

## Evaluación de parámetros sanguíneos en tití gris (*Saguinus leucopus* Günther 1876) mediante equipo de medición portátil por potencial eléctrico\*

Iván A. Romero-Mesa<sup>1</sup>, Edwin F. Buriticá<sup>2</sup>, Fabián E. Castañeda-Herrera<sup>3</sup>, Diego F. Echeverry<sup>4</sup>

### Resumen

*Saguinus leucopus* es un primate neotropical endémico de Colombia, en peligro de extinción y del cual existen pocas publicaciones en el área médica, siendo éstas necesarias para su correcto manejo clínico. El objetivo del presente estudio fue evaluar los valores de hemoglobina, creatinina, nitrógeno ureico sanguíneo, calcio iónico, sodio, potasio, cloro, glucosa, dióxido de carbono total y brecha aniónica en 31 animales cautivos de la especie *S. leucopus*, utilizando un equipo de medición por potencial eléctrico (I-Stat Analyzer – CHEM8+, Abbott, USA). Los valores obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva. La distribución normal de los datos fue verificada por medio de la prueba Shapiro Wilk, y la diferencia entre grupos fue realizada mediante la prueba t-student para las variables paramétricas, y la de prueba Mann Whitney (U test) para las variables no paramétricas. Fueron halladas diferencias estadísticas en la hemoglobina y el hematocrito, siendo estos mayores en machos (hto:  $49 \pm 3,634$ ; hb:  $16,7 \pm 1,228$ ) que en hembras (hto:  $44,5 \pm 4,523$ ; hb:  $15,15 \pm 1,55$ ). Estas diferencias pueden estar asociadas a la acción de las hormonas ligadas al sexo en los individuos de esta especie. Para los demás análisis no se encontraron diferencias estadísticas. Este estudio da una nueva herramienta para la aproximación clínica del paciente de *S. leucopus* en caso de urgencias clínicas, además de reportar por primera vez para la especie parámetros bioquímicos como el dióxido de carbono total, brecha aniónica y calcio iónico, aumentando el conocimiento fisiológico de la especie, encontrando diferencias entre machos y hembras para los valores de hematocrito y hemoglobina, los cuales no habían sido reportados anteriormente en ninguna especie de la subfamilia Callitrichinae.

**Palabras Clave:** bioquímica sanguínea; Callitrichinae; hematología; primate neotropical; valores de referencia.

\*FR: 8-VIII-2020. FA: 4-III-2021.

<sup>1</sup>Médico Veterinario Zootecnista. Comunidad Inti Wars Yassi, Cochabamba, Bolivia. Universidad del Tolima, Ibagué, Tolima, Colombia. E-mail: iaromeromesa@gmail.com.

 orcid.org/0000-0003-0717-6132

<sup>2</sup>Médico Veterinario Zootecnista, Esp. Docencia universitaria, Clínica médica de pequeñas especies, MSc. Ciencias Veterinarias, Grupo de investigación en Medicina y Cirugía de Pequeños Animales. Universidad del Tolima, Ibagué, Tolima, Colombia. E-mail: efburiticag@ut.edu.co.

 orcid.org/0000-0002-7979-4135 **Google Scholar**

<sup>3</sup>Médico Veterinario Zootecnista, MSc. Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá, facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, departamento de salud animal, Colombia. E-mail: fcastaneda@unal.edu.co.

 orcid.org/0000-0002-6824-4728 **Google Scholar**

<sup>4</sup>Médico Veterinario Zootecnista, Esp. Docencia universitaria, PhD Ciencias Veterinarias, Grupo de investigación en Medicina y Cirugía de Pequeños Animales. Universidad del Tolima, Ibagué, Tolima, Colombia. E-mail: institucional.decheverry@ut.edu.co.

 orcid.org/0000-0003-2005-5116 **Google Scholar**



### CÓMO CITAR:

Romero-Mesa, I. A., Buriticá, E. F., Castañeda-Herrera, F. E. Y Echeverry, D. F. (2021). Evaluación de parámetros sanguíneos en tití gris (*Saguinus leucopus* Günther 1876) mediante equipo de medición portátil por potencial eléctrico. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 25(2): 69-77. <https://doi.org/10.17151/bccm.2021.25.2.5>



## Evaluation of blood parameters in white-footed tamarin (*Saguinus leucopus* Günther 1876) by means of portable potential measuring equipment

### Abstract

*Saguinus leucopus* is a neotropical primate endemic of Colombia, in danger of extinction and of which there are few publications in the medical area, which are necessary for its correct clinical management. The objective of this study was to evaluate the values of hemoglobin, creatinine, blood urea nitrogen, ionic calcium, sodium, potassium, chlorine, glucose, total carbon dioxide and anion gap in 31 captive animals of the species *S. leucopus* using an Electrical Potential Measurement equipment (I-Stat Analyzer - CHEM8 +, Abbott, USA). The values obtained were analyzed using descriptive statistics. The normal distribution of the data was verified using the Shapiro Wilk test and the difference between groups was made using the t-student test for parametric variables and the Mann Whitney test (U test), for the non-parametric variables. Statistical differences were found for hemoglobin and hematocrit values, these being higher in males (hto:  $49 \pm 3.634$ ; hb:  $16.7 \pm 1.228$ ) than in females (hto:  $44.5 \pm 4.523$ ; hb:  $15.15 \pm 1.55$ ). These differences may be associated with the action of hormones linked to sex in individuals of this species. For the other analysis, no statistical differences were found. This study provides a new tool for the clinical approach of the *S. leucopus* patient in case of clinical emergencies, in addition to reporting for the first time for the species biochemical parameters such as total carbon dioxide, anionic gap and ionic calcium, which increases the physiological knowledge of the species, finding differences between males and females for hematocrit and hemoglobin values, which had not previously been reported in any species of Callitrichinae.

**Key words:** blood biochemistry; Callitrichinae; haematology; neotropical primates; reference values.

### Introducción

*Saguinus leucopus* es una especie declarada en peligro de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Su distribución natural es la más reducida de todo el género *Saguinus* (Deffler, 2010), viéndose este reducido debido a las actividades humanas (Rodríguez et al., 2020). Otra amenaza que afecta las poblaciones naturales de *S. leucopus* es el tráfico ilegal de fauna silvestre (Fox et al., 2008), lo cual ocasiona el aumento del arribo de individuos de *S. leucopus* a los centros de atención y valoración de fauna silvestre y a los zoológicos, lo que se relaciona directamente con episodios de estrés agudo y crónico, generando, así, mayores tasas de morbilidad y mortalidad debido a los procesos de captura, transporte y comercialización ilegal de esta especie (Fox et al., 2008; Deffler, 2010).

Los parámetros sanguíneos son comúnmente usados en la aproximación diagnóstica de pacientes enfermos, siendo útiles la hemoglobina (Hb) y el hematocrito (Htco) para medir tanto el nivel de hidratación, como los tipos de ictericia y/o hemolisis del paciente. La brecha aniónica ayuda a diferenciar las causas de acidosis metabólica y puede contribuir a aclarar los trastornos acido-base, así como el dióxido de carbono total puede verse afectado en procesos sistémicos graves (Willard, 2004). El nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) y la creatinina, se ven afectados en el curso de enfermedades renales, las cuales ponen en peligro potencial la vida del animal. De ahí data la importancia diagnóstica de obtener y contar con los valores de referencia para los distintos indicadores hematológicos y de bioquímica sanguínea para compararlos con los obtenidos en animales enfermos.

Han sido publicados trabajos en *S. leucopus*, como el realizado por Fox et al. (2008), en el cual se reportan valores de hematología y bioquímica sanguínea en individuos en cautiverio ubicados en la ciudad de Bogotá Colombia y en el Zoológico de Santa Cruz, en san Antonio del Tequendama. Castañeda et al. (2013), realizaron un estudio de bioquímica sanguínea de la especie, usando el método espectrofotométrico. Los mismos autores publican posteriormente un estudio hematológico en individuos en cautiverio utilizando un equipo de impedancia electrónica (Castañeda et al., 2015). Acevedo-Garcés et al. (2014), reportaron valores hematológicos y de bioquímica sanguínea en individuos que se encontraban en vida libre en el municipio de San Rafael del departamento de Antioquia.

Por otra parte, al ser *S. leucopus* una especie de tamaño relativamente pequeño en la cual los individuos adultos tienen un peso de alrededor 500 gramos (Fox et al., 2008), el uso de nuevas herramientas diagnósticas -como los equipos de medición portátil por potencial eléctrico- son una opción válida debido a que requieren una menor cantidad de volumen sanguíneo para obtener una gran variedad de análisis, característica importante en animales de fauna silvestre de pequeños tamaños, donde se puede dificultar el obtener grandes volúmenes sanguíneos (Paula et al., 2008., Castañeda et al., 2012). Estos dispositivos son de tipo electromecánico y están controlados por un microprocesador, el cual mide señales eléctricas generadas por los sensores usados con el fin de calcular las concentraciones de las sustancias analizadas y utilizando las señales eléctricas generadas, comunicando los resultados en valores numéricos.

El objetivo del presente trabajo fue establecer algunos parámetros hematológicos y de bioquímica sanguínea de una muestra de individuos clínicamente sanos de *S. leucopus*, ubicados en cautiverio entre los 289 - 323 msnm, (altitud encontrada dentro del rango altitudinal de distribución natural de la especie), mediante el uso de un equipo de medición portátil por potencial eléctrico, y evaluar si existe o no relación con el sexo.

## Metodología

El presente estudio se realizó mediante muestreo de la población de animales cautivos de *S. leucopus*, en dos lugares diferentes: el zoológico de CAFAM, ubicado en el municipio de Melgar-Tolima, a una altitud de 323 msnm, donde se muestrearon 19 animales; y el zoológico de Piscilago-Colsubsidio, ubicado en el municipio de Girardot, Cundinamarca, a una altitud de 289 msnm, en donde se muestrearon 12 animales. Esto da un total de 31 *S. leucopus* muestreados. Ambos lugares presentaban 28° C de temperatura promedio, una humedad relativa promedio de 59%, y una presión barométrica de aproximadamente 757 mmHg. En ambos lugares, los animales muestreados eran mantenidos en dos ubicaciones diferentes, tanto en jaulas aisladas dispuestas con fines reproductivos, como en las jaulas dispuestas para exhibición al público. Igualmente, eran alimentados con una dieta similar, suministrada *ad libitum*, la cual se constituía de: banano (*Musa paradisiaca*), uva roja (*Vitis sp.*), mazorca (*Zea mays*), papaya (*Cariaca papaya*), granadilla (*Passiflora ligularis*), cacahuate (*Arachis hypogaea*), pollo, durazno (*Prunus pérsica*), semillas de girasol (*Heliantus annus*), torta nutricional (compuesta de verduras, frutas de temporada, suplemento mineral y azúcar), y pera (*Pyrus sp.*).

Los criterios de inclusión tenidos en cuenta para la selección de la muestra fueron los siguientes: animales clínicamente sanos; sin evidencias de enfermedad alguna en los últimos tres meses de acuerdo con las historias clínicas de las instituciones; que no estuvieran en tratamiento con antimicrobianos o glucocorticoides; hembras que no se encontraran preñadas o con crías lactantes. Todos los animales muestreados se consideraron adultos de acuerdo a los criterios dados por Yamamoto y Box (1997) para la especie *C. jacchus*, debido a la imposibilidad de encontrar referencias para *S. leucopus*. Una vez seleccionados los animales a muestrear, se dejaron en ayuno de aproximadamente 12 horas. Para la toma de las muestras, se procedió primero a la restricción física mediante el uso de jaulas trampa, redes y guantes de carnaza, la cual fue realizada por los operarios correspondientes en cada institución. Una vez hecha la restricción física, se realizó un pesaje estimado con el animal dentro de la red, usando gramera digital. Posteriormente, se procedió a la restricción química mediante la administración intramuscular de clorhidrato de ketamina a posología de 10 mg/kg. Una vez anestesiados los animales, se les tomó el peso nuevamente en gramera digital con el fin de obtener su peso exacto. Luego se llenó la historia clínica individual anotando la reseña, midiendo constantes fisiológicas y realizando un examen clínico por sistemas. Consecutivamente, se procedió a la toma de la muestra de sanguínea mediante el uso de jeringa de 3 ml, con embolo de caucho y aguja de calibre 23 por 1 pulgada. El procedimiento de la toma de muestra se realizó de la vena femoral izquierda, la cual se ubica en el triángulo femoral, con previa desinfección de la zona con tres pases de alcohol y tres pases de solución yodada. Una vez tomada la muestra se procedió a su análisis mediante el equipo de medición portátil por potencial eléctrico i-STAT Analyser (*Abbott*, USA) usando el cartucho CHEM 8+, el cual realiza el análisis de: hematocrito (Htco), hemoglobina (Hb), nitrógeno ureico sanguíneo (NUS),

creatinina, sodio (Na), potasio (K), cloruro (Cl), calcio iónico (Cai), brecha aniónica y dióxido de carbono total (TCO<sub>2</sub>).

Los datos obtenidos fueron analizados usando estadística descriptiva, como medidas de tendencia central, de dispersión y la prueba de normalidad de Shapiro Wilk. Posteriormente, se procedió a la búsqueda de diferencias estadísticas entre los subgrupos formados (machos vs hembras) mediante la prueba de t-student para las variables de distribución paramétrica, y la prueba de Mann Whitney (U-test) para las variables de distribución no paramétricas. Fue utilizado el programa estadístico GraphPad Prism 6.0 (® GraphPad Software, CA, USA).

## Resultados y discusión

Se reportan por primera vez para la especie, valores de TCO<sub>2</sub>, brecha aniónica y Cai, así como diferencias estadísticas en los valores eritrocitarios entre machos y hembras. Los resultados obtenidos pueden observarse en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Estadística descriptiva para valores de hematología y bioquímica sanguínea de 31 *S. leucopus* en cautiverio

Parámetro	n	Media	De	IC 95%	Mediana	per 25%	per 75%	Min	Máx	Distribución
<b>Peso</b>	30	489,7	132,4	440,3 - 539,2	531	393,8	598,8	210	665	Paramétrica
<b>Hto</b>	27	46,59	4,405	44,85 - 48,34	47	43	50	38	52	No Paramétrica
<b>Hb</b>	27	15,84	1,499	15,25 - 16,44	16	14,6	17	12,9	17,7	No Paramétrica
<b>NUS</b>	27	9,22	4,29	7,52 - 10,92	9	6	13	3	18	Paramétrica
<b>Creat</b>	28	0,45	0,1106	0,4071 - 0,4929	0,5	0,325	0,5	0,3	0,6	No Paramétrica
<b>Ca i</b>	28	1,143	0,05525	1,122 - 1,165	1,15	1,098	1,188	1,04	1,23	Paramétrica
<b>Na</b>	30	150,4	4,383	148,8 - 152	150	148,5	154	141	157	Paramétrica
<b>TCO<sub>2</sub></b>	29	25,62	2,871	24,53 - 26,71	26	23,5	28	21	30	No Paramétrica
<b>K</b>	26	3,835	0,3959	3,675 - 3,995	3,8	3,5	4,2	3,3	4,7	Paramétrica
<b>Cl</b>	29	113	7,033	110,4 - 115,7	111	107,5	117	106	131	No Paramétrica
<b>Gluc</b>	27	179,5	62,69	154,7 - 204,3	165	134	210	98	332	No Paramétrica
<b>An GAP</b>	28	19,54	7,188	16,75 - 22,32	22	15	24	-1	28	No Paramétrica

**Nota:** Hto: hematocrito; hb: hemoglobina; NUS: nitrógeno ureico sanguíneo; creat: creatinina; Ca i: calcio ionico; Na: sodio; TCo2: dióxido de carbono total; K: potasio; Cl: cloro; Gluc: glucosa; Anión GAP: Brecha Anionica. DE: desviación estándar. PER: percentil. MIN: Valor mínimo encontrado. MÁX: valor máximo encontrado.  
Fuente: elaboración propia.

Respecto a las demás publicaciones, fueron encontradas diferencias en los valores del Htco ( $46,59 \pm DE 4,4$ ) y la Hb ( $15,84 \pm DE 1,49$ ) siendo los valores encontrados más altos que los reportados en otros estudios anteriores para la especie (Acevedo-Garcés et al., 2014; Castañeda et al., 2015), debiéndose estas diferencias -probablemente- tanto al periodo de ayuno de comida sólida y agua al que fueron sometidos los animales, como a la temperatura medioambiental al momento del muestreo, lo cual pudo ser causa de cierto grado de deshidratación, llevando a una hemoconcentración causada por el bajo contenido de líquido presente en sangre, lo cual genera que se vea aumentada la relación entre el plasma y el número de células sanguíneas, como se reporta en especies domesticas (Ettinger & Feldman, 2004). En contraste, se encontraron valores más bajos en comparación con el trabajo realizado por Fox et al. (2008), trabajo realizado en un rango altitudinal superior (1600-2600 msnm), por lo que puede afirmarse que el aumento en los parámetros eritrocitarios en el trabajo de Fox et al. (2008), respecto al presente estudio, se relacionan a una respuesta fisiológica del organismo animal a la elevación de la altitud sobre el nivel del mar, debido a la disminución de la presión de oxígeno, siendo una relación directamente proporcional donde a mayor altitud, mayores serán dichos valores (Willard & Tvedten, 2004; Ettinger & Feldman, 2004).

Uno de los hallazgos más sobresalientes del presente estudio, fueron las diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ) obtenidas entre machos y hembras para el hematocrito y la hemoglobina (machos hto:  $49 \pm$  de  $3,634$  hb:  $16,7 \pm DE 1,228$  vs hembras: hto:  $44,5 \pm DE 4,523$  hb:  $15,15 \pm DE 1,55$ ) donde se encontraron niveles más altos en los valores para estos parámetros en machos; resultados que contrastan con los estudios anteriormente realizados para esta especie y otras de la subfamilia Callitrichinae (Fox et al., 2008; Keuhnel et al., 2012; Acevedo-Garcés et al., 2014; Oliveira et al., 2014; Castañeda et al., 2015), en las cuales no se encontraron diferencias en estos parámetros ligadas al sexo. Esto podría relacionarse a una mayor cantidad de hembras en estado reproductivo activo, debido a la finalidad de reproducción en cautiverio de los animales muestreados. Esto si se compara con los estudios previos, ya que generalmente en poblaciones naturales de *S. leucopus*, la hembra dominante inhibe -mediante estrés hormonal y etológico- a las demás hembras de la tropa, disminuyendo así el ciclo de los estrógenos y evitando que se produzca la reducción de la hematopoyesis, mientras que en los machos es conocido que la testosterona presenta una acción eritropoyética, produciendo un aumento en la línea celular roja, acción contraria a la presentada por los estrógenos los cuales reducen la eritropoyesis (Núñez et al., 2008)

Al evitarse, mediante el manejo de los lugares de muestreo, la inhibición de los estros de las hembras muestreadas debido a su fin reproductivo, estas presentarían líneas celulares rojas más bajas respecto a los machos, debido a la presencia de los ciclos estrales y la subsecuente acción estrogénica ya descrita, mientras que en los estudios previos sí podría haberse encontrado dicha supresión hormonal de los ciclos, por lo que estas diferencias no se manifestaban estadísticamente.

Al comparar los valores para el NUS, encontramos niveles de NUS ( $9,22 \pm DE 4,29$ ) más bajos en comparación con el estudio de Acevedo-Garcés et al. (2014), lo que puede relacionarse a la condición de vida libre de los individuos utilizados por Acevedo-Garcés et al. (2014), lo cual no podía garantizar el ayuno previo al muestreo, lo que pudo influir en los valores encontrados para este valor por dichos autores. La cantidad de proteína en la dieta y los distintos tiempos de ayuno, son factores comprobados que pueden influir en los valores del NUS en humanos (Martinuzzi et al., 2011). Respecto a los otros estudios realizados en la especie, los valores fueron similares (Fox et al., 2008; Castañeda et al., 2013).

Los niveles de séricos de creatinina ( $0,45 \pm DE 0,11$ ) encontrados fueron más bajos que los reportados por Castañeda et al. (2013) y Acevedo-Garcés et al. (2014), diferencia que podría ser explicada debido a una mayor actividad física de los primates muestreados en los reportes mencionados, reportando Castañeda et al. (2013), en su estudio, niveles de ejercicio intenso y estrés en el proceso de restricción física, y Acevedo-Garcés et al. (2014), la captura de individuos en libertad para su muestreo, lo que generaría niveles mayores de estrés a los individuos en cautiverio. La creatina quinasa (enzima precursora de la creatinina), es una enzima que se encuentra en músculo liso, estriado y estriado cardiaco, que se libera en respuesta de daño celular y necrosis, por lo que traumas musculares causados por esfuerzo físico aumentado, debido a la captura o a la inyección intramuscular de algún fármaco, podrían aumentar esta enzima y consecuentemente la creatinina, sin ser esto evidencia de daño renal (Fox et al., 2008).

La glucosa es un sustrato energético de importancia en muchos tejidos, radicando ahí su importancia clínica. En comparación con los valores reportados para este parámetro, en este estudio se encontraron valores más elevados que los reportados (Fox et al., 2008; Castañeda et al., 2013), pudiendo ser esto explicado a una respuesta propia al estrés, causado por el muestreo en los animales del presente estudio, o bien a una hiperglucemia transitoria debido a la movilización de glucógeno hepático como respuesta al periodo de ayuno, respuesta hepática bien conocida en especies de animales domésticos (Ettinger & Feldman, 2004).

Los electrolitos como el Na, el K y el Cl comparados con el estudio de Fox et al. (2008) fueron similares para el Na y el K, encontrando valores más altos para el Cl.

Es conocido que los niveles de Cl y Na, en condiciones de enfermedad, se encuentran estrechamente relacionados. La alteración de los niveles de uno de estos conlleva a la alteración del otro (Fox et al., 2008). Dado que para el presente estudio los valores del Na se encontraron en niveles normales, las diferencias en el Cl pueden deberse a la presencia de algún grado de alcalosis respiratoria debido al aumento de la frecuencia respiratoria al momento de la manipulación para la toma de muestras, siendo la alcalosis respiratoria una causa común de hipercloremia transitoria a causa de una hipocapnia en el fluido extracelular, la cual produce una inmediata disminución de la concentración de dióxido de carbono en el fluido intracelular, resultando en la transferencia de iones cloro desde el fluido intracelular hacia el compartimento extracelular (Yeste & Carrascosa, 2011).

Dentro de los nuevos reportes que se realizaron en el presente estudio están el TCO<sub>2</sub> y el Cai, los cuales fueron comparados en estudios realizados en humanos (Sainz-Menéndez, 2006; Yeste & Carrascosa, 2011) encontrando valores similares entre *S. leucopus* y humanos para este parámetro, pudiendo indicar similitudes fisiológicas entre estas dos especies. Estos parámetros son útiles para detectar desequilibrios de tipo acido-base y electrolítico en el caso del TCO<sub>2</sub> y enfermedades de tipo gastrointestinal y renal en el caso del Cai.

La brecha aniónica es útil para la determinación de acidosis metabólica. Al comparar el valor encontrado con estudios realizados en humanos, se encontraron diferencias que pueden estar relacionadas a los prolongados periodos de ayuno al momento de la realización del presente estudio, los cuales alteran el pH sanguíneo debido a la eliminación de bicarbonato mediante la orina (Prieto de Paula et al., 2012), estando también relacionados con la actividad física realizada por los especímenes muestreados en este estudio durante la restricción física. No se descarta que estas diferencias se relacionen con que los estudios fueron realizados en especies diferentes y no a la presencia de alteraciones electrolíticas de los individuos muestreados, dando este estudio una primera referencia para la medición de la brecha aniónica en *S. leucopus*.

## Conclusiones

Se reportan en el presente estudio nuevos parámetros bioquímicos como lo son el TCO<sub>2</sub>, la brecha aniónica y el Cai para la especie *S. leucopus*, así como por primera vez se reportan diferencias estadísticas en el Htco y la Hb entre machos y hembras de la especie, diferencias no reportadas en estudios anteriores en ninguna especie de primates de la subfamilia Callitrichinae. De otra parte, no fueron encontradas diferencias estadísticas entre machos y hembras en los demás parámetros analizados. Estos parámetros obtenidos son importantes en la medida

que sean usados dentro de bases de datos de trabajo en la especie *S. leucopus* en el campo de la Medicina Veterinaria, enfocada a realizar un diagnóstico más certero de los individuos enfermos, y en el establecimiento de protocolos anestésicos seguros, con el fin de establecer protocolos terapéuticos más efectivos, todo en pro de la conservación de la especie.

## Referencias bibliográficas

- Acevedo-Garcés, Y., Álvarez-Cardona, J., Vargas-Valencia, V. & Hernández-Castro, C. (2014). Valoración clínica y parasitológica del tití gris (Primates: Cebidae: *Saguinus leucopus*) en dos poblaciones naturales presentes en San Carlos y San Rafael (Antioquia, Colombia). *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 9(1), 68-83. <https://doi.org/10.21615/2992>
- Sainz-Menéndez, B. (2006). Alteraciones del equilibrio ácido básico. *Rev. Cubana Cir.*, 45(1). <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=37674>
- Castañeda, F., Buriticá, E. & Cruz, L. (2012). Valores de referencia para hematocrito, hemoglobina, glucosa y electrolitos de la lora común Amazona ochrocephala (Gmelin, 1788) cautivos en Ibagué. *Orinoquia*, 16(2), 67-77. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0121-37092012000200008&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0121-37092012000200008&lng=es&nrm=iso)
- Castañeda, F., Buriticá, E. & Echeverry, D. (2013). Parámetros de la bioquímica sanguínea del tití gris (*Saguinus leucopus* - GÜNTHER 1876) en cautiverio en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 6(1), 51-58.
- Castañeda, F., Buriticá, E., Echeverry, D. & Orjuela, D. (2015). Evaluación de los parámetros hematológicos del tití gris (*Saguinus leucopus* GÜNTHER 1876) en cautiverio y su relación con la edad y el sexo. *Veterinaria y Zootecnia*, 9(1), 34-48.
- Defler, T. R. (2010). *Primates of Colombia*. Bogotá, Colombia: Conservation International.
- Erttinger, S. J. & Feldman, E. C. (2004). *Tratado de medicina interna veterinaria* (5ta ed.). Madrid, España: Elsevier.
- Fox, M., Brieva, C., Moreno, C., Macwilliams, P. & Thomas, C. (2008). Hematologic and serum biochemistry reference values in wild-caught white-footed tamarins (*Saguinus leucopus*) housed in captivity. *J Zoo Wildl Med.*, 39(4), 548-557. <https://doi.org/10.1638/2007-0079.1>
- Keuhnel, F., Grohmann, J., Buchwald, U., Koeller, G., Teupser, D. & Einspanier, A. (2012). Parameters of haematology, clinical chemistry and lipid metabolism in the common marmoset and alterations under stress conditions. *J Med Primatol.*, 41(4), 241-250. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0684.2012.00550.x>
- Martinuzzi, A., Alcántara, S., Corbal, A., Di Leo, M., Guillot, A., Palaoro, A., Farraresi-Zarranz, E., Feller, C. & Santana-Porven, S. (2011). Nitrógeno ureico urinario como indicador del metabolismo proteico en el paciente crítico. *Rev Cubana Aliment Nutr.*, 21(2), 224-235.
- Morales-Jiménez, A. L., Link, A. & Stevenson, P. (2008). *Saguinus leucopus*. *The IUCN red list of threatened species*. <http://www.iucnredlist.org/details/19819/0>
- Núñez, H., Araya, M., Cisternas-Arredondo, M., Méndez, M., Pizarro, F., Ortiz, A. & Ortiz, R. (2008). Blood biochemical indicators in Young and adult *Cebus apella* of both sexes. *J Med Primatol.*, 37(1), 12-17. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0684.2007.00215.x>
- Oliveira, I., Rodrigues, F., Franco, L., Oliveira, A., Carretta, A., Dornelas, V., De Paula, T. & Boere, V. (2014). Hematology and blood biochemistry in wild hybrid marmosets from the Atlantic Forest, Brazil. *Cien Rural.*, 44(9), 1596-1602. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20120822>
- Paula, V., Fantoni, D., Otsuki, D. & Ouler, J. (2008). Blood gas and electrolyte values for non-anesthetized amazon parrots (*Amazona festiva*). *Pesq Vet Bras.*, 28(2), 108-112. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2008000200003>
- Prieto De Paula, J. M., Franco, S., Mayor, E., Palomino, J. & Prieto De Paula, J. F. (2012). Alteraciones del equilibrio ácido-base. *Dialisis y trasplante.*, 33(1): 25-30. [https://www.sedyt.org/revistas/2012\\_33\\_1/eab.pdf](https://www.sedyt.org/revistas/2012_33_1/eab.pdf)
- Willard, M. D. & Tvedten, H. (2004). *Diagnóstico clínico-patológico practico en los pequeños animales* (4ta ed.). Buenos Aires – Argentina: Interamericana.
- Yamamoto, M. E. & Box, H. O. (1997). The role of non – reproductive helpers in infant care in captive *Callithrix jacchus*. *Ethology*, 103(9), 760–771.
- Yeste, D. & Carrascosa, A. (2011). Patología de Metabolismo de Calcio. Servicio de Endocrinología Pediátrica Hospital Materno-infantil Vall d'Hebron. *Protoc Diagn Ter Pediatr.*, 1, 177-192.