Ecuador fueron dos animales que presentaron neutropenia junto con linfocitosis. Según Loomis *et al*, 1980 citado en Ribeiro *et al*, 2004, el estrés agudo se caracteriza por incremento en hematocrito, proteínas totales, linfocitosis y neutrofilia. Igualmente, Villiers y Blackwood, 2009 indican que la linfocitosis puede ser causada por la liberación de

adrenalina, también se puede presentar en animales jóvenes, vacunaciones, focejeo e infecciones.

En el presente trabajo, un mono ardilla presentó neutrofilia y linfopenia junto con eosinofilia. Este incremento en los eosinófilos puede ser por una reacción de hipersensibilidad, infestación parasitaria o degradación tisular (Núñez y Bouda, 2007; Welsch y Sobotta, 2008).

Finalmente, se puede mencionar que algunos de los animales estuvieron fuera de los intervalos de confianza, lo cual puede ser por inflamaciones, infecciones, estrés causado por sujeción física de los animales o miedo. Se debe mencionar que algunos animales del presente estudio fueron anestesiados para la toma de muestras sanguíneas. Sin embargo, se desconoce cuál fue el anestésico empleado y en qué animal se administró.

## Conclusiones

- Los resultados obtenidos en este estudio deben ser utilizados con discreción debido al número de muestra de los monos *Saimiri macrodon* (n=10).
- Se debe considerar que el estrés puede influenciar los valores de algunos parámetros evaluados. En el presente estudio, se observó que algunos animales presentaron estrés, el cual está reflejado como linfocitosis, monocitosis y neutrofilia o neutropenia dependiendo de la respuesta del animal. Por lo tanto, se recomienda manejar adecuadamente a un paciente, pues el manejo forzado causará estrés en el animal afectando los valores hematológicos.

- Se observó la presencia de animales que presentaron anemia y deshidratación, los cuales alteraron los parámetros hematológicos evaluados.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ausman, L., Gallina, D., Hayes, K., Hegsted, D. (1976). Hematological development of the infant squirrel monkey (*Saimiri Sciureus*). *Folia primatol.*, 26, 292-300.
- Brady, A. (2000). Research Techniques for the squirrel monkey (*Saimiri* sp.). *Institute for Laboratory Animal Research Journal*, 41(1), 10-18.
- Boubli, J., Rylands, A., Torre, S. & Stevenson, P. (2008). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Recuperado de <http://www.iucnredlist.org/details/41537/0>
- Fidalgo, L., Rejas, J., Ruiz, R., Ramos, J. (2003). *Patología Médica Veterinaria: libro de texto para la docencia de la asignatura*. España: Universidad de León - Universidad de Santiago de Compostela - Universidad de Zaragoza.
- Fuentes, X., Castiñeiras, M., Queraltó, J. (1998). *Bioquímica clínica y Patología molecular*. 2ª ed. Barcelona: Editorial Reverté.
- Giger, U. (2010). *Point-Of-Care Hematological Diagnostics and the Practice Laboratory*. 35th World Small Animal Veterinary Congress WSAVA 2010. Recuperado de <http://www.ivis.org/proceedings/wsava/2010/c27.pdf>
- International Species Information System - ISIS. (2002). *Saimiri Sciureus common squirrel monkey*. Recuperado de <http://www.isis.org>
- Kakoma, I., James, M., Jackson, W., Bennett, G., Ristic, N. (1985). Hematologic values of normal bolivian squirrel monkeys (*Saimiri Sciureus*): A comparison between wild-caught and laboratory-bred male animals. *Folia primatol.*, 44, 102-107.
- Matsuzawa, T., Nagai, Y. (1994). Comparative haematological and plasma chemistry values in purpose-bred squirrel, *Cynomolgus* and Rhesus monkeys. *Comparative Haematology International*, 4, 43-48.
- Merí Vived, A. (2005). *Fundamentos de fisiología de la actividad física y el deporte*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Noboa, K. (2014). *Ecuador: Tráfico de vida silvestre en cifras. I Simposio Nacional de Tráfico de Vida Silvestre*. Quito: Ministerio del Ambiente. Recuperado de <http://sib.ambiente.gob.ec/file/Memoria%20I%20Simposio%20Nacional%20de%20Tráfico%20de%20Vida%20Silvestre.pdf>
- Núñez, L., Bouda, J. (2007). *Patología Clínica Veterinaria*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

- Ribeiro, M., Torres, C., Ferreira da Silva, V., Moraes, E., Brück, M., Pereira, M., Cabello, P. & Gagliardi, J. (2004). Biologic data of *Macaca mulata*, *Macaca fascicularis*, and *Saimiri sciureus* used for research at the Fiocruz Primate Center. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 99(6), 581-589.
- Rodak, B. (2004). *Hematología, fundamentos y aplicaciones clínicas*. 2ª ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Ruiz-Arquëlles, G. (2009). *Fundamentos de hematología*. 4ª ed. México: Editorial Médica Panamericana.
- Tirira, D. (Ed.). (2011). *Libro rojo de los mamíferos del Ecuador*. Quito: Fundación Mamíferos del Ecuador, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- Villiers, E., Blackwood, L. (Eds.). (2009). *Manual de diagnóstico de laboratorio en pequeños animales*. 2ª ed. Barcelona: Ediciones S.
- Welsch, U., Sobotta, J. (2008). *Histología*. 2ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana.