UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

EVALUACIÓN DE LOS PATRONES DE COMPORTAMIENTO DE *Saguinus leucopus* ASOCIADOS A CUATRO CONDICIONES DE ENCIERRO DIFERENTES Y SU RELACIÓN CON NIVELES DE ESTRÉS

Claudia Alexandra Parra

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Departamento de Biología
Bogotá D.C.-Colombia
2016

EVALUACIÓN DE LOS PATRONES DE COMPORTAMIENTO DE *Saguinus leucopus* ASOCIADOS A CUATRO CONDICIONES DE ENCIERRO DIFERENTES Y SU RELACIÓN CON NIVELES DE ESTRÉS

Claudia Alexandra Parra

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ciencias-Biología

Directora:
MsC Claudia Isabel Brieva Rico
Docente Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Universidad Nacional de Colombia

Línea de investigación:
Manejo y conservación de vida silvestre

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Departamento de Biología
Bogotá D.C.-Colombia
2016

A mi hermoso hijo Eyán y mis maravillosos padres por su apoyo y amor.

A mi familia por su soporte.

AGRADECIMIENTOS

Al Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia por el apoyo logístico y académico.

A la Unidad de Rescate y Rehabilitación de Animales Silvestres (URRAS) de la Universidad Nacional de Colombia por permitirme muestrear en sus instalaciones.

Al zoológico del Parque Jaime Duque por permitirme muestrear en sus instalaciones.

Al Laboratorio Clínico de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia por colaborarme con el procesamiento de las muestras en sus instalaciones.

A la profesora Claudia Isabel Brieva Rico, directora de esta investigación, por haber creído y dirigido este proyecto.

Al profesor Enrique Zerda Ordoñez, profesor titular de la Facultad de Biología, por haberme ayudado a definir esta investigación, trasmitido su vasto conocimiento sobre la etología animal y apoyado incondicionalmente en las revisiones finales.

A la profesora Nohora María Martínez, profesora titular de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional, por su gran apoyo con los análisis estadísticos.

A Catalina Rodríguez, Directora del zoológico del Parque Jaime Duque y a su equipo por haber apoyado el proyecto.

Al Laboratorio Médico Veterinario LMV Ltda. por su ayuda para el procesamiento de las muestras en sus instalaciones.

Al profesor Pablo Stevenson de la Universidad de los Andes, por su importante aporte para finalizar este documento.

A los colaboradores de la Unidad de Unidad de Rescate y Rehabilitación de Animales Silvestres (URRAS) por su apoyo en los muestreos.

A los colaboradores del zoológico del Parque Jaime Duque por su apoyo en los muestreos.

A todos aquellos que de alguna manera colaboraron durante las diferentes fases de esta investigación, gracias.

RESUMEN

Colombia es considerada como uno de los países más diversos en primates neotropicales, con aproximadamente 31 especies, 5 de las cuales son endémicas (*Aotus jorgehernandezi, Saguinus leucopus, S. oedipus, Callicebus caquetensis, C. ornatus*) en conjunto con al menos 7 subespecies (*Ateles hybridus brunneus, Callicebus torquatus medemi, Cebus albifrons cesarae, Lagothrix lagothricha lugens, Pithecia monachus milleri, Saguinus nigricollis hernandezi, Saimiri sciureus albigena*). De éstas, 13 se encuentran en peligro de extinción. Lo anterior se debe a factores como el tráfico ilegal, deforestación, construcción de obras y desarrollo de megaproyectos. Para mantener la supervivencia de estas especies, los principales esfuerzos de conservación se centran en los procesos de rehabilitación y reintroducción llevados a cabo en los centros de rehabilitación y rescate de fauna silvestre, dado que a través del manejo en cautiverio se puede mantener manadas o individuos bajo condiciones controladas que permitan aumentar las tasas de reproducción y el establecimiento de poblaciones viables que sirvan como reservorio genético para el futuro. Tratándose de especies endémicas y sensibles, las tasas de supervivencia en cautiverio son variables, por lo que garantizar que puedan regresar a su medio natural y permanezcan en él no es un objetivo fácil de alcanzar. El estrés es un indicador de la dificultad de adaptación de los animales silvestres al cautiverio y a la carencia de condiciones favorables de los encierros. Uno de los indicadores de estrés más estudiados en animales cautivos es la concentración de cortisol. La respuesta comportamental a situaciones estresantes en primates ha sido estudiada por diversos autores, los cuales han definido las siguientes categorías, con sus respectivos comportamientos, como indicadores de estrés: estereotipias, conductas autoimpartidas (autoacicalamiento y rascado), descanso y ocultamiento. Igualmente, se ha demostrado que existen condiciones del cautiverio que aumentan el estrés como lo son los patrones de alimentación, limpieza de los encierros, temperatura, cercanía a predadores, presencia de visitantes, estructura física de los encierros, nivel de ruido, condiciones sociales y entorno social. Por lo anterior, esta investigación pretendió probar las siguientes hipótesis: 1. Las categorías de estereotipias, conductas autoimpartidas, descanso y ocultamiento están asociadas a altos niveles de estrés en individuos de *Saguinus leucopus* en cautiverio; 2.Los comportamientos que integran las categorías de estereotipias, conductas autoimpartidas, descanso y ocultamiento se exhiben de forma diferente en los cuatro encierros analizados; 3. Características del cautiverio como las diferentes formas de interferencia de los humanos (patrones de alimentación, limpieza de los encierros, presencia de visitantes, estructura física del encierro, ruido, temperatura, confinamiento, cercanía a predadores y conformación de grupos) y el entorno social, afectan los niveles de estrés en individuos de *Saguinus leucopus*. Para ello se escogió una muestra de 14 individuos de la especie *S.leucopus* mantenidos en cuatro tipos de encierro diferentes, dos en la Unidad de Rescate y Rehabilitación de Animales Silvestres de la Universidad Nacional de Colombia-URRAS y dos en el zoológico del Parque Jaime Duque. Se midió el número de exhibiciones por individuo de los comportamientos que integraron las categorías de estereotipias, conductas autoimpartidas (autoacicalamiento y rascado), descanso y ocultamiento mediante muestreo *ad libitum* con registro continuo y animal focal. La concentración de cortisol fecal fue medida mediante la prueba de Elisa y los datos de condiciones del cautiverio y entorno

social se tomaron con base en los resultados de diversas fuentes de información primaria y observaciones en campo. Mediante el análisis de Spearman se estableció la correlación entre la concentración de cortisol y los comportamientos que integraron las categorías mencionadas; mediante análisis de varianza (ANOVA) se determinó las diferencias de exhibición de los comportamientos que integraron las categorías mencionadas en los cuatro encierros analizados; mediante la prueba de chi-cuadrado, se determinó la relación por independencia de las condiciones del cautiverio y el entorno social con el cortisol, y finalmente mediante odds ratio y regresión múltiple se determinó la fuerza de dependencia de estas variables. Los comportamientos que presentaron correlación directa significativa con el cortisol fueron *desplazamiento colgando de 4 patas, rascado, desperezarse y meterse en la cama o casa,* y el que presentó correlación inversa signficativa fue o*cultarse.* Los demás comportamientos no registraron correlación significativa con el cortisol. Los comportamientos que integraron la categoria “Estereotipias”, fueron significativos entre los encierros III y IV; la categoría “Conductas autoimpartidas”, tuvo un patrón de exhibición significativamente diferente entre los cuatro encierros analizados, este resultado está definido por las diferencias entre los encierros I-II y II-IV; la categoría “Descanso”, no tuvo un patrón de exhibición significativamente diferente entre los cuatro encierros analizados; la categoría “Ocultamiento” si bien registró un valor *p* superior a 0.05, éste fue muy cercano al limite, razón por la cual se tuvo en cuenta en esta investigación, los resultados indican que la diferencia está dada principalmente entre lo encieros I-II y I-IV. Las condiciones de cautiverio *Repartir, extender y esconder la comida*, y *Animales provenientes de incautaciones por tráfico ilegal,* son las que mayor asociación por independencia tuvieron con el cortisol; *Presencia de macho dominante*, *Ruido, Hembra unida a un macho no conocido* y *Presencia de visitantes* registraron valores que no fueron significativos. Sin embargo, de las dos primeras no se descarta su dependencia del cortisol. Las condiciones restantes registraron asociación por independencia con el cortisol, *Mobiliario* fue la condición con mayor dependencia del cortisol seguida en orden descendente por *Presencia de arboles naturales, Variedad de sustratos, Uso de la dimensión vertical, Cercania a predadores, Limpieza de encierros, Presencia de vegetación no natural o natural seca para soporte, Animales encerrados individualmente* y*Temperatura.*

Palabras claves: *Saguinus leucopus*, tití gris, catálogo comportamental, glucocorticoide, cortisol, Eje HPA, enriquecimiento ambiental, estrés.

ABSTRACT

Colombia is considered one of the most diverse countries in Neotropical primates, with about 31 species, 5 of which are endemic beside 7 subspecies. Of these, 13 are endangered. This is due to factors such as illegal trafficking, deforestation, construction projects and megaprojects. To maintain the survival of these species, major conservation efforts focus on rehabilitation and reintroduction processes carried out at wildlife rescue centers, since through controlled captive management can be kept herds or individuals under controlled conditions that increase reproduction rates to establish viable populations, which will be genetic reservoir to the future. In the case of endemic and sensitive species, survival rates in captivity are variables, so ensure they can return to their natural environment and remain in it, is not an easy goal to achieve. As an indicator of the difficulty of animal adaptation to captivity and the lack of favorable enclousure conditions, it is stress. One of the most studied indicators of stress in captive animals is cortisol. The behavioral response to stressful situations in primates has been studied by various authors, which have defined the following categories, with their respective behaviors, such as stress indicators: stereotypies, self-applied behaviors (selfgrooming and scratching), rest and hiding. Similarly, it has been shown that there are conditions of captivity that increase stress such as nutritional patterns, cleaning patterns, temperature, predators proximity, visitors presence, enclosure structure, noise level, social conditions and social environment. Therefore, this study sought to test the following hypotheses: 1. Stereotypies, self-applied behaviors, rest and hiding categories, are associated with high stress levels in individuals of white-footed tamarin in captivity; 2.The behaviors that integrated the categories of stereotypies, self-applied, rest and hiding are displayed differently in the four enclousures analyzed; 3. Characteristics of captivity such as different forms of human interference (nutritional patterns, cleaning patterns, visitors presence, enclousure structure, noise level, temperature, predators proximity and group conformation) and social environment, affect stress levels in individuals of white-footed tamarin. Thus, a sample of 14 individuals of *S.leucopus* held in four different enclosures, two at Colombia National University´s Wild Life Rescue and Rehabilitation Unit and two at Jaime Duque Zoo, were chosen. It was measured the number of exhibits of each behaviors that integrated the stereotypies, self-applied behaviors, rest and hiding categories, by *ad libitum* sampling with continuous recording and focal animal. Fecal cortisol concentration was measured by ELISA test and captivity conditions and social environment data were taken based on the results of various primary information sources and field observations. By Spearman correlation analysis it was establish the correlation between cortisol and those behaviors which integrated the categories mentioned; by variance analysis (ANOVA) it was established the different display of behaviors that integrated the categories mentioned above and by multiple regression analysis, it was established the influence degree, in captivity, of

human interferences and social environment in stress levels. Behaviors that had significant direct correlation with cortisol were *hanging in four-foot, scratching, stretching and get into bed or home*, and the one which had significant inverse correlation was *hidden*. Other behaviors reported no significant correlation with cortisol. Behaviors that formed the “Stereotypies” category were significant different between III and IV enclousures; “Self-applied” category´s behaviors had a pattern display significantly different between the four runnings analyzed, this result is defined by the differences between the I- II and II – IV enclosures ; "Rest" category did not have a pattern display significantly different between the four runnings analyzed ; “Hiding” category, although recorded a p value greater than 0.05, it was very close to the limit, so it was taken into account in this research, the results indicate that the difference is due mainly between I- II and I- IV enclousures.Related to captivity conditions “Extend, and hiding food” and “Animals from illegal traffic”, were the most associated with cortisol; “Dominant male presence”, “Noise”, “Female with unknown male” and “visitors presence” were not significant. However, the first two cortisol dependence was not discarded. The remaining conditions registered association with cortisol, “Furniture” was the most associated with cortisol, followed in descending order, by “Natural trees presence”, “Diffetrent substrates” , “Vertical dimension use”, “Predators”, “Cleaning cages patterns”, “Vegetation support”, “Individually locked animals” and “Temperature”

Keywords: Glucocorticoids, *Saguinus leucopus,* white-footed tamarin, HPA axis, behavioral catalog, environmental enrichment, stress.

Contenido

RESUMEN 6
LISTA DE FIGURAS 12
LISTA DE TABLAS 13
INTRODUCCIÓN 14
CAPITULO I 23
1.1. Marco teórico 23
CAPITULO II 27
2.1 Objetivo general 27
2.2 Objetivos específicos 27
2.3 Materiales y aspectos metodológicos 28
2.3.1 Sobre la especie 28
2.3.2 Tipos de encierros 32
2.3.3 Sujetos de estudio 36
2.3.4 Lugares de estudio 41
2.3.5 Toma de datos comportamentales 42
2.3.5.1 Esfuerzo de muestreo 42
2.3.5.2 Definición de categorías comportamentales y registro de los comportamientos asociados a cada categoria 44
2.3.6 Toma de datos hormonales 45
2.3.6.1 Esfuerzo de muestreo 45
2.3.6.2 Medición de la concentración de cortisol fecal 45
2.3.7 Registro de características del cautiverio y entorno social 51
2.3.8 Análisis estadísticos 51
CAPITULO III 52
3.1 Resultados 52
3.1.1 Datos comportamentales 52
3.1.2 Datos hormonales 52
3.1.3 Caracteristicas del cautiverio y el entorno social 54
3.1.4 Correlación entre los comportamientos de las categorías estereotipías, conductas autoimpartidas, descanso y ocultamiento con la concentración de cortisol. 58

3.1.5 Diferencias de exhibición de los comportamientos de las categorías estereotipías, conductas autoimpartidas, descanso y ocultamiento en los cuatro encierros analizados. 60

3.1.6 Relación de las diferentes formas de interferencia de los humanos y el entorno social con la concentración del cortisol en los cuatro encierros analizados..... 61

3.2 Discusión 64

3.2 Conclusiones 76

ANEXOS..... 77

BIBLIOGRAFÍA..... 77

LISTA DE FIGURAS

FIGURA N° 1.RESPUESTA FISIOLÓGICA AL ESTRÉS. FUENTE: R.J. NELSON (2000) 25
FIGURA N° 2. SAGUINUS LEUCOPUS. ZOOLÓGICO JAIME DUQUE. FUENTE: PROPIA 28
FIGURA N° 3. DISTRIBUCIÓN ACTUAL SAGUINUS LEUCOPUS. MORALES ET AL (2011)..... 28
MOSAICO DE FIGURAS N° 4. ENCIERRO TIPO I (PARQUE JAIME DUQUE-ISLA). FUENTE: PROPIA..... 33
MOSAICO DE FIGURAS N° 5.ENCIERRO TIPO II (PARQUE JAIME DUQUE-ZONA DE PEQUEÑOS PRIMATES). FUENTE: PROPIA 34
MOSAICO DE FIGURAS N° 6. ENCIERRO TIPO III (URRAS ZONA B). FUENTE: PROPIA..... 35
MOSAICO DE FIGURAS N° 7.ENCIERRO TIPO IV (URRAS CUARENTENA). FUENTE: PROPIA. 36
MOSAICO DE FIGURAS N° 8.INDIVIDUOS DE S.LEUCOPUS MUESTREADOS EN EL ENCIERRO TIPO I. FUENTE: PROPIA 37
FIGURA N° 9. MACHO DE S. LEUCOPUS (♂1) MANTENIDO EN EL ENCIERRO TIPO II. FUENTE: PROPIA..... 38
FIGURA N° 10. MACHO DE S.LEUCOPUS (♂2) MANTENIDO EN EL ENCIERRO TIPO II Y MUERTO LA TERCERA SEMANA DE MAYO 2014. FUENTE: PROPIA..... 38
FIGURA N° 11.HEMBRA DE S. LEUCOPUS MANTENIDA EN ENCIERRO TIPO III. FUENTE: PROPIA. 39
FIGURA N° 12. MACHO DE S. LEUCOPUS MANTENIDO EN ENCIERRO TIPO III. FUENTE: PROPIA..... 39
FIGURA N° 13. MACHO DE S. LEUCOPUS MANTENIDOS EN ENCIERRO TIPO IV..... 40
FIGURA N° 14. MACHO DE S. LEUCOPUS MANTENIDO EN ENCIERRO TIPO IV..... 40
MOSAICO DE FIGURAS N° 15.RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS..... 46
MOSAICO DE FIGURAS N° 16. EXTRACCIÓN DE GLUCOCORTICOIDES 48
FIGURA N° 17.TEST DE ELISA-MEDICIÓN DE LA ABSORBANCIA DE CADA MUESTRA..... 50
FIGURA N° 18. CURVA ABSORBANCIA V/S CONCENTRACIÓN DE CORTISOL DE LOS CONTROLES PARA EL CÁLCULO DE CONCENTRACIÓN DE CORTISOL DE LAS MUESTRAS. 51
FIGURA N° 19 PROMEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CORTISOL POR INDIVIDUO 53

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. FACTORES DE AFECTAN EL NIVEL DE ESTRÉS EN PRIMATES 15
TABLA 2. INDIVIDUOS MUESTREADOS EN EL ENCIERRO TIPO II. FUENTE:PROPIA 38
TABLA 3. INDIVIDUOS MUESTREADOS EN EL ENCIERRO TIPO III 39
TABLA 4. INDIVIDUOS MUESTREADOS EN EL ENCIERRO TIPO IV 40
TABLA 5. HISTORIA DE VIDA INDIVIDUOS SAGUINUS LEUCOPUS-ZOOLÓGICO PARQUE JAIME DUQUE 41
TABLA 6.HISTORIA DE VIDA INDIVIDUOS SAGUINUS LEUCOPUS-URRAS 41
TABLA 7. PERIODOS DE MUESTREO 43
TABLA 8.TOTAL DE MUESTRAS TOMADAS 45
TABLA 9. PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA CONCENTRACIÓN DE CORTISOL DE LOS INDIVIDUOS MANTENIDOS EN LOS ENCIERROS I, II, III Y IV. 53
TABLA 10. CARACTERÍSTICAS DEL CAUTIVERIO Y ENTORNO SOCIAL 56
TABLA 11. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE CORTISOL Y COMPORTAMIENTOS DE LAS CATEGORÍAS ESTEREOTIPIAS, CONDUCTAS AUTOIMPARTIDAS, DESCANSO Y OCULTAMIENTO. 59
TABLA 12. RESULTADOS PRUEBA DE CHI-CUADRADO Y ODDS RATIO PARA DETERMINAR DEPENDENCIA ENTRE EL CORTISOL Y LAS CONDICIONES DEL CAUTIVERIO Y ENTORNO SOCIAL. 61
TABLA 13. RESULTADOS DE REGRESIÓN LOGÍSTICA BINARIA CON BASE EN EL ODDS RATIO USANDO EL PROGRAMA SPSS 63

INTRODUCCIÓN

Colombia es considerada a nivel mundial como uno de los países más ricos en especies de mamíferos. En primates neotropicales es considerada como uno de los países más diversos, con aproximadamente 31 especies, 5 de las cuales son endémicas (*Aotus jorgehernandezi, Saguinus leucopus, S. oedipus, Callicebus caquetensis, C. ornatus*) en conjunto con al menos 7 subespecies (*Ateles hybridus brunneus, Callicebus torquatus medemi, Cebus albifrons cesarae, Lagothrix lagothricha lugens, Pithecia monachus milleri, Saguinus nigricollis hernandezi, Saimiri sciureus albigena*) (Solari, *et al.*, 2013). De la totalidad de las especies y subespecies de primates, 13 se encuentran en peligro de extinción: tres en *riesgo crítico*, tres bajo la categoría de especie *amenazada* y 7 como *vulnerable* (UICN, 2015).

Lo anterior se debe a factores como el elevado número de animales que se extraen por tráfico ilegal, los individuos que desaparecen debido a la deforestación, a la construcción de obras civiles y al desarrollo de megaproyectos hidroeléctricos (Morales-Jiménez, *et al.*, 2008).

Para mantener la supervivencia de estas especies, los principales esfuerzos de conservación se centran en los procesos de rehabilitación y reintroducción llevados a cabo en los centros de rehabilitación y rescate de fauna silvestre, tanto públicos como privados, y en los zoológicos de Colombia. A través del manejo controlado en cautiverio se pueden mantener manadas o individuos bajo condiciones controladas que permitan aumentar las tasas de reproducción y el establecimiento de poblaciones viables que sirvan como reservorio genético para el futuro (Sepúlveda-Rojas, *et al.*, 2014).

Tratándose de especies endémicas y sensibles, las tasas de supervivencia en cautiverio son variables, por lo que garantizar que puedan regresar a su medio natural y permanezcan en él no es un objetivo fácil de alcanzar. Adicionalmente, en muchas ocasiones las condiciones de los encierros y el manejo social, nutricional, sanitario y de estimulación mental no garantiza que los individuos liberados estén en capacidad de enfrentar ambientes y situaciones cambiantes en vida silvestre (Sepúlveda-Rojas, *et al.*, 2014).

Como indicador de la dificultad de adaptación de los animales silvestres al cautiverio y a la carencia de condiciones favorables de los encierros, se encuentra el estrés, el cual genera efectos negativos como el aumento de enfermedades, pérdida de la función reproductora, muerte de neuronas, hipertensión, daño cardiovascular y

supresión del sistema inmunológico, entre otras consecuencias (Foerster & Monfort, 2010).

Si la presencia de factores estresantes se mantiene la homeostasis no se recupera y el estrés se vuelve crónico lo cual provoca irregularidades fisiológicas y comportamentales graves para la supervivencia del individuo (Novak, *et al.*, 2013).

Existen diferentes factores que se ha demostrado afectan el nivel de estrés en primates como:

Tabla 1. Factores de afectan el nivel de estrés en primates

FACTOR		REFERENCIA
CONDICIONES DEL INDIVIDUO		
Sexo	En algunas investigaciones las hembras han exhibido mayores niveles de cortisol que los machos, aunque también se han reportado los resultados opuestos.	Hoffman, C.L., et al., 2010
Rango de dominancia	Se han reportado mayores niveles de cortisol en individuos de bajo rango	
Edad	Individuos más jóvenes han reportado mayor cantidad de comportamientos que los más adultos	
Dieta	Animales con dietas cuyo porcentaje fue bajo con respecto a la media nutricional presentaron mayores niveles de cortisol	Ange-van Heugten, K.D., et al., 2009
CONDICIONES DEL AMBIENTE Y/O ENCIERRO		
Época del año	El incremento en la temperatura y los periodos de lluvia fueron asociados a disminución de los niveles de cortisol	Hernández-Jáuregui, D.M., et al., 2005
Espacio del encierro	Se ha considerado el movimiento restringido por limitación de espacio como uno de los principales factores que provocan estrés en cautiverio y por consiguientes comportamientos anormales.	Ange-van Heugten, K.D., et al., 2009
Presencia de humanos	Se ha encontrado que para grupos cautivos de macacos a medida que el número de visitantes aumentaba, el cortisol también aumentaba.	Bayazit, V., 2009; Fontani, S., et al., 2014
Niveles de ruido	El ruido y otras formas de disturbio son estresores ambientales muy significativos. Dado que poco se sabe del rango auditivo de muchas especies, en ocasiones no se toman las medidas adecuadas para disminuir el riesgo auditivo en animales en cautiverio	
Incremento en la temperatura	Mantener las características microclimáticas aceptables para una especie, contribuye al comportamiento normal y al bienestar de los animales. Por el contrario, si no se mantienen estos rangos de temperatura el estrés aumenta	Cunha, M., et al., 2007
Durabilidad del fotoperiodo	Se ha demostrado que los niveles de cortisol se incrementan durante fotoperiodos largos	Pancak, M.K. and Taylor, D.H., 1983 citado por Weingrill, T., et al., 2004
Manipular un animal para simplemente tomar medidas como peso corporal o sexarlos	Se ha demostrado que la manipulación para examinar un animal silvestre en cautiverio es una fuente de estrés	Gregory, S. & Schmid, R., 2001 citado por Mallapur, A., et al., 2005

Hora de toma de las muestras	Se ha reportado en primates que la concentración de cortisol es más alta en la tarde pero más baja en las mañanas	Gust, D. et al. 2005 citado por Hoffman, C.L., et al., 2010
CONDICIONES DEL GRUPO		
Transiciones sociales	Machos que fueron retirados de sus grupos originales con una nueva hembra presentaron mayores niveles de cortisol que cuando las hembras fueron traídas a los grupos natales	McGuire, W. et al., 1986; Martensz, et al., 1987 citados por Ziegler, T.E., et al., 1995; Bales, K. et al., 2005
Presencia de infantes en los grupos	Se ha encontrado en manadas de gibones, que los grandes grupos de personas con niños desencadenan respuestas agresivas que incrementan la concentración de cortisol	Ziegler, T.E., et al., 1995
Sistema de relaciones sociales como patrones de agonismo alterados, jerarquía poco definida, evasión mutua, afiliación frecuente pero poco íntima	Mecanismos como evasión social, apaciguamiento y tolerancia se producen por la tensión socio-ambiental a que están sometidos los individuos (confinamiento, imposibilidad de migrar, imposición de los miembros del grupo) incrementan los niveles de estrés.	López, M. & Tárano, Z., 2008

Uno de los indicadores de estrés más estudiados en animales cautivos es la concentración de cortisol.

Broom (1993) citado por Perea, *et al.* (1997) propuso que la respuesta fisiológica del estrés medida por la actividad adrenal, en términos de concentración de cortisol, y la presencia de comportamientos anormales se pueden medir cuantitativamente para ser utilizados como indicadores de los niveles de estrés en animales en cautiverio.

Los niveles de cortisol fecal se han utilizado en varios estudios para documentar los cambios en la tensión o el bienestar en cautiverio de primates no humanos. Múltiples investigaciones ilustran la utilidad de cortisol fecal como un índice de la actividad del eje HPA, el cual se desencadena bajo estimulos estresantes (Novak, *et al.*, 2013).

El estrés en cautiverio puede ser constante, comprometiendo progresivamente la salud de los animales, debido al reducido espacio donde permanecen y las marcadas diferencias con su entorno natural.

Este nuevo ambiente carece generalmente del nivel de estímulos necesarios para permitir el despliegue de todos los comportamientos de una especie, lo que se traduce en una pérdida gradual del rango de conductas que permiten responder a una variable, dando lugar a comportamientos estereotipados (McPhee, 2003).

Comportamientos asociados a estrés en primates en cautiverio

La respuesta comportamental a situaciones estresantes en primates ha sido estudiada por diversos autores, los cuales han definido las siguientes categorías, con sus respectivos comportamientos, como indicadores de estrés:

- ESTEREOTIPIAS

Kleiman *et al*. (1997); López & Tárano (2008); Cardona Lòpez *et al.* (2004), han definido que los comportamientos repetitivos y estereotipados[1] son uno de los indicadores de altos niveles de estrés en animales.

El comportamiento estereotipado es el resultado de la restricción de movimiento, la frustración, el aburrimiento, los mecanismos que alteran o controlan la excitación, los ruidos, los cambios climáticos, entre otros (Cardona-López *et al.*, 2004).

Dichos comportamientos se dividen en dos clases: Rítmicos y estacionario. El primero se caracteriza porque el animal se mueve adelante y atrás varias veces en un patrón particular, mientras que en el segundo, el animal no se mueve pero realiza un acto físico repetido (Hogan y Tribe, 2007).

Además de estas señales, existen otras conductas que indican cierto nivel de estrés en los individuos como automutilación, actividades sexuales atípicas, cuidado maternal inadecuado, quitarse el pelo, escupir o regurgitar el alimento (López & Tárano, 2008).

En los primates los comportamientos estereotipados más comunes son caminar continuamente en forma de ocho o círculos, mecerse, sujetar con la boca alguna extremidad o su cola, tambalearse, restringir el movimiento por largos periodos de tiempo, la automutilación y la mímica (Manson *et al.*, 2007). Todos estos comportamientos según Zerda (2004) son ejemplo de estrés en los animales al sentirse inhabilitados para conseguir una meta.

Se ha demostrado que caminar colgado del techo es una estereotipia (Rueda & Ordóñez, 2009) y que el estrés incrementa los comportamientos anormales de inhibición, vigilancia y ocultamiento dado que se observa mayor miedo cuando los animales están bajo situaciones amenazantes (Morgan & Tromborg, 2007).

[1] La característica esencial del trastorno de movimientos estereotipados es un comportamiento repetitivo, que suele parecer impulsivo y no es funcional. Este comportamiento motor interfiere las actividades normales o da lugar a lesiones corporales autoinfligidas (www.psicologia-online.com).

También se han reportado comportamientos como exceso de quietud, los cuales no son catalogados comúnmente como estereotipias pero que en cautiverio, se vuelven repetitivos y por lo tanto su frecuencia aumenta significativamente volviéndose así en comportamientos indicadores de estrés.

Pese a lo anterior, es importante resaltar que existen varias hipótesis que afirman que las estereotipias tiene consecuencias beneficiosas que refuerzan su propia manifestación, además de parecerse a patrones normales de comportamiento en cuanto a que son invariables y resistentes a cambios. Adicionalmente, comparten con un comportamiento normal que una vez ya se han desarrollado, se independizan del estímulo que las originó y pueden no tener un objetivo, punto final o función obvios, sin embargo, no significa que el comportamiento sea patológico, puesto que un comportamiento normal también puede persistir cuando aparentemente está exento de consecuencias funcionales. En síntesis, según Mason (1991) no se puede concluir que las estereotipias son necesariamente infuncionales o patológicas, especialmente porque incluso las estereotipias más raras pueden ser el resultado de un fenómeno perfectamente normal. Sólo si se demuestra que el coste de la manifestación de este comportamiento sobrepasa a los beneficios, o si parece ser el resultado de una condición patológica, entonces se puede asegurar que las estereotipias son anormales en un sentido desadaptativo.

- CONDUCTAS AUTOIMPARTIDAS

El autoacicalamiento, obedece en muchas ocasiones a estereotipias (Boinski *et al.* 1999, Mason *et al.*, 2007) o a la falta de estímulos ya que se ha encontrado que en condiciones naturales al igual que la agresión, el autoacicalamiento es menos común que en grupos cautivos (Cardona *et al.*, 2004). Al respecto, se han registrado más conductas como el autoacicalamiento en grupos confinados que en grupos silvestres (López & Tárano, 2008).

Por otro lado, algunos investigadores han afirmado que el comportamiento de rascado tiene mayor frecuencia si un animal está siendo sometido a tensión y ansiedad (Cardona *et al.*, 2004; Cooke & Schill, 2007).

- DESCANSO

Se ha encontrado que individuos de encierros reducidos ocuparon más tiempo en actividades como descanso y cuidados del cuerpo que individuos localizados en espacios amplios dado que la quietud por largos periodos de tiempo es producto de la falta de estímulos (Cardona *et al.,* 2004). Igualmente, el descanso excesivo en

algunos mamíferos es un indicador de frustración creada por el cautiverio (Mason, 1993 citado por Mason *et al.,* 2007) y se ha demostrado que animales que han permanecido largos periodos de tiempo en cautiverio desarrollan comportamientos anormales como exceso de descanso y sueño (Wells, 2009). Por el contrario, el incremento de estímulos ambientales provoca que los animales destinen menos tiempo a descansar y lo utilicen más en actividades de desplazamiento y búsqueda de alimento (Leal, 2010).

Por ejemplo Gronqvist *et al.* (2013) registraron para un grupo cautivo de *Hylobates moloch*, que en estado salvaje las manadas de este primate gastan hasta el 70% de su tiempo en actividades de forrajeo, mientras que en cautiverio tan solo lo hicieron para el 7% del día ; Mason *et al.* (2007) han afirmado que el comportamiento de descanso puede ser un indicador de frustración más que un indicador de bienestar, igualmente, Cardona *et al.* (2004) mantienen que los periodos largos de descanso pueden ser producto de un hábitat monótono y aburrido, o producto de la limitada estructura de los encierros. Otros autores también han afirmado que los animales cautivos por largos periodos de tiempo incrementan comportamientos negativos y sintomáticos como el exceso de descanso y horas de sueño (Wells, 2009)

- OCULTAMIENTO

Se ha demostrado que el estrés incrementa los comportamientos anormales de inhibición, vigilancia y ocultamiento dado que se observa mayor miedo cuando los animales están bajo situaciones amenazantes (Morgan & Tromborg, 2007).

Condiciones del cautiverio que aumentan el estrés en animales cautivos

- PATRONES DE ALIMENTACIÓN

Muchos animales en sus hábitats naturales gastan una gran cantidad de su tiempo diario en buscar y consumir alimento (Herbers 1981 citado por Morgan & Tromborg, 2007). Sin embargo en cautiverio el alimento es proveído artificialmente y si bien los centros de manejo de fauna se esfuerzan por crear buenas dietas, generalmente éstas son diferentes a las consumidas por los individuos naturalmente. Pueden ser más condensadas, con mayor cantidad de proteína, diferentes en textura y más bajas en fibra que una “dieta silvestre” y generalmente su consumo se puede realizar más rápido, es decir, alimentarse en cautiverio generalmente requiere mucho menos esfuerzo lo cual puede favorecer comportamientos estereotipados por frustración o aburrimiento (Morgan & Tromborg, 2007; Hosey, 2005).

Mason, (1993) citado por Morgan & Tromborg (2007), ha afirmado que la frustración por fácil obtención de alimentos puede generar estereotipias. Adicionalmente, otro aspecto de la alimentación en cautiverio que debe revisarse en la predictibilidad, ya que día tras día o semana tras semana se ofrece el mismo alimento generalmente a las mismas horas y en estado silvestre la dieta no es tan invariable ni el consumo tan regular (Morgan & Tromborg, 2007; Newberry, 1995).

- PATRONES DE LIMPIEZA DE LOS ENCIERROS

Si bien desde el punto de vista humano, la limpieza de los encierros es una condición de higiene básica para evitar la contaminación y por lo tanto la afectación de la salud de los animales mantenidos en cautiverio, desde el punto de vista animal esta rutina puede incrementar el estrés, ya que muchos animales utilizan las marcas hormonales para delimitar sus territorios o indicar su estado reproductivo, y en cautiverio el constante retiro de estas marcas olfativas es altamente estresante (Morgan & Tromborg, 2007).

- CERCANIA A PREDADORES

Los mamíferos son considerados macroosmáticos, es decir dependen de claves olfativas para su sobrevivencia (Slotnick *et al*, 2005 citado por Morgan & Tromborg, 2007), por lo que la presencia de predadores dentro de su rango vital se constituye en una fuente de estrés. Al respecto Morgan& Tromborg (2007); Newberry, (1995) han afirmado que para el caso de los animales que son presas, la exposición continua al olor de un predador puede generar altas concentraciones de cortisol.

- PRESENCIA DE VISITANTES

El comportamiento de los primates es afectado por la presencia de visitantes en los zoológicos donde son mantenidos (Cooke, 2007; Burell & Altman, 2006; Mallapura *et al.*, 2005). Hosey & Druck (1987) citado por Cooke & Schill (2007) han encontrado que en manadas de gibones, los grandes grupos de personas con niños desencadenan un mayor número de comportamientos territoriales y de protección.

- ESTRUCTURA FÍSICA DE LOS ENCIERROS

Por otro lado, dado que los materiales de los que están construidos los encierros favorecen el establecimiento de características microclimáticas aceptables o no para la especie, la estructura del encierro contribuye al comportamiento y bienestar de los animales (Morgan & Tromborg, 2007). Si la temperatura no se encuentra dentro de

los rangos naturales de la especie, se convierte en una fuente de molestia y estrés permanente para los animales (Morgan & Tromborg, 2007).

Un potencial estresor del cautiverio es la restricción del movimiento en encierros muy pequeños (Morgan & Tromborg, 2007). Hediger (1955) citado por Morgan & Tromborg (2007) ha considerado el movimiento restringido por limitación de espacio como uno de los principales factores que provocan estrés en cautiverio y por consiguiente comportamientos anormales. Igualmente, otros autores han comprobado reducción de comportamientos aberrantes con incremento en el tamaño de los encierros (Draper & Bernstein, 1963; Paulk *et al.*, 1977 citado por Morgan & Tromborg, 2007).

- RUIDO

El ruido y otras formas de disturbio son estresores ambientales muy significativos (Teixera *et al.*, 2007; Wells, 2009; Hosey, 2005) y poco se sabe del rango auditivo de muchas especies, lo cual contribuye a que no se tomen las medidas adecuadas para disminuir el riesgo auditivo en animales en cautiverio mediante barreras físicas (Morgan & Tromborg, 2007; Newberry, 1995; Varela, 2007).

En ambientes de cautiverio existe una alta cantidad de ruido relativo, el cual asciende a 10 dB cuando están prendidos sistemas de calefacción o aire acondicionado (Morgan & Tromborg, 2007).

- CONFORMACIÓN DE GRUPOS

Ziegler *et al.* (1995) encontraron que en un grupo de *Saguinus oedipus*, las hembras experimentaron un mayor cambio, en términos de concentración de cortisol, durante la primera vez que fueron removidas de su ambiente familiar y fueron unidas a un macho no conocido y los niveles de cortisol permanecieron altos durante todo el tiempo que las hembras estuvieron conviviendo con sus parejas.

Se ha reportado que el macho alfa o dominante tiene concentraciones de cortisol más altas que el promedio, debido a que poseen una maquinaria neuroendocrina más rápida para responder al estrés social (Teixera *et al.,* 2007).

Por otro lado, Smith & French (1998) reportaron el incremento en la concentración de cortisol en individuos encerrados individualmente y no con sus grupos familiares.

- ENTORNO SOCIAL

Desafortunadamente muchos de los animales provenientes del tráfico ilegal, que son recuperados en acciones de decomiso o son devueltos de forma voluntaria, llegan a los centros de recepción con muchas limitaciones tanto físicas (mutilaciones, afecciones de la piel, escamas o mucosas, atrofias musculares, deformaciones óseas), como comportamentales, entre las cuales el acostumbramiento al humano es la más grave, pues no sólo el animal reconoce al ser humano como su guardián y alimentador, sino que en la mayoría de los casos ha perdido el instinto de sobrevivir en condiciones naturales olvidándose incluso de reconocer a sus congéneres, a sus enemigos naturales y los alimentos que ingieren los individuos de su misma especie en condiciones naturales (Betancourt *et al.*, 2009).

Generalmente los individuos que trafican o venden animales ilegalmente no se preocupan en absoluto de su bienestar, salud, correcta alimentación ni higiene. Incluso llegan a modificar diferentes características del animal para que sean más atractivos para la venta. Otras veces mutilan o deforman parte del animal para facilitar su manejo o almacenamiento (Rimbaud *et al.*, 2011).

En cuanto a los mamíferos generalmente se venden ejemplares adultos sin importar el sexo o el estado fisiológico del animal, enfrentando muchas veces el decomiso de hembras preñadas. Si se venden las crías, generalmente se ha tenido que matar a la madre y todos estos escenarios generan sin duda un estrés agudo.

El manejo adecuado de estrés es la clave del éxito en el tratamiento y recuperación de los animales decomisados. Muchos de ellos han pasado por un verdadero periodo de terror y maltrato. El estrés puede manifestarse desde un simple estado de alerta, a la angustia y tensión máximas, pasando fácilmente al estado de shock, pudiendo producirse la muerte en ese instante por paro cardiorespiratorio o choque neurogénico grave (Rimbaud *et al.*, 2011).

Ahora bien los animales que nacen y crecen en ambiente humanos pueden presentar problemas serios de comportamiento por aislamiento social (Stonski *et al.* 2000 citado por Teixeira *et al.,* 2007) ya que se ha demostrado que éstos exhiben mayor cantidad de esterotipias (Latham & Mason, 2006 citado por Mason *et al.*, 2007; Mallapur *et al.*, 2005 citado por López & Tárano, 2008). Mallapura *et al.* (2005) registraron comportamientos anormales exhibidos solo por individuos confiscados de dueños privados y aquellos que nacieron en zoológicos, también se menciona que estos individuos olvidan todos los comportamientos de sobrevivencia propios de su especie como saber diferenciar alimento y reconocer a sus predadores, entre otros.

Se han realizado pocas investigaciones en *Saguinus leucopus* donde se establezca la relación de los comportamientos propios del estrés en otras especies de mamíferos con las condiciones del cautiverio y a su vez con los niveles de estrés.

Algunos estudios se han centrado en determinar aspectos comportamentales de la especie y han dejado de lado el componente endocrino, por lo que la posibilidad de relacionar datos de comportamiento y fisiológicos es vital para evaluar la respuesta al estrés y por lo tanto analizar el bienestar en cautiverio de esta especie.

Por lo anterior, esta investigación pretendió probar las siguientes hipótesis:

1. Las categorías de estereotipias, conductas autoimpartidas, descanso y ocultamiento están asociadas a altos niveles de estrés, en individuos de *Saguinus leucopus* en cautiverio.

2. Los comportamientos que integran las categorías de estereotipias, conductas autoimpartidas, descanso y ocultamiento se exhiben de forma diferente en los cuatro encierros analizados.

3. Condiciones del cautiverio relacionadas con las diferentes formas de interferencia de los humanos (patrones de alimentación, limpieza de los encierros, presencia de visitantes, estructura física del encierro, ruido, temperatura, confinamiento cercanía a predadores y conformación de grupos) y con el entorno social , afectan los niveles de estrés en individuos de *Saguinus leucopus*.

CAPITULO I

1.1. Marco teórico

En general, todas las formas de vida tienden a permanecer en un equilibrio dinámico denominado homeostasis; dicho equilibrio puede ser afectado por perturbaciones que requieren de un gasto energético extra para recuperar la estabilidad. Es importante mencionar que los seres vivos utilizan la energía para diferentes procesos como crecimiento, reproducción, termorregulación y la respuesta inmunológica, entre otros. La sobrevivencia tiene relación con la capacidad que tienen los organismos para enfrentar las demandas de energía que tienen durante su vida (Nelson, 2000).

El estrés puede ser definido como la perturbación de la homeostasis fisiológica y/o de comportamiento de un organismo como resultado de la exposición a ciertos eventos o situaciones estresantes (Abbott *et al.,* 2003).

En muchos casos, la perturbación es breve y la homeostasis es restaurada. En otros casos, el factor estresante puede ser crónico y la homeostasis no se restablece produciendo graves irregularidades fisiológicas y/o comportamentales (Novak *et al.*, 2013).

Un desafío permanente para la homeostasis por un periodo significativo de tiempo conduce a la alostasis, es decir a un reajuste del sistema fisiológico en el que la línea base homeostática cambia para soportar las nuevas condiciones. Sin embargo, la alostasis provoca un alto costo energético en el organismo. Este costo, demanda o desgaste en el cuerpo se ha denominado carga (Novak *et al.,* 2013).

Con base en lo anterior, se han definido dos clases de respuesta de los organismos a los factores estresantes, la respuesta fisiológica y la respuesta comportamental, las cuales no son específicas ya que diferentes factores estresantes pueden tener respuestas similares.

Respuesta comportamental

El comportamiento contiene una serie de elementos que hacen de cada especie, un ser único. Entre esos elementos están la locomoción, el descanso, el cuidado corporal, la recolección de alimento, ingestión, eliminación y exploración entre otros, que, aunque se presenten en todas las especies, se muestran de forma diferente en cada individuo (Zerda, 2004). Sin embargo, el cautiverio impone sobre los animales un ambiente que difiere en gran medida de aquel al cual están evolutivamente adaptados, lo cual provoca que los individuos puedan perder comportamientos que les permitan adaptarse a entornos variables, dado que el encierro restringe los comportamientos que pueden realizar los individuos (McPhee, 2003).

Respuesta fisiológica

La respuesta fisiológica es la desencadenada por el eje hipotalámico-hipofisario-adrenal (HPA) definida por Selye (1956). El resultado de su activación es la producción de cortisol, el principal glucocorticoide de primates humanos y no humanos. Es por esto que la concentración de esta hormona se utiliza a menudo como un índice de la respuesta al estrés (O'Connor *et al.,* 2000). Este eje funciona de la siguiente manera: Cuando un estímulo actúa en un animal, el sistema nervioso periférico aferente lo recibe y lo lleva a las áreas sensitivas del sistema nervioso central. Ante este estímulo, el animal organiza una respuesta que va enfocada a disminuir su impacto, a través del sistema nervioso autónomo y actividad neuroendocrina.

La estimulación de la parte simpática del sistema nervioso autónomo provoca la secreción de catecolaminas a partir de la médula adrenal. La actividad neuroendocrina activa la respuesta del eje HPA, que empieza con la secreción de hormona liberadora de corticotropina (CRH) por el hipotálamo. Ésta, a su vez, estimula a la hipófisis anterior para secretar hormona adenocorticotrópica (ACTH), que induce la secreción de glucocorticoides de la corteza adrenal, siendo el cortisol el principal glucocorticoide (Figura N°1). Estos esteroides afectan el metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos, entre otros efectos.

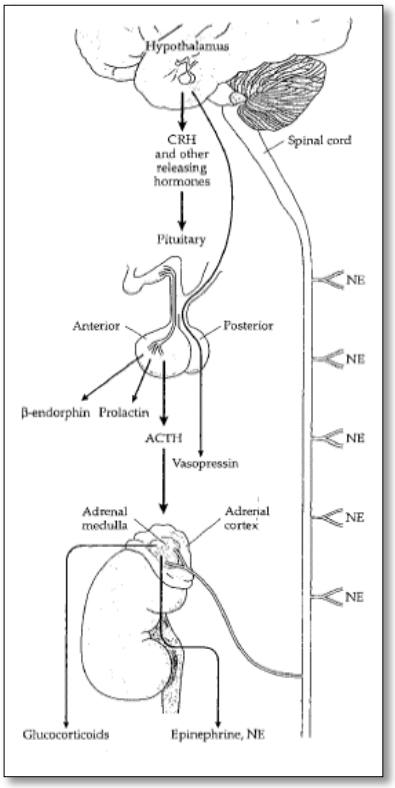


Figura N° 1.Respuesta fisiológica al estrés. Fuente: R.J. Nelson (2000)

Los glucocorticoides tienen por lo menos dos modos de acción en el sistema nervioso central. Uno está asociado con la percepción y coordinación de los ciclos circadianos de consumo de alimento y sueño. El otro es necesario en procesos metabólicos y de estrés. Una gran variedad de estímulos específicos e inespecíficos pueden aumentar el cortisol: traumatismos, miedo, calor o frío intensos, choque eléctrico, manejo veterinario, contención, anestesia, cirugía, transporte, enfermedades, ejercicio, ambiente nuevo, gestación, ruido constante, agresión y separación madre-cría, entre otros (Hernández-Jáuregui *et al.,* 2005).

El cortisol puede obtenerse de diferentes fluidos que excreta el cuerpo. Entre las metodologías más utilizadas se encuentran la extracción de glucocorticoides de sangre, saliva, orina, heces y pelo (Hernández-Jáuregui *et al.*, 2005).

Enriquecimiento ambiental

El enriquecimiento ambiental es una herramienta empleada para mejorar situaciones de aburrimiento y estrés, y para evitar enfermedades causadas por la inactividad que genera el cautiverio en la fauna silvestre (Ruiz & Diaz, 2008).

Existen ciertas condiciones para que el cautiverio no perjudique de manera sustancial el bienestar de los animales. Se ha visto que la presencia de artículos para jugar influencia positivamente el comportamiento de los animales en cautiverio. No es recomendable enjaular individuos aislados cuando se trata de especies sociales, ya que la presencia de compañeros compatibles amplía el rango de actividades posibles para un individu, actuando como una fuente de estimulación. En los recintos modernos se busca que el diseño de los encierros permita desarrollar comportamientos naturales (Minteguiaga & Corte, 2005). El tamaño del recinto tiene importancia en cuanto al espacio utilizable y el tipo de enriquecimiento que contenga. Por tanto la cantidad de espacio disponible es menos importante que su calidad (Asociación Primatológica Española, 1999).

De acuerdo a lo anterior, las condiciones del encierro pueden favorecer el mantenimiento de comportamientos normales en poblaciones cautivas de primates ya que el adecuado enriquecimiento ambiental proporciona un entorno estimulante para el desarrollo de patrones naturales. Según Gronqvist *et al.* (2013), el ofrecimiento de espacios amplios y de buena calidad que estimulen los comportamientos sociales y de descanso favorece los vínculos entre los individuos y el descanso en grupo. Redwan *et al.* (2007) demostraron la eficacia del manejo en cautiverio bajo un ambiente controlado utilizando barreras visuales, aislamiento de ruidos, jaulas enriquecidas con accesorios que estimulan las actividades físicas y metales, y disminuyendo la manipulación de los animales, entre otros factores.

Soriano y Serrat (2005) citados por Castellanos (2012), han definido varios tipos de enriquecimientos aplicables al manejo en cautiverio, como el enriquecimiento social, físico, sensorial y nutricional.

- Enriquecimiento social: Tiene como objetivo potenciar las capacidades comunicativas entre los animales.
- Enriquecimiento físico: Tiene como objetivo favorecer cambios relacionados con el entorno de los animales, permitiendo desarrollar capacidades físicas y psicológicas propias de cada especie.

- Enriquecimiento sensorial: Es la introducción de elementos que permitan a la especie fortalecer y estimular sus capacidades auditivas, visuales, olfativas, táctiles y gustativas.
- Enriquecimiento nutricional: Involucra cambios en la calidad de los alimentos y en la forma de presentación de los mismos, para estimular a los animales a que utilicen las estrategias de forrajeo naturales de cada especie.

Se puede concluir que con un mayor y mejor enriquecimiento de los encierros, los animales presentarán menores niveles de estrés.

CAPITULO II

2.1 Objetivo general

Evaluar los patrones de comportamiento de las categorías estereotipias, conductas autoimpartidas, descanso y ocultamiento para *Saguinus leucopus* en cuatro tipos de encierro diferentes y su relación con niveles de estrés.

2.2 Objetivos específicos

I. Identificar el grado de relación de los comportamientos de las categorías estereotipias, conductas autoimpartidas, descanso y ocultamiento, con la concentración de cortisol en los ejemplares de *Saguinus leucopus* mantenidos en los encierros analizados.
II. Determinar la diferencias de exhibición de los comportamientos que integran las categorías de estereotipias, conductas autoimpartidas, descanso y ocultamiento en los encierros analizados.
III. Determinar el efecto de las diferentes formas de interferencia de los humanos (patrones de alimentación, limpieza de los encierros, presencia de visitantes, estructura física del encierro, ruido, temperatura, confinamiento cerca a predadores y condiciones sociales) y el entorno social de los analizados, sobre la concentración de cortisol de los individuos de *Saguinus leucopus* allí mantenidos.

2.3 Materiales y aspectos metodológicos

2.3.1 Sobre la especie

Saguinus leucopus (Figura N°1) es una especie endémica de Colombia. Se distribuye entre la margen derecha del bajo Cauca y la margen izquierda del río Magdalena, involucra el sur de la Serranía de San Lucas y continúa por el margen izquierdo del Magdalena, desde las estribaciones bajas de la cordillera central hasta 2000 m.s.n.m., alcanzando el municipio de Mariquita en el norte del departamento del Tolima (Defler, 2004) (Figura N°2).

Figura N° 2. Saguinus leucopus. Zoológico Jaime Duque. Fuente: Propia

Figura N° 3. Distribución actual Saguinus leucopus. Morales ET AL (2011)

Esta especie habita bosques húmedos y secos, maduros o intervenidos, y se ha registrado su presencia en áreas urbanas. Son animales diurnos y arborícolas. Viven en grupos familiares de hasta 15 individuos. Se alimentan principalmente de frutos, insectos, flores y cortezas (Morales-Jiménez *et al.,* 2004; Poveda, 2000; Varela, 2007). Usan todos los niveles del bosque, pero prefieren hábitats de borde, como las orillas de arroyos (Emmons, 1997).

S. leucopus empieza su actividad entre las 5:30 y las 6:00 a.m. La mayor parte del tiempo lo utiliza forrajeando y desplazándose en el bosque. El resto del tiempo lo ocupa en actividades sociales y descansando. El área de dominio vital ha sido estimada en 17,7 ha aproximadamente (Morales-Jiménez, *et al*., 2008).

Estado de amenaza de la especie *Saguinus leucopus*

Saguinus leucopus se encuentra en la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como En Peligro (EN) (UICN, 2010), según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Resolución 383 de 2010), esta especie se encuentra amenazada en el Territorio Nacional, por lo que está dentro de la categoría de "Vulnerable". Este grupo ha sido protegido por disposiciones internacionales como la Convención sobre el comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres-CITES, la cual la ha incluido dentro del Apéndice I. *Saguinus leucopus* no se encuentra protegida en Colombia en ninguna reserva del Sistema de Parques Nacionales Naturales, ni en ninguna de las regiones donde se encuentran sus poblaciones (Morales *et al.,* 2008). Esta situación conlleva a que se incremente el número de individuos extraídos del medio natural para tráfico ilegal, los cuales en el mejor de los casos son decomisados o entregados voluntariamente a centros para el manejo de fauna silvestre.

Adicionalmente, esta especie se encuentra distribuida en un área de alta colonización humana, siendo la distribución más limitada de todas las especies del género *Saguinus* (Ver Figura N°2) (Defler, 2003).

Los modelos de distribución potencial del tití gris (Roncancio Duque, *et al.*, 2008), muestran una reducción considerable del hábitat original, el cual ascendía a 39.000 km2, con una alta probabilidad de ocurrencia en apenas 9000 km2. La pérdida de hábitat es una de sus mayores amenazas, junto con el tráfico de fauna, siendo el primate más traficado de Colombia y el tercer mamífero más traficado en el país, de acuerdo a las estadísticas del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2012).

Ahora bien, se ha evidenciando por parte de las Corporaciones Autónomas Regionales, que las áreas de distribución natural de la especie son las que más reportan decomisos (Falla & Brieva, 2012).

Pese a lo anterior, aún existen falencias significativas por parte de las autoridades ambientales regionales para el control del tráfico de fauna silvestre en el país y en particular de esta especie. Al respecto, se ha evidenciado que el 75% de las corporaciones autónomas regionales no realiza una caracterización de la estructura y dinámica de las actividades ilícitas en el tráfico ilegal de especies silvestres, el 56% de estas autoridades no ha puesto en marcha grupos operativos y/o redes interinstitucionales para el control del tráfico ilegal de especies silvestres, el 89% de las corporaciones evaluadas no establece mecanismos de vigilancia y control del tráfico ilegal de especies silvestres con autoridades de países vecinos y demás países destinatarios u oferentes de especímenes silvestres y el 88% de las corporaciones evaluadas no ha puesto en marcha un sistema de información, con diversos niveles de confidencialidad, como apoyo a las actividades de control y a la toma de decisiones (Contraloría General de la República, 2014).

Por último, en total se han realizado cinco (5) censos de las poblaciones de tití gris en Colombia, estos resultados al ser comparados con las cantidades de animales incautados por tráfico ilegal, permiten alertar sobre el peligro inminente en que se encuentran esta especie actualmente (Ruivo *et al.,* 2005 citado por Castañeda, 2010).

Investigaciones realizadas para la especie *Saguinus leucopus*

Entre las investigaciones realizadas para conocer aspectos de la ecología y biología de esta especie, se encuentran las realizadas por Vargas & Solano (1996) y Defler (2003) quienes llevaron a cabo censos en cercanías al río La Miel (Caldas); Cuartas (2001) suministró datos sobre censos in situ de la especie; Poveda & Sánchez (2004) trabajaron con grupos urbanos y silvestres en Mariquita (Tolima); Valle & Zerda (2004) realizaron una estimación del tamaño poblacional en tres zonas del municipio de Mariquita, Colombia; Redwan *et al.* (2007) realizaron valoración hematológica, diseño de dietas y comportamiento en cautiverio; Roncancio Duque *et al.* (2008) calcularon la densidad poblacional y tamaño de un grupo en parches de bosque en el departamento de Caldas; Rueda & Zerda (2009) identificaron los patrones de comunicación vocal; Acevedo-Quintero (2009) evaluó el comportamiento de un grupo en proceso de rehabilitación en el Centro de Rehabilitación de Fauna Silvestre del Oriente de Caldas; Leal *et al.* (2010) identificó los patrones de comportamiento y conformación de un grupo social en proceso de rehabilitación; Catañeda *et al.* (2010) definieron algunos aspectos biológicos y de interés veterinario.

Por su parte, Leal *et al.* (2010) realizaron la liberación y seguimiento de dos grupos en el departamento del Tolima; Arias Cortes (2010) estableció y evaluó una dieta y estudió el comportamiento alimenticio en cautiverio en la Fundación Zoológico Santacruz; Castellanos (2012) estableció un manejo comportamental en cautiverio del mono tití (*Saguinus oedipus)* y el mono tití gris (*Saguinus leucopus*), empleando los métodos de enriquecimiento ambiental y entrenamiento animal, en el zoológico Jaime Duque; Fuentes (2013), definió patrones de comunicación vocal en estado silvestre; Rojas *et al.* (2013) estandarizaron programas nutricionales en cautiverio en siete instituciones zoológicas inscritas al Programa Internacional de Conservación y Sepulveda-Rojas *et al.* (2014) diseñaron y evaluaron elementos de enriquecimiento ambiental para el titi gris en proceso de rehabilitación, en el Centro de Rehabilitación de Fauna Silvestre del Oriente de Caldas.

Programa Internacional de conservación de la especie *Saguinus leucopus*

El Programa Internacional de Conservación de *Saguinus leucopus* (PICSL) se formula en el 2006 como una estrategia conjunta entre instituciones nacionales e internacionales que, bajo la dirección de la Asociación Europea de Zoológicos y Acuarios (EAZA) y la Asociación Colombiana de Parques Zoológicos, Acuarios y Afines (Acopazoa), tiene el objetivo de ayudar a conservar al tití gris (*Saguinus leucopus*).

El proyecto de conservación se inició con la participación y el apoyo de ocho zoológicos del país (Piscilago, Santacruz, Santa Fe, Cafam, Barranquilla, Matecaña, Cali y Jaime Duque) y 22 zoológicos miembros de la EAZA, en convenio con el grupo asesor de callitríchidos de la EAZA, teniendo como firme propósito potencializar los esfuerzos y maximizar el uso de los recursos en pro de cumplir con la responsabilidad de mantener poblaciones viables en cautiverio.

Se instauró un programa de cría en cautiverio, donde participan los zoológicos colombianos que tienen la especie en su colección; hoy, gracias al trabajo integrado entre las instituciones, la investigación y la educación, han surgido avances representativos para la conservación *in situ* y *ex situ* (Rojas, *et al.,* 2013).

Poblaciones en cautiverio de la especie *Saguinus leucopus*

Zoológicos

A nivel nacional, la Fundación BioDiversa-Colombia realizó el primer “Studbook” o libro de registro de ejemplares en colecciones zoológicas para el tití gris con datos

actualizados hasta el año 2006. De esta manera, se realizó por primera vez una evaluación acerca del estado de la población en cautiverio. Para el 2006 los datos no eran alentadores si se tiene en cuenta que el 88% de los animales que ingresaban a los zoológicos eran silvestres, producto de decomisos o entregas voluntarias, y que, de acuerdo a los registros entre 1988 y 2006, entraron 137 titís de los cuales 79 murieron, 44 fueron transferidos a centros de rescate y 14 desaparecieron. Morales-Jimenez, *et al.* (2008), indicaron que en los centros de rescate cerca del 90% de los animales que llegaban morían anualmente. Para el año 2015, Acopazoa ha indicado que existen 108 individuos de tití gris en los zoológicos de Colombia.

Centros de rescate y rehabilitación

Como se mencionó anteriormente (Tabla N°1), durante el periodo 2005-2009, las Corporaciones Autónomas Regionales del país decomisaron aproximadamente 519 ejemplares de *Saguinus leucopus*. Sin embargo, existe una alerta en el manejo de estos ejemplares, ya que se presenta una insuficiencia para la atención, manejo, y disposición adecuada de la fauna silvestre incautada por las Corporaciones Autónomas Regionales, lo cual se refleja en que el 40 % de los CAVS, CAVR y hogares de paso no cuentan con los parámetros de infraestructura adecuados, operación, personal capacitado, seguridad y condiciones de bienestar para las especies y número de animales que reciben y manejan anualmente. Adicionalmente, la sobrepoblación de animales está trayendo graves problemas para la sobrevivencia de los individuos de *Saguinus leucopus* en los centros de rescate (Contraloría General de la República, 2014).

2.3.2 Tipos de encierros

Se analizaron cuatro tipos de encierros, dos de ellos localizados en el zoológico del Parque Jaime Duque y dos en la URRAS.

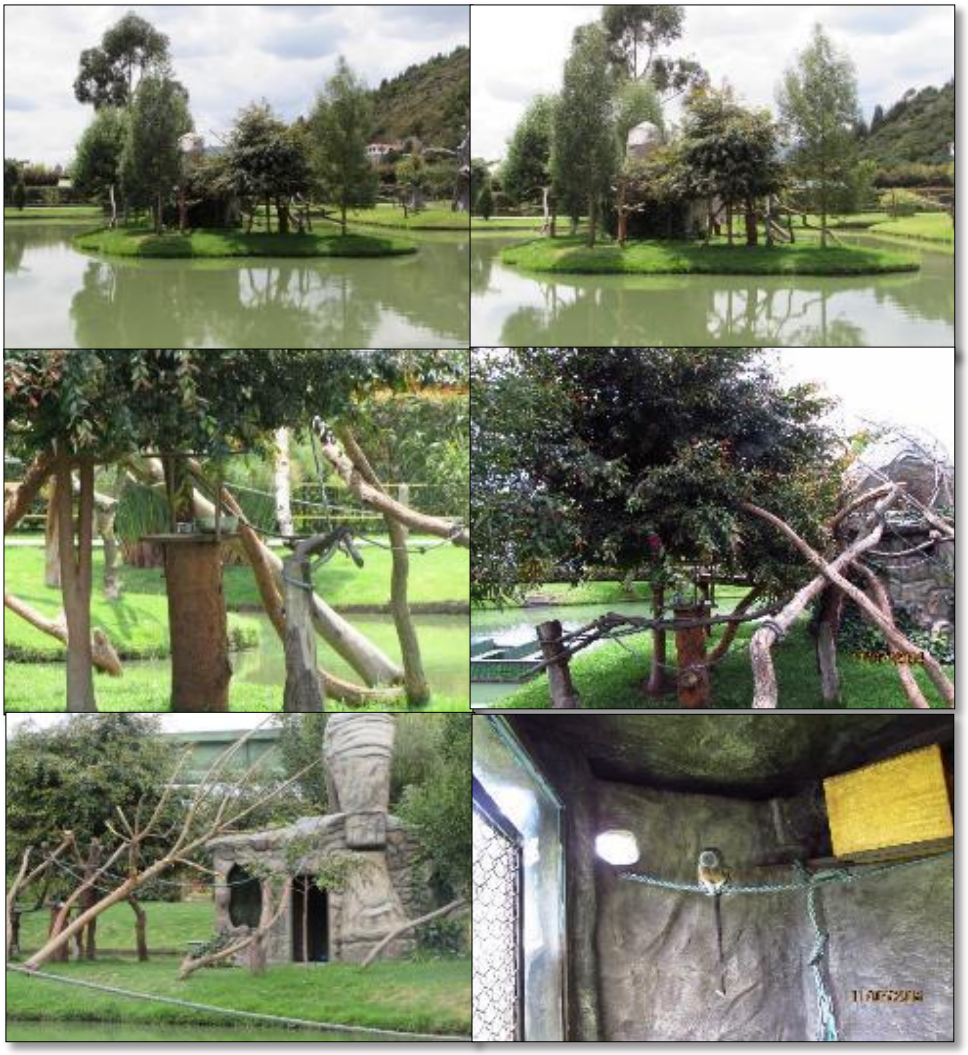
Es importante resaltar que los encierros del zoológico son permanentes, fueron diseñados para que los animales se encuentren todo su vida en ellos; por el contrario, los encierros de la URRAS son temporales dado que esta Unidad es un centro de rehabilitación, el cual se compone de una zona de cuarentena (C), zonas temporales (B) y zonas de rehabilitación (D). En la presente investigación se escogieron los encierros de cuarentena (C) y temporales (B) de la URRAS; la zona de rehabilitación (D), la cual es el paso final antes de trasladar a los animales a la jaula de preliberación para su posterior liberación en el medio natural, no fue objeto de estudio ya que no había ejemplares de *S.leucopus* en este recinto durante la etapa de muestreo. La

zona D tiene un área mucho mayor y presenta plantas naturales en su interior, así como un sistema que simula la lluvia.

Los encierros analizados fueron los siguientes:

<u>Encierro tipo I: Parque Jaime Duque-Isla</u>

Este tipo de encierro corresponde a una isla al aire libre (Mosaico de figuras N° 4), sin perturbación por presencia humana, ausencia de sonidos fuertes, gran cantidad de árboles naturales, una casa de gran tamaño con múltiples entradas y salidas, perchas, diferentes plataformas de observación, lazos, puentes etc. Su diseño incorpora la mayor cantidad de enriquecimiento físico, social y sensorial de los cuatro tipos de encierro analizados.



Mosaico de figuras N° 4. Encierro tipo I (Parque Jaime Duque-Isla). Fuente: Propia

Encierro tipo II: Parque Jaime Duque-Zona de pequeños primates (jaula)

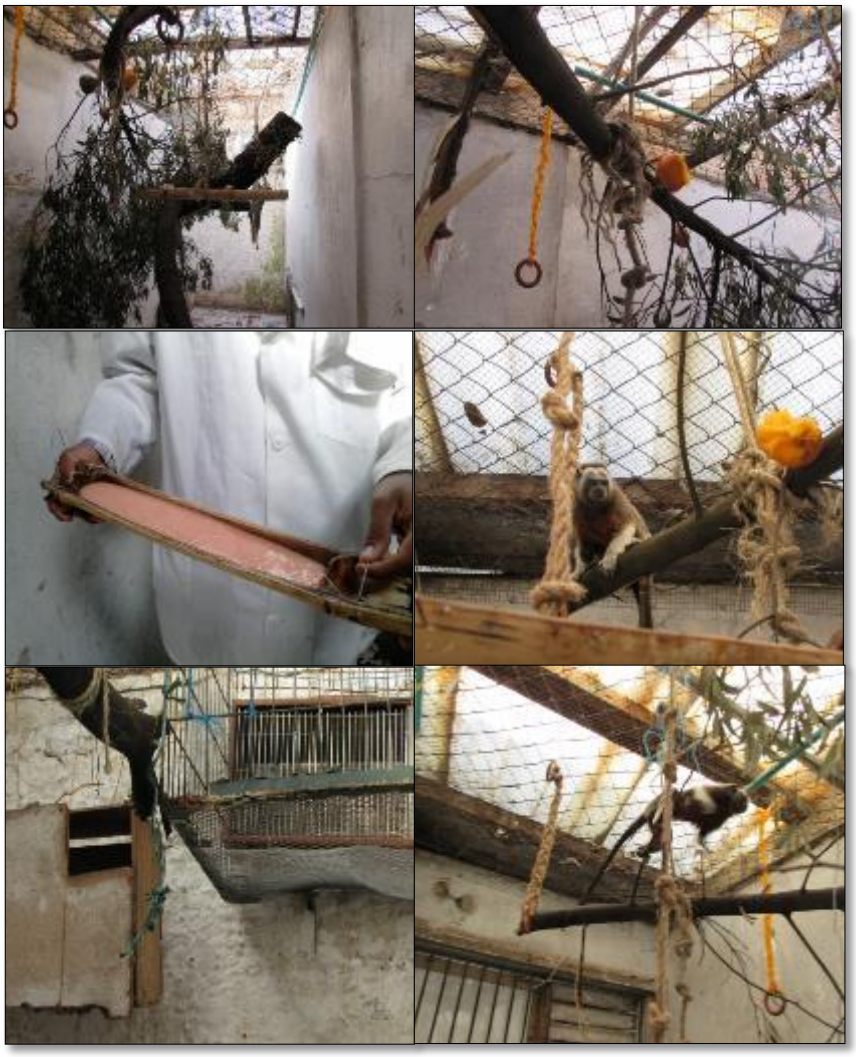
Este tipo de encierro corresponde a una jaula de aproximadamente 16 m2 (Mosaico de figuras N°5), con gran cantidad de vegetación natural, puentes, perchas, plataformas de observación, una casa pequeña con calefacción, plataforma de alimentación y se encuentra aislada por un vidrio que permite el contacto visual y auditivo de los visitantes al zoológico con los animales. Esta jaula hace parte de la Zona de Pequeños Primates del zoológico del Parque y hace parte de un circuito de cuatro (4) jaulas consecutivas donde se encuentran individuos de otras especies del género *Saguinus,* por lo que los animales de las diferentes especies tienen contacto entre si tanto auditivo como visual.

Mosaico de figuras N° 5.Encierro tipo II (Parque Jaime Duque-Zona de pequeños primates). Fuente: Propia

Encierro tipo III: URRAS-Zona B

Este encierro corresponde a un recinto de paredes y piso en concreto de aproximadamente 6 m2 (Mosaico de figuras N°6). Los animales no tienen contacto visual con el mundo exterior, se encuentra totalmente aislado de la interacción con humanos. Sin embargo, debido a que el encierro se encuentra cerca o al lado de otras jaulas donde se albergan animales como aves rapaces, primates del género *Saimiri* y *Cebus,* loras etc. los sonidos que estos individuos realizan son escuchados permanentemente en el encierro.

El enriquecimiento físico que posee este encierro corresponde a ramas secas de diferentes árboles, no existe vegetación viva o sembrada directamente en el encierro, los animales tienen una pequeña casa donde resguardarse en las noches, hay presencia de algunas perchas, troncos y cuerdas.



Mosaico de figuras N° 6. Encierro tipo III (URRAS Zona B). Fuente: Propia.

Encierro tipo IV: URRAS-Zona de Cuarentena

Este tipo de encierro corresponde a jaulas de aproximadamente 1 metro de alto por 80 cm. de ancho (Mosaico de figuras N°7), se encuentran localizadas en la zona de cuarentena de la Unidad, donde deben pasar un periodo de tiempo antes de reunirse con otros animales de su especie, en espera de que manifiesten signos de alguna enfermedad que pudieron estar incubando al ingresar a la Unidad. El enriquecimiento es básico, consiste en unas pocas ramas de árboles, una cama elaborada con tela y una botella de gaseosa para proveer el alimento. No existe vegetación natural, y el contacto visual con humanos es evitado mediante el uso de cobijas que cubren las jaulas. El uso de los niveles más altos de la jaula para el macho C♂1, no es posible ya que las ramas que se encuentran en esta posición no permiten que el animal permanezca en esta zona de forma estable y por largos periodos de tiempo.

Mosaico de figuras N° 7.Encierro tipo IV (URRAS cuarentena). Fuente: Propia.

2.3.3 Sujetos de estudio

Se muestrearon los siguientes individuos en cada uno de los encierros:

Encierro tipo I: Parque Jaime Duque-Isla

Se tomaron datos comportamentales de ocho individuos mantenido en la isla del zoológico del Parque Jaime Duque.

Mosaico de figuras N° 8.Individuos de S.leucopus muestreados en el encierro tipo I. Fuente: Propia

Encierro tipo II: Parque Jaime Duque-Zona de Pequeños Primates

En este encierro se muestrearon dos machos, los cuales eran hermanos y cuyos códigos se muestran en la Tabla Nº2, hasta el día 16 de mayo de 2014, dado que uno de los animales (♂2) murió durante la tercera semana de mayo. A partir de esta fecha y hasta el 16 de julio de 2014, se tomaron datos del individuo sobreviviente.

Tabla 2. Individuos muestreados en el encierro tipo II. Fuente:Propia

Código	Fotografía	Característica distintiva
♂1	Figura N°9	Cola corta
♂2	Figura N° 10	Cola larga

Figura N° 9. Macho de S. leucopus (♂1) mantenido en el encierro tipo II. Fuente: Propia

Figura N° 10. Macho de S.leucopus (♂2) mantenido en el encierro tipo II y muerto la tercera semana de mayo 2014. Fuente: Propia

Encierro tipo III: URRAS-Zona B

En este encierro se muestreó una pareja de *S.leucopus* identificados como se muestra a continuación:

Tabla 3. Individuos muestreados en el encierro tipo III

Código	Fotografía
B♀	Figura N° 11
B♂	Figura N°12

Figura N° 11.Hembra de S. leucopus mantenida en encierro tipo III. Fuente: Propia.

Figura N° 12. Macho de S. leucopus mantenido en encierro tipo III. Fuente: Propia.

Encierro tipo IV: URRAS-Zona de Cuarentena

En este encierro se muestrearon dos machos mantenidos en jaulas diferentes pero de iguales medidas y condiciones como se muestra a continuación:

Tabla 4. Individuos muestreados en el encierro tipo IV

Código	Fotografía
C♂1	Figura N° 13
C♂2	Figura N° 14

Figura N° 13. Macho de S. leucopus mantenidos en encierro tipo IV.

Figura N° 14. Macho de S. leucopus mantenido en encierro tipo IV.

A continuación se presentan los principales rasgos de historia de vida de los individuos muestreados:

Zoológico Parque Jaime Duque

Tabla 5. Historia de vida individuos Saguinus leucopus-Zoológico Parque Jaime Duque

Fecha de llegada al zoológico	Lugar de procedencia	Sexo	Lugar de encierro	Lugar y fecha de nacimiento	Edad
Sep22, 2011	Zoo. Santa Cruz	Macho	Islas Sabana	Oct16, 2007	6 años
Sep22, 2011	Zoo. Santa Cruz	Hembra	Islas Sabana	Jun23, 2009	4 años
Abr20, 2012	Nacido en zoo. Jaime Duque	Macho	Islas Sabana	Abr20, 2012	1 año
Abr20, 2012	Nacido en zoo. Jaime Duque	Macho	Islas Sabana	Abr20, 2012	1 año
Ago23, 2013	Nacido en zoo. Jaime Duque	Indeterminado	Islas Sabana	Ago23, 2013	4 meses
Nov25, 2008	SDA	Macho	Jaula	Nov25, 2007	6 años
Nov25, 2008	SDA	Macho	Jaula	Nov25, 2007	6 años

Unidad de Rescate y Rehabilitación de Animales Silvestres – URRAS

Tabla 6.Historia de vida individuos Saguinus leucopus-URRAS

Fecha de llegada a URRAS	Lugar de procedencia	Sexo	Lugar de encierro	Lugar y fecha de nacimiento	Edad
Feb23, 2007	Bogotá	Hembra (5214)	B2	Desconocido	Adulta
Jul11, 2011	Bogotá	Macho (9439)	B2	Desconocido	Adulto
Sep26, 2011	Presuntamente Puerto Salgar	Macho (9624)	Cuarentena	Desconocido	Adulto
Mar8, 2013	El Banco, Magdalena	Macho (10678)	Cuarentena	Desconocido	No reportada

2.3.4 Lugares de estudio

Parque Jaime Duque

El Parque Jaime Duque se encuentra localizado en la Sabana de Bogotá, a los 4°58´ latitud norte y 73°55´longitud al oeste del meridiano de Greenwich. Limita al norte con Zipaquirá y Gachancipá, Guatavita y Guasca; al sur con Sopó y al occidente con Zipaquirá (IGAC, 2006), a 2650 msnm, en terreno plano y piso térmico frío, con una temperatura promedio de 14°C y una precipitación anual promedio de 693 mm.

Desde 1992 existe el convenio por el cual los estudiantes de la Universidad de La Salle son los encargados de mantener la salud del zoológico del Parque Jaime Duque. Entre la vasta colección de animales de este zoológico se encuentra la zona de primates pequeños, la cual albergaba hasta el 16 de mayo de 2014 a dos ejemplares de *Saguinus leucopus,* dado que en esta fecha, uno de estos animales murió.

Igualmente, en el marco del Programa Internacional de Conservación De *Saguinus leucopus,* el zoológico del Parque Jaime Duque se encuentra colaborando con la estrategia de conservación *ex situ* de la especie, con un programa de cría en cautiverio, manteniendo una manada de ocho individuos en una de las islas de dicho parque.

Unidad de Rescate y Rehabilitación de Animales Silvestres-URRAS

La Unidad de Rescate y Rehabilitación de Animales Silvestres-URRAS se encuentra localizada dentro del campus de la Universidad Nacional de Colombia. Es una dependencia de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia y fue creada en 1.995 mediante un convenio con el entonces DAMA (Departamento Administrativo del Medio Ambiente) hoy SDA (Secretaría Distrital de Ambiente), con el objeto de llevar a cabo labores de recepción y atención de animales silvestres decomisados por su tráfico y tenencia ilegal, cubriendo básicamente la ciudad de Bogotá. Inicialmente la Unidad funcionó sólo para reptiles y carnívoros, pero luego sus servicios se extendieron a otras especies. Actualmente, alberga alrededor de 100 animales, de los cuales 19 son primates, entre los que encuentran cuatro individuos de *Saguinus leucopus.*

2.3.5 Toma de datos comportamentales

2.3.5.1 Esfuerzo de muestreo

La toma de datos comportamentales en los encierros tipo II, III y IV se realizó a lo largo de cinco (6) meses, entre febrero-julio de 2014.

Para el encierro tipo I el día 30 de mayo de 2014 fue otorgado por el Proyecto Tití el permiso para ingresar a la isla e iniciar la toma de datos. Dicho permiso fue concedido por un mes.

El número total de muestreos de datos comportamentales realizados fue de 360 en los dos lugares de estudio, tomados a lo largo de 183 horas distribuidas así:

Tabla 7. Periodos de muestreo

Parque Jaime Duque

Mes	Lugar	Encierro	Días de muestreo	N° de horas de muestreo mensual	N° de muestreos	N° de individuos muestreados
Febrero	Zoológico Parque Jaime Duque	II	13,21,27	18 horas (6 horas/semana)	24	2
Marzo		II	13,17,27	18 horas (6 horas/semana)	20	2
Abril		II	04,11,18	18 horas (6 horas/semana)	24	2
Mayo		II	16,23	6 horas (3 horas/semana)	8	1
Junio		I	6,10,17,24	12 horas (3 horas/semana)	32	8
		II	6,10,17	9 horas (3 horas/semana)	12	1
Julio		II	4,11,14	9 horas (3 horas/semana)	12	1
TOTAL				**90 horas**	**132 muestreos**	

Unidad de Rescate y Rehabilitación de Animales Silvestres-URRAS

Mes	Lugar	Encierro	Días de muestreo	N° de horas de muestreo mensual	N° de muestreos	N° de individuos muestreados
Febrero	URRAS	III	3,10,24	9 horas (3 horas/semana)	12	1
		IV	3,10,24	9 horas (3 horas/semana)	24	2
Marzo		III	3, 13, 17,31	12 horas (3 horas/semana)	32	2
		IV	3, 13, 17,31	12 horas (3 horas/semana)	32	2
Abril		III	21	3 horas	4	1
		IV	21	3 horas	4	1
Mayo		III	12,26	6 horas (3 horas/semana)	16	2
		IV	12	3 horas	8	2
Junio		III	3,9,16,24	12 horas (3 horas/semana)	32	2
		IV	3,9,16	6 horas (3 horas/semana)	16	2

Julio		III	1,7,14	9 horas (3 horas/semana)	24	2
		IV	1,7,14	9 horas (3 horas/semana)	24	2
TOTAL				**93 horas**	**228 muestreos**	

2.3.5.2 Definición de categorías comportamentales y registro de los comportamientos asociados a cada categoria

Definición de categorías comportamentales

Para conformar el catálogo comportamental, con base en las categorías comportamentales utilizadas por Escobar (2004) y en los resultados reportados por Kleiman *et al.* (1997); López & Tárano (2008); Cardona Lòpez *et al*. (2004) sobre estereotipias; Boinski *et al.* 1999, Mason *et al.,* 2007 sobre conductas de autoacicalamiento y Cardona *et al.,* 2004; Cooke & Schill, 2007 sobre comportamientos de rascado; Cardona *et al.,* 2004 sobre conductas de descanso y Morgan & Tromborg, 2007 sobre comportamientos de ocultamiento, para esta investigación se definieron las siguientes categorías de comportamiento para agrupar los comportamientos exhibidos por los animales muestreados:

- Estereotipias
- Conductas autoimpartidas
- Descanso
- Ocultamiento

Registro de comportamientos asociados a cada categoría comportamental

Según la metodología propuesta por Zerda (2004), se idenificaron los comportamientos exihibidos por cada individuo muestreados, asociados a cada categoría, utilizando el método de muestreo *ad libitum* con registro continuo y animal focal, siguiendo los siguientes pasos:

Definición del tiempo de muestreo y toma de datos

Inicialmente se definió el tiempo de muestreo estándar, para lo cual se realizaron varios muestreos preliminares a diferentes tiempos (2-4-6-8-10 min) y se registraron la cantidad de comportamientos diferentes que cada animal realizaba en estos lapsos de tiempo. Una vez que no se registraron comportamientos nuevos después de dos muestreos, se estableció el tiempo de muestreo como el menor tiempo sin registro de comportamientos nuevos. Para esta investigación correspondió a 4 minutos.

Posteriormente, se diseñó un formato de toma de datos (Anexo N°1) donde se registró el lugar de muestreo, código de los animales observados, fecha, hora de inicio y fin de los cuatro muestreos que se realizaron diariamente, el número y origen de las muestras de materia fecal tomadas y el número de veces que cada individuo realizaba cada uno de los comportamientos durante cada muestreo.

Paralelamente se elaboró el catálogo de comportamientos para los cuatro grupos de *S. leucopus* estudiados (Anexo N°1).

2.3.6 Toma de datos hormonales

2.3.6.1 Esfuerzo de muestreo

La toma de muestras de materia fecal en los encierros tipo I, II, III y IV se realizó a lo largo de cinco (6) meses, entre febrero-julio de 2014.

Se recolectaron un total de 79 muestras de materia fecal, 45 de los individuos mantenidos en los encierros de URRAS y 34 de los individuos mantenidos en los encierros del zoológico del Parque Jaime Duque. El total de muestras por individuo se resume a continuación:

Tabla 8.Total de muestras tomadas

URRAS		**Parque Jaime Duque**	
Individuo	# de muestras	Individuo	# de muestras
B♀	8	♂1	12
B♂	9	♂2	4
C♂1	11	Manada de la isla	18
C♂2	17		
	Subtotal: 45 muestras		**Total: 34 muestras**
TOTAL: 79 muestras			

2.3.6.2 Medición de la concentración de cortisol fecal

Para la medición del cortisol de cada muestra de materia fecal obtenida se siguieron los siguientes pasos:

- ✓ Toma de muestras:

Teniendo en cuenta que la excreción de materia fecal es un hecho impredecible, se tomaron las muestras de materia fecal donde fue posible identificar el animal de origen tanto en URRAS (Encierros III y IV) como en la jaula del zoológico del Parque Jaime Duque (Encierro II).

Para el caso de la manada de *Saguinus leucopus* que se encontraba en la isla del Parque Jaime Duque (Encierro I) no fue posible identificar el animal de origen de las muestras, por lo que se tomaron muestras de materia fecal diferentes pero sin identificar el animal de origen, no siendo posible obtener réplicas de las mismas.
Para la toma de las muestras de materia fecal, se tomó la superficie de cada una con un palo de paleta para evitar contaminación de orina y se introdujo en un tubo Eppendorf. Posteriormente las muestras se congelaron en una nevera con hielo, hasta llevarlas al Laboratorio Clínico de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, donde fueron congeladas a -70°C hasta su procesamiento (Mosaico de figuras N°16).

Mosaico de figuras N° 15.Recolección y almacenamiento de muestras

- ✓ Medición de concentraciones de cortisol:

La medición de la concentración de cortisol se realizó mediante la prueba de Elisa, para lo cual se ejecutaron los siguientes protocolos:

Extracción de glucocorticoides (Mosaico de figuras N°16)

- Descongelar las muestras.
- En un tubo de recolección de sangre, tomar 0.5 gr de la muestra y agregar 5 ml de etanol acuoso (90%) y calentar a el baño María por 20 minutos.
- Centrifugar a 2500 rpm. durante 15 minutos.
- Recuperar el sobrenadante.
- Resuspender el *pellet* en 5 ml de etanol acuoso (90%).
- Mezclar utilizando *vortex* por 1 minuto.
- Centrifugar a 2500 rpm durante 15 minutos.
- Recuperar el sobrenadante.
- Combinar ambos sobrenadantes y dejarlos secar completamente.
- Redisolver en 1 ml de metanol.

Mosaico de figuras N° 16. Extracción de glucocorticoides

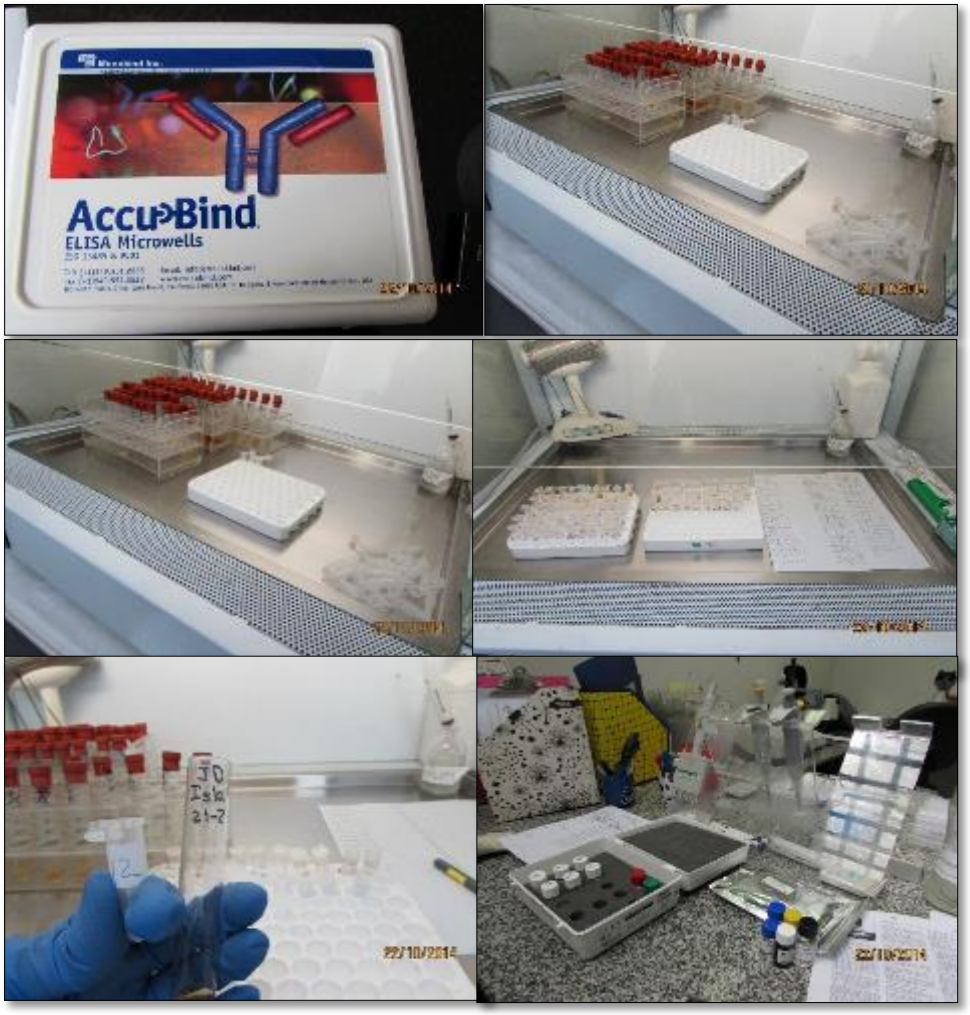
<u>Medición de la absorbancia por muestra</u> (Mosaico de fotografías N°17)

Mediante el test de ELISA, se midió la absorbancia de las muestras de materia fecal, para lo cual se realizaron los siguientes pasos:

- Traspasar el líquido resultante del protocolo de extracción de glucocorticoides a tubos eppendorf.
- Anotar detalladamente los datos de cada muestra y su respectivo código de procesamiento.
- Realizar uno a uno el protocolo incluido en el test de Elisa Accu Bind tanto para la preparación de reactivos como para el procesamiento de la prueba. Las muestras y los controles se añadieron primero a la microplaca. A

continuación, se añadió la hormona conjugada de forma diluida, se mezcló e incubó a temperatura ambiente durante una hora. Durante la incubación, la competencia por los sitios de unión se lleva a cabo. La placa se lavó a continuación, para eliminar todo el material no unido. La hormona conjugada y unida se detectó mediante la adición de sustrato lo cual generó un color azul después de 30 minutos.

- Leer la absorbancia de cada pozo a 450nm en un lector de microplacas. El grado del color fue inversamente proporcional a la cantidad de cortisol en la muestra o control. Por ejemplo, la ausencia de cortisol en la muestra dio lugar a un color azul brillante, mientras que la presencia de cortisol se tradujo en una disminución o ausencia de color.



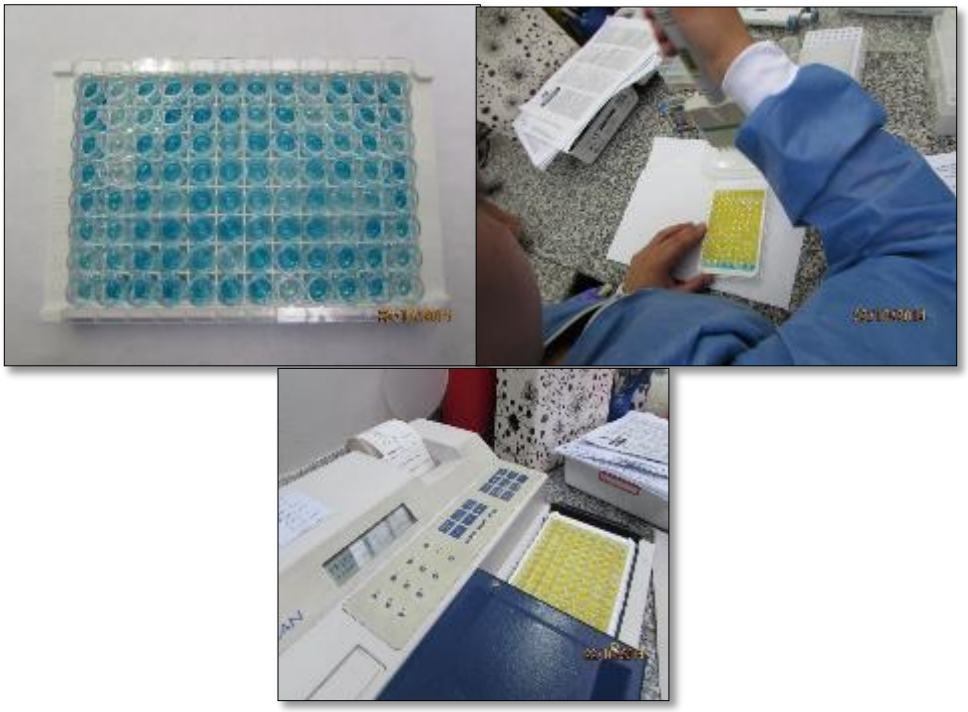


Figura N° 17.Test de Elisa-Medición de la absorbancia de cada muestra

Medición de la concentración de cortisol

De acuerdo con las absorbancias registradas por muestra, se calculó su concentración de cortisol mediante una curva dosis respuesta siguiendo los siguientes pasos:

- Registrar la absorbancia por muestra
- Graficar la absorbancia para cada calibrador por duplicado versus la concentración de Cortisol correspondiente en µg/dl sin promediar los duplicados de los calibradores antes de graficar.
- Obtener la mejor curva a través de los puntos de la gráfica.
- Para determinar la concentración de cortisol para cada muestra, localizar la absorbancia en el eje vertical del gráfico, encontrar el punto de intersección de la curva y leer la concentración de cortisol en el eje horizontal de la gráfica.

Así, una vez obtenidas las absorbancias de los calibradores, se graficó la siguiente curva dosis respuesta para calcular la concentración de cortisol por muestra:

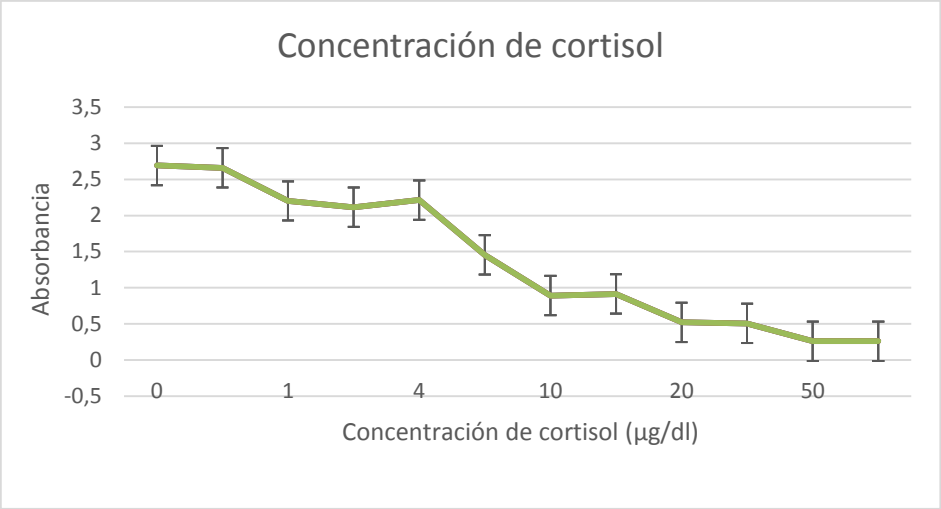


Figura N° 18. Curva absorbancia v/s concentración de cortisol de los controles para el cálculo de concentración de cortisol de las muestras.

2.3.7 Registro de características del cautiverio y entorno social

Con base en diversas fuentes de información primaria (Arias Cortés *et al*, 2010; Boinski *et al,* 1999; Tarou & Bashaw, 2007; Wells, 2009; Gronqvist *et al*, 2013) se diseñó un formato para registrar aspectos del enriquecimiento físico, alimenticio, patrones de limpieza, presencia de visitantes, nivel de ruido, temperatura, cercanía a predadores, condiciones sociales y del entorno social en los encierros analizados (Anexo N° 4).

2.3.8 Análisis estadísticos

Se realizaron los siguientes análisis estadísticos (Kutner *et al*, 2005; Martínez *et al*, 2011):

1. Análisis de Correlación de Spearman (Mata *et al.,* 2015) entre la concentración de cortisol y los comportamientos que se integraron las categorías de estereotipias, conductas autoimpartidas, descanso y ocultamiento.

2. Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey para determinar las diferencias de exhibición de los comportamientos que integraron las categorías de estereotipias, conductas autoimpartidas, descanso y ocultamiento en los cuatros encierros analizados. Para la prueba de Tukey se calculó la Diferencia Honestamente Significativa (HSD) y contra este valor se compararon los valores de las restas de promedios de cada pareja de encierros. Aquellos valores superiores a la HSD, indicaron diferencias estadísticamente significativas.

3. Prueba de chi-cuadrado y Odds Ratio para determinar la asociación por independencia entre el cortisol y las variables de las condiciones de cautiverio y entorno social.

4. Análisis de regresión logística binaria con base en el odds ratio usando el programa SPSS, para determinar la fuerza de asociación entre el cortisol y las variables de las condiciones de cautiverio y el entorno social que estuvieron relacionadas según la prueba de chi-cuadrado.

   Cabe resaltar que para la construcción de la base de datos de este análisis, se tomó el promedio de concentración de cortisol como valor de refencia para transformar los datos en dicotómicos (por encima y por debajo del valor de referencia), ya que el único reporte encontrado que indicó concentraciones altas o bajas de cortisol (Pardo, 2010 citado por Poches, 2012) presentó valores no indicadores de estrés para esta investigación.

   Por otro lado, para las pruebas de chi-cuadrado y regresión logística el valor de *p* se considera significativo cuando es menor de 0.05 y odds ratio indica asociación cuando su valor y el del intervalo de confianza es superior a 1.

CAPITULO III

3.1 Resultados

3.1.1 Datos comportamentales

La descripción de los comportamientos que conformaron las categorías de estereotipias, conductas autoimpartidas, descanso y ocultamiento, y el catálogo donde se registró el número de exhibiciones diarias de cada uno para los cuatro encierros analizados se encuentran en los anexos N° 1 y 2.

3.1.2 Datos hormonales

Concentración de cortisol

En la Tabla N°9 se presentan el promedio y la desviación estándar de las concentración de cortisol para cada uno de los individuos mantenidos en los encierros tipo II, III y IV. En el Anexo N°3 se incluyen los datos de los cuales fueron obtenidos estos promedios.

En el caso del encierro tipo I, se presentan estos valores para el grupo en general, dado que el zoológico del Parque Jaime Duque no permitió marcar o identificar individualmente a los animales de los cuales fueron tomadas las muestras de materia fecal.

Tabla 9. Promedio y desviación estándar de la concentración de cortisol de los individuos mantenidos en los encierros I, II, III y IV.

# DE ENCIERRO	INDIVIDUO	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDARD
I	1-8	1.875	2.58
II	♂1	3.33	1.92
	♂2	3	2.38
III	♀	7.5	5.92
	♂	6.8	6.12
IV	♂1	5.72	5.69
	♂2	5.3	4.30

En orden descendente el individuo que presentó el mayor promedio de concentración de cortisol fue URRAS B♀, seguido por URRAS B♂, URRAS C♂1, URRAS C♂2, JD jaula ♂1, JD jaula ♂2 y JD Isla.

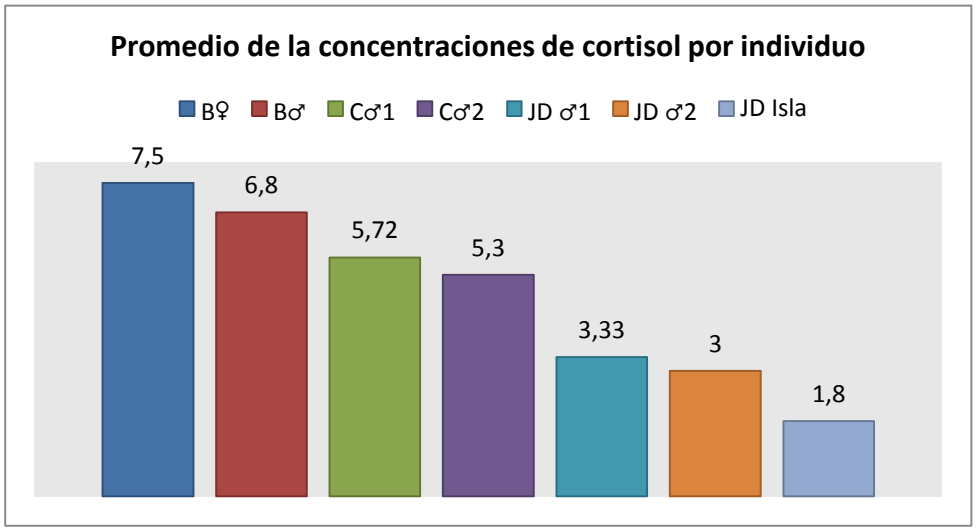


Figura N° 19 Promedio de la concentración de cortisol por individuo

3.1.3 Caracteristicas del cautiverio y el entorno social

Tal como lo indica la Tabla N° 10, en cuanto a enriquecimiento físico, el encierro que mejores condiciones presentó fue el Encierro I ya que fue el único con presencia de árboles de gran envergadura, vegetación natural que permitía a los animales ocultarse, diferentes tipos de mobiliario (cuerdas, circuitos, plataformas etc.) y diferentes sustratos y formas de utilización de la dimensión vertical.

En seguida, se encontró, en orden descendente, el Encierro II, Encierro III y Encierro IV. El Encierro II a pesar de estar conformado por vegetación natural, tan solo tenía un tronco artificial que permitía a los animales trepar y ocultarse, este encierro incluyó plataformas en el estrato más alto de la jaula y otros circuitos de cuerdas que permitían a los individuos utilizar la dimensión vertical.

El Encierro III tenia ramas de árboles secas que permitían cierto grado de ocultamiento. También se observaron circuitos de cuerdas. No se observaron plataformas u otro mobiliario que permitiera utilizar los estratos más altos de la jaula y desplazarse por la dimensión vertical no era posible.

Por último, el Encierro IV tenía tan solo algunas ramas secas de vegetación natural, el espacio era reducido, no existían circuitos de cuerdas u otro mobiliario que permitiera a los animales un desplazamiento amplio y uso de la dimensión vertical, las camas de los animales en varias ocasiones se enredaron no permitiendo que los individuos las utilizaran para poder ocultarse. Si bien, existía gran cuidado para que los animales no tuvieran contacto visual con humanos mediante el uso de cobijas para tapar las jaulas, los titis no tenían el control sobre la posibilidad de ocultarse ya que no había vegetación u otro material que lo permitiera.

Con relación al enriquecimiento alimenticio, el que mejores condiciones presentó fue el encierro tipo I, seguido de los encierros III, II y IV en orden descendente.

En el encierro tipo I y III se presentó graduación en el procesamiento de la comida y presencia de objetos que estimularon la búsqueda del alimento, además los productos eran de buena calidad. En el encierro tipo II aunque la variedad de alimentos era apta para la especie y estos eran frescos y de buena calidad, la forma de administrarlos a los animales era tan solo ponerlos en una jaula diseñada para tal fin, no había objetos que estimularan la búsqueda del mismo. En el Encierro IV había algunos objetos que estimulaban la búsqueda activa del alimento, sin embargo debido al reducido espacio no había la posibilidad de que los animales se movieran adecuadamente en sus jaulas.

En cuanto a los patrones de limpieza, en los encierros I y II si bien se realizaba limpieza diaria de los excrementos, otras marcas de orina o sexuales permanecían ya que al ser ambiente naturales o seminaturales éstas no podían ser retiradas en su totalidad, lo cual sí era posible en los encierros III y IV dado que estos recintos están construidos en materiales como concreto y baldosa, que permitían limpiar completamente cualquier marca olfativa dejada por los animales allí mantenidos.

En los encierros I, III y IV no había presencia de visitantes, mientras que el encierro tipo II estaba permanentemente expuesto a los múltiples visitantes que llegan al Parque Jaime Duque.

Con relación a los niveles de ruido, en los encierros I y IV, no existían ruidos fuertes que pudieran perturbar a los animales; por el contrario en los encierros II y III el nivel de ruido era muy alto dado que el encierro II estaba permanente expuesto a visitantes y el enciero III se encontraba en una zona donde se albergaban otros primates, algunas aves rapaces, loras etc., los cuales emitían sonidos muy fuertes permanentemente y no permitían que existieran momentos de silencio en ningún momento del día.

En cuanto a la temperatura, tan solo el encierro IV, mantenía la temperatura dentro del rango reportado para *S. leucopus,* es decir, por encima de 25°C.

Los encierros III y IV, se encontraban en recintos donde se mantenían algunos ejemplares de depredadores naturales de la especie. En el caso del encierro III, se mantenía un águila (Geranoaetus melanoleucus) en el encierro contiguo a éste y en el caso del encierro IV, permanecían faras (*Didelphis marsupialis*) en jaulas localizadas a menos de un metro de aquellas donde permanecían los animales estudiados.

En cuanto a las condiciones sociales, en los encierros I y III existía al menos una hembra unida a un macho no conocido y había presencia de un macho dominante. En el encierro tipo IV, los individuos se encontraban solos, cada uno en su jaula sin la posibilidad de que existiera contacto entre ellos; en los encierros restantes, los individuos se encontraban en parejas o grupos.

Por último en el encierro IV se encontraba un animal incautado a dueños privados, es decir, había crecido en cautiverio luego de ser traficado a temprana edad. En los encierros II, III y IV se encontraban animales que habían sido extraidos de su medio natural y traficados ilegamente al parecer ya en edad juvenil o adulta.

Tabla 10. Características del cautiverio y entorno social

FORMAS DE INTERFERENCIA DE LOS HUMANOS						
ENRIQUECIMIENTO FISICO						
ELEMENTO	**UNIDADES DE MEDIDA**	**RANGOS**	**Encierro I**	**Encierro II**	**Encierro III**	**Encierro IV**
Árboles naturales que permitan realizar saltos largos, usar diferentes estratos y sirvan de barrera visual a los animales	Arboles	1-3:1 3-6:2 Más de 9:3	3	0	0	0
Vegetación no natural que dé soporte sombra o sirva de barrera visual	Palos o ramas	1-3:1 3-6:2 Más de 9:3	3	3	3	2
Mobiliario (cuerdas, redes etc.) que se cambia de lugar, se añade o suprime de la instalación para crear nuevos trayectos y estimular conductas de exploración	Circuitos de cuerdas o redes Plataformas Comederos Puentes	1-3:1 3-6:2 Más de 9:3	3	3	2	1
Variedad de sustratos que estimulen el tacto u ofrezcan ocasión de escarbar	Sustratos	1-3:1 3-6:2 Más de 9:3	3	3	1	0
Uso de la dimensión vertical además de la horizontal, cuando sea apropiado, para incrementar o mejorar el uso de espacios limitados	Circuitos verticales	1-3:1 3-6:2 Más de 9:3	3	3	1	0
TOTAL			**15**	**12**	**7**	**3**
ENRIQUECIMIENTO ALIMENTICIO						

ELEMENTO	UNIDADES DE MEDIDA	RANGOS	Encierro I	Encierro II	Encierro III	Encierro IV
Repartir, extender y esconder la comida por toda la instalación		Si: 1 No: 0	1	0	1	0
Graduación del procesamiento de la comida que debe efectuar el animal (por ejemplo, alimento entero o troceado)		Si: 1 No: 0	1	1	1	1
Variación de las horas de reparto de la comida, ya sea al azar o en función de alguna conducta o acontecimiento		Si: 1 No: 0	0	0	0	0
Presencia de cajas de alimentación o botellas que motiven la búsqueda de alimento		1-3:1 3-6:2 Más de 9:3	2	1	1	1
TOTAL			**4**	**2**	**3**	**2**
PATRONES DE LIMPIEZA						
Se realiza limpieza al encierro más de dos veces por semana.		Si No	No	No	Si	Si
PRESENCIA DE VISITANTES						
Los animales mantenidos en el encierro tienen contacto con visitantes más de una vez por semana.		Si No	No	Si	No	No
NIVEL DE RUIDO						
Existen diversas fuentes de ruido de otros animales personas, equipos de calefacción etc, que afectan la		Si No	NO	Si	Si	No

tranquilidad de los animales por lo que el ruido es alto.						
TEMPERATURA						
El encierro posee una temperatura superior a 25°C.		Si No	No	No	No	Si
CERCANIA A PREDADORES						
Existen predadores naturales de la especie confinados en encierros contiguos o cercanos a los estudiados.		Si No	No	No	Si	Si
CONDICIONES SOCIALES						
Existe al menos una hembra unida a un macho no conocido		Si No	Si	No	Si	No
Existe al menor un macho dominante.		Si No	Si	No	Si	No
Los individuos se encuentran encerrados individualmente, no en grupo.		Si No	No	No	No	Si
ENTORNO SOCIAL						
Existe al menos un animal incautado a dueños privados.		Si No	No	No	No	Si
Existe al menos un animal proveniente de incautaciones por tráfico ilegal.		Si No	No	Si	Si	Si

3.1.4 Correlación entre los comportamientos de las categorías estereotipías, conductas autoimpartidas, descanso y ocultamiento con la concentración de cortisol.

Una vez realizado el análisis de correlación de Spearman[2], en la Tabla N° 11, se indican en rojo los comportamientos que presentaron correlación significativa con la concentración de cortisol.

[2] En los análisis de correlación de Spearman cuando el valor de la probabilidad (p) es menor al 10%, la correlación es significativa, lo cual implica que las dos variables son dependientes, pero si p ≥10% la correlación es no significativa, es decir las dos variables son independientes; si el coeficiente de correlación (r) es negativo la correlación entre las dos variables es inversa, si es positivo la relación es directa.

Tabla 11. Análisis de correlación entre cortisol y comportamientos de las categorías estereotipias, conductas autoimpartidas, descanso y ocultamiento.

Comportamiento	Coeficiente de correlación (r)	Valor probabilidad (p)
Categoría: Estereotipias		
Sentarse, coger la cabeza e inclinar el cuerpo	0,0066	0,9653
Desplazamiento colgando de 4 patas	0,3023	0,0439
Desplazamiento repetitivo	0,0207	0,8919
Mirar por una ventana	0,0278	0,8552
Rasgar papel periódico	-0,025	0,8701
Acostarse en el piso del encierro y rascarse el estómago	0,1521	0,3172
Categoría: Conductas autoimpartidas		
Autoacicalamiento	-0,0415	0,7861
Rascado	0,33585	0,0246
Categoría: Descanso		
Desperezarse	0,2555	0,0902
Sentado observando alrededor	-0,1792	0,2381
Permanecer quieto al lado de otro individuo	0,0128	0,9330
Acostarse sobre tronco	0,1123	0,4611
Categoría: Ocultamiento		
Meterse en la cama o casa	0,2706	0,0723
Ocultarse	-0,3065	0,041

Los comportamientos que presentaron correlación significativa con el cortisol fueron:

NO INVERSA

- *Desplazamiento colgando de 4 patas*
- *Rascado*
- *Desperezarse*
- *Meterse en la cama o casa*

INVERSA

-*Ocultarse*

Los demás comportamientos no registraron correlación significativa con el cortisol.

Los datos de donde fueron obtenidos estos resultados se encuentran en el Anexo N° 5.

3.1.5 Diferencias de exhibición de los comportamientos de las categorías estereotipías, conductas autoimpartidas, descanso y ocultamiento en los cuatro encierros analizados.

Una vez realizado el análisis de varianza ANOVA para encontrar las diferencias de exhibición de los comportamientos que intergraron las categorías comportamentales estereotipias, conductas autoimpartidas, descanso y ocultamiento, y la prueba de Tukey para determinar cuáles encierros provocaron las diferencias encontradas, se obtuvieron los siguientes resultados:

ANOVA			**PRUEBA DE TUKEY**		
Categoría	**Encierro analizados**	**Valor de P**	**Valor HSD**	**Valores superiores a HSD**	**Encierros**
Estereotipias	III y IV	0.003			
Conductas autoimpartidas	Todos los encierros	0.0168	1,18	1,36	I y II
				1,36	II y IV
Descanso	Todos los encierros	0.5492	0,54		
Ocultamiento	Todos los encierros	0.0698	2,16	1,88	I y II
				1,74	I y IV
NOTA: Valor de significancia=0.05					

Los comportamientos que integraron la categoría de estereotipias fueron exhibidos tan solo por individuos de los encierros III y IV, razón por la cual el ANOVA se realizó entre estos dos encierros. De acuerdo con los resultados, esta categoría tuvo un patrón de exhibición significativamente diferente entre los encierros III y IV.

La categoría “Conductas autoimpartidas”, tuvo un patrón de exhibición significativamente diferente entre los cuatro encierros analizados. La prueba de Tukey indicó que este resultado está definido por las diferencias entre los encierros I-II y II-IV.

La categoría “Descanso”, no tuvo un patrón de exhibición significativamente diferente entre los cuatro encierros analizados.

La categoría “Ocultamiento”, si bien registró un valor *p* superior a 0.05, éste fue muy cercano al limite, razón por la cual se le aplicó la prueba de Tukey para determinar entre cuáles encierros se presentaban las mayores diferencias en esta categoría. Los resultados indican que la diferencia está dada principalmente entre lo encieros I-II y I-IV.

Los datos de donde fueron obtenidos estos resultados se encuentran en el Anexo N° 5.

3.1.6 Relación de las diferentes formas de interferencia de los humanos y el entorno social con la concentración del cortisol en los cuatro encierros analizados

Prueba de chi-cuadrado y odds ratio

Tabla 12. Resultados prueba de chi-cuadrado y odds ratio para determinar dependencia entre el cortisol y las condiciones del cautiverio y entorno social.

Relación muy significativa con cortisol (Valor de p<0.05 y odds ratio e intervalo >1)

CONDICIONES DE CAUTIVERIO			
	Valor *p*	**Odds ratio**	**Intervalo de confianza**
PATRONES DE ALIMENTACIÓN			
Repartir, extender y esconder la comida	0,01	6	1-35,9
ENTORNO SOCIAL			
Animales provenientes de incautaciones por tráfico ilegal	0,001	6	1-35,1

Relación significativa con cortisol (Valor de *p*=0.001)

CONDICIONES DE CAUTIVERIO			
	Valor *p*	**Odds ratio**	**Intervalo de confianza**
ESTRUCTURA FISICA DEL ENCIERRO			
Mobiliario	0,001	0,1	0,02-0,6

Relación medianamente significativa con cortisol (Valor de *p* 0.01≤*p*≤0.04)

CONDICIONES DE CAUTIVERIO			
	Valor *p*	**Odds ratio**	**Intervalo de confianza**
ESTRUCTURA FISICA DEL ENCIERRO			
Presencia de arboles naturales	0,01	0,1	0,01-0,6
Presencia de vegetación no natural o natural seca para soporte	0,04	0,02	0,01-0,6
Variedad de sustratos	0,01	0,1	0,02-0,6
Uso de la dimensión vertical	0,01	0,1	0,02-0,6
CONDICIONES SOCIALES			
Animales encerrados individualmente	0,04	0,2	0,094-0,6
OTRAS CONDICIONES			
Cercania a predadores	0,01	0,1	0,02-0,6
Temperatura	0,04	4	1,5-10,6
Limpieza de encierros	0,01	0,1	0,016-0,642
ENTORNO SOCIAL			
Animales incautados de dueños privados	0,1	0,3	0,1-0,7

Los datos base obtenidos con el programa SPSS, de donde fueron extraidos estos resultados se encuentran en el Anexo N°5.

Las condiciones *Repartir, extender y esconder la comida*, y *Animales provenientes de incautaciones por tráfico ilegal,* son las que mayor asociación por independencia tuvieron con el cortisol ya que su valor *p* fue inferior a 0.05 y el odds ratio y el intervalo de confianza fueron superiores a 1.

Las condiciones *Presencia de macho dominante*, *Ruido, Hembra unida a un macho no conocido* y *Presencia de visitantes* registraron valores de *p* no significativos. Sin embargo, las dos primeras se encuentran en el límite del valor de signficancia por lo que no se descarta su dependencia del cortisol.

Las condiciones restantes registraron valores de *p* que indicaron asociación por independencia con el cortisol; sin embargo los valores de odds ratio y los intervalos de confianza fueron inferiores a 1, por lo cual no se pudo determinar su fuerza de asociación con este glucocorticoide.

Mobiliario fue la condición con mayor dependencia del cortisol seguida en orden descendente por *Presencia de árboles naturales, Variedad de sustratos, Uso de la dimensión vertical, Cercanía a predadores, Limpieza de encierros, Presencia de vegetación no natural o natural seca para soporte, Animales encerrados individualmente* y*Temperatura.*

Por último, las condiciones *Diferente procesamiento del alimento, Horario para dar la comida* y *Presencia de elementos innovadores para dar la comida* se incluyeron en el análisis de chi-cuadrado, dado que son homogéneas por no existir diferencias entre encierros.

Regresión logística

Tabla 13. Resultados de regresión logística binaria con base en el odds ratio usando el programa SPSS

CONDICIONES DEL CAUTIVERIO		
Condición	**Variable en la ecuación**	
PATRONES DE ALIMENTACIÓN	**SI**	**NO**
Repartir, extender y esconder la comida	X	
ESTRUCTURA DEL ENCIERRO		
Presencia de árboles naturales		X
Presencia de vegetación no natural o natural seca para soporte		X
Mobiliario		X
Variedad de sustratos		X
Uso de la dimensión vertical		X
CONDICIONES SOCIALES		
Hembra unida a un macho no conocido		X
Presencia de macho dominante		
Animales encerrados individualmente		X
OTRAS CONDICIONES		
Cercanía a predadores		X
Temperatura		X
Ruido		X

Limpieza de encierros		X
Presencia de visitantes		X
ENTORNO SOCIAL		
Animales incautados de dueños privados		X
Animales provenientes de incautaciones por tráfico ilegal		X

Los datos base obtenidos con el programa SPSS, de donde fueron extraídos estos resultados, se encuentran en el Anexo N°5. De acuerdo con éstos, la única condición del cautiverio y del entorno social que tiene una fuerza de asociación significativa con el cortisol es *Repartir, extender y esconder la comida.*

En síntesis, esta prueba no pudo determinar la fuerza de asociación de las demás condiciones del cautiverio, lo que pudo deberse al tamaño de la muestra. Se buscaba interpretar los niveles elevados de cortisol como un evento epidemiológico, y determinar la fuerza de asociación de este evento con los factores de riesgo (condiciones de cautiverio). De acuerdo al resultado, el único factor de riesgo sería el de *Repartir, extender y esconder la comida*.

3.2 Discusión

Correlacion entre los comportamientos de las categorías de estereotipias, conductas autoimpartidas, descanso y ocultamiento con la concentración de cortisol

De acuerdo con Rueda & Ordóñez (2009) *"Desplazamiento colgado de 4 patas*" ha sido catalogado como una estereotipia desarrollada por primates en cautiverio ya que no es un comportamiento observado en vida silvestre, y se exhibe cuando el estrés incrementa por aumento del miedo bajo situaciones amenazantes (Morgan & Tromborg, 2007). Dado que este comportamiento registró corrleación significativa con el cortisol y además fue exhibido por los individuos que registraron las mayores concentraciones de cortisol (Encierros III y IV), se confirmaría que este comportamiento es una esterotipia y se presenta bajo situaciones de estrés.

*Rascarse"*representa el 10% de comportamientos pertenecientes a la categoría Autoacicalamiento, y está relacionado significativamente con la concentración de cortisol.

Se ha encontrado que en condiciones naturales el acicalamiento es menos común que en grupos cautivos (Cardona *et al*., 2004), e individuos de encierros reducidos ocuparon más tiempo en actividades como descanso y cuidados del cuerpo que individuos localizados en espacios amplios (Cardona *et al.,* 2004), lo cual sugiere que

las conductas de acicalamiento son más comunes cuando las condiciones del ambiente no son óptimas para *S. leucopus* y por lo tanto estarían directamente relacionadas con las concentraciones de cortisol.

Igualmente, algunos investigadores han afirmado que "*rascarse"* tuvo una mayor frecuencia en sus estudios debido a tensión y ansiedad (Cardona *et al.,* 2004; Cooke & Schill, 2007).

En el presente estudio, "*rascarse"* registró una correlación directa con el cortisol, lo cual apoya lo planteado por los autores citados anteriormente, es decir, este comportamiento se presentó mayormente como resultado de una ambiente subóptimo y de la presencia de tensión y ansiedad en los grupos estudiados. Cabe resaltar que en el encierro con mayor enriquecimiento ambiental y por lo tanto, en el que se registraron los menores promedios de cortisol, no se registró este comportamiento para ningún individuo. Al respecto, Newberry (1995); Videan *et al*.(2005) y Varela (2007) han afirmado que los ambientes en cautiverio con características similares a los hábitats silvestres de un animal ofrecen a los individuos que allí permanecen la oportunidad de exhibir los comportamientos que naturalmente realizan.

El comportamiento "*Desperezarse"* está asociado al descanso, quietud y tal vez al sueño, y también presentó correlación significativa con el cortisol, lo cual se podría explicar debido a que se ha establecido que en cautiverio los largos periodos de quietud pueden ser anormales debido a la falta de estímulos (Cardona *et a*l., 2004), que el descanso excesivo en algunos mamíferos es un indicador de frustración creada por el cautiverio (Mason, 1993 citado por Mason *et al*., 2007) y que animales que han permanecido largos periodos de tiempo en cautiverio desarrollan comportamientos anormales como exceso de descanso y sueño (Wells, 2009).

Ahora bien, el 40% de los comportamientos que registraron correlación significativa con el cortisol pertenecieron a la categoría de Ocultamiento. Sin embargo, *"Meterse en la casa o cama*" registró correlación directa y "*Ocultarse"* correlación inversa.

Morgan & Tromborg (2007) han afirmado que el estrés incrementa los comportamientos anormales de ocultamiento dado que se observan cuando hay altos niveles de miedo y los animales están bajo situaciones amenazantes.

Bajo estas premisas, *"meterse en la casa o cama*", que reportó correlación directa con el cortisol, es anormal y producto del miedo de los animales, mientras que "*ocultarse"* detrás de una planta o trepar a una plataforma puede ser un comportamiento normal no asociado a situaciones estresantes y que por el contrario favorece los bajos niveles de cortisol, ya que se ha demostrado que variables como la capacidad de ocultamiento y retiro contribuyen a generar menos estrés en animales

cautivos, puesto que les da la oportunidad de alejarse de la fuente de amenaza y por lo tanto del estrés, lo que es interpretado como “tener el control “ sobre su ambiente (Morgan & Tromborg, 2007; Weiss, 1968 citado por Hosey, 2005, Newberry, 1995; Davis & Smith, 2005; Mason *et al*., 2007).

Diferencias de exhibición de los comportamientos de las categorías de estereotipias, conductas autoimpartidas, descanso y ocultamiento en los encierros analizados

Categoría Estereotipias

La diferencia estadísticamente significativa para la categoría Estereotipias entre los encierros III y IV era de esperarse ya que los individuos del encierro III tan solo exhibieron uno de los seis comportamientos que integraron esta categoría; los cinco comportamientos restantes fueron exhibidos exclusivamente por uno de los ejemplares del encierro IV. Sin embargo, llama la atención que la mayor concentración de cortisol se presentó en los individuos del encierro III y no en aquellos confinados en el IV, donde la cantidad de estereotipias fue mayor.

La estereotipia registrada en el encierro III fue “*Desplazamiento colgado en 4 patas*”, comportamiento que era favorecido por el recubrimiento en malla de alambre que tenia el techo del encierro y la presencia de algunos tubos que mecánicamente facilitaban este tipo de desplazamiento.

Dado que los individuos del encierro III presentaron las mayores concentraciones de cortisol, podría esperarse que tuvieran mayor cantidad de estereotipias, sin embargo no fue así. Es decir, el estrés en este encierro no está siendo expresado a través de esterotipias. Al respecto, Mason (1991) afirmó no se puede concluir que las estereotipias son necesariamente disfuncionales, es decir, pueden no estar asociadas a estrés dado que sólo si se demuestra que el coste de la manifestación de este comportamiento sobrepasa a los beneficios, o si parece ser el resultado de una condición patológica, entonces se puede asegurar que las estereotipias son anormales en un sentido desadaptativo.

Como se mencionó, el 83% de las estereotipias analizadas fueron exhibidas en el encierro IV por parte del individuo denominado C♂1. Este animal había sido encautado de propietarios privados, por lo que se asume que creció con humanos, entonces este resultado era de esperarse ya que aislar un animal de su grupo social puede desencadenar problemas comportamentales serios (Stonski *et al*. 2000 citado por Teixeira *et al.,* 2007) sobre todo en animales nacidos en cautiverio, ya que se ha demostrado que éstos exhiben mayor cantidad de esterotipias (Latham & Mason, 2006 citado por Mason *et.al*., 2007; Mallapur *et al*., 2005 citado por López & Tárano, 2008). Al respecto, Mallapura *et al.* (2005) registraron comportamientos anormales

exhibidos solo por individuos confiscados de dueños privados y aquellos que nacieron en zoológicos, pero nunca en animales provenientes de estado silvestre.

Este individuo reclamaba afecto mediante caricias, se sentaba e inclinaba su cabeza hacia un lado para acariciarse a sí mismo; se acostaba sobre la base de la jaula, lo cual no hace ningún tití en estado silvestre ya que esta conducta lo pone en riesgo de ser depredado al utilizar el estrato bajo del bosque (Varela, 2007); acariciaba su estómago, rasgaba papel periódico continuamente, exhibía comportamientos repetitivos y gritaba con frecuencia. Por otro lado, este individuo se encontraba cerca de una ventana por medio de la cual podía ver al exterior; al respecto, según Newberry (1995) para algunas especies el poder ver su ambiente exterior puede afectar su salud.

Todos estos factores, además del vínculo creado por su crecimiento al lado de seres humanos explican porqué este encierro ocupó el segundo lugar para concentración de cortisol y exhibió la mayor cantidad de estereotipias.

Respecto al otro individuo localizado en el encierro IV, denominado C♂2, a pesar de que registró una concentración de cortisol muy alta (5,3 µg/dl), no exhibió ninguna estereotipia; sin embargo llamó la atención que permanecía la mayor parte del tiempo como “paralizado del miedo”. Esto puede ser explicado porque en muchos ambientes sub-óptimos, los individuos no exhiben estereotipias y otros comportamientos, ya que simplemente no los pueden desarrollar. Permanecen tan asustados que se esconden todo el día. (Mason *et al.,* 2007).

<u>Categoría Conductas autoimpartidas</u>

Las diferencias significativas para esta categoría están dadas entre los encierros I-II y II-IV.

- Encierros I-II

El encierro I no exhibió comportamientos de autoacicalamiento o rascado; mientras que en el encierro II se presentó una alta cantidad de eventos de “rascado” y algunos eventos de “autoacicalamiento”.

El encierro tipo I presentó un buen enriqueciiento ambiental, simulando algunas condiciones del medio natural. Se destacó la presencia de árboles de gran envergadura, múltiples y variados circuitos de cuerdas, y la organización de todos los elementos de la isla, que favorecía el establecimiento de rutas potenciales de movimiento impredecible. También existía aislamiento casi completo de la presencia humana cerca del encierro.

Todas estas características permitían que el ambiente fuera controlable para los individuos allí mantenidos, es decir, ofrecía espacios para ocultarse y retirarse (Swaisgood & Shepherdson citado por Mason *et al.,* 2007), lo cual favoreció que el comportamiento fuera más normal y deseable que el de los otros animales estudiados. Por otro lado, el encierro con características naturales ofreció a los animales cierto grado de retos y oportunidades que contribuyeron a su bienestar general (Mason *et al.,* 2007; Newberry, 1995).

Los titís mantenidos en este encierro realizaron casi el mismo repertorio comportamental que exhibirían en estado silvestre: grandes saltos, forrajeo, ocultamiento, utilización de diferentes estratos etc. por lo cual se podría afirmar que su estado de bienestar psicológico era bueno ya que la clave para mejorar la salud mental de animales cautivos es la creación de oportunidades para el desarrollo y expresión de comportamientos típicos de la especie (Videan *et al.,* 2005

La composición del grupo era muy similar a las manadas encontradas en estado silvestre, las cuales se componen de dos a 13 individuos (Roncancio Duque & Rojas Vinasco, 2008) dado que allí se mantenían más de ocho (8) individuos, lo cual permitía que las interacciones sociales fueran más naturales que en los otros encierros analizados. Esta situación también era favorecida por la presencia de juveniles,aumentando la probabilidad de que se efectúe un mayor número de comportamientos (Cardona López *et al.,* 2004).

Todas estas características favorecieron que comportamientos asociados con estrés como el autoacicalamiento y el rascado no se registraran.

En el caso del encierro II, si bien simulaba algunas de las características de los hábitats silvestres del tití gris, presentaba condiciones estresantes para los animales que favorecían la exhibición de comportamientos como el autoacicalamiento y el rascado excesivo:

-Exposición a la presencia continua de visitantes, principalmente niños, durante todos los días de la semana. Hosey & Druck (1987) citado por Cooke & Schill (2007) han encontrado que la presencia de niños afecta el 75% de los comportamientos de primates machos y el 41.7% de las hembras en los zoológicos que estudiaron.

- Carencia de un sistema de calefacción que incrementara la temperatura a los rangos normales de la especie –25 a 35°C– (Varela, 2007), lo cual seguramente fue una fuente de incomodidad (Morgan & Tromborg, 2007).

En la presente investigación, "*rascarse"* registró una correlación directa con el cortisol, lo cual apoya los resultados aquí presentados en cuanto a que este comportamiento se presentó mayormente como resultado de una ambiente subóptimo y de la presencia de tensión y ansiedad.

- Encierros II-IV

En el encierro II se presentó una alta cantidad de eventos de "rascado" y algunos eventos de "autoacicalamiento" como se discutió en el apartado anterior; en el encierro tipo IV no se presentó ningúno de estos comportamientos.

A diferencia del caso anterior, en donde los comportamientos de "rascado" y "autoacicalamiento" no se presentaban en el encierro I por las condiciones favorables, en el caso del encierro IV este resultado se puede explicar debido a que el individuo C♂1, estaba altamente acostumbrado a los humanos y exhibía la mayor parte del tiempo estereotipias o movimientos de desplazamiento repetitivo.

El individuo C♂2 permanecía la mayor parte del tiempo como "paralizado del miedo" y bajo esta condición los animales no exhiben estereotipias y otros comportamientos ya que simplemente no los pueden desarrollar. Permanecen tan asustados que se esconden todo el día (Mason *et al.,* 2007).

<u>Categoría Descanso</u>

Ningún comportamiento de esta categoría registró una diferencia significativa de exhibición entre encierros. Adicionalmente, tres de estos cuatro comportamientos no tuvieron correlación significativa con el cortisol, es decir, "*Sentado observando alrededor", "Permanecer quieto al lado de otro individuo"* y *"Acostarse sobre tronco",* en esta investigación no están asociados a estrés.

Respecto a "*Desperezarse*", si bien su patrón de exhibición no fue diferente entre los encierros analizados, si registró correlación significativa con el cortisol, lo que reafirma que es un indicador de estrés, es decir, que el estrés se expresa en todos los encierros mediante este comportamiento.

<u>Categoría Ocultamiento</u>

Las diferencias significativas para esta categoría están dadas entre los encierros I-II y I-IV.

- Encierros I-II

En estos encierros, los valores de exhibición del comportamiento *"Meterse en la casa o cama"* fueron 170:0, y los de "*Ocultarse"* fueron de 476:14. Adicionalmente, estos dos comportamientos estuvieron correlacionados con las concentraciones de cortisol.

Con estos resultados y teniendo en cuenta que el encierro I fue el más enriquecido con elementos que simulan los hábitats naturales de la especie y registró el valor más bajo en la concentración de cortisol, y que el encierro II presentó concentraciones de cortisol más altas que el encierro I pero menores que el III y IV, se podría confirmar que *"Ocultarse"* y *"Meterse en la cama o casa",* contribuyen a disminuir el estrés en individuos cautivos de *S.leucopus.*

La acción de poder retirarse y esconderse le da la oportunidad a los animales de alejarse de la fuente de amenaza y por lo tanto de estrés, y seguramente esto es interpretado como "tener el control " sobre su ambiente, lo cual se ha demostrado reduce los niveles de estrés en animales cautivos (Morgan & Tromborg, 2007; Weiss, 1968 citado por Hosey, 2005, Newberry, 1995; Davis & Smith, 2005; Mason *et al.,* 2007).

- Encierros I-IV

En estos encierros, los valores de exhibición del comportamiento *"Meterse en la casa o cama"* fueron 170:2, y de "*Ocultarse"* fueron de 476:13.

Teniendo en cuenta que los encierros I y IV son los dos extremos si se comparan con los hábitats naturales del tití gris, se confirma que la categoría de ocultamiento se relaciona inversamente con la concentración de cortisol como se indicó anteriormente, es decir, la alta capacidad de ocultarse o protegerse en su casa o cama por parte de un tití gris en cautiverio, contribuye a disminuir su niveles de estrés como se mencionó anteriormente.

Relación de las diferentes formas de interferencia de los humanos y el entorno social con la concentración del cortisol

a. Condiciones *Patrones de alimentación:*

Los patrones de alimentación en general fueron factores homogéneos en los cuatro encierros, ya que las dietas si bien eran variadas y bien concebidas, no eran exactas a una dieta silvestre, siempre eran proveídas a las mismas horas, con ayuda de diversos elementos y eran suministradas bajo diferentes formas de procesamiento.

Pese a lo anterior, tan solo en el encierro I, los animales utilizaban los diferentes elementos de obtención de alimento y comían todas las formas de procesamiento. En el encierro tipo II aunque la variedad de alimentos era apta para la especie y estos eran frescos y de buena calidad, se suministraban siempre a la misma hora y la forma de ofrecerlos era poniéndolos en platos que se localizanan en una jaula diseñada para tal fin, sin objetos que estimularan la búsqueda del mismo. En el encierro III, se presentó graduación en el procesamiento de la comida y presencia de objetos que estimularon la búsqueda del alimento, además los productos eran de buena calidad, sin embargo, eran suministrados a la misma hora y nunca se observó a los animales consumiendo la totalidad de las formas de procesamiento. En este encierro, los elementos para estimular la búsqueda no eran utilizados frecuentemente por los individuos allí mantenidos. En el Encierro IV había algunos objetos que fueron colocados para estimular la búsqueda activa del alimento, sin embargo debido al reducido espacio no había la posibilidad de que los animales se movieran ampliamente en sus jaulas y los pudieran utilizar.

Se puede afirmar que los encierros II, III y IV no contaban con caracterisitcas que favorecieran la exhibición de comportamientos de búsqueda y forrajeo propios de la vida silvestre, excepto por *Repartir, extender y esconder la comida*, la cual fue la única condición que favoreció los comportamientos naturales de búsqueda y forrajeo, lo cual explica su dependencia con el cortisol. Al respecto, Poveda (2000) citado por Arias Cortes (2010) ha encontrado que en estado silvestre, los grupos de *S. leucopus* dedican la mayor parte de su tiempo a comportamientos de forrajeo, búsqueda y alimentación.

Por otro lado, dado que *Repartir, extender y esconder la comida* registró una dependencia clara y contundente con el cortisol y a su vez evita la predictibilidad de obtención del alimento, lo que también evita el aburrimiento y/o frustración, se confirma lo planteado por Morgan & Tromborg (2007) y Hosey (2005).

b. Condición *Tráfico ilegal:*

La dependencia con el cortisol de la condición de provenir de tráfico ilegal se comprueba tanto con la prueba de chi cuadrado como con las concentraciones de cortisol obtenidas para los individuos allí mantenidos. Los encierros II, III y IV albergaban al menos un individuo incautado y éstos fueron los que reportaron mayores concentraciones de este glucocorticoide. Esto confirma lo planteado por Rimbaud *et al.,* (2011) en cuanto que los individuos extraídos abruptamente de su ambiente natural se encuentran bajo condiciones de estrés extremas.

c. Condiciones *Presencia de macho alfa y Ruido:*

En cuanto a las condiciones *Presencia de macho alfa y Ruido,* sus resultados para la varible *p* según la prueba de chi-cuadrado, indican que se encuentran en el límite que indica que existe dependencia con el cortisol. Teniendo en cuenta que los animales del único encierro donde estas dos condiciones coexistían presentaron los valores de cortisol más altos, este estudio apoyaría la dependencia de estas condiciones con el cortisol. Adicionalmente, otros autores (Teixera *et al.,* 2007), han reportado que el macho alfa presenta concentraciones de cortisol más altas que el resto del grupo. Se sugiere revisar este resultado en investigaciones posteriores.

Al respecto, según información entregada por URRAS verbalmente, el macho alfa del encierro B había atacado y desplazado a otros machos que se habían intentado introducir por el equipo veterinario a este encierro con el fin de aumentar el número de individuos y mejorar la estructura social de este grupo. Este comportamiento es típico de macho alfa o dominante que tiene concentraciones de cortisol más altas que el promedio, debido a que posee una maquinaria neuroendocrina más rápida para responder al estrés social mediante mecanismos como estar siempre alerta, listo, ágil y agresivo para ganar a sus oponentes y mantener así su estatus dominante y limitar su propia respuesta al estrés (Teixera *et al.,* 2007).

Adicionalmente, también se ha reportado que los machos alfa presentan mayores concentraciones de cortisol dado que despliegan más agresividad para mantener su lugar en el grupo y están expuestos a mayor competencia por rango social (Cardona López *et al.,* 2004).

Ahora el bien, el nivel de *Ruido* al que fueron sometidos los individuos estudiados fue muy distinto. En el encierro tipo I, el ruido era muy leve dado que la isla se encontraba alejada de los pasos de visitantes al zoológico del Parque Jaime Duque. Los sonidos allí registrados eran suaves y muy naturales. En el encierro tipo II, existía aislamiento sonoro, el vidrio a través del cual se podían observar los animales era muy grueso, lo que impedía que los niveles de ruido fueran altos. En el encierro tipo III, existía un nivel de ruido considerable. Este encierro estaba cerca a otros encierros que albergaban animales que emitían mucho ruido y sonidos intempestivos, como loros y primates *Cebus apella* y *Saimiri sciureus,* que cantaban, hablaban y gritaban constantemente o golpeaban sus encierros de forma intempestiva, provocando niveles de ruido muy altos que asustaban permanentemente a la pareja de *S.leucopus*. En el encierro tipo IV no se registraron sonidos humanos, pero permanentemente estaba prendida la calefacción, lo que pudo haber incrementado los niveles de estrés de los individuos de este encierro.

La posible relación del *Ruido* con el cortisol obtenida mediante la prueba de chi-cuadrado y los resultados de niveles de cortisol reportados por los individuos estudiados[3] permiten afirmar que el ruido provoca estrés, ya que en los encierros donde hubo mayor ruido fueron aquellos donde se obtuvieron las mayores concentraciones de cortisol. Esto a su vez confirma lo encontrado por otros autores como Redwan *et al.* (2007) quien encontró que la eficacia del manejo en cautiverio se da por condiciones como aislamiento de ruidos; Teixera *et al.* (2007); Wells (2009); Hosey (2005) quienes reportaron que el ruido y otras formas de disturbio son estresores ambientales muy significativos y Morgan & Tromborg (2007); Newberry (1995) quienes afirmaron que poco se sabe del rango auditivo de muchas especies lo cual contribuye a que no se tomen las medidas adecuadas para disminuir el riesgo auditivo en animales en cautiverio.

d. Condición *Estructura física del encierro*

Todas las condiciones relacionadas con la estructura física del encierro (*Presencia de árboles naturales, Variedad de sustratos, Uso de la dimensión vertical, Presencia de vegetación no natural o natural seca para soporte y Temperatura)* fueron asociadas por independencia con el cortisol. *Mobiliario* fue la condición de encierro con mayor dependencia del cortisol.

Se ha demostrado que en estado silvestre, los grupos de *S. leucopus* dedican la mayor parte de su tiempo a forrajeo, desplazamiento y alimentación (Poveda, 2000 citado por Arias Cortes, 2010; Cardona López *et al*., 2004), y favorecer estas conductas en cautiverio, afecta positivamente la respuesta comportamental y fisiológica al estrés y mejora el bienestar sicológico en primates (Boinski *et al.,* 1999; Gronqvist *et al.,* 2013).

Por lo anterior, es de esperarse que encierros que tengan elementos de enriquecimiento ambiental que favorezcan las conductas de forrajeo y desplazamiento, como *Árboles naturales, mobiliario, uso dimensión vertical y diferentes sustratos* favorecerán las bajas concentraciones de cortisol de los animales allí mantenidos. Todo elemento que favorezca el uso de las partes más altas de los encierroses clave para reducir los niveles de cortisol en *S.leucopus* en cautiverio, dado que esta especie es de hábitos arborícolas, y los árboles que conforman los bosques donde estos animales habitan miden alrededor de 25 metros de altura (Varela, 2007).

[3] En orden descendente el individuo que presentó el mayor promedio de concentración de cortisol fue URRAS B♀, seguido por URRAS B♂, URRAS C♂1, URRAS C♂2, JD jaula ♂1, JD jaula ♂2 y JD Isla.

Estos resultados confirman lo encontrado por otros autores como Gronqvist *et al.* (2013) y Draper & Bernstein (1963); Paulk *et al.* (1977) citado por Morgan & Tromborg (2007), quienes afirmaron que las condiciones físicas del encierro favorecen el mantenimiento de comportamientos normales en poblaciones cautivas de primates, y por lo tanto favorecen los bajos niveles de cotisol, ya que el adecuado enriquecimiento ambiental proporciona un entorno estimulante para el desarrollo de patrones naturales. Por ejemplo, han demostrado que se reducen los comportamientos aberrantes al incrementar el tamaño de los encierros.

e. Condiciones *Cercanía a predadores, Limpieza de encierros, Animales encerrados individualmente* y *animales incautados a dueños privados*

Las condiciones *Cercanía a predadores, Limpieza de encierros, Animales encerrados individualmente* y *Animales incautados a dueños privados* presentaron asociación por independencia con el cortisol.

La dependencia de la cercanía a predadores y el cortisol se pudo comprabar en el encierro III ya que al lado de este recinto se encontraba un águila que no se podía ver, pero sí oler y escuchar, y estos animales registraron las concentraciones de cortisol más altas de todos los estudiados. Las águilas son predadores históricos y naturales de *S.leucopus* y dado que todos los mamíferos son considerados macroosmáticos, es decir, dependen de claves olfativas para su sobrevivencia (Slotnick *et al*, 2005 citado por Morgan & Tromborg, 2007), los individuos de tití gris en cuestión percibieron los olores de este predador lo cual se constituyó en una fuente de estrés. Morgan & Tromborg (2007) y Newberry (1995) han afirmado que para el caso de los animales presas, la exposición continua al olor de un predador puede generar altas concentraciones de cortisol.

Dado que se ha demostrado que para los Callitríchidos las marcas olfativas de los individuos son investigadas por todos los integrantes de un grupo para determinar límites de territorios o estados reproductivos, la limpieza de los encierros, es una rutina que incrementa el estrés (Morgan & Tromborg, 2007).

Por ejemplo, se ha demostrado que las marcas olfativas que dejan individuos estresados son más investigadas por sus congéneres que las de individuos no estresados, y esto a su vez incrementa los niveles de estrés grupal (Morgan & Tromborg, 2007).

En cuanto a alojar animales individualmente, este resultado corresponde a lo reportado por Smith & French (1998), ya que se demostró que la concentración de cortisol se incrementa en individuos alojados individualmente y no con sus grupos

familiares. Adicionalmente, los individuos del encierro IV, que estaban solos, reportaron altos niveles de cortisol.

Tal como lo afirmó Stonski *et al.* 2000 citado por Teixeira *et al*., 2007, esta investigación confirma la asociación que tiene la condición de "I*ncautación a dueños privados"* con el cortisol, lo cual es evidente en el individuo denominado C♂1 ya que éste era el único ejemplar que había nacido y crecido entre humanos y sus niveles de cortisol fueron altos con respecto al promedio.

f. Condiciones *Hembra unida a un macho no conocido* y *Presencia de visitantes*

Si bien las condiciones *Hembra unida a un macho no conocido* y *Presencia de visitante,* han sido asociadas a estrés por diversos autores, en los resultados obtenidos estas condiciones registraron valores de *p* no significativos.

Al respecto Ziegler *et al.* (1995) reportaron para *Saguinus oedipus* estrés en las hembras, en términos de concentración de cortisol, la primera vez que fueron removidas de su ambiente familiar y fueron unidas a un macho no conocido, y los niveles de cortisol permanecieron altos durante todo el tiempo que las hembras estuvieron conviviendo con sus parejas. Sin embargo, pese a lo anterior, en este estudio la prueba de Chi-cuadrado no indicó dependencia de esta condición con el cortisol. Cabe resaltar que la única hembra analizada que fue unida a un macho no conocido (B♀) fue el animal que tuvo la más alta concentración, por lo que se aconseja verificar en investigaciones posteriores si esta condición realmente no se encuentra relacionada con niveles de estrés.

La *Presencia de visitantes* también es una condición que ha sido ampliamente reportada como asociada a estrés. Davis & Smith (2005); Behie *et al.*, (2010); Cooke (2007); Burell & Altman (2006); Mallapura *et al.,* (2005) afirmaron que el comportamiento de los primates es afectado por la presencia de humanos como visitantes y turistas, especialmente niños. Hosey & Druck (1987) citado por Cooke & Schill (2007) han encontrado que en manadas de gibones, los grandes grupos de personas con niños desencadenan un mayor número de comportamientos territoriales y de protección.

Por otro lado, Mallapura *et al.* (2005) encontraron que para grupos cautivos de macacos a medida que el número de visitantes aumentaba, el cortisol también aumentaba. Esto debido a que se ha determinado que en presencia de público los primates se excitan mucho, se vuelven más activos, menos sociales, más agresivos e incrementan las estereotipias (Cardona *et al.,* 2004).

En *Saguinus oedipus* se ha demostrado que la presencia de visitantes inhibe el juego y otros comportamientos positivos (Morgan & Tromborg, 2007). Es más algunos autores han reportado un incremento en la agresividad y las estereotipias de locomoción asociadas a la presencia de visitantes en los zoológicos (Chamove *et al.*, 1988 citado por Newberry, 1995).

Pese a lo anterior, la prueba de chi-cuadrado no indicó dependencia de esta variable con el cortisol. Sin embargo, teniendo en cuenta que otros autores han reportado dependencia de esta variable con estrés y esta condición fue una de las más evidentes en el encierro II, además de que éstos animales reportaron concentraciones de cortisol relativamente altas con respecto al promedio, se sugiere revisar este resultado en investigaciones posteriores.

3.2 Conclusiones

- En orden descendente los individuos que presentaron los mayores promedios de cortisol fueron los mantenidos en el encierro III, seguidos del encierro IV, II y I.

- Los comportamientos que presentaron correlación con el cortisol fueron *desplazamiento colgando de 4 patas, rascado, desperezarse y meterse en la cama o casa y* o*cultarse.*

- La categoría de “Estereotipias” tuvo un patrón de exhibición diferente entre los encierros III y IV.

- La categoría “Conductas autoimpartidas”, tuvo un patrón de exhibición diferente entre los cuatro encierros analizados; este resultado está definido por los encierros I-II y II-IV.

- La categoría “Descanso”, no tuvo un patrón de exhibición significativamente diferente entre los cuatro encierros analizados.

- La categoría “Ocultamiento” tuvo un patrón de exhibición diferente entre los cuatro encierros analizados, la diferencia estuvo dada por los encierros I-II y I-IV.

- Las condiciones de cautiverio *Repartir, extender y esconder la comida*, y *Animales provenientes de tráfico ilegal,* son las que mayor asociación tuvieron con el cortisol.

- Las condiciones de cautiverio *Presencia de macho dominante*, *Ruido, Hembra unida a un macho no conocido* y *Presencia de visitantes* no registraron asociación con el cortisol.

- *Mobiliario* fue la condición de cautiverio que mayor dependencia del cortisol registró, seguida en orden descendente por *Presencia de arboles naturales, Variedad de sustratos, Uso de la dimensión vertical, Cercanía a predadores, Limpieza de encierros, Presencia de vegetación no natural, Animales encerrados individualmente* y *Temperatura.*

ANEXOS

Anexo N°1. Descripción de comportamientos y formato de toma de datos
Anexo N°2. Resultados de comportamiento
Anexo N°3. Resultados cortisol
Anexo N°4. Resultados condiciones de cautiverio y entorno social
Anexo N°5. Análisis de Sperman, ANOVA, Chi-cuadrado, odds ratio y Regresión logística

BIBLIOGRAFÍA

Abbott DH, Keverne EB, Bercovitch FB, Shively CA, Mendoza SP, Saltzman W, & Sapolsky RM. Are subordinates always stressed? A comparative analysis of rank differences in cortisol levels among primates. *Hormones and Behavior* (2003); *43*(1), 67-82.

Acevedo-Quintero JF. Evaluación del comportamiento de un grupo de *Saguinus leucopus* en proceso de rehabilitación en el Centro de Rehabilitación de Fauna Silvestre del Oriente de Caldas. Mem.Conf. Interna Med.Aprovech. Fauna Silv. Exót. Conv. (2009) (En línea) www.veterinariosvs.org

Acopazoa. *White footed tamarin cultural days and environmental committed workshop.* (2013) [Diapositivas de Power Point].

Ange-van Heugten KD, Van Heugten E, Timmer S, Bosch G, Elias A, Whisnant S. & Verstegen MW. Fecal and salivary cortisol concentrations in woolly (Lagothrix ssp.) and spider monkeys (*Ateles* spp.).*International Journal of Zoology*. (2009)

Arias Cortes AF. Establecimiento y evaluación de una dieta para monos tití gris (*Saguinus Leucopus*) y estudio del comportamiento alimenticio en cautiverio en la Fundación Zoológico Santacruz, tesis de pregrado; (2010), Colombia: Universidad de la Salle.

Asociación Primatológica Española - APE. Directrices internacionales para la adquisición, el cuidado y la reproducción de primates no humanos. Parte I y II. Tomado de IPS *International Guidelines for the Acquisition, Care and Breeding of Nonhuman Primates*. (1999). Madrid: Editorial ORBIS Geográfica.

Bales KL, French JA, Hostetler CM & Dietz JM. Social and reproductive factors affecting cortisol levels in wild female golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*). *American journal of primatology*. (2005); *67*(1), 25-35.

Baker K. Enrichment and primate centers: Closing the gap between research and practice. *Journal of Applied Animal Welfare Science.* (2007);*10*(1), 49-54.

Bayazit V. Evaluation of cortisol and stress in captive animals.*Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. (2009); *3*(2), 1022-1031.

Behie AM, Pavelka MS, & Chapman CA. Sources of variation in fecal cortisol levels in howler monkeys in Belize. *American Journal of Primatology*. (2010); *72*(7), 600-606.

Betancourt DM, Garcia A, Amaya C & Rodriguez P. Fauna liberada y en proceso de rehabilitación en la Reserva Natural Bojonawi. Informe técnico. (2009).

Boinski S, Swing SP, Gross TS, Davis JK. Environmental enrichment of brown capuchins (*Cebus apella*): behavioral and plasma and fecal cortisol measures of effectiveness. *Am J Primatol.* (1999);*48*:49-68.

Brousset HD. Efecto del enriquecimiento ambiental sobre el bienestar de tres especies de felinos mexicanos en peligro de extinción mantenidos en cautiverio. Tesis Doctoral. FMVZ. UNAM. México D.F. (2003).

Burrell AM, & Altman JD. The effect of the captive environment on activity of captive cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus*). *Journal of Applied Animal Welfare Science*. (2006); *9*(4), 269-276

Cardona López DX, Zerda-Ordóñez E, & Pérez Torres J. Patrón comportamental y conductas estereotipadas de dos grupos cautivos de *Ateles fusciceps robustus* en Colombia. *Universitas Scientiarum*. (2004); *9*, 59-74.

Castañeda FE, Buriticá EF & Barbosa IX. Tití gris (Saguinus leucopus GUNTHER 1876): algunos aspectos biológicos y de interés veterinario sobre la especie. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. (2010); *3*(1).

Castellanos D. Manejo comportamental en cautiverio del mono tití (*Saguinus oedipus)* y el mono tití gris (*Saguinus leucopus*), empleando los métodos de enriquecimiento ambiental y entrenamiento animal, en el zoológico Jaime Duque, tesis de grado, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. (2012).

Cardona López DX, Zerda-Ordóñez E, & Pérez Torres J. Patrón comportamental y conductas estereotipadas de dos grupos cautivos de Ateles fusciceps robustus en Colombia. *Universitas Scientiarum*. (2004);*9*, 59-74.

Cavigelli SA. Behavioural patterns associated with faecal cortisol levels in free-ranging female ring-tailed lemurs, Lemur catta. *Animal Behaviour*. (1999); *57*(4), 935-944.

Contraloría General de la República. Evaluación a la Política Nacional para la Consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas -SINAP- y a la Estrategia Nacional para la Prevención y el Control del Tráfico Ilegal de Especies Silvestres. Bogotá-Colombia. (2014).

Cooke CM, & Schillaci MA. Behavioral responses to the zoo environment by white handed gibbons. *Applied Animal Behaviour Science.* (2007);*106*(1), 125-133.

Correa SM. Educative strategy for White-footed tamarin (*Saguinus leucopus)* conservation. Documento inédito. Acopazoa. Bogotá-Colombia. (2012).

Cuartas CA. Distribución Parcial del Tití Gris (*Saguinus leucopus*, Callitrichidae) en el Departamento de Antioquia, Colombia. *Neotrop. Primates.* (2001); 9 (3): 107–110.

Cunha MS, Fernandes LC, Vivacqua CA & De Sousa MBC. Annual variation in plasma cortisol levels in common marmosets, *Callithrix jacchus*. *Biological Rhythm Research*. (2007); *38*(5), 373-381.

Davis N, Schaffner CM & Smith TE. Evidence that zoo visitors influence HPA activity in spider monkeys (*Ateles geoffroyii rufiventris*). *Applied Animal Behaviour Science*. (2005); *90*(2), 131-141.

De Azevedo CS, Cipreste CF & Young RJ. Environmental enrichment: A GAP analysis. *Applied Animal Behaviour Science*. (2007);*102*(3), 329-343.

Defler TR. *Primates de Colombia*. Conservación Internacional, Serie de Guías Tropicales de Campo. Conservación Internacional Colombia, Bogotá. (2003).

Defler TR. Primates de Colombia. Editores. José Vicente Mahecha; Anthony Rylands y Russel A. Mittermeier. Conservación Internacional. Bogotá. (2004).

Defler TR, & Bueno M. Prioridades en investigación y conservación de primates colombianos. *Primatología en Colombia: avances al inicio del milenio. Fundación Universitaria San Martín, Bogotá*, (2010); 193-214.

Emmons L. Neotropical Rainforest Mammals: A field guide. Second edition. The University of Chicago Press, USA. 396 pp. (1997).

Escobar A. Identificación de los patrones de comportamiento y conformación de un grupo social de Titi Gris (*Saguinus leucopus)* en proceso de rehabilitación, tesis de pregrado, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. (2004).

Fala AC & Brieva CI. Capacitación Policia-Dijin Convenio 09F Fonam-UN-WCS. Documento inédito. Acopazoa. Bogotá-Colombia. (2012).

Ferreira Raminelli JL, Cordeiro de Sousa MB, Sousa Cunha M & Veloso Barbosa MF. Morning and afternoon patterns of fecal cortisol excretion among reproductive and non-reproductive male and female common marmosets, Callithrix jacchus. *Biological Rhythm Research*. (2001); *32*(2), 159-167.

Foerster S. & Monfort SL. Fecal glucocorticoids as indicators of metabolic stress in female Sykes' monkeys (*Cercopithecus mitis albogularis*).*Hormones and behavior.* (2010); *58*(4), 685-697.

Fontani S, Vaglio S, Beghelli V, Mattioli M, Bacci, S, & Accorsi PA. Fecal Concentrations of Cortisol, Testosterone, and Progesterone in Cotton-Top Tamarins Housed in Different Zoological Parks: Relationships Among Physiological Data, Environmental Conditions, and Behavioral Patterns.*Journal of Applied Animal Welfare Science*. (2014); *17*(3), 228-252.

Franco R. Efecto del estrés sobre la calidad seminal del tití gris (*Saguinus leucopus*) bajo condiciones de cautiverio. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia. (2012).

Fuentes JA, Zerda-Ordoñez E, & Muñoz-Duran J. Vocal communication of White-footed tamarin (*Saguinus leucopus*) in the Wild.*Caldasia*. (2013); *35*(1), 49-63.

Gómez-Cely M. Estadísticas del uso ilegal de fauna silvestre en Colombia. Ministerio Del Medio Ambiente, Dirección General De Ecosistemas, Grupo De Biodiversidad. (2002). On-line: http://www.siac.net.co/cites/repositorio_de_imagenes/15_.html

Gómez S, Lozano I, Jaramillo A & Arias A. Establecimiento y Evaluación de una Dieta para Monos Tití Gris (Saguinus leucopus, Günter, 1876) y Estudio del Comportamiento Alimentario en Cautiverio en la Fundación Zoológico Santacruz (Colombia-Sur América). In *Memorias de la Conferencia Interna en Medicina y Aprovechamiento de Fauna Silvestre, Exótica y no Convencional*. (2006); Vol. 2, No. 2, pp. 9-18.

Gronqvist G, Kingston-Jones M, May A & Lehmann J. The effects of three types of environmental enrichment on the behaviour of captive Javan gibbons (*Hylobates moloch*). *Applied Animal Behaviour Science*. (2013); *147*(1), 214-223.

Hernández-Jáuregui DMB, Maldonado FG, Pérez RAV, Pardo MR & de Aluja AS-Cortisol in saliva, urine, and feces: non-invasive assessment of wild mammals. *Vet. Méx*. (2005); 36, 3.

Hershkovitz P. Living new world monkeys (Platyrrhini) with introduction to primates. Vol 1. University of Chicago press. Chicago. (1977).

Hoffman CL, Ayala JE, Mas-Rivera A & Maestripieri D. Effects of reproductive condition and dominance rank on cortisol responsiveness to stress in free-ranging female rhesus macaques. *Am J Primatol.* (2010); *72*(7), 559-565.

Hogan LA & Tribe A. Prevalence and cause of stereotypic behaviour in common wombats (*Vombatus ursinus*) residing in Australian zoos.*Applied Animal Behaviour Science*. (2007); *105*(1), 180-191.

Hosey GR. How does the zoo environment affect the behaviour of captive primates?. *Applied Animal Behaviour Science*. (2005); *90*(2), 107-129.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Diccionario Geográfico de Colombia. Tomo 2. 1448 p. (1996).

IUCN. 2015. *IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland, and Cambridge, UK. Website: <http://www.iucnredlist.org>.

Izzo GN, Bashaw MJ & Campbell JB. Enrichment and individual differences affect welfare indicators in squirrel monkeys (*Saimiri sciureus*). *Journal of Comparative Psychology*. (2011);*125*(3), 347.

Jensen P. Behaviour epigenetics–The connection between environment, stress and welfare. *Applied Animal Behaviour Science*. (2014); *157*, 1-7.

Kleiman GD, Allen EM, Thompson VK & Lumpkin S. Wild mammals in captivity: Principles and Techniques. The University of Chicago Press. (1996).

Kutner MH, Nachtsheim CJ, Neter J & Li W. Applied linear statistical models. 5th Ed. McGraw-Hill. Irwin. Boston. (2005).

Leal A, Granados JL, Zerda E & Brieva C. Liberación y seguimiento de dos grupos de tití gris (Saguinus leucopus) en el departamento de Tolima. *Rev. Med. Vet. Zoot. Colombia*. (2010); *57*, 132-143.

López M & Tárano Z. Comportamiento social del mono capuchino común *Cebus olivaceus* (Primates: Cebidae) en tres exhibiciones zoológicas de Caracas, Venezuela. *Revista de biología tropical*. (2008); *56*(3), 1503-1520.

Lynch JW, Ziegler TE & Strier KB. Individual and seasonal variation in fecal testosterone and cortisol levels of wild male tufted capuchin monkeys, *Cebus apella nigritus*. *Hormones and Behavior*. (2002); *41*(3), 275-287.

Mallapur A, Waran N & Sinha A. Factors influencing the behaviour and welfare of captive lion-tailed macaques in Indian zoos. *Applied Animal Behaviour Science.* (2005); *91*(3), 337-353.

Manson GJ. Stereotypes: A critical review. *Animal behavior.* (1991); *41*: 1015-1037.

Márquez-Arias A, Santillán-Doherty AM, Arenas-Rosas RV, Gasca-Matías MP & Muñoz-Delgado J. Environmental enrichment for captive stumptail macaques (*Macaca arctoides*). *Journal of medical primatology*. (2010); *39*(1), 32-40.

Martínez RN, Martínez MV. Diseño de Experimentos en Ciencias Agropecuarias y Biológicas con SAS, SPSS, R y Statistix. Fondo Nacional Universitario. Bogotá, D.C. Colombia. (2011).

Mason G, Clubb R, Latham N & Vickery S. Why and how should we use environmental enrichment to tackle stereotypic behaviour?. *Applied Animal Behaviour Science*. (2007); *102*(3), 163-188.

Mason G. Informe crítico sobre las estereotipias. *Animal Behaviour.* (1991).; *41,* 1057-1037.

Mason G & Rushen J.*Stereotypic animal behaviour: fundamentals and applications to welfare*. CABI. (2008).

Mata EE, de la Torre S, Arahana V & de Lourdes Torres M. Evaluación del nivel de estrés en leoncillos (*Cebuella pygmaea*) mediante la medición de cortisol en heces. *Av. Cienc. Ing. (Quito),* (2015), Vol. 7, No. 2, Pags. B24-B2.

MAVDT (2010). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 383 de 2010. Bogotá, Colombia. Disponible en: https://www.google.com.co/?gfe_rd=cr&ei=ZiIGU93XCIui8wfazoGQCw#q=resoluci%C3%B3n+383+de+2010&safe=active. Consulta el 20 de febrero de 2014.

MAVDT (2012). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos.

McPhee M. Generations in captivity increases behavioral variance: considerations for captive breeding and reintroduction programs. *Biological Conservation.* (2003); *115*:71-77.

Minteguiaga M & Corte S. Propuestas de enriquecimiento ambiental para un ejemplar de Babuino Papio papio en Cautiverio. *Revista de Etologia*. (2005);*7*(1), 15-23.

Morales-Jiménez AL, Sánchez F, Poveda K & Cadena A. Mamíferos terrestres y voladores de Colombia: Guía de campo. Bogotá-Colombia. 248 pp. (2004).

Morales-Jiménez AL, Vejarano S, Rodríguez CL, y Ospina O. Programa Nacional para la Conservación de la Especie Endémica de Colombia tití gris *(Saguinus leucopus).* Bogotá-Colombia. (2008).

Morales A, Link A, Stevenson, P. *Saguinus leucopus*. In: IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Red List of Threatened Species. http://www.redlist.org/search/details.php?species=19819. Versión 2011.2, Accesado en línea, Abril 21, 2015.

Morgan KN & Tromborg CT. Sources of stress in captivity.*Applied Animal Behaviour Science*. (2007); *102*(3), 262-302.

Nagamachi CY, Pieczarka JC, Muniz JA, Barros RM, Mattevi MS. Proposed chromosomal phylogeny for the South American primates of the Callitrichidae family (Platyrrhini). *Am J Primatol*. (1999); 49:133-152.

Nelson R. An introduction to behavioral endocrinology. USA. Sinauer Associtas, Inc. (2000).

Newberry RC. Environmental enrichment: increasing the biological relevance of captive environments. *Applied Animal Behaviour Science*. (1995); *44*(2), 229-243.

Novak MA, Hamel AF, Kelly BJ, Dettmer AM & Meyer JS. Stress, the HPA axis, and nonhuman primate well-being: a review. *Applied animal behaviour science*. (2013); *143*(2), 135-149.

O'Connor TM, O'Halloran DJ, Shanahan, F., (2000). The stress response and the hypothalamic–pituitary–adrenal axis: from molecule to melancholia. *Q. J. Med.* 93, 323–333.

Ostner J, Heistermann M & Schülke O. Dominance, aggression and physiological stress in wild male Assamese macaques (*Macaca assamensis*). *Hormones and Behavior*. (2008); *54*(5), 613-619.

Paramastri Y, Royo F, Eberova J, Carlsson HE, Sajuthi D, Fernstrom AL & Hau J. Urinary and fecal immunoglobulin A, cortisol and 11-17 dioxoandrostanes, and serum cortisol in metabolic cage housed female cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). *Journal of medical primatology*. (2007); *36*(6), 355-364.

Perea AT, Isaías GT & Maldonado FG. Técnicas de medición de estrés en aves. *Vet. Méx.* (1997); 28(4), 345.

Poches RA. Efecto del estrés sobre la calidad seminal del tití gris (*Saguinus leucopus*) bajo condiciones de cautiverio. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia. (2012).

Poveda K. Uso de hábitat de dos grupos de tití de pies blancos *Saguinus leucopus*, en Mariquita, Colombia. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional. Bogotá-Colombia-Suramérica, citado en Castañeda, F. E., Buriticá, E. F., & Barbosa, I. X. (2000).

Poveda K, Sanchez P. 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*. (2004);12(1):6-9.

Quadros S, Goulart VD, Passos L, Vecci MA & Young RJ. Zoo visitor effect on mammal behaviour: Does noise matter?. *Applied Animal Behaviour Science*. (2014); *156*, 78-84.

Redwan HM, LOZANO-ORTEGA IV, Gómez S, Román L, Jaramillo AF, Arias AF & Galvis C. Valoración hematológica, diseño de dietas y comportamiento de *Saguinus leucopus* (Primate: Cebidae) en cautiverio. *Revista de Investigación*. (2007); *7*(1), 117-125.

Renner MJ, Feiner AJ, Orr MG & Delaney BA. Environmental enrichment for New World primates: Introducing food-irrelevant objects and direct and secondary effects. *Journal of Applied Animal Welfare Science*. (2000); *3*(1), 23-32.

Rimbaud E. Primeros auxilios en decomisos de animales de venta o tráfico ilegal. *La Calera.* (2011); *9*(12), 52-54.

Rojas DF, Vargas AG & Gómez SM. Estandarización de los programas nutricionales utilizados en cautiverio por la especie tití gris (Saguinus leucopus) en siete instituciones zoológicas inscritas al Programa Internacional de Conservación. *Revista Ciencia Animal*. (2013); (6), 87-97.

Roncancio Duque N, Rojas Vinasco W & Vicente Estévez Varón J. Densidad poblacional y tamaño de grupo de Saguinus leucopus en parches de bosque en el departamento de Caldas, Colombia. *Neotropical Primates*. (2008); *15*(2), 63-67.

Rueda LH & Ordóñez EZ. Comunicación Vocal de un Grupo de Tití Gris (Saguinus leucopus) en Mariquita, Colombia. *Neotropical Primates*. (2009); *16*(1), 37-43.

Ruivo EB, Carroll JB & Morales-Jiménez AL. The silvery-brown Tamarin (*Saguinus leucopus*) conservation project. *Neotropical Primates*. (2005);13(3), 36-39.

Ruiz Ramos ED & Díaz Carrillo EI. Enriquecimiento ambiental de nutria marina Lontra felina (Molina 1782) en el Parque Zoológico Huachipa entre febrero y marzo del 2007. *Ecología Aplicada*. (2008); *7*(1-2), 49-54.

Rylands AB, Mittermeier RA, Rodríguez-Luna E. Conservation of Neotropical primates: Threatened species and an analysis of primate diversity by country and region. *Folia Primatol*. (1997); 66(1): 134–160.

Scheneider H. The Current Status of the New World Monkey Phylogeny. *An Acad Bras Ciênc*. (2000); 72:165-172.

Selye H. The stress of life. New York, NY, US: McGraw-Hill. (1956).

Sepúlveda-Rojas E, Vásquez-González JA, Acevedo-Quintero JF & Giraldo-Quintero G. Diseño y Evaluación de Elementos de Enriquecimiento Ambiental para el tití gris (*Saguinus leucopus*) en proceso de Rehabilitación, en el Centro de Rehabilitación de Fauna Silvestre del Oriente de Caldas (CRFSOC). In *Memorias de la Conferencia Interna en Medicina y Aprovechamiento de Fauna Silvestre, Exótica y no Convencional*. (2014); Vol. 10, No. 2, pp. 93-129.

Setchell JM, Smith T, Wickings EJ & Knapp LA. Stress, social behaviour, and secondary sexual traits in a male primate. *Hormones and Behavior*. (2010); *58*(5), 720-728.

Smith TE, McGreer-Whitworth B & French JA. Close proximity of the heterosexual partner reduces the physiological and behavioral consequences of novel-cage housing in black tufted-ear marmosets (*Callithrix kuhli*). *Hormones and Behavior.* (1998); *34*(3), 211-222.

Solari S, Muñoz-Saba Y, Rodríguez-Mahecha JV, Defler TR, Ramírez-Chaves HE & Trujillo F. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología neotropical*. (2013); *20*(2), 301-365.

Sousa MB & Ziegler TE. Diurnal variation on the excretion patterns of fecal steroids in common marmoset (Callithrix jacchus) females.*American Journal of Primatology*. (1998); *46*(2), 105-117.

Spearman CE. General Inteligence objetictively determined and measured. *Am J Psicol*. (1909); 15:201-293.

Strier KB, Ziegler TE & Wittwer DJ. Seasonal and social correlates of fecal testosterone and cortisol levels in wild male muriquis (*Brachyteles arachnoides*). *Hormones and Behavior*. (1999); *35*(2), 125-134.

Summers CH. Social interaction over time, implications for stress responsiveness. *Integrative and Comparative Biology*. (2002); *42*(3), 591-599.

Tarou LR & Bashaw MJ. Maximizing the effectiveness of environmental enrichment: suggestions from the experimental analysis of behavior. *Applied Animal Behaviour Science*. (2007);*102*(3), 189-204.

Teixeira CP, De Azevedo CS, Mendl M, Cipreste CF & Young RJ. Revisiting translocation and reintroduction programmes: the importance of considering stress. *Animal Behaviour*. (2007); *73*(1), 1-13.

Thompson ME, Muller MN, Kahlenberg SM & Wrangham RW. Dynamics of social and energetic stress in wild female chimpanzees.*Hormones and behavior*. (2010); *58*(3), 440-449.

Touma C, Palme R. Measuring fecal glucocorticoid metabolites in mammals and birds: the importance of validation. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* (2005); 1046, 54–74.

Valle HM. Estimación poblacional del titi gris *Saguinus leucopus* en tres zonas del municipio de Mariquita departamento del Tolima. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias de la Universidad del Tolima, Ibagué-Colombia-Suramérica, citado en Castañeda, F. E., Buriticá, E. F., & Barbosa, I. X. (2010).

Varela N. Bases para el manejo, atención médico-veterinaria y rehabilitación de pequeños primates neotropicales. *Asociación de Veterinarios de Vida Silvestre (VVS)*. (2007).

Vargas TN & Solano CL. Evaluación del estado de dos poblaciones de Saguinus leucopus para determinar áreas potenciales de conservación en un sector del Valle del Magdalena Medio, Colombia. *Neotrop. Primates*. (1996); 4(1): 13–15.

Videan EN, Fritz J, Schwandt ML, Smith HF & Howell S. Controllability in environmental enrichment for captive chimpanzees (Pan troglodytes). *Journal of Applied Animal Welfare Science*. (2005); *8*(2), 117-130.

Weingrill T, Gray DA, Barrett L & Henzi SP. Fecal cortisol levels in free-ranging female chacma baboons: relationship to dominance, reproductive state and environmental factors. *Hormones and Behavior*. (2004); *45*(4), 259-269.

Wells DL. Sensory stimulation as environmental enrichment for captive animals: a review. *Applied Animal Behaviour Science*. (2009); *118*(1), 1-11.

Whitham JC& Wielebnowski N. New directions for zoo animal welfare science. *Applied Animal Behaviour Science*. (2013);*147*(3), 247-260.

Whitten PL, Stavisky R, Aurell F, Rusell E. Response of fecal cortisol to stress in captive chimpanzees (*Pan troglodytes). Am J Primatol.* (1998); *44:57*-69.

Zerda E. Comportamiento animal: Introducción, métodos y prácticas. Bogotá, Ed.Unibiblos. (2004).

Ziegler TE, Scheffler G, Snowdon CT. The relationship of cortisol levels to social environment and reproductive functioning in female cotton-top tamarins, *Saguinus Oedipus. Horm Behav.* (1995); *29:*407-424.