

# Clinical and parasitological evaluation of White-footed Tamarins (Primates: Cebidae: *Saguinus leucopus*) from two free-range populations located in San Carlos and San Rafael (Antioquia, Colombia)<sup>¶</sup>

*Valoración clínica y parasitológica del tití gris (Primates: Cebidae: Saguinus leucopus) en dos poblaciones naturales presentes en San Carlos y San Rafael (Antioquia, Colombia)*

*Valoração clínica e parasitológica do sagui cinza (Primates: Cebidae: Saguinus leucopus) em duas populações naturais que se encontram em San Carlos e San Rafael (Antioquia, Colômbia).*

Yuliet Andrea Acevedo-Garcés<sup>1\*</sup>, Biol; Johnatan Álvarez-Cardona<sup>1</sup>, MV; Vanesa Vargas-Valencia<sup>1</sup> Est. Biol; Carolina Hernández-Castro<sup>2</sup>, MSc; Gisela M García-Montoya<sup>2</sup>, MSc; Iván Darío Soto-Calderón<sup>1</sup>, MSc, PhD.

\*Autor para correspondencia: Iván Darío Soto-Calderón. Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia. [ivandariosoto@hotmail.com](mailto:ivandariosoto@hotmail.com)

<sup>1</sup>Grupo de Genética y Mejoramiento Animal (GaMMA), Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. <sup>2</sup>Grupo de Parasitología, Facultad de Medicina, Corporación Académica de Patologías Tropicales, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

(Recibido: 31 de enero, 2014; aceptado: 9 de mayo, 2014)

## Abstract

While much of the natural history of Neotropical primates has been revealed through studies conducted in captive individuals, environmental factors may impose ecological and physiological differences in free-range populations. For the white-footed tamarin (*Saguinus leucopus*), a primate endemic to Northwest Colombia, physiological parameters that have been assessed in captivity still remain to be measured in free-range populations. In order to diagnose the health status of this species in a natural environment, we assessed several external traits, measured hematological and blood-chemistry values, and characterized the parasite community of two natural populations. Despite the identification of eleven different parasite taxa and wide distribution of filaria and *Trypanosoma* spp., we failed to detect signs of poor health condition. Substantial differences were found between captive and free-range tamarin populations in the composition of their parasite communities. Likewise, hematological and blood-chemistry profiles differed between free-range populations and even between neighboring social groups, suggesting a role of environmental factors in the physiological response. However, none of the physiological parameters varied as a response to parasite infection. Our results revealed a high diversity of parasites and elevated rates of parasitic infections in natural populations of *S. leucopus*, that do not seem to be associated with indicators of health conditions. Future studies should emphasize on ecological, genetic and demographic factors that determine the health conditions of *S. leucopus* in the wild. Lastly, geographic variation of physiological profiles and parasite distribution, as well as

<sup>¶</sup>Para citar este artículo: Acevedo-Garcés YA, Álvarez-Cardona J, Vargas-Valencia V, Hernández-Castro C, García-Montoya GM, Soto-Calderón ID. Valoración clínica y parasitológica del tití gris (Primates: Cebidae: *Saguinus leucopus*) en dos poblaciones naturales presentes en San Carlos y San Rafael (Antioquia, Colombia). Rev CES Med Zootec. 2014; Vol 9(1): 68-83.

epidemiological differences between captive and wild populations, should be incorporated in rehabilitation plans of captive tamarins in order to restrict the transmission of infectious agents between populations.

## Key words

*Filaria*, hematology, parasites, *Saguinus leucopus*, *Trypanosoma spp.*

## Resumen

El estudio de individuos en cautiverio de primates Neotropicales ha permitido conocer aspectos básicos de su historia natural. Sin embargo las condiciones medioambientales pueden determinar diferencias ecológicas y fisiológicas en poblaciones silvestres. En el caso del tití gris (*Saguinus leucopus*), primate endémico del noroccidente colombiano, diferentes parámetros fisiológicos han sido evaluados en cautiverio. Con el fin de diagnosticar el estado de salud en condiciones naturales, se evaluaron varias características externas y parámetros fisiológicos, así como la comunidad de parásitos de dos poblaciones naturales. Aunque en general no se detectaron signos de deterioro en las condiciones generales de salud, se identificaron once taxones de parásitos entre helmintos y protozoos, algunos con alta prevalencia (filarias y *Trypanosoma spp.*). Las comunidades de parásitos en cautiverio y en estado silvestre muestran diferencias notables. Igualmente, se identificó una aparente variación entre poblaciones silvestres e incluso entre grupos sociales circundantes con respecto a los perfiles hematológicos y de química sanguínea, que sugiere diferencias en la respuesta fisiológica ante condiciones medioambientales. Ninguna de dichas variables fisiológicas pareció estar relacionada con los parásitos encontrados. Los resultados revelaron una amplia diversidad de parásitos y una elevada tasa de infecciones parasitarias en poblaciones naturales de *S. leucopus*, que parecen no estar asociadas con indicadores de la condición de salud. Futuros estudios deberán enfatizar en aspectos ecológicos, genéticos y demográficos que determinen las condiciones de salud de *S. leucopus* en su medio natural. Se recomienda que la rehabilitación de individuos en cautiverio tenga presente posibles diferencias en variables fisiológicas y epidemiológicas entre poblaciones naturales y grupos en cautiverio con el fin de restringir la transmisión de agentes infecciosos entre poblaciones.

## Palabras clave

*Filarias*, hematología, parásitos, *Saguinus leucopus*, *Trypanosoma spp.*

## Resumo

O estudo de indivíduos em cativeiro de primatas Neotropicais tem permitido conhecer aspectos básicos da história natural. Embora as condições ambientais podem determinar diferenças ecológicas e fisiológicas em populações silvestres. No caso do sagui cinza (*Saguinus leucopus*), primata endêmico do noroeste colombiano, diferentes parâmetros fisiológicos tem sido avaliados em cativeiro. Com o intuito de diagnosticar o estado de saúde em condições naturais, avaliaram-se vários rasgos externos e parâmetros fisiológicos, assim como a comunidade de parasitas de duas populações naturais. Ainda que em geral não se detectassem signos de deterioro nas condições gerais de saúde, identificaram-se onze táxones de parasitas entre helmintos e protozoários, alguns com alta prevalência (filarias e *Trypanosoma spp.*). As comunidades de parasitas em cativeiro e no estado silvestre mostram diferenças notáveis. Igualmente, identificou-se uma aparente variação entre populações silvestres e entre grupos sociais circundantes com respeito aos perfis hematológicos e de química sanguínea, que sugere diferenças na resposta fisiológica diante condições ambientais do médio. Nenhuma das mencionadas variáveis fisiológicas pareceu estar relacionada com as parasitas encontradas. Os resultados revelaram uma grande diversidade de parasitas e uma alta taxa de infecção parasitária em populações naturais de *S. leucopus*, que não parecem estar associados com indicadores do condição de saúde.

Estudios deste tipo no futuro deveram enfatizar em aspectos ecológicos, genéticos e demográficos que determinem as condições de saúde de *S. leucopus* em seu médio natural. Recomenda-se que a reabilitação de indivíduos em cativeiro tenha presente possíveis diferenças em variáveis fisiológicas e epidemiológicas entre populações naturais e grupos em cativeiro com o fim de restringir a transmissão de agentes infecciosos entre populações.

## Palabras clave

*Filarias*, hematología, parasitas, *Saguinus leucopus*, *Trypanosoma spp.*

## Introducción

Diferentes factores antrópicos presentan una creciente amenaza para la persistencia y conservación de la biodiversidad en Colombia. En el caso de los primates, cinco especies presentan su área de distribución exclusivamente en Colombia incluyendo el tití gris (*Saguinus leucopus*)<sup>30</sup>, el cual tiene la mayor parte de su distribución en el departamento de Antioquia<sup>8</sup>. Las poblaciones de *S. leucopus* han sido impactadas por pérdida gradual del hábitat y extracción para el comercio ilegal de mascotas lo que ha valido la inclusión de esta especie en la lista de especies amenazadas (EN) del libro Rojo IUCN<sup>14</sup>.

Dada la alta mortalidad de *S. leucopus* en cautiverio<sup>26</sup>, es fundamental la incorporación de aspectos básicos de la biología de la especie, nutrición, fisiología y variables hematológicas y de química sanguínea en planes de conservación<sup>32</sup>. Esto puede permitir identificar el impacto del cautiverio sobre la sobrevivencia, hacer un seguimiento del proceso de rehabilitación de los individuos y determinar el impacto epidemiológico de individuos rehabilitados y liberados sobre las poblaciones naturales de destino.

Una amplia diversidad de parásitos pueden llegar a infectar primates Neotropicales<sup>6,33,34</sup>. Particularmente en *S. leucopus* en cautiverio se han descrito protozoos y helmintos como coccidias, *Trichomonas spp.*, *Ascaris spp.*, *Prosthenorchis spp.*, filarias, *Trichostrongylus spp.*, *Strongyloides spp.* y Spiruridae; parásitos que bajo condiciones especiales de cautiverio pueden comportarse como patógenos y causar incluso la muerte<sup>5,16,24</sup>.

Igualmente, los perfiles hematológicos y serológicos suelen mostrar diferencias notables entre grupos que permanecen en cautiverio, lo que indica el efecto de factores

locales sobre la fisiología<sup>11,15</sup>. Por consiguiente, cambios en el entorno relacionados con el estrés y exposición a elementos infecciosos podrían acarrear cambios en la comunidad de parásitos y en general en las condiciones de salud de las poblaciones, siendo crucial incorporar variables fisiológicas y epidemiológicas de poblaciones naturales de *S. leucopus* en estudios relacionados con la ecología y conservación de la especie<sup>21</sup>.

Para abordar este problema, en el presente estudio se caracterizaron las condiciones físicas, parámetros fisiológicos en sangre y presencia de parásitos en dos poblaciones naturales de *S. leucopus* en sendas áreas protegidas ubicadas en la región central de su área de distribución. Adicionalmente, se hacen recomendaciones dirigidas a la conservación de la especie a partir de patrones encontrados en dichas poblaciones.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

Cinco sitios de captura fueron ubicados en los municipios de San Rafael (SR1 y SR2) y San Carlos (SCA1, SCA2 y SCA3) en el Departamento de Antioquia, Colombia, en áreas protegidas por las centrales hidroeléctricas de Jaguas y San Carlos pertenecientes a la empresa Isagén. La zona de vida corresponde a un bosque húmedo tropical<sup>12</sup>, en bosque secundario que cuenta con árboles entre 10 y 15 m de altura, excepto el sitio SCA2, el cual cuenta con un bosque de galería intervenido aledaño a una zona de tránsito y viviendas cercanas, con árboles menores a los 10 m de altura.

El trabajo de campo tuvo una duración de cuatro meses durante los cuales se logró la captura de 25 individuos.

### Toma de muestras

A una altura aproximada de dos metros del suelo se instalaron trampas colectivas<sup>28</sup> que fueron cebadas diariamente con guayaba y banano durante un periodo de cuatro a 10 semanas. Una vez capturados, los individuos fueron pesados y anestesiados con una dosis de Ketamid® (ketamina-midazolam) intramuscular de 12 mg/kg. Mediante punción directa de la vena femoral se obtuvo una muestra de sangre periférica de ~1,5 a 2,0ml ( $\leq 1\%$  del peso corporal)<sup>11,22,33</sup>, utilizada para análisis hematológicos y genéticos. Así mismo, se hicieron extendidos de gota gruesa (GG) de cada individuo en duplicado para realizar el análisis de hemoparásitos. Acorde con el volumen de sangre tomado se realizó reposición de líquidos con solución salina vía subcutánea.

Adicionalmente se recolectaron muestras de material fecal de cada individuo o en su defecto se tomaron muestras en hisopo mediante frotis del colon descendente aproximadamente a 3 cm del recto<sup>2</sup>. Una vez finalizada la toma de datos físicos, clínicos y muestras biológicas, se esperó a que los individuos se recuperaran del anestésico antes de ser liberarlos en el mismo sitio de captura. Todas las muestras fueron refrigeradas a 4°C hasta su llegada al laboratorio y procesadas dentro de las 24 horas siguientes a la colecta. Esta investigación contó con el permiso de investigación No. 268 de Febrero 1 del 2013, otorgado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales de Colombia.

### Valoración clínica

Se tomaron medidas individuales de peso y dimensiones corporales (Largo cabeza – cola, Largo oreja, Largo cola, Largo pata sin garra). Se determinó el sexo, presencia de posibles parásitos externos y se asignaron clases de edad (infantil, juvenil, subadulto y adulto) de acuerdo a características físicas establecidas para pequeños primates<sup>34</sup>. Se realizó un examen clínico veterinario general siguiendo los parámetros descritos por Varela (2007)<sup>34</sup>, mediante el cual se evaluaron el porcentaje de deshidratación, piel, anexos y los sistemas digestivo, respiratorio, cardiovascular, linfático, reproductivo, músculo-esquelético y neurológico.

La condición corporal se evaluó como obeso, normal, moderado o caquético. Se consideró condición de obesidad cuando se observó acúmulo de grasa a nivel

abdominal sin lograr palpar los principales accidentes del cinturón pélvico (crestas iliacas, tuberosidades isquiáticas) ni del cinturón escapular (clavícula, proceso coracoides, proceso acromial). La condición corporal normal se definió al encontrar una buena relación entre masa muscular y ósea, mayor proporción muscular en brazos y piernas, palpación de solo los principales accidentes óseos del cinturón pélvico y del cinturón escapular principalmente crestas iliacas y clavículas, además se logra palpar tejido muscular en la inserción de la cola y tórax.

La condición corporal moderada se definió por la pérdida de masa muscular en miembros posteriores y superiores permitiendo palpar con facilidad las crestas iliacas y clavículas, los procesos isquiáticos y procesos coracoides y acromial, así como una pérdida considerable de tejido muscular en la base de la cola, espalda y tórax. Finalmente, una condición corporal caquética se definió por escasa o nula masa muscular en miembros superiores e inferiores permitiendo palpar con facilidad las crestas iliacas, los procesos isquiáticos, las clavículas, los procesos coracoides y procesos acromiales, así como la fácil palpación de las vértebras coccigeas de la base de la cola, escasa o nula cantidad de músculo en espalda y tórax y pérdida de masa muscular en cuello y cráneo.

Mediante contratación con un laboratorio clínico veterinario particular y haciendo uso de un analizador hematológico Abacus Junior Vet (Diatron MI PLC, Budapest, Hungría), se generaron perfiles de hemoleucogramas para 19 parámetros. Por otra parte se utilizó un analizador Random Access Analyzer A15 (Biosystems, Barcelona, España) para evaluar siete parámetros de química sanguínea.

### Identificación de parásitos sanguíneos y gastrointestinales

Se implementaron varios métodos dirigidos a identificar helmintos y protozoos en sangre y materia fecal. Para la identificación de hemoparásitos se realizaron extendidos de GG por duplicado para cada individuo, realizando independientemente las coloraciones de Field y Giemsa, ampliamente utilizadas para la identificación de hemoparásitos como *Plasmodium* spp., *Trypanosoma* spp. y filarias. Las lecturas se realizaron con un microscopio de luz y aumento de 1000X para la identificación morfológica de los estadios parasitarios tanto de protozoos como de nemátodos sanguíneos.



Para la identificación de parásitos en materia fecal se implementaron las técnicas de coprológico directo, coprológico por concentración y aislamiento en agar. El coprológico directo consistió en la lectura de ~2 mg de materia fecal sobre una lámina de portaobjetos con una gota de solución salina para la identificación de parásitos móviles, o con una gota de lugol para la caracterización de estructuras morfológicas. Ambos montajes fueron observados con aumentos de 100 y 400X.

El coprológico por concentración se realizó empleando la técnica de Ritchie modificada o formol-éter, para la cual se agregaron 10 ml de formalina al 3,7% (relación 1:10) a ~2 g de materia fecal en un tubo de ensayo. La mezcla se homogenizó, se dejó en reposo por 10 minutos y se filtró. Al filtrado se le adicionaron 2 ml de éter, se centrifugó a 2000 rpm durante 5 min y se recuperó el sedimento, el cual fue observado en su totalidad con aumentos de 100 y 400X.

Finalmente la técnica de aislamiento en agar consistió en situar ~5 g de materia fecal en el centro de un plato de Petri con agar nutritivo, el cual se tapó y se selló con parafilm dejándolo a temperatura ambiente. Se realizaron observaciones con esteromicroscopio al tercer y sexto día para detectar la presencia de larvas. Una vez cumplido el sexto día se realizó un lavado de la muestra con 10 ml de formalina al 3,7%, la cual se centrifugó para luego observar el sedimento en su totalidad con aumentos de 100 y 400X.

En caso de lesiones cutáneas sospechosas de Leishmaniosis, se hizo un raspado de tejido que fue extendido sobre una lámina portaobjetos y se tomó una biopsia realizando un corte de 1,5 mm del borde activo de la lesión, que fue almacenado en un vial con formol al 10%. Posteriormente, se realizaron en el laboratorio improntas sobre una lámina portaobjetos. Las muestras de raspado e improntas se dejaron secar a temperatura ambiente y se fijaron en metanol al 10% durante 5 minutos. Para la identificación de amastigotes de *Leishmania* spp. se realizó colación con Giemsa.

#### Análisis estadístico

Para cada variable hematológica y de química sanguínea se identificaron los datos atípicos como aquellos que se alejan del cuartil más cercano por lo menos una vez y media el rango intercuartil, siendo excluidos del cálculo de los valores de media para evitar sesgos. Se estimaron los valores mínimos, máximos y valores de media total

para cada parámetro evaluado al igual que su desviación estándar. Además se calculó el valor de la mediana para cada uno de los parámetros sin excluir en este caso los datos atípicos. Se realizó prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov o transformación de los datos para ajustarlos a una distribución normal y posteriormente se estimaron diferencias entre medias para cada uno de los parámetros sanguíneos, signos vitales y medidas corporales mediante ANOVA. En algunos casos en los que los parámetros no se ajustaron a una distribución normal se evaluaron posibles diferencias entre poblaciones mediante una prueba de Kruskal-Wallis. Dichos análisis estadísticos fueron implementados con el paquete R (versión 3.0.0.)<sup>27</sup>.

## Resultados

Se capturaron en total 25 individuos en cinco grupos sociales (Tabla 1), correspondientes a tres sitios en la localidad de San Carlos (SCA1, SCA2, SCA3) y a dos sitios en San Rafael (SR1, SR2) (Tabla 2). Se procuró capturar todos los individuos de cada grupo pero no fue posible debido a que no todos los individuos ingresaron a la trampa. Todos los individuos fueron evaluados clínicamente, pero en algunos casos no se contó con muestra suficiente para realizar todos los análisis hematológicos y de química sanguínea. Por esta razón, se obtuvieron dependiendo del parámetro evaluado en el hemograma, datos para un mínimo de 19 y un máximo de 22 individuos y, para química sanguínea un mínimo de 16 y un máximo de 20 individuos. Por otro lado, para los análisis parasitológicos intestinales se analizaron el 92% (23/25) de los individuos y al 76% (19/25) se le realizó GG.

#### Valoración clínica

Las condiciones de salud se evaluaron en general como normales en cuanto a deshidratación, sistema respiratorio, cardiovascular, linfático, reproductivo, músculo esquelético y neurológico. En la evaluación del sistema digestivo, las condiciones fueron normales para todos los individuos con respecto a simetría y conformación abdominal. Las condiciones del pelaje fueron en general buenas. Las piezas dentales se observaron en buen estado excepto en cuatro individuos con piezas dentales desgastadas o fracturadas (Figuras 1A y 1B). En SR no se evidenció ningún signo de lesión en piel o anexos. Aunque las

condiciones físicas generales en SCA también fueron buenas, se identificaron cuatro individuos con algún tipo de lesión. Uno de ellos presentó amputación parcial de la cola por causas desconocidas (Figura 1C); un segundo individuo presentó una herida en el antebrazo izquierdo a nivel dorsal (Figura 1D), aparentemente derivada de una mordedura; otro individuo con una

lesión leve en mentón (Figura 1E) y; finalmente, un individuo con lesión en la región dorsal a nivel cervical y torácica superior con exposición de tejido muscular y secreción purulenta (Figura 1F). En los tres últimos casos se realizó limpieza de la herida y aplicación de antiséptico (Clorhexidina digluconato 0.05%) antes de la liberación.

**Tabla 1.** Individuos capturados por sitio, sexo y estado de desarrollo en San Rafael (SR) y San Carlos (SCA).

<i>Población</i>	<i>Grupo Social</i>	<i>Tamaño del grupo</i>	<i>Ind. capturados</i>	<i>Hembra juvenil</i>	<i>Hembra sub-adulta</i>	<i>Hembra adulta</i>	<i>Macho infantil</i>	<i>Macho juvenil</i>	<i>Macho sub-adulto</i>	<i>Macho adulto</i>
SR	1	10	8	3	0	4	0	0	0	1
	2	2	2	0	0	1	0	0	0	1
SCA	1	5	5	0	0	2	0	1	0	2
	2	ND*	2	0	0	0	0	0	1	1
	3	12	8	2	1	3	1	0	0	1
Total			25	5	1	10	1	1	1	6

\* Tamaño indeterminado del grupo social.

**Tabla 2.** Ubicación geográfica de los sitios de estudio en San Rafael (SR) y San Carlos (SCA).

<i>Municipio</i>	<i>Grupo social</i>	<i>Coordenadas</i>
SR	1	N 06°21,079 - W 74°59,581
	2	N 06°21,188 - W 75°00,244
SCA	1	N 06°12,608 - W 74°49,432
	2	N 06°12,921 - W 74°49,227
	3	N 06°12,630 - W 74°48,952

**Tabla 3.** Media de proporciones físicas, signos vitales y estado de desarrollo.

<i>Medida</i>	<i>N</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>SCA media</i>	<i>SR media</i>	<i>Media total</i>
Peso (g)	23	170	585	436 ± 109	466 ± 93	446 ± 103
LCC (cm)	22	18,5	25,0	21,7 ± 1,1	21,6 ± 2,2	21,7 ± 1,6
LO (cm)	23	2,0	2,7	2,4 ± 0,2	2,2 ± 0,1	2,3 ± 0,2
LC (cm)	23	33,7	38,5	36,6 ± 1,6	35,8 ± 1,3	36,2 ± 1,5
LP (cm)	22	2,7	7,7	6,8 ± 0,5	6,3 ± 1,7	6,6 ± 1,1
Temp (°C)	24	36,7	40,4	38,8 ± 0,9	37,5 ± 0,6	38,3 ± 1,0
FC	23	220	460	340,9 ± 57,1	266,2 ± 38,6	311,6 ± 62,1
FR	23	30	180	61,2 ± 17,9	82,0 ± 65,3	69,9 ± 42,9

Temp: Temperatura; FC: Frecuencia cardiaca (p/min); FR: Frecuencia respiratoria (r/min). Medidas morfométricas (cm) Largo cabeza-cola (LCC); Largo de la oreja (LO); Largo de la cola (LC); Largo del pie (LP). N: número de individuos.



**Figura 1.** Lesiones identificadas en individuos silvestres de *S. leucopus*. Individuos con desgaste en incisivos inferiores y fractura en canino superior izquierdo (flecha roja) (A). Individuo con piezas dentales desgastadas y fracturadas (B). Individuo con amputación parcial de la cola (C). Individuos con lesiones en la piel a nivel dorsal en el antebrazo izquierdo (D), el mentón (E) y región cervical torácica superior (F).

**Tabla 4.** Valores para los parámetros químicos estimados en suero para individuos de dos poblaciones naturales.

Parámetro	N	Mínimo	Máximo	SCA media	SCA mediana	SR media	SR mediana	Media total	Mediana total
ALT (U/L)	16 (16)	21	399	221,2 ± 144,1	283	40,0 ± 8,3	41	141,9 ± 140,4	52,5
Fosfatasa Alcalina (U/L)	16 (17)	45	178	85,8 ± 37,3	82	125,9 ± 46,5	135	103,3 ± 45,0	96
BUN (mg/dl)	20 (20)	5,4	23,2	12,77 ± 4,17	12,85	13,39 ± 4,82	12,4	13,02 ± 4,33	12,85
Creatinina (mg/dl)	18 (20)	0,56	0,99	0,77 ± 0,12	0,755	0,67 ± 0,12	0,65	0,73 ± 0,13	0,715
AST (U/L)	17 (17)	23	500	165,9 ± 172,3	59,5	362,4 ± 94,7	314	246,8 ± 173,2	290
Colesterol Total (mg/dl)	20 (20)	72	135	89,1 ± 12,7	85	107,1 ± 20,5	98	96,3 ± 18,2	89
Triglicéridos (mg/dl)	19 (20)	47	159	71,6 ± 25,4	65	105,6 ± 29,3	111	84,1 ± 31,0	77,5

ALT: Alanino aminotransferasa; BUN: Nitrógeno ureico sanguíneo; AST: Aspartato aminotransferasa; N: Número de individuos analizados por parámetro para la media; entre paréntesis se indica el número de individuos en el cálculo de la mediana sin excluir los datos atípicos.

**Tabla 5.** Valores para los parámetros celulares estimados en suero para individuos de dos poblaciones naturales.

Parámetro	N	Mínimo	Máximo	SCA media	SCA mediana N*=13	SR media	SR mediana N*=9	Media total	Mediana total N*= 22
Eritrocitos (10 <sup>6</sup> /μl)	20	5,34	7,32	6,26 ± 0,4	6,19	6,57 ± 0,6	6,62	6,38 ± 0,5	6,465
Hematocrito %	19	35,0	47,2	41,85 ± 3,2	41,56	41,00 ± 3,6	43	41,53 ± 3,3	42,445
Hemoglobina (g/dl)	20	11,7	17,4	14,8 ± 1,5	14,7	14,9 ± 1,6	15,3	14,7 ± 1,48	15
VCM (fl)	20	61	69	66,0 ± 2,2	67	64,44 ± 2,1	65	65,30 ± 2,2	66
HCM (pg)	21	21,3	25,1	23,7 ± 1,1	23,9	23,4 ± 0,5	23,3	23,6 ± 0,9	23,55
CMHC (g/dl)	22	34,6	37,5	35,7 ± 1,0	35,6	36,3 ± 0,62	36,1	35,9 ± 0,9	35,85
Plaquetas (x 10 <sup>3</sup> /μl)	22	53	836	488,85 ± 203,41	505	313,78 ± 234,46	259	417,23 ± 228,79	425
Proteínas (g/l)	22	60	80	69,85 ± 3,95	70	73,78 ± 4,29	74	71,45 ± 4,46	70
Leucocitos Totales /μl	21	5.610	22.510	12.704,17 ± 3.667,42	11.700	15.504,44 ± 3.060,55	15.210	13.904,29 ± 3.627,76	13.995
Basófilos (/μl)	22	0	0	0	0	0	0	0	0
Eosinófilos (/μl)	20	0	461,6	181,6 ± 174,3	147,1	84,0 ± 111,3	0	120,9 ± 132,5	125,1
Eosinófilos %	22	0	4	1,77 ± 1,54	1	0,56 ± 0,73	0	1,27 ± 1,39	1
Neutrófilos (/μl)	21	2.132	14.036,4	7.696,4 ± 3.157,3	7.385,6	8.758,19 ± 2.893,4	10.351,7	8.100,9 ± 3.031,6	8.086
Neutrófilos %	22	27	90	63,46 ± 10,35	64	62,33 ± 19,36	65	63,00 ± 14,29	64,5
Bandas (/μl)	22	0	124	0	0	0	0	0	0
Linfocitos (/μl)	21	1.195,2	7.952,7	3.976,5 ± 1.905,5	3.577,4	4.704,2 ± 1.863,9	5.056,1	4.253,7 ± 1.877,9	4.205,7
Linfocitos %	21	9	50	33,38 ± 9,65	33	31,00 ± 13,58	33	32,48 ± 11,03	33
Monocitos (/μl)	22	0	747,6	150,9 ± 202,8	112,2	264,9 ± 281,4	132,8	197,54 ± 238,7	119,2
Monocitos %	22	0	6	1,38 ± 1,50	1	1,89 ± 2,09	1	1,59 ± 1,74	1

VCM: Volumen corpuscular medio; HCM: Hemoglobina celular media; CMHC: Concentración media de hemoglobina celular; N: Número de individuos analizados por parámetro para la media; N\* número de individuos en el cálculo de la mediana, sin excluir los datos atípicos.



En SCA el peso corporal fluctuó entre 450 y 585 g en nueve individuos adultos; los pesos de dos subadultos fueron 380 y 385 g y; para tres juveniles el peso estuvo entre 320 y 350 g. Adicionalmente, se identificó un macho infantil con un peso de 170g (Tabla 3). En SR, el peso fluctuó entre 420 y 550 g en siete individuos adultos, y de tres juveniles solo se cuenta con el peso de un individuo de 260 g. No se evidenciaron diferencias significativas ( $p>0,05$ ) en las mediciones corporales entre SCA y SR (Tabla 3). Adicionalmente, no se encontraron diferencias significativas en las medias corporales entre machos ( $n=6$ ) y hembras ( $n=10$ ) adultos.

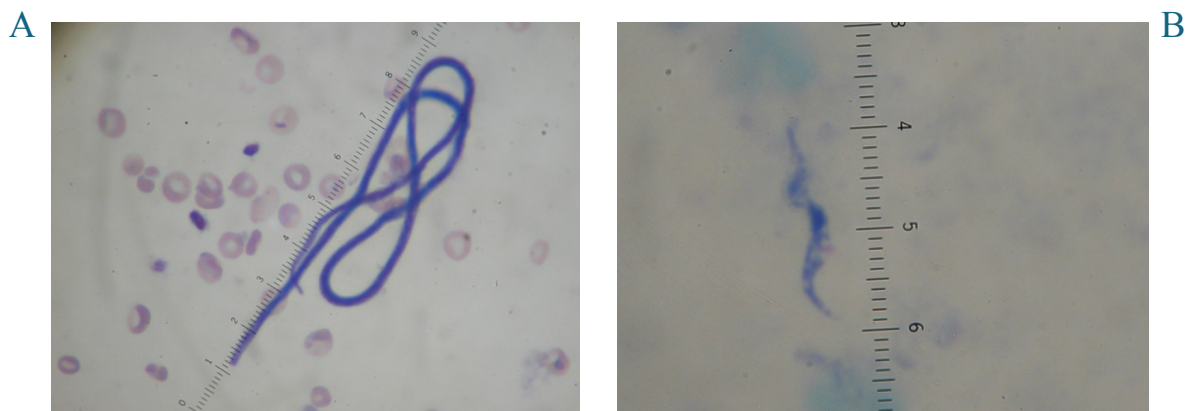
En promedio, en SCA la temperatura corporal fue de  $38,81\pm 0,95$  °C, frecuencia cardiaca (FC) de  $340,86\pm 57,09$  p/min y frecuencia respiratoria (FR) de  $61,21\pm 17,87$  r/min. En SR, la temperatura corporal fue de  $37,53\pm 0,55$ °C, FC de  $266,22\pm 38,58$  p/min y FR de  $82,00\pm 65,31$  r/min (Tabla 3). Se encontraron diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre SR y SCA en la temperatura ( $F_{1,22}=14,62$ ;  $p=0,0009$ ) y FC ( $F_{1,21}=11,81$ ;  $p=0,0025$ ).

SR posee valores de media para AST, fosfatasa alcalina, colesterol y triglicéridos, leucocitos, neutrófilos, linfocitos y monocitos por encima de la media total pero valores de ALT, plaquetas y eosinófilos menores que los estimados en SCA (Tablas 4 y 5). En SCA los valores por encima de la media total fueron ALT, plaquetas y eosinófilos. Se hallaron diferencias significativas entre SCA y SR para los parámetros ALT ( $F_{1,14}=10,820$ ;  $p=0,005$ ) AST ( $F_{1,15}=8,725$ ;  $p=0,01$ ), triglicéridos ( $F_{1,17}=8,308$ ;  $p=0,010$ ) y proteínas plasmáticas ( $F_{1,20}=4,904$ ;  $p=0,0386$ ).

La mayoría de los individuos presentan en común neutrofilia, comparado con los valores reportados en individuos en cautiverio<sup>1,15</sup>. Dentro de los casos atípicos, se encontró en el grupo SCA3 un macho adulto y una hembra subadulta con eosinofilia marcada ( $461,6$  y  $516,3$  / $\mu$ l respectivamente), y neutrofilia ( $7.385,6$  y  $11.014,4$  / $\mu$ l, respectivamente). Del mismo modo en el grupo SCA1 se observó el mismo patrón en una hembra adulta con eosinofilia ( $661,6$  / $\mu$ l) y neutrofilia ( $9.593,2$  / $\mu$ l). En otro caso, una hembra adulta del grupo SCA3 presentó un valor alto de creatinina ( $1,11$  mg/dl). Adicionalmente, un macho adulto del grupo SCA2, presentó leucocitosis ( $16.230$  / $\mu$ l) con neutrofilia leve ( $8.277,3$  / $\mu$ l) y marcada linfocitosis ( $7.952,7$  / $\mu$ l). En el grupo SCA1 se observaron valores de hematocrito ( $28,57\%$ ) y neutrófilos bajos ( $3.758,7$  / $\mu$ l) en un macho subadulto. También se encontró un macho adulto del grupo SR2 con monocitosis ( $747,6$  / $\mu$ l) y presencia de bandas ( $124,6$  / $\mu$ l). Finalmente, se observó una hembra juvenil y una hembra adulta, ambas del grupo SR1, con linfocitosis ( $10.342$  y  $7.089,6$  / $\mu$ l, respectivamente) y monocitosis ( $608,4$  y  $443,1$  / $\mu$ l, moderada y leve, respectivamente).

#### Parásitos sanguíneos y gastrointestinales

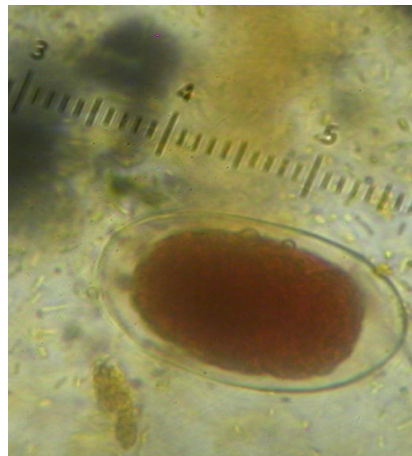
Se analizaron 11 GG en muestras procedentes de SCA y 8 de SR en las cuales se identificaron filarias ( $89,5\%$ ) y *Trypanosoma* spp. ( $68,4\%$ ) (Figura 2). Además, se realizaron análisis parasitológicos en heces de 15 individuos de SCA y 8 de SR. Se identificaron nueve tipos de parásitos intestinales (Figuras 3, 4 y 5): *Prosthenorchis* spp. ( $47,8\%$ ), Spiruridae ( $43,5\%$ ), Uncinarias ( $21,7\%$ ), *Trichostrongylus* spp. ( $21,7\%$ ), *Strongyloides* spp. ( $17,4\%$ ), *Ascaris* spp.



**Figura 2.** Parásitos sanguíneos. Microfilaria (A) en microfotografía con 100 aumentos (unidad mínima de medida =  $10\ \mu$ m) y Trypomastigote de *Trypanosoma* spp. (B) en microfotografía de 1000 aumentos (unidad mínima de medida tiene un valor de  $1\ \mu$ m).



A



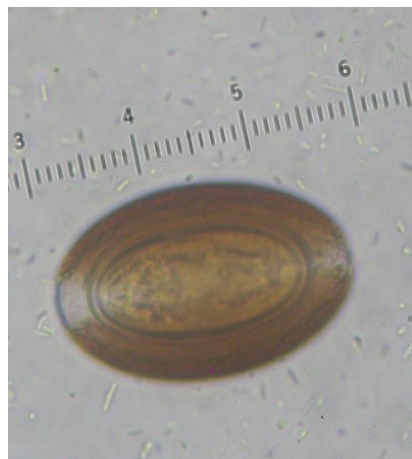
B



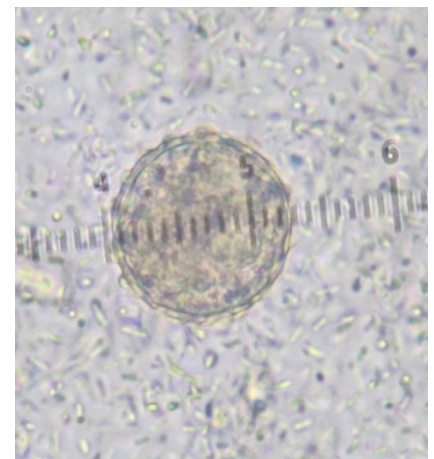
C



D



E



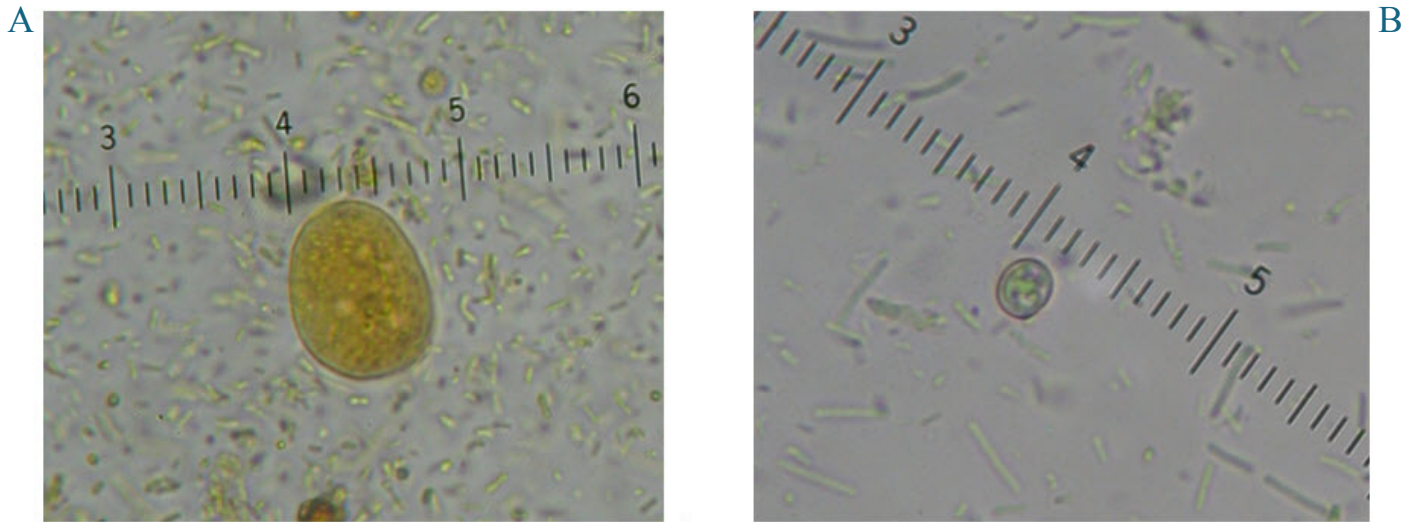
F



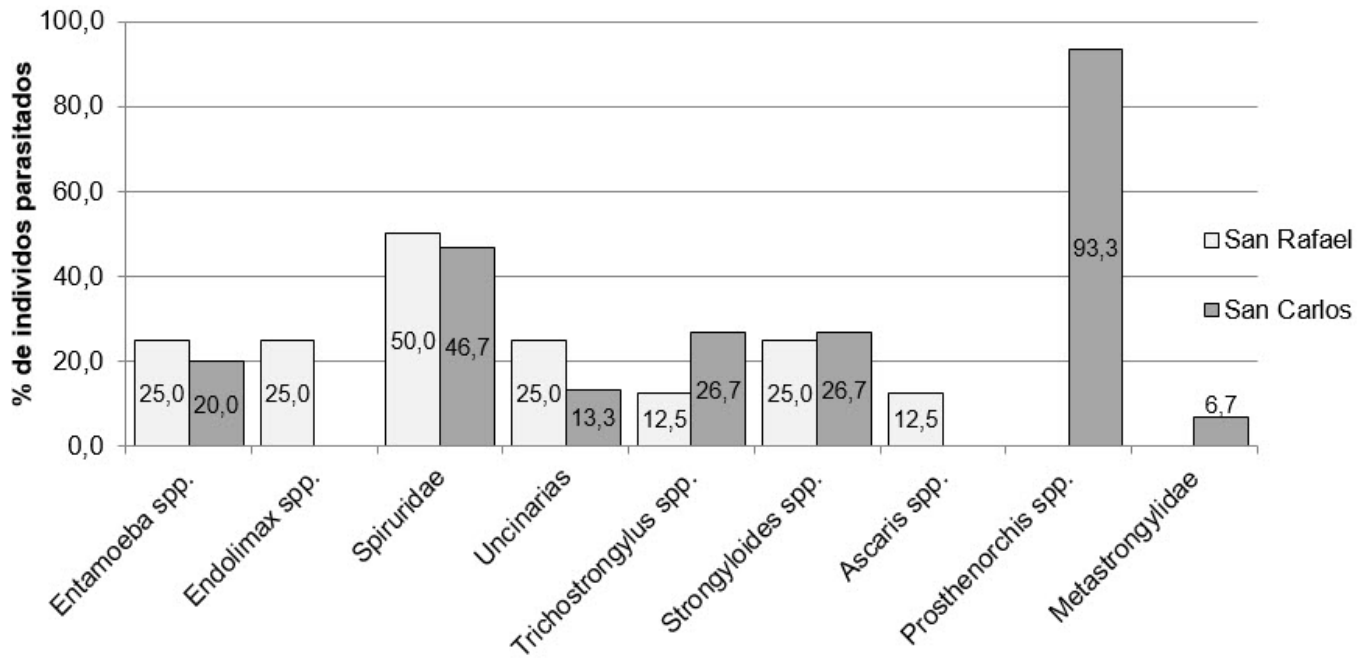
G

**Figura 3.** Helmintos intestinales. Huevo de *Trichostrongylus* spp. (A). Huevo de *Uncinarias*. (B). Huevo de *Spiruridae* pequeño. (C). Huevo de *Spiruridae* grande. (D). Huevo de *Prosthenostrongylus* spp. (E). Huevo de *Ascaris* spp. (F). Larva de *Strongyloides* spp. (G). Microfotografías A-F tienen 400 aumentos con una unidad mínima de medida de 2.5  $\mu\text{m}$ ; microfotografía. G tiene 100 aumentos con unidad mínima de medida de 10  $\mu\text{m}$ .

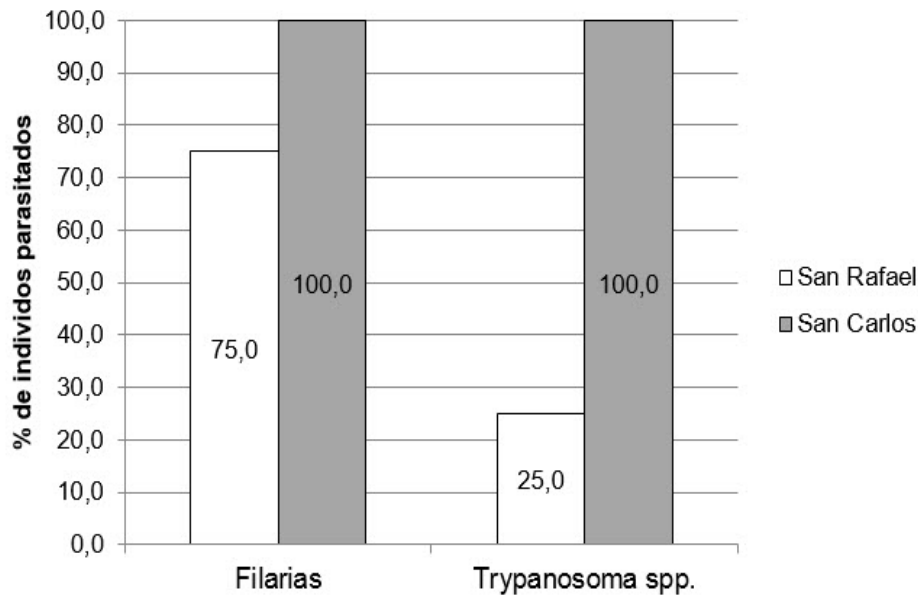




**Figura 4.** Protozoos intestinales. A. Quiste de *Entamoeba* spp. B. Quiste de *Endolimax* spp. Microfotografía en 400 aumentos con una unidad mínima de medida de 2.5  $\mu\text{m}$ .



**Figura 5.** Porcentaje de parásitos intestinales encontrados en San Carlos (n=15) y San Rafael (n=8).



**Figura 6.** Porcentaje de parásitos sanguíneos encontrados en San Carlos (n = 11) y San Rafael (n= 8).

(4,3%), *Entamoeba* spp. (17,4%) y *Endolimax* spp. (8,7%). Adicionalmente a los parásitos mencionados, en una muestra obtenida del grupo SCA 2 proveniente de un individuo no identificado se encontró un nemátodo de la familia Metastrongylidae, el cual no fue observado en ninguna de las muestras individuales analizadas. Sobresale que el 77,8% de los individuos analizados presentaron tanto parásitos intestinales como sanguíneos. Se observó una marcada diferencia entre SCA y SR en la proporción de individuos parasitados con *Trypanosoma* spp., donde se observa un 100% de los individuos parasitados en SCA y un 25% en SR (Figura 6). Además se observó el parásito *Prosthenorchis* spp. en un 73,3% de individuos de SCA, que contrasta con la ausencia de dicho parásito en SR.

## Discusión

Las poblaciones evaluadas de *S. leucopus* parecen presentar en general un buen estado de salud con condiciones corporales normales ya que no se evidenciaron signos clínicos de enfermedad. Con respecto a los valores hematológicos y bioquímicos reportados por Fox et al. (2008)<sup>11</sup> para *S. leucopus* en cautiverio, se encontró que las medias de los valores de ALT, BUN, creatinina, AST, leucocitos, eosinófilos, neutrófilos, colesterol, triglicéridos y proteínas fueron altas, mientras que las medias para eritrocitos, hematocrito, hemoglobina, V.C.M. y linfocitos fueron bajas. Igualmente, se encuentran tendencias similares para lo reportado también en cautiverio por Jaramillo y

Pérez (2007)<sup>15</sup> excepto para BUN, creatinina, plaquetas y linfocitos. Dichas diferencias con respecto a individuos en cautiverio pertenecientes a colecciones zoológicas o a individuos en rehabilitación podrían sugerir que las poblaciones silvestres son más susceptibles a la presencia de humanos, captura y manipulación posiblemente alterando el conteo de células blancas.

Por ejemplo, la mayoría de los individuos presentan en común neutrofilia posiblemente como una respuesta fisiológica derivada del estrés de la manipulación anterior a la anestesia<sup>9, 29, 36</sup>. Igualmente los anestésicos pueden afectar los valores hematológicos o de química sanguínea<sup>18,37</sup>, por lo tanto dichos parámetros probablemente logran verse alterados y variar de manera individual. Igualmente, la temperatura corporal puede verse afectada como un efecto adverso del anestésico utilizado (Ketamid®), al ser este un agente disociativo que disminuye el tono muscular y a su vez disminuye la temperatura corporal como un efecto secundario<sup>4</sup>.

Adicional a las diferencias encontradas en los parámetros hematológicos para las poblaciones naturales y lo reportado en individuos en cautiverio también se observa una diferencia entre las poblaciones naturales. Se hace por tanto necesario realizar muestreos adicionales en otras poblaciones en el área de distribución de *S. leucopus*, que permitan identificar posibles variaciones geográficas



o ecológicas en los perfiles hematológicos y bioquímicos para explorar el impacto real que puedan tener las condiciones medioambientales sobre las condiciones de salud de la especie. Por ejemplo, las diferencias observadas entre los grupos sociales de SR y SCA para parámetros como ALT, AST, triglicéridos y proteínas sugieren un impacto de las diferencias medioambientales entre estas dos poblaciones, que pueden incluir hábitos alimenticios, factores infecciosos o incluso contaminantes. En efecto todos los individuos del grupo SCA3 y un individuo del grupo SCA2 presentan los valores más altos de ALT obtenidos para todo el estudio, contrastando incluso con los valores de media reportados para individuos en cautiverio<sup>11,15</sup>.

Por otra parte, dentro de algunos casos específicos se encontró una hembra adulta (grupo SCA3) con un valor alto de creatinina de 1,11 mg/dl, que es incluso mayor a los reportados en cautiverio<sup>11,15</sup> lo que podría indicar una falla renal. En otro caso, un macho adulto (grupo SCA2), presentó leucocitosis con neutrofilia leve y marcada linfocitosis, compatible con una respuesta aguda a una infección de tipo viral, inflamación crónica asociada o no a daño hepático. En el grupo SCA1 en un macho subadulto se observó neutropenia y un valor bajo de hematocrito (28,57%) en comparación con los demás individuos, indicando posiblemente una anemia leve debida a pérdida de sangre por una herida reciente (Figura 1F). Adicionalmente se tiene un macho adulto del grupo SR2 que presentó valores hematológicos compatibles con una inflamación o infección previa a la captura (una semana o dos semanas antes) evidenciado por una monocitosis y presencia de bandas. Finalmente, se observaron una hembra juvenil y una hembra adulta, ambas del grupo SR1, con linfocitosis y monocitosis, indicando un posible compromiso por enfermedad viral crónica sin detección de sintomatología clínica.

Adicionalmente, se encontró eosinofilia y neutrofilia para tres individuos que igualmente presentaron parásitos en GG y coprológico (Filarias, *Trypanosoma* spp., *Prosthernorchis* spp., Uncinarias y Spiruridae) sugiriendo una parasitosis aguda, con ausencia de sintomatología clínica. Sin embargo, se encontraron individuos parasitados sin evidencia en parámetros hematológicos que pudiera asociarse a esta. Además no se detectó sintomatología clínica, lo cual concuerda con reportes en otras especies de *Saguinus*, donde no se evidenció relación directa entre diferentes tipos de parasitosis y parámetros sanguíneos<sup>10</sup>. Por lo tanto las

buenas condiciones de salud aparentes de las poblaciones a pesar de la prevalencia y amplia distribución de la mayoría de parásitos, sugiere un equilibrio simbiótico entre hospedador y parásito en poblaciones naturales de *S. leucopus*.

Anteriormente se han identificado *Prosthernorchis* spp., filarias, *Trichostrongylus* spp., *Strongyloides* spp., *Ascaris* spp., *Trypanosoma* spp. y parásitos de la familia Spiruridae en *S. leucopus* en estado de cautiverio<sup>7, 13, 17</sup>. Aunque un estudio previo permitió la identificación de *Entamoeba* spp. en el género *Saguinus*, específicamente en *S. fuscicollis*<sup>25</sup>, el presente estudio constituye en nuestro conocimiento el primer reporte de este parásito, así como de uncinarias (Ancylostomatidae) y *Endolimax* spp. para *S. leucopus*.

Algunos otros parásitos reportados previamente en *S. leucopus* en cautiverio como oxiuros, protozoos flagelados y coccidias no fueron observados en este estudio, sugiriendo su ausencia en las poblaciones naturales de SCA y SR. No obstante, dichos parásitos pueden encontrarse con baja prevalencia o presentar una limitada eliminación en la materia fecal o distribución geográfica restringida. Igualmente, la falta de sensibilidad de las técnicas utilizadas también podría explicar la aparente ausencia de dichos parásitos. Por ejemplo en este trabajo no se realizó coloración de Ziehl – Neelsen, idóneo para el diagnóstico de coccidias intestinales.

En Colombia se han considerado nueve especies de *Lutzomyia* como vectores de *Leishmania* spp.<sup>35</sup>. Aunque se encontró un individuo con lesión sospechosa de leishmaniosis, no se detectaron amastigotes de *Leishmania* en la muestra de tejido. Puesto que se han reportado varias especies de primate no humanos como reservorios para *Leishmania*<sup>19</sup>, no puede descartarse la posibilidad de que *S. leucopus* se comporte como reservorio de este parásito, haciéndose necesarios estudios ecoepidemiológicos.

Por otra parte, son necesarios estudios más profundos que permitan la identificación a través de métodos moleculares de las especies involucradas en los procesos infecciosos de *S. leucopus*. Aunque la infección de *S. leucopus* con tripanosomátidos se conoce desde hace varias décadas<sup>13</sup>, existe una gran diversidad de especies de *Trypanosoma*, la mayoría de las cuales no revisten un riesgo de salud para poblaciones humanas<sup>31</sup>. Sin embargo, las poblaciones estudiadas de tití se encuentran en una zona endémica para tripanosomiasis en humanos<sup>1,20</sup>,

siendo necesario evaluar el riesgo zoonótico de *T. cruzi* entre humanos y otros primates.

Finalmente, la relación parásito-hospedero puede alterarse como producto de cambios en la conformación del paisaje<sup>3</sup>, lo que sumado al creciente conflicto entre la distribución geográfica de fauna silvestre y poblaciones humanas puede potencialmente favorecer procesos zoonóticos inadvertidos, poniendo en riesgo la salud de ambas partes.

## Conclusiones

La condición corporal fue normal para todos los individuos de ambas poblaciones naturales, indicando que obtienen los recursos necesarios y condiciones aptas para su permanencia en cada uno de sus hábitats. Las lesiones que se observaron en algunos individuos representan casos aislados por traumas que no constituyen un indicador de un deficiente estado de salud de las poblaciones. A pesar de encontrar diferencias entre las dos poblaciones para algunos valores de hematología y química sanguínea, dichas poblaciones son clínicamente normales sin evidenciar sintomatología de alguna enfermedad de origen infeccioso o parasitario.

Este estudio revela diferencias en aspectos fisiológicos y epidemiológicos entre poblaciones naturales y cautivas de *S. leucopus*, pero incluso también entre poblaciones naturales, realzando la importancia de incorporar factores ecológicos, genéticos y demográficos en estudios ecológicos y epidemiológicos de la especie. Además, parece haber un equilibrio parásito-hospedero entre *S. leucopus* y la comunidad de parásitos; un equilibrio que parece verse afectado en cautiverio, llevando a una alta mortalidad de individuos.

Desde el punto de vista epidemiológico se sugiere por tanto que los planes de rehabilitación y liberación de individuos de *S. leucopus* mantenidos en cautiverio consideren la variación natural en parámetros fisiológicos y en la distribución de parásitos, así como diferencias ecológicas entre poblaciones naturales.

## Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por Isagén mediante Convenio Interinstitucional No.46/4208 y por la Universidad de Antioquia mediante el proyecto de Sostenibilidad 2014 Código E01727. Se agradece muy

sinceramente la colaboración de los habitantes de las zonas de estudio por el desarrollo de esta investigación.

## Referencias

1. Acero-Mondragón E, Maldonado-Arango MI, Angulo-Calderón NM. Histopathological diagnostic approach in *Saguinus leucopus* with chronic chagasic cardiomyopathy in rehabilitation and re-introduction programs. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 2012; 15: 43 – 48.
2. Barrera D, Pereira-Bengoia V, Nassar-Montoya F, Savege A, Soto L, Giraldo H, García F, Ramírez O. Parásitos en una población natural de Tití cabeza blanca (*Saguinus oedipus*), Hacienda el Ceibal, Colombia. Primatología en Colombia: avances al principio del milenio primera edición. Fundación Universitaria San Martín 2011; 161-169.
3. Behie AM, Kutz S, Pavelka MS. Cascading Effects of Climate Change: Do Hurricane-damaged Forests Increase Risk of Exposure to Parasites?. Biotropica 2014; 46: 25-31.
4. Botana LM, Landoni F, Matín-Jiménez T. Farmacología y terapéutica veterinaria. España: McGraw-Hill; 2002.
5. Castañeda F, Rubiano J, Cruz L, Rodríguez L. Prevalencia de helmintos intestinales en primates neotropicales cautivos alojados en la ciudad de Ibagué. Revista Colombiana de Ciencia Animal 2010; 3: 34-40.
6. Ceballos-Yepes D. y Noreña-Jaramillo E. Prevalencia de endoparásitos en primates que ingresan al centro de atención y valoración de fauna silvestre (CAV) del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Trabajo de grado para optar al título de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad CES, 2007. 58 p.
7. Castañeda FE, Rubiano JO, Cruz LJ, Rodríguez LC. Prevalencia de helmintos intestinales en primates neotropicales cautivos alojados en la ciudad de Ibagué. Revista colombiana de Ciencias Animales 2010; 3: 34-40.

8. Cuartas-Calle C. Distribución parcial del tití gris (*Saguinus leucopus*, *Callitrichidae*) en el Departamento de Antioquia, Colombia. *Neotropical primates* 2001; 9: 107-111.
9. Day M, Mackin A, Littlewood J. Manual de hematología y transfusión en pequeños animales. España: Ediciones S; 2012.
10. DeThoisy B, Vogel I, Reynes JM, Pouliquen JF, Carme B, Kazanji M y Vié JC. Health evaluation of translocated free-ranging primates in French Guiana. *American Journal of Primatology* 2001; 54: 1-16.
11. Fox M, Brieva C, Moreno C, MacWilliams P, Thomas C. Hematologic and serum biochemistry reference values in wild-caught white-footed tamarins (*Saguinus leucopus*) Housed in Captivity. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 2008; 39: 548-557.
12. Holdridge L. R. Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data *Science* 1947; 105: 367-368.
13. Hoare CA. The trypanosomes of mammals. A Zoological Monograph. England: Blackwell, Oxford; 1972.
14. IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. [acceso:01 de Diciembre del 2013]. <http://www.iucnredlist.org/details/19819/0>>.
15. Jaramillo-Gallego S y Pérez-Roldán A. Parámetros hematológicos y química sanguínea en primates de las familias Atelidae y Cebidae del Centro de Atención y Valoración en Fauna Silvestre (CAV) y Zoológico Santa Fe. Universidad CES, Medellín, 2007. 58 p.
16. Ladino-de la Hortúa R. y Moreno-Orozco M. I. Prevalencia de *Microfilaria spp* en Primates de Zoológicos Colombianos. *Revista de Medicina Veterinaria*, Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia 2007; 13: 83-94.
17. Lasprilla M, Ocampo M, López G. Identificación de huevos de nemátodos en carnívoros y primates ubicados en el Zoológico Santa Fe de Medellín, mediante método coprológico directo y de flotación. *Revista Spei Domus* 2009; 5: 30-36.
18. Lugo-Roman LA, Rico PJ, Sturdivant R, Burks R, Sttle TL. Effect of serial anesthesia using ketamine or ketamine/medetomidine on hematology and serum biochemistry values in Rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *J Med Primatol* 2010; 39:41-49.
19. Malta MCC, Tinoco HP, Xavier MN, Vieira ALS, Costa EA, Santos RL. Naturally acquired visceral leishmaniasis in non-human primates in Brazil. *Veterinary Parasitology* 2010; 169:193-197.
20. Moreno J. Estudios epidemiológicos sobre la enfermedad de Chagas en algunas regiones de Colombia. Tópicos de Infectología. Medellín. Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia 1995; p. 97-104.
21. Nassar-Montoya F, Pereira-Bengoia V, Savage A, Soto L, Giraldo H, García Francisco y Ramírez OC. Evaluación de la Salud de una Población Natural de tití Cabeza Blanca (*Saguinus oedipus*), Hacienda El Ceibal, Colombia. En: *Primatología en Colombia: Avances al Principio del Milenio*. Fundación Universitaria San Martín. Bogotá, Colombia, 2010. 258 p.
22. Paredes González J. Principales aspectos sobre la medicina y manejo en primates no humanos. Septiembre 2004. (*Documento sin publicar*).
23. Pérez J, Peña J, Soler-Tovar D. Gusano de cabeza espinosa (*Prosthenorchis elegans*) en el tití gris (*Saguinus leucopus*): Reporte de caso. En: Deffler, T.R., Pablo R. Stevenson, Marta L. Bueno, Diana C. Guzmán, *Primates Colombianos en Peligro de Extinción*. Asociación Primatológica Colombiana; 2013. p. 139-150.
24. Pérez-García J, Ramírez DM, Hernández CA. *Prosthenorchis sp.* en Titíes grises (*Saguinus leucopus*). Revisión de tema. *Rev CES Med Vet y Zootec* 2007; 2: 51-57.
25. Phillips KA, Haas ME, Grafton BW, Yravarren M. Survey of the gastrointestinal parasites of the primate community at Tambopata National Reserve, Peru. *J. Zool., Lond* 2004; 264: 149-151.

26. Potkay S. Diseases of the Callitrichidae: A review. *Journal of Medical Primatology* 1992; 21: 189-236.
27. R version 3.0.0. Copyright © 2013 The R Foundation for Statistical Computing.
28. Savage A, Giraldo LH, Sblumer E, Soto LH, Burger W, Snowdon CT. Field Techniques for monitoring cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus oedipus*) in Colombia. *American Journal of Primatology* 1993; 31: 189-196.
29. Silva R, Almeida Júnior GS, Cury JRM, Amaral RA, Locatelli L, Matias V. Leucograma de estresse. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária* 2008; VI (11).
30. Solari S, Muñoz-Saba Y, Rodríguez-Mahecha J, Defler T, Ramírez-Chaves H, Trujillo F. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical*. 2013;20:301-365
31. Stevens J, Noyes H, Gibson W. The evolution of Trypanosomes infecting humans and primates. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 1998; 93: 669-676.
32. Teichroeb, JA., Kutz SJ, Parkar U, Thompson RCA, Sicotte P. Ecology of the gastrointestinal parasites of *Colobus vellerosus* at Boabeng-Fiema, Ghana: Possible anthroponotic transmission. *Am. J. Phys. Anthropol* 2009; 140: 498–507.
33. Trujillo-García C, Martínez-Alzate LF. Guía de Procedimientos básicos Médico veterinarios para fauna silvestre en procesos de post - decomiso. Primera edición. Corantioquia 2003. 112p.
34. Varela N. Bases para el manejo, atención médico-veterinaria y rehabilitación de pequeños primates neotropicales. 2ª Ed. Corporación Autónoma Regional de Caldas – Asociación de Veterinarios de Vida Silvestre. Colombia, Bogotá DC. 2007. 56 p.
35. Vergara D, Bejarano EE, Carrillo LM, Sierra D, Vélez ID. Primer registro de *Lutzomyia scorzai* y *Lutzomyia* (Diptera: Psychididae) en Antioquia, Colombia. *Rev. Colomb. Entomol* 2006; 34(1):33-40.
36. Villiers E, Blackwood L. 2012. Manual de Diagnóstico de Laboratorio en Pequeños Animales. España: Ediciones S.
37. Winterborn AN, Bates WA, Feng C, Wyatt J. The efficacy of orally dosed ketamine and ketamine/medetomidine compared with intramuscular ketamine in rhesus macaques (*Macaca mulatta*) and the effects of dosing route on hematological stress markers. *J Med Primatol* 2008; 37:116-127.