

Parámetros de la bioquímica sanguínea del tití gris (*Saguinus leucopus* - Gunther 1876) en cautiverio en Colombia

Establishment of some blood biochemistry parameters of white-footed tamarin (*Saguinus leucopus* - Gunther 1876) under captivity in Colombia

Fabián Castañeda¹, MVZ; Edwin Buriticá¹, M. Sc.; Diego Echeverry¹, Ph. D.

Resumen

El tití gris *Saguinus leucopus* es una especie de primate neotropical endémico de Colombia, vulnerable a la extinción y del cual se conoce poco acerca de su bioquímica sanguínea. El objetivo del presente estudio fue determinar los valores de glicemia, proteínas plasmáticas totales, fosfatasa alcalina sérica, alanina aminotransferasa, creatinina y nitrógeno ureico sanguíneo de *S. leucopus* (n = 37) alojados ex situ y provenientes en 4 poblaciones diferentes en Colombia en búsqueda de valores de referencia para esta especie. Los valores fueron analizados mediante estadística descriptiva y la prueba de Mann Whitney-U test ($\alpha = 0,05$). Se encontraron diferencias muy significativas ($p < 0,01$) en los valores de glicemia y proteínas plasmáticas totales, las cuales fueron mayores en el grupo de adultos comparado con el de juveniles, mientras que los valores del nitrógeno ureico sanguíneo fueron significativamente altos en los juveniles. No hubo diferencia en los parámetros medidos con relación al sexo. Los valores establecidos pueden tomarse como de referencia para *S. leucopus* clínicamente sanos en condiciones de cautiverio.

Palabras clave: neotropical, primate endémico, rangos de referencia.

Abstract

The white footed tamarin *Saguinus leucopus* is a species of neotropical primate endemic to Colombia, vulnerable to extinction and of which little is known about its blood chemistry. The aim of this study was to determine the blood levels of glycemia, total plasma protein, serum alkaline phosphatase, alanine aminotransferase, creatinine and blood urea nitrogen of *S. leucopus* (n=37) housed ex-situ from four different locations in Colombia in search of reference values for this species. Values were analyzed using descriptive statistics and the Mann Whitney-U test ($\alpha = 0,05$). Highly significant differences ($p < 0,01$) in blood glucose levels and total plasma proteins were found, which were higher in the adult group compared to juveniles, while blood urea nitrogen values were significantly higher in juveniles. There were no significant differences in the measured parameters in relation to sex. The values set can be taken as reference to *S. leucopus* clinically healthy and under captivity.

Keywords: neotropical, endemic primate, reference ranges.

¹ Grupo de Investigación en Medicina y Cirugía de Pequeños Animales, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad del Tolima, Ibagué, Tolima.

Recibido para publicación: Junio 21, 2013; Aceptado para publicación: Septiembre 2, 2013.

Este trabajo fue financiado por el Comité Central de Investigaciones y Desarrollo Científico de la Universidad del Tolima, código interno 100208.

Cómo citar este artículo: Castañeda F, Buriticá E, Echeverry D. Parámetros de la bioquímica sanguínea del tití gris (*Saguinus leucopus* - Gunther 1876) en cautiverio en Colombia. Revista Colombiana de Ciencia Animal 2013, 6: 51-58

Autor de correspondencia a doctor Fabián Castañeda, Clínica de Pequeños Animales, Universidad del Tolima, Ibagué, Tolima, Colombia. Teléfono de contacto: 321 486 46 04, 267 50 32. Correo electrónico: fecastanedah@ut.edu.co

El tití gris *Saguinus leucopus* es una especie de primate neotropical perteneciente a la familia Cebidae y a la subfamilia Callitrichinae endémica de Colombia (figura 1). Se distribuye entre la orilla oriental del bajo río Magdalena y el piedemonte de la cordillera Central hasta los 1500 m de altura. Se encuentra en el nordeste de Antioquia, el sur de Bolívar, Caldas y en el norte del Tolima (figura 2) (Defler, 2010).



Figura 1. Individuo adulto de *S. leucopus*. Fuente: Fabián E. Castañeda.

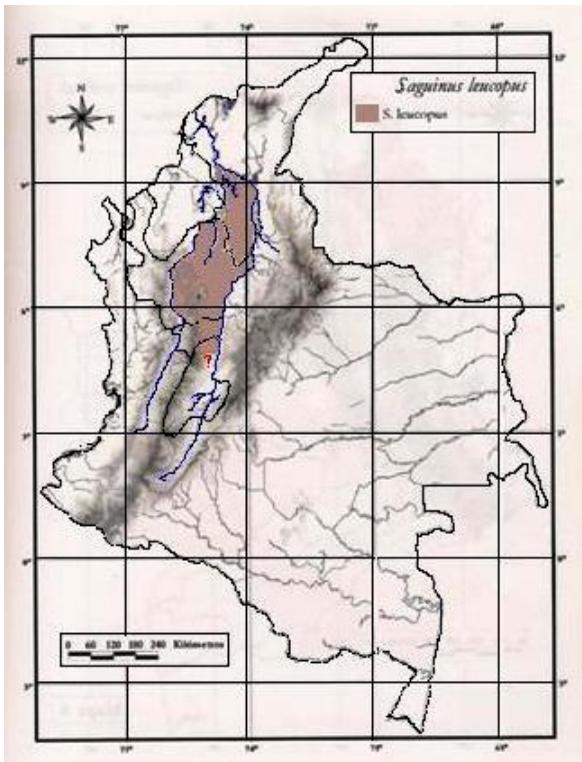


Figura 2. Distribución geográfica del *S. leucopus*. Fuente: Defler, (2010).

Esta especie se reporta en el apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Cites), y es considerado como especie vulnerable según los criterios de la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Rodríguez et al., 2006; Defler, 2010). Lo anterior debido al tráfico ilegal en el mercado de mascotas, a la destrucción de su hábitat natural a causa de las actividades de colonización, aumento de la frontera agropecuaria y construcción de obras

civiles (Cuartas-Calle, 2001; Poveda y Sanchez, 2004; Defler, 2010). Su distribución es la más limitada de todas las especies de primates de Colombia (Valle, 2004; Rodríguez et al., 2006; Defler, 2010).

S. leucopus presenta una alta mortalidad en cautiverio, la cual puede ser atribuida a lesiones y enfermedades secundarias a los procesos de captura y tráfico, efectos del estrés relacionados con el cautiverio y un pobre entendimiento de su fisiología (Fox et al., 2008).

El conocimiento de los parámetros hematológicos y bioquímicos sanguíneos es una herramienta paraclínica que permite aproximarse al estado de salud general de los animales mediante la asociación de los resultados obtenidos en dichos parámetros con la signología evidenciada en los pacientes, evaluar la respuesta a la terapia, realizar estudios de fisiología comparada (Riviello y Wirz 2001; Fox et al., 2008) y para el manejo adecuado de las colonias de primates cautivos (Havill et al., 2003; Boere et al., 2005). Los parámetros de bioquímica sanguínea han sido ampliamente descritos para especies de primates del Viejo Mundo, en contraste con la poca información disponible para los primates neotropicales (Riviello y Wirz, 2001). Para el caso de *S. leucopus* tan solo un trabajo ha sido publicado (Fox et al., 2008). Este estudio fue realizado en el departamento de Cundinamarca (Colombia) (1500–2600 msnm), donde se evaluaron los análisis de la hematología y bioquímica sanguínea de la especie. Otros estudios se limitan a la descripción de ciertos aspectos de su ecología, manejo e historia natural (Fox et al., 2008; Castañeda et al., 2010).

El objetivo de este estudio fue establecer los valores de referencia para algunos parámetros de la bioquímica sanguínea del *S. leucopus* en cautiverio, y evaluar la relación de estos parámetros con el género y la edad.

Materiales y métodos

Fueron obtenidas muestras de sangre de 37 individuos de *S. leucopus* (15 adultos machos, 18 adultos hembras, 3 juveniles machos y 1 juvenil hembra). Los *S. leucopus* muestreados en este estudio se encontraban en 4 diferentes lugares bajo distintas condiciones de manejo. Diez *S. leucopus* (5 adultos machos, 3 adultos hembras, 1 juvenil macho y 1 juvenil hembra) fueron muestreados en el Centro de Conservación ex situ de Fauna Silvestre y de Educación Ambiental Bioparque Pedagógico Comfenalco de la ciudad de Ibagué (1285 msnm, 24 °C). Estos animales eran mantenidos en 2 diferentes grupos familiares en jaulas y alimentados con banano

(*Musa paradisiaca*), mango (*Mangifera indica*), papaya (*Carica papaya*), manzana (*Malus domestica*), naranja (*Citrus cinensis*), corazones de pollo y huevos de codorniz (*Coturnix coturnica*). Ocho animales (3 machos adultos, 3 hembras adultas y 2 machos juveniles) fueron muestreados en el Zoológico de Cafam ubicado en el centro recreacional Cafam del municipio de Melgar (Tolima) (323 msnm, 28 °C), los cuales eran alojados en parejas reproductivas, solas o con sus crías en diferentes jaulas. Su dieta consistía en banano (*Musa paradisiaca*), papaya (*Carica papaya*), uvas (*Vitis sp.*) y manzanas (*Malus domestica*), además de carne de pollo, alimento balanceado para caninos, zanahoria (*Daucus carota*), papilla comercial para bebés y larvas de insectos tenebrios. Tres animales (2 hembras y 1 macho adulto) fueron muestreados en el Zoológico Piscilago, ubicado en el centro recreacional Piscilago Colsubsidio en el municipio de Girardot (Cundinamarca) (289 msnm, 28 °C), los cuales se encontraban alojados en 2 jaulas distintas, divididos en una pareja y un macho solitario. Su dieta consistía en banano (*Musa paradisiaca*), mango (*Mangifera indica*), pera (*Pirus communis*), papaya (*Carica papaya*), uvas (*Vitis sp.*) y manzanas (*Malus domestica*), además de carne de pollo y de res, alimento balanceado para caninos y larvas de insectos tenebrios. Por último, 16 animales (10 hembras y 6 machos) fueron muestreados en el Centro de Valoración y Atención de Fauna Silvestre (CAV) de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) manejado por la fundación de Servicios Educativos y Empresariales (ISEM), ubicado en el corregimiento de Potrerillos en el municipio de Palmira, Valle del Cauca (1001 msnm, 29 °C). Estos animales eran mantenidos en parejas y alojados en 8 jaulas distintas, siendo alimentados con banano (*Musa paradisiaca*), papaya (*Carica papaya*), uvas (*Vitis sp.*), manzana (*Malus domestica*), pepino (*Cucumis sativus*), pan tajado, alimento balanceado para caninos y carne de pollo. Los criterios de exclusión para este estudio fueron hembras gestantes o recién paridas, diagnosticadas mediante la técnica de palpación abdominal descrita en *Callithrix jacchus* por Mitchell y Jones (1975) y Lunn et al. (1979), animales menores de 5 meses de edad y animales enfermos. La alimentación de estos animales era suministrada 2 veces al día ad libitum, temprano en la mañana y al atardecer. Todas las jaulas estaban ubicadas al aire libre y recibían iluminación natural.

La diferenciación entre individuos adultos y juveniles se realizó empleando la referencia existente para *C. jacchus* recomendada por Yamamoto y Box (1997) quienes recomiendan clasificar como animales juveniles a los individuos que se encuentran entre los 5 y los 10 meses de edad, mientras que los animales

mayores que 11 meses pueden ser considerados como adultos.

Todos los animales eran periódicamente desparasitados con febendazol (Panacur® 10 %) e ivermectina (Quanox® 0,6 %).

Las muestras de sangre fueron obtenidas por la mañana, previo ayuno de 12 a 16 h. El protocolo para realizar el muestreo sanguíneo incluyó dos fases: restricción física y restricción química. La restricción física se desarrolló por medio del uso de redes y guantes de carnaza de acuerdo con lo descrito por Orjuela (2009), y fue realizada por los operarios de cada institución. Los animales fueron pesados dentro de la misma red, empleando para ello gramera electrónica (Silver Max SF-400). Seguidamente, se realizó la restricción química, con 20 mg/kg I.M. de clorhidrato de ketamina a 10 % (Imalgene 100®) (Petit y Gosi, 2002). Una vez anestesiados los animales, fueron nuevamente pesados para registrar el peso exacto, se realizó examen físico, se obtuvieron las constantes fisiológicas y se realizó la extracción de la muestra sanguínea, obteniendo un volumen de entre 1 y 3 ml por animal mediante venopunción femoral izquierda. Las muestras fueron obtenidas y depositadas en tubos tapa roja rotulados con separador de suero de 3 ml (BD Vacutainer® serum, Ref. 366668) y transportadas bajo refrigeración a menos de 4 °C para su análisis. La glicemia fue medida en campo inmediatamente después de tomada la muestra mediante equipo de glucometría portátil (Glucometer Elite Bayer®), las proteínas plasmáticas totales (PPT) se evaluaron empleando un refractómetro clínico (RHC-200 ATC). Las muestras fueron centrifugadas y, una vez separado el suero, refrigeradas a -20 °C en un lapso entre 1 a 10 h después de realizado el muestreo, para luego ser procesadas y analizadas. La fosfatasa alcalina sérica (FAS), alanino aminotransferasa (ALT), nitrógeno ureico sanguíneo (NUS) y la creatinina fueron analizadas en espectrofotómetro semiautomatizado (UV-VIS 2 Biomerux®). Las pruebas fueron realizadas en un laboratorio clínico veterinario privado.

Los resultados obtenidos fueron tabulados y analizados mediante estadística descriptiva (95 % de confiabilidad), y se realizaron las pruebas de significancia estadística de acuerdo con los subgrupos mediante la prueba de Mann-Whitney (U- test) a un α de 0,05, utilizando el software XLSTAT (Microsoft 2010®).

Resultados y discusión

Todos los animales incluidos en este estudio se consideraron clínicamente sanos basados en el examen clínico. Siete de las muestras tomadas no fueron suficientes para realizar los análisis, debido al escaso volumen obtenido (<1 ml) o a hemolisis.

Los resultados obtenidos para el peso y las constantes fisiológicas evaluadas (temperatura, frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria), así como los estadígrafos empleados se encuentran en las tablas 1 y 2. Los valores de las mediciones para los valores de la bioquímica sanguínea se encuentran en la tabla 3.

Tabla 1. Media, desviación estándar (DE) e intervalos de confianza (IC) para el peso de *S. leucopus* en cautiverio

Estadígrafo	Total adultos	Machos adultos	Hembras adultas	Juveniles
Media	440,77	446,80	434,73	259,25
DE	72,34	94,04	43,80	36,45
IC superior	466,64	494,39	456,90	294,94
IC inferior	414,88	399,21	412,57	223,59
n	30	15	15	4

Tabla 2. Media, desviación estándar (DE) e intervalos de confianza (IC) para las constantes fisiológicas de *S. leucopus* en cautiverio

Estadígrafo	Temperatura (°C)	Frecuencia cardiaca (Lat/min)	Frecuencia respiratoria (Resp/min)
Media	38,93	180,71	68,12
DE	0,90	17,78	17,44
IC superior	39,23	190	74
IC inferior	38,63	171	62
n	34	14	34

Tabla 3. Media, desviación estándar (DE) e intervalos de confianza (IC) para los resultados de las pruebas de bioquímica sanguínea de *S. leucopus* en cautiverio

Parámetro	Media ± DE	I.C.	n
Glicemia (mg/dL)	143 ± 46,61	126,75-160,11	30
PPT (g/dL)	8,28 ± 0,59	8,07-8,49	30
FAS (UI/L)	67,23 ± 54,32	47,79-86,67	30
ALT (UI/L)	52,00 ± 52,96	33,05-70,95	30
Creatinina (mg/dL)	0,85 ± 0,29	0,75-0,96	30
NUS (mg/dL)	10,60 ± 2,23	9,80-11,40	30

Respecto del peso encontrado, Defler (2010) describe un peso promedio de la especie de 460 g según un estudio realizado en 8 *S. leucopus* adultos, lo cual es similar a lo encontrado en el presente estudio. Fox et al. (2008) reportan un tamaño promedio para los machos adultos de 384 ± 53 g y de 395 ± 49 g para las hembras adultas, los cuales son menores a los reportados en este estudio tanto para la población global de adultos ($440 \pm 72,34$ g) como para los machos ($446,8 \pm 94,04$ g) y hembras ($443,73 \pm 43,8$ g). Dichas diferencias pueden deberse a las distintas condiciones medioambientales de los dos estudios,

principalmente a la altura sobre el nivel del mar, siendo el estudio de Fox et al. (2008) realizado en 3 diferentes lugares, dos de ellos a 2600 msnm y el otro a 1500 msnm. Al respecto, Cossio-Bolaños et al. (2011) afirman que los humanos que viven a altitudes superiores a 2000 msnm tienden a presentar un pequeño retardo en el crecimiento manifestado en una menor talla y peso que los humanos de altitudes menores. Basado en lo anterior, se podría conjeturar que poblaciones de *S. leucopus* desplazadas de su hábitat natural y que se encuentren a más de 1500 msnm (según distribución natural descrita

por Defler, 2010) tienden a tener menor peso en comparación con las que se encuentran en altitudes similares a las de su medio natural, posiblemente por un aumento en su tasa metabólica en respuesta a la adaptación a una temperatura más baja, hiperbaria e hipoxia (Cossio-Bolaños et al., 2011). En un estudio realizado por Timiras et al. (1957), donde se compara el peso corporal y la masa de los órganos de ratas nacidas a nivel del mar y llevadas alturas superiores a los 3000 msnm, evidenció que dichos animales mostraron una disminución significativa del peso corporal entre el los meses 6 y 7 de permanecer en la altura, en comparación con un grupo control de ratas que permanecieron a nivel del mar. Igualmente, compararon las nacidas a la altura superior a los 3000 msnm, encontrando pesos significativamente más bajos a partir del día 5 de nacidas.

La prueba de Mann-Whitney (U-test), empleada para la búsqueda de diferencias estadísticas entre las variables bioquímicas evaluadas de acuerdo con la edad y el sexo de los animales estudiados, no arrojó diferencias significativas para la bioquímica sanguínea similar a lo encontrado en otros estudios realizados en primates Callitrichinae (Boere et al., 2005; Fox et al., 2008) (tabla 4). Con relación a la edad, fueron encontradas diferencias muy significativas para la glucosa ($p = 0,002$), PPT ($p = 0,002$), siendo mayor en adultos y NUS ($p = 0,005$), siendo este mayor en juveniles (tabla 5), siendo esta asociación entre la edad y los parámetros analizados descrita previamente por varios autores para primates neotropicales (Riviello y Wirz, 2001; Nuñez et al., 2007).

Tabla 4. Media, desviación estándar (DE), intervalos de confianza (IC) y resultado de la prueba de Mann Whitney ($p < 0,05$) para las pruebas de bioquímica sanguínea realizadas a *S. leucopus* en cautiverio con relación al sexo

Parámetro	Machos (n=15)		Hembras (n=15)		p	U-test
	Media \pm DE	IC	Media \pm DE	IC		
Glicemia (mg/dL)	134,27 \pm 54,59	106,64-161,89	152,60 \pm 36,61	134,07-171,13	0,300	N. S.
PPT (g/dL)	8,13 \pm 0,37	7,95-8,32	8,43 \pm 0,73	6,86-7,80	1,74	N. S.
FAS (UI/L)	63,60 \pm 49,49	35,55-88,65	70,87 \pm 60,29	40,36-101,38	0,885	N. S.
ALT (UI/L)	34,67 \pm 34,99	16,96-52,37	69,33 \pm 62,78	37,56-101,10	0,164	N. S.
Creatinina (mg/dL)	0,85 \pm 0,30	0,70-1,00	0,86 \pm 0,29	0,71-1,00	0,834	N. S.
NUS (mg/dL)	11,37 \pm 2,39	10,16-12,58	9,83 \pm 1,84	8,90-10,76	0,066	N. S.

NS: No significativo.

Tabla 5. Media, desviación estándar (DE), intervalos de confianza (IC) y resultado de la prueba de Mann Whitney ($p < 0,05$) para las pruebas de bioquímica sanguínea realizadas a *S. leucopus* en cautiverio con relación al grupo etario.

Parámetro	Adultos (n= 27)		Juveniles (n= 3)		p	U-test
	Media \pm DE	IC	Media \pm DE	IC		
Glicemia (mg/dL)	150,89 \pm 42,89	134,71-167,07	76,33 \pm 9,29	65,82-86,85	0,002	**
PPT (g/dL)	8,39 \pm 0,51	8,20-8,58	7,33 \pm 0,42	6,86-7,80	0,002	**
FAS (UI/L)	59,85 \pm 49,35	41,24-78,47	133,67 \pm 61,46	64,12-203,21	0,074	N.S.
ALT (UI/L)	55,15 \pm 54,63	34,54-75,75	23,67 \pm 22,94	0,00-49,63	0,309	N.S.
Creatinina (mg/dL)	0,87 \pm 0,30	0,75-0,98	0,74 \pm 0,14	0,58-0,90	0,655	N.S.
NUS (mg/dL)	10,16 \pm 1,76	9,49-10,82	14,58 \pm 2,36	11,91-17,25	0,005	**

NS: No significativo. *: 0,05. **: 0,01. ***: 0,001

Comparando los resultados obtenidos en el presente estudio con los descritos por Fox et al. (2008) (tabla 6), se encontraron valores más altos para la media de las PPT, ALT, creatinina y NUS. En cuanto a la glicemia, los valores obtenidos para la

media fueron más bajos. Dichas diferencias pueden deberse a las distintas condiciones de manejo ofrecidas a los animales entre los dos estudios, efecto evidenciado en otros primates neotropicales (Brieva et al., 2001; Riviello y Wirz 2001; Boere et al.,

2005) y en humanos, principalmente en la actividad de las enzimas hepáticas, donde variables, como alimentación, nivel de ejercicio y estrés, influyen en dichos valores sin necesidad de considerarse como variaciones patológicas (Mukay et al., 2002). Respecto de los valores encontrados, los obtenidos para la ALT fueron altamente variables. Algunos

autores sugieren que esta variación puede ser debida a enfermedad hepática subclínica, presencia de microfilarias (Willard y Tvedten, 2004) o al uso de la ketamina como anestésico, la cual es causante de aumento de la actividad de esta enzima hepática (Ruiz et al., 2008).

Tabla 6. Media y desviación estándar (DE) para los valores reportados de la bioquímica sanguínea por Fox et al. (2008) para *S. leucopus*

Parámetro	Media \pm DE	N
Glicemia (mg/dL)	170,1 \pm 70	29
PPT (g/dL)	6,4 \pm 0,69	30
FAS (UI/L)	N.R.	26
ALT (UI/L)	19,3 \pm 1,5	24
Creatinina (mg/dL)	0,47 \pm 0,17	29
NUS (mg/dL)	7,9 \pm 1,5	28

N. R.: No reportado.

Con relación a la FAS, los valores obtenidos en este estudio fueron más bajos a los obtenidos por Fox et al. (2008). Estos autores reportan una alta variabilidad en los valores obtenidos para esta enzima en *S. leucopus*. Esta variabilidad es comúnmente encontrada en los primates de la subfamilia Callitrichinae, y atribuida a posibles enfermedades hepáticas subclínicas comunes al cautiverio (Wadsworth et al., 1982) o a la presencia de enfermedad metabólica ósea subclínica (Holmes et al., 1967). Fox et al. (2008) atribuyen dicha variación y elevados valores a posible enfermedad subclínica en algunos individuos, a una mala identificación de animales juveniles como adultos o a la infección con microfilarias, reportando en su estudio 76 % de muestras positivas a este parásito. Debido a esa amplia variación en la actividad de la FAS encontrada en los distintos reportes realizados en primates Callitrichinae clínicamente sanos, no debería considerarse como un indicador confiable de enfermedad en *S. leucopus* (Fox et al., 2008). En el presente estudio, no se encontró tanta variabilidad en la actividad de esta enzima, pudiendo deberse esto a que ningún juvenil fue considerado adulto, a una menor tasa de infección con microfilarias (32,4 %), debido posiblemente al uso de antiparasitarios, o a una menor altitud sobre el nivel del mar en la localización de los animales muestreados en este estudio, donde órganos, como el hígado, no sufrirían los efectos de la hipoxia (Choque et al., 2011). Igualmente, Berendshon (1965) sugiere que en humanos, a grandes alturas en situaciones de hipoxia crónica, la actividad de la FAS se aumenta, debido a variables relacionadas con la alimentación, como a un mayor consumo de carbohidratos o un aumento de la FAS ósea al haber un déficit de vitamina D (Johnston, 1999). Es necesario profundizar más en el conocimiento de

la actividad de esta enzima en esta especie y de sus variaciones en las distintas condiciones de manejo ofrecidas en cautiverio.

Con relación a las pruebas de significancia estadística entre los subgrupos formados, los niveles de glucosa encontrados en este estudio fueron mayores en los animales adultos, pudiendo esto ser explicado debido al periodo de ayuno previo a la toma de muestras. Los animales jóvenes tienden a almacenar menos niveles de glucógeno hepático y a necesitar mayores niveles de energía, al igual que los animales de tamaños más pequeños, por lo que agotan rápidamente sus reservas, y pueden entrar en hipoglucemias por inanición (Willard y Tvedten, 2003). Adicionalmente, la relativa facilidad de captura en los animales juveniles, debido a la falta de experiencias previas, disminuyó el estrés, contrario a lo sucedido con los animales adultos, que fueron manipulados con diversos niveles de ejercicio intenso, lo cual es una causa conocida de hiperglucemia (Willard y Tvedten, 2003).

Los niveles de PPT son normalmente más bajos en animales muy jóvenes (Willard y Tvedten, 2003), lo que concuerda con lo encontrado en este estudio donde se observaron niveles de PPT superiores en los animales adultos. La determinación de las PPT, albúmina y de factores de la coagulación permiten conocer la función de síntesis del hígado. Su estudio está indicado en la mayor parte de los pacientes enfermos, pero, en especial, en aquellos con sospecha de anemia, edema, ascitis, coagulopatías, diarrea, pérdida de peso y enfermedad hepática o renal (Willard y Tvedten, 2003).

Los valores encontrados para el NUS fueron mayores en juveniles obteniendo diferencias muy significativas. En general, se considera que no existen diferencias para los valores del NUS entre animales adultos y juveniles (Bush, 1999; Riviello y Wirz, 2001; Willard y Tvedten, 2003; Fox et al., 2008). El nitrógeno presente en la sangre puede clasificarse en nitrógeno proteico y nitrógeno no proteico. El nitrógeno proteico se encuentra en albúminas y globulinas y el nitrógeno no proteico en productos de desecho metabólico: urea, creatinina, ácido úrico, creatina, aminoácidos y amoniaco. Doxey (1987), citado por Acevedo y Alape (2002), manifiesta que de estas la más importante es la urea, que compone alrededor de 50 % del total de las sustancias nitrogenadas no proteicas. Igualmente, aclara que en los animales sanos, las dietas ricas en proteínas producen un incremento en los valores de urea en la sangre, debido a que este parámetro está influido por el catabolismo proteico. Por ello, se recomienda un ayuno mínimo de 8 h antes del muestreo en sangre. Una posible explicación a la observación de diferencias para la media del NUS de juveniles frente a los adultos es por influencia del reducido tamaño de animales jóvenes con los que se contó ($n = 3$).

La FAS es una enzima cuya actividad se incrementa en muchas especies de mamíferos secundariamente a enfermedades que afectan al sistema óseo y hepatobiliar (Willard y Tvedten, 2003; Fox et al., 2008), y se describe en animales juveniles una tendencia a tener niveles elevados de FAS debido a la actividad osteoblástica y de desarrollo y crecimiento óseo (Willard y Tvedten, 2003; Fox et al., 2008). En este estudio, no fueron encontradas diferencias estadísticas entre adultos y juveniles para esta enzima, resultados similares a los ya reportados (Fox et al., 2008). La explicación para no encontrar las diferencias esperadas podría ser por el pequeño tamaño de la muestra de los animales juveniles, pues la media obtenida en ellos fue superior a la de los adultos, y el papel de la FAS en el crecimiento óseo y su mayor actividad en animales juveniles está bien reportado en otras especies de mamíferos.

Una de las limitaciones de este estudio fue el pequeño tamaño de la muestra de los animales juveniles, tamaño que fue imposible de controlar, toda vez que al ser un estudio descriptivo se estudió la población disponible en cada uno de los sitios de muestreo. Por lo tanto, los resultados obtenidos en este estudio deberán ser analizados en el contexto de sus condiciones propias, toda vez que estos resultados podrían verse visto influenciados por el pequeño tamaño de la muestra de los juveniles. Sin embargo, otros estudios describen la presencia (Converse et al., 1994; Morgan et al., 1998) o no

(Fox et al., 2008) de diferencias estadísticas entre los valores de la hematología y bioquímica sanguínea obtenidos en animales juveniles y adultos cuando se analizaron poblaciones con muestras pequeñas de animales.

Conclusiones

Se presenta en este documento un reporte acerca de la bioquímica sanguínea del *S. leucopus*, en la cual no fueron encontradas diferencias estadísticas entre machos y hembras. Respecto de las diferencias entre los animales considerados juveniles se encontraron diferencias estadísticas entre los valores para las proteínas plasmáticas y glicemia, siendo mayores en adultos y, para el NUS, siendo mayores en juveniles. Aunque algunas de estas diferencias encontradas entre adultos y juveniles eran esperadas, es pertinente reconocer que el pequeño número de animales juveniles con los que se contó pudo influenciar en estos resultados, por lo que se recomienda replicar este tipo de trabajos en esta especie utilizando un mayor número de muestra de animales juveniles. Igualmente, se recomienda realizar más trabajos de investigación, principalmente, en el estudio de los valores de las enzimas hepáticas de *S. leucopus*, pues los valores obtenidos en este estudio demostraron una gran variabilidad en los valores de la ALT, y reportes previos manifiestan alta variación en los valores de la FAS.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a los médicos veterinarios Delio Orjuela Acosta, Juan Camilo Panqueba, Mauricio Jaramillo, Juliana Gaviria Hernández, y a las instituciones Fundación ISEM, Zoológico Cafam, Comfenalco Tolima y Zoológico Piscilago.

Referencias

- Acevedo, L.D., Alape, M.Y., 2002. Estudio clínico, anatómico e histopatológico del riñón de pacaranas (*Dinomys branickii*) de la fundación zoológica de Cali. Tesis pregrado, Médico Veterinario Zootecnista, facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad del Tolima.
- Berendshon, S., 1965. La función hepática en las grandes alturas. *Archivos de Biología Andina* 1, 107-118.
- Boere, V., Pinheiro, E.C., Silva, I., Paludo, G.R., Canale, G., Pianta, T., Welker, A., Moura, R.C., 2005. Comparison between sex and age class on some physiological, thermal, and hematological indices of the cerrado's marmoset (*Callithrix penicillata*). *Journal of Medical Primatology* 34, 156-162.

- Brieva, C., Romero, P., Umaña, J., Herrera, S., Barreiro, R. 2001. Hematología y química sanguínea en primates *Aotus lemurinus* griseimembra en cautiverio. *Boletín Geas* 11, 36-42.
- Bush, M., Custer, R.S., Whitley, J.C., Smith, E.E., 1982. Hematologic values of captive golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*): variations whit sex, age, and health status. *Laboratory Animal Science* 32, 294-297.
- Castañeda, F.E., Buritica, E.F., Barbosa, I.X., 2010. Tití gris (*Saguinus leucopus* GUNTHER 1876): algunos aspectos biológicos y de interés veterinario sobre la especie. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 3, 82-89.
- Choque, J.A., Arroyo, I., Carranza, A.E., Parreño, J.M., 2011. Perfil hepático en adultos aparentemente sanos nativos de altura, Junin, 4105 msnm. *Ciencia e Investigación* 14, 39-42.
- Converse, L.J., Fernandes P.J., MacWilliams P.S., Bossart, G.D. 1994. Hematology, serum chemistry, and morphometric reference values for antillean manatees (*Trichechus manatus manatus*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 25, 423-431.
- Cossio-Bolaños, M.A., De Arruda, M., Nuñez, V., Lancho, J.L., 2011. Efectos de la altitud sobre el crecimiento físico en niños y adolescentes. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte* 4, 71-76.
- Cuartas-Calle, C.A., 2001. Distribución parcial del titi gris (*Saguinus leucopus*, Callitrichidae) en el Departamento de Antioquia, Colombia. *Neotropical Primates* 9, 109-113.
- Defler, T.R., 2010. *Historia Natural de los Primates Colombianos*. 2ª. Ed. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. pp. 166-170.
- Fox, M., Brieva, C., Moreno, C., Mac Williams, P., Thomas, C. 2008. Hematologic and serum biochemistry reference values in wild-caught white-footed tamarins (*Saguinus leucopus*) housed in captivity. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 39, 548-557.
- Havill, L.M., Snider, C.L., Leland, M.M., Hubbard, G.B., Theriot, S.R., Mahaney, M.C., 2003. Hematology and blood biochemistry in infant baboons (*Papio amadryas*). *Journal of Medical Primatology* 32, 131-138.
- Holmes, A., M, Passovoy, R., Capps, 1967. Marmosets as laboratory animals III: blood chemistry of laboratory-kept marmosets with particular attention to liver function and structure. *Laboratory Animal Care* 17, 41-47.
- Johnston, D.E., 1999. Special considerations in interpreting liver function tests. *American Family Physician* 59, 2223-2230.
- Lunns, S.F., Hobson, B.M., Hearn, J.P., 1979. Pregnancy diagnosis in the common marmoset (*Callithrix jacchus*). *Folia Primatologica* 32, 200-206.
- Mitchell, S.J., y Jones, S.M. 1975. Diagnosis of pregnancy in marmoset (*Callithrix jacchus*). *Laboratory Animals* 9, 49-56
- Morgan, L., Kumaresan, S., Thomas, C., MacWilliams, P. 1998. Hematology and chemistry reference values for free-ranging harbor seals (*Phoca vitulina*) and the effects of hemolysis on chemistry values of captive harbor seals. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 29, 394-400.
- Mukay, M., Ozaka, K., Hayashi, K., Kawai, K., 2002. Various S-SGOT/S-SGPT ratios in nonviral liver disorders and related physical conditions and life-style. *Digestive Diseases Science* 47, 549-555.
- Nuñez, H., Araya, M., Cisternas, F., Arreondo, M., Mendez, M., Pizarro, F., Ortiz, A., Ortiz, R., 2008. Blood biochemical indicators in young and adult *Cebus apella* of both sexes. *Journal of Medical Primatology* 37, 12-17.
- Orjuela, D. 2009. *Introducción a la medicina de fauna silvestre en Latinoamérica*. 1º edición. Serrano editores. Cali-Colombia. pp. 145-146.
- Petit, T., Gosi, G. 2002. Guías de cuidados veterinarios para Callitrichidae. En guías de manejo de la EAZA para Callitricidos. En Carroll JB (Ed). Bristol zoo gardens. pp. 97-107
- Poveda, K., Sanchez, P.P., 2004. Habitat use by the white-footed tamarin, *Saguinus leucopus*: A comparison between a forest-dwelling group and an urban group in Mariquita, Colombia. *Neotropical Primates* 12, 6-9.
- Riviello, M., Wirz, A., 2001. Haematology and blood chemistry of *Cebus apella* in relation to sex and age. *Journal of Medical Primatology* 30, 308-12.
- Rodríguez, J., Rodríguez, A., Defler, T., 2006. Tití gris (*Saguinus leucopus*). En: Rodríguez, J., Alberico, M., Trujillo, F., Jorgenson, J. (Eds.). 2006. Libro rojo de los Mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia, p 191-195.
- Ruiz, J.D., Zapata, J., Londoño, CM., Sánchez, RA., Peña, JA. 2008. Evaluación del efecto de cuatro protocolos anestésicos y cirugía de ovariectomía lateral sobre ALT, FA, creatinina y BUN en hembras caninas. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia* 3, 9-16.
- Timiras, P.S., Krum, A.A., Pace, N. 1957. Body and organ weights of rats during acclimatization to an altitude of 12,470 feet. *American Journal of Physiology* 191, 598-604.
- Valle, H.M. 2004. Estimación poblacional del titi gris *Saguinus leucopus* GUNTHER 1877 en tres zonas del municipio de Mariquita departamento del Tolima. Tesis pregrado, Biología, Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima.
- Wadsworth, P.F., Hiddleston, W.A., Jones, D.V., Fowler, J.S., Ferguson, R.A., 1986. Haematological, coagulation and blood chemistry data in red-bellied tamarins *Saguinus labiatus*. *Laboratory Animals* 16, 327-330.
- Willard, M.D., Tvedten, H., 2004. *Diagnóstico clínico-patológico practico en los pequeños animales*. 4 ed. Interamericana. Buenos Aires-Argentina. pp. 133-138, 147-150, 202-204, 252-255.
- Yamamoto, M.E., Box, H.O., 1997. The role of non-reproductive helpers in infant care in captive *Callithrix jacchus*. *Ethology* 103, 760-771.