

COMPORTAMIENTO DE LAS ARDILLAS *Sciurus granatensis* y *Microsciurus*
pucheranii EN CAUTIVERIO ANTES Y DESPUÉS DE LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE
ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL

MÓNICA ESPINEL ANGULO

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE BIOLOGÍA

Bogotá, D. C.

2007

ANEXO 2

FORMATO DESCRIPCIÓN TRABAJO DE GRADO

AUTOR O AUTORES

Apellidos	Nombres
Espinel Angulo	Mónica

DIRECTOR (ES)

Apellidos	Nombres
Brieva Rico	Claudia Isabel

ASESOR (ES) O ASESOR

Apellidos	Nombres
Pérez Torres	Jairo

TRABAJO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE: Bióloga

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Comportamiento de ardillas *Sciurus granatensis* y *Microsciurus pucheranii* en cautiverio antes y después de la implementación de un plan de enriquecimiento ambiental

FACULTAD: Ciencias

PROGRAMA: Carrera X Especialización ____ Maestría ____ Doctorado ____

NOMBRE DEL PROGRAMA: Biología

CIUDAD: BOGOTA AÑO DE PRESENTACIÓN DEL TRABAJO: 2007

NÚMERO DE PÁGINAS: 81

TIPO DE ILUSTRACIONES:

- Tablas, gráficos y diagramas
- Planos
- Fotografías

MATERIAL ANEXO (Vídeo, audio, multimedia o producción electrónica):

Duración del audiovisual: _____ Minutos.

Número de casetes de vídeo: _____ Formato: VHS ____ Beta Max ____ $\frac{3}{4}$ ____ Beta Cam ____

Mini DV ____ DV Cam ____ DVC Pro ____ Vídeo 8 ____ Hi 8 ____

Otro. Cual? _____

Sistema: Americano NTSC ____ Europeo PAL ____ SECAM ____

Número de casetes de audio: _____

Número de archivos dentro del CD (En caso de incluirse un CD-ROM diferente al trabajo de grado:

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES.

Ardillas, cautiverio, rehabilitación, URRAS, etología, enriquecimiento ambiental, catalogos comportamentales, protocolo.

RESUMEN DEL CONTENIDO

Evaluación de un plan de enriquecimiento ambiental para de ardillas *Sciurus granatensis* y *Microsciurus pucheranii* en cautiverio mediante un estudio etológico.

COMPORTAMIENTO DE LAS ARDILLAS *Sciurus granatensis* y *Microsciurus
pucheranii* EN CAUTIVERIO ANTES Y DESPUÉS DE LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE
ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL

MÓNICA ESPINEL ANGULO

TRABAJO DE GRADO
Presentado como requisito parcial
Para optar al título de

Bióloga

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE BIOLOGÍA
Bogotá, D. C.
2007

COMPORTAMIENTOS DE LAS ARDILLAS *Sciurus granatensis* y *Microsciurus*
pucheranii EN CAUTIVERIO ANTES Y DESPUÉS DE LA

IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE
ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL

MONICA ESPINEL ANGULO

APROBADO

CLAUDIA ISABEL BRIEVA MSc
DIRECTORA

Directora de la Unidad de Rescate y
Rehabilitación de Animales Silvestres
(URRAS) Facultad de Medicina
Veterinaria y Zootecnia
Universidad Nacional de Colombia

JAIRO PÉREZ TORRES MSc, Ph.D.
CODIRECTOR

Laboratorio de Ecología de poblaciones
y comunidades, Unidad de Ecología y
Sistemática (UNESIS)
Facultad de ciencias – Biología
Pontificia Universidad Javeriana

ENRIQUE ZERDA ORDOÑEZ MSc
JURADO

Profesor del Departamento de Biología
Facultad de Ciencias
Universidad Nacional de Colombia
Sede Bogotá

MANUEL RUÍZ GARCÍA MSc, PhD
JURADO

Profesor y Líder del grupo de investigación
Genética de Poblaciones Molecular y
Biología evolutiva en fauna neotropical
Pontificia Universidad Javeriana

COMPORTAMIENTO DE LAS ARDILLAS *Sciurus granatensis* y *Microsciurus*
pucheranii EN CAUTIVERIO ANTES Y DESPUÉS DE LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE
ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL

MONICA ESPINEL ANGULO

APROBADO

ANGELA UMAÑA MUÑOZ (Mphil)

Decana Académica

Facultad de Ciencias

Pontificia Universidad Javeriana

ANDREA FORERO RUIZ, Bióloga

Directora de Carrera

Biología

Facultad de ciencias

Pontificia Universidad Javeriana

Dedicatoria

Para mi papá que me apoyo a lo largo de toda la carrera con paciencia y amor incondicional. A mi mamá que me protege todos los días donde quiera que este y a mi familia, por su constante preocupación y ánimo.

Agradecimientos

Agradezco al personal de la Unidad de Rescate y Rehabilitación de Animales Silvestres de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, especialmente a la Dr. Claudia Brieva directora de la Unidad por permitirme trabajar en las instalaciones de URRAS y dirigir mi trabajo de grado.

A mi codirector Jairo Pérez, investigador del laboratorio de Ecología de poblaciones y comunidades, de la unidad de Ecología y sistemática (UNESIS) y profesor de la Pontificia Universidad Javeriana, quiero agradecerle por esas palabras de ánimo y por la confianza brindada durante la carrera y durante la realización del trabajo de grado.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN

ABSTRACT

1. Introducción	13
2. Marco teórico	14
2.1. Especies de estudio	14
2.1.1. Distribución	15
2.1.2. Descripción morfológica	15
2.1.3. Hábitat e historia natural	16
2.1.4. Hábitos alimentarios	17
2.1.5. Reproducción	18
2.1.6. Antecedentes de estudios etológicos de la especie	18
2.2. Manejo en cautiverio	19
2.2.1. Rehabilitación de fauna silvestre	19
2.2.2. Enriquecimiento ambiental	21
2.3. Estrés	25
2.3.1. Comportamientos estereotípicos	26
2.4. Etología	27
2.4.1. Métodos de muestreo y registro	28
2.4.2. Catálogos comportamentales	30
3. Formulación del problema y justificación	32
3.1. Formulación del Problema	32
3.2. Justificación	33
4. Objetivos	34
4.1. Objetivo general	34
4.2. Objetivos específicos	34

5. Materiales y métodos	35
5.1. Diseño de la investigación	35
5.1.1. Población de estudio y muestra	35
5.1.1.1. <i>Sciurus granatensis</i>	35
5.1.1.2. <i>Microsciurus pucheranii</i>	36
5.1.2. Variables de estudio	37
5.2. Métodos	37
5.2.1. Área de estudio	37
5.3. Recolección de información	40
5.3.1. Fase 1. Observaciones preliminares	40
5.3.2. Fase 2. Muestreo antes del enriquecimiento	41
5.3.3. Fase 3. Implementación del plan de enriquecimiento ambiental	42
5.3.4. Fase 4. Muestreo después del enriquecimiento y elaboración de catálogo	45
5.3.5. Fase 5. Elaboración de tablas de frecuencia y duración	46
5.4. Fase 6. Análisis de la información	46
6. Resultados	49
6.1. Fase 1. Observaciones preliminares	49
6.1.1. Descripción de los individuos	50
6.1.2. Curva acumulativa de comportamientos	51
6.1.3. Patrón de actividad de los individuos	52
6.2. Fase 2. Plan de enriquecimiento ambiental	53
6.3. Fase 3. Catálogos comportamentales	55
6.4. Fase 4. Análisis de datos	62
6.4.1. Comparación del tiempo promedio de duración de las categorías comportamentales para <i>M. pucheranii</i> y <i>S. granatensis</i> antes y después del enriquecimiento	62
6.4.2. Comparación de la frecuencia promedio o número de ocurrencias de las categorías comportamentales para <i>M. pucheranii</i> y <i>S. granatensis</i> entre antes y después del enriquecimiento	63

6.4.3. Comparación de las diferencias estadísticas encontradas de la duración de las categorías comportamentales para <i>M. pucheranii</i> y <i>S. granatensis</i> entre antes y después del enriquecimiento.	64
6.4.4. Comparación de la frecuencia de los comportamientos antes y después del enriquecimiento entre <i>Microsciurus pucheranii</i> y <i>Sciurus granatensis</i>	66
6.5. Comportamientos nuevos	67
6.6. Comportamientos estereotipados	68
6.7. Protocolo para el cuidado de las ardillas en URRAS	69
6.7.1. Enriquecimiento ambiental	70
6.7.1.1. Enriquecimiento nutricional	70
6.7.1.2. Enriquecimiento sensorial, social y físico	71
6.7.2. Estudios etológicos	73
6.7.3. Responsabilidad del personal	74
7. Discusión	74
7.1. Catálogo comportamental	75
7.2. Enriquecimiento ambiental	77
7.2.1. Objetos del encierro	78
7.2.2. Alimentación	79
7.3. Comportamientos estereotipados	80
7.4. Otras observaciones	81
8. Conclusiones	82
9. Recomendaciones	84
10. Referencias	86
11. Anexos	91

RESUMEN

A diario llegan a la Unidad de Rescate y Rehabilitación de Animales Silvestres (URRAS), animales que han sido decomisados por autoridades ambientales y / o que los han entregado voluntariamente. Una vez llegan a la unidad son examinados y después de un mes son llevados a encierros de rehabilitación biológica, donde permanecen dos meses, recibiendo estímulos constantes por parte del enriquecimiento ambiental.

Este trabajo se hizo con dos grupos de ardillas *Sciurus granatensis* y *Microsciurus pucheranii*, a los cuales se les hizo un muestreo comportamental en conjunto con un plan de enriquecimiento ambiental, durante las horas de mayor actividad de las ardillas (de las 9 a las 13 horas). El muestreo se hizo de lunes a viernes, antes del enriquecimiento (1 mes) y después del enriquecimiento (1 mes). Con la aplicación de la prueba t pareada y la prueba de Wilcoxon, a los promedios de duración y frecuencia se supo si existían variaciones significativas en las categorías comportamentales antes y después del enriquecimiento. Las categorías que fueron significativamente mayores después del enriquecimiento son la exploración la alimentación, y la construcción de nido; y los comportamientos sociales disminuyeron significativamente. Finalmente estos resultados se usaron para realizar un protocolo para el manejo de estas ardillas en URRAS, aplicable a otras unidades o estudios posteriores.

Palabras claves: Colombia, URRAS, *Sciurus granatensis* y *Microsciurus pucheranii*, enriquecimiento ambiental, muestreo comportamental, categorías comportamentales, protocolo

ABSTRACT

Every day the Unidad de Rescate y Rehabilitación de Animales Silvestres (URRAS) receive animals from confiscations or voluntary deliver. When the animals arrive to the Unit they are examined and have to pass trough and after a month they are carried to biological rehabilitation cages, where the animals stay 2 months, constantly receiving stimuli from the environmental enrichment.

This work was made with 2 groups of squirrels *Sciurus granatensis* y *Microsciurus pucheranii*, to which a behavioral sampling and an environmental enrichment were made, during the increased activity hours of the squirrels (from 9 to 13 hours) the sampling was made from Monday to Friday, before the enrichment (1 month) and after the enrichment (1 month). With the application of the t paired test and the Wilcoxon test to the duration and frequency percentages, it was known if there were meaningful variations in the behavioral categories before and after the environmental enrichment application. The exploration, feeding and nest construction were the categories that had the higher significance after the enrichment; and the social behaviors were significantly lower. Finally these results were used to make a squirrel management protocol for URRAS and other interested units.

Key words: Colombia, URRAS, *Sciurus granatensis* y *Microsciurus pucheranii*, environmental enrichment, behavioral sampling, behavioral categories, protocol.

1. Introducción

Colombia es el segundo país más rico en especies de fauna del mundo, después de Brasil y ocupa el tercer lugar en la escala mundial, con 2890 especies, de las cuales 1721 son aves, que constituyen el 20% del total de aves del mundo y 358 especies de mamíferos, que representan el 7% del total mundial.

Ante la alta diversidad de fauna que posee Colombia, existe una enorme vulnerabilidad, corriendo un altísimo riesgo de sufrir extinciones, producidas por la destrucción de hábitats por deforestación, contaminación y explotación con fines comerciales, la cual ha tenido desde el siglo pasado un fuerte impacto sobre las poblaciones naturales, particularmente sobre aquellas con una fuerte demanda en los mercados mundiales de la moda o para ser vendidos como mascotas.

Muchas especies de aves, reptiles y mamíferos hacen parte del mercado ilegal en Colombia, anualmente se decomisan aproximadamente un 30.98% de mamíferos, 44.62% de aves, 16.76% de reptiles, 0.46% de peces y 0.12% de crustáceos; reduciendo el número de especies en estado silvestre, y obligando a las autoridades a realizar decomisos para posteriormente llevar los animales a Unidades de Rehabilitación, los cuales en algunos casos se recuperan o en otros mueren.

La gran cantidad de animales que reciben las unidades de rehabilitación y rescate despierta el interés de los investigadores de generar planes para asegurar el buen manejo de estos mientras están en cautiverio.

Estos planes de cuidado y rehabilitación de fauna silvestre en combinación con estudios etológicos, permiten identificar comportamientos estereotípicos o aquellos que no hagan parte del repertorio comportamental normal de la especie y puedan estar indicando altos niveles de estrés. El número de estos comportamientos se puede reducir o eliminar mediante la implementación de planes de enriquecimiento ambiental de acuerdo a sus necesidades y objetivos.

El estudio se realizó en la Unidad de Rehabilitación y Rescate de Animales Silvestres (URRAS) de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, la cual hace parte de los programas de investigación de la Universidad. A esta unidad llegan constantemente numerosas especies de fauna silvestre, ya sea por decomisos por parte de la policía, autoridades ambientales o por entregas voluntarias.

Los animales que se encuentran en cautiverio presentan frecuentemente comportamientos estereotipados relacionados con el hacinamiento, la falta o deficiencia del enriquecimiento ambiental y la estadía prolongada en un mismo lugar. Para evitar o disminuir este tipo de comportamientos y promover otros relacionados con su vida silvestre, se implementó un plan de enriquecimiento ambiental.

Un estudio comportamental combinado con un plan de enriquecimiento ambiental podría ayudar a un buen cuidado de las ardillas *Sciurus granatensis* y *Microsciurus pucheranii*. El enriquecimiento ambiental suministrado a los animales en cautiverio les ayuda a familiarizarse con su ambiente natural y despertar sus instintos naturales, como son la búsqueda de alimento, de lugares de descanso, construcción de nidos y reconocimiento del peligro frente a la proximidad de humanos o de algún predador. Los resultados de estos estudios expresados en forma de protocolos podrán ser útiles como guía para funcionarios que están a cargo del cuidado de las ardillas en URRAS o en lugares donde trabajen con fauna en cautiverio, con miras a mejorar la calidad de vida de esta y como punto de partida para nuevas investigaciones y para facilitar la toma de la decisión de si se liberan o no.

2. Marco Teórico

2.1 Especies de Estudio

Las especies a estudiar son *Sciurus granatensis* (Humboldt 1811), llamada comúnmente ardilla cola roja y *Microsciurus pucheranii* (Fitzinger 1867). Estas

son de las pocas especies de sciuridos de las que se encuentra poca información disponible sobre su ecología, especialmente en Centro y Suramérica (Heaney & Thorington 1978)

2.1.1 Distribución

Sciurus granatensis (Humboldt 1811) se encuentra distribuida desde la zona norteña de Costa Rica hasta regiones de Panamá, Colombia, Ecuador y Venezuela (Alberico *et al.* 2000). En Colombia se encuentran en la región Amazónica, Andina, Caribe y Pacífica (Alberico *et al.* 2000), en bosques primarios o intervenidos, en territorios secos o húmedos, en ocasiones se encuentran en sectores urbanos o semiurbanos (Méndez 1993).

Microsciurus pucheranii (Fitzinger 1867) se encuentra distribuida en el Norte de Panamá, Costa Rica, Nicaragua y la porción Amazónica de Sur América (Eisenberg & Redford 1999, Allen 1914). En Colombia, se encuentra en la región andina en los departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Huila, Tolima y Valle, tiene un rango de distribución muy amplio oscilando entre 650 y 2600 m de altura, al igual que los individuos de *Sciurus granatensis* quienes muestran tolerancia a rangos longitudinales elevados de 0 a 3800 m de altura (Nitikman 1985).

2.1.2 Descripción morfológica

Las hembras adultas de *Sciurus granatensis* pesan aproximadamente 465 g (Nitikman 1985, Linares 1998) y las especies del género *Microsciurus* se consideran las más pequeñas de las ardillas arborícolas Americanas (Allen 1914). Los ejemplares de *Microsciurus pucheranii* tienen una longitud corporal de 235 a 268 mm.

Para las dos especies la coloración del pelaje y el tamaño son muy variables respondiendo tanto a variables geográficas como ambientales (Linares 1998).

Boher (1981) encontró que la variación en el patrón de coloración de las ardillas del Norte de Colombia esta relacionado en parte con los cambios ambientales en las diferentes localidades, durante la temporada lluviosa el pelaje es rojizo mientras que en temporada seca ocurre una muda de pelaje, resultando un color más anaranjado. Según Fajardo & De La Ossa (1989) el color del pelo de *Sciurus granatensis* juega el papel de confundirlas con su medio y así evitar depredadores. Según Eisenberg & Redford (1999) la coloración del pelaje de *Microsciurus pucheranii* varía con su ubicación geográfica.

Los individuos de *Sciurus granatensis* generalmente presentan el dorso color ocre, variando de amarillo a negro y el vientre varía de blanco a anaranjado. La cola es ocre con tenues salpicaduras de negro y con o sin la punta de la cola negra. Ventralmente la cola varía desde un color café amarillento a un negro fuerte con ocre. La región lateral de la mandíbula y el cuello es oscura con mechass ocre (Nitikman 1985). Presentan anillo ocular estrecho color crema amarillento o anaranjado, vibrissas medianas y orejas pequeñas (Linares 1998).

Las *Microsciurus pucheranii* tienen orejas cortas redondeadas y cola cubierta de pelo corto y abundante y su pelaje tiene un coloración variando de café, amarillo quemado con pintas negras (Allen 1914).

2.1.3 Hábitat e historia natural

El rango de hábitat de las hembras adultas de *Sciurus granatensis* varía de 1/3 a 1 Ha y no se sobrelapa, mientras que el de los machos si y varia de 1 a 4 Ha. Por consiguiente los hábitos alimentarios varían entre los sexos (Nitikman 1985), donde los machos raramente comen algo que no sea su alimento predilecto, encontrando diferentes opciones en un gran rango de hábitat y las hembras están restringidas a comer lo que esta disponible en su rango de hábitat, usualmente comen hojas, frutos suaves, flores y corteza (Heaney & Thorington 1978; Glanz *et al.* 1990).

Las poblaciones de *Sciurus granatensis* habitan en bosque semidecidual, bosque ribereño, bosque siempre verde, bosque submontano y bosque montano (Linares 1998). Según Otálora (2003) las *Microsciurus pucheranii* han sido encontradas en bosque de roble Andino y altoandino.

Las ardillas *Sciurus granatensis* son diurnas y muy activas, se han observado a tempranas horas de la mañana cuando despliegan mayor actividad; son muy ágiles y desplazan rápido en los árboles moviendo verticalmente la cola para impulsarse. Se ha visto en libertad en ocasiones que si los individuos pierden el agarre a las ramas y caen al suelo por lo general no sufren ningún daño (Nowak 1999). Ocasionalmente descienden al suelo en busca de alimento o para alcanzar otro árbol que no pueden por las ramas (Linares 1998).

2.1.4 Hábitos alimentarios

Tanto *Sciurus granatensis* como *Microsciurus pucheranii* al comer adoptan una posición sentadas y manipulan el alimento con los miembros anteriores produciendo un sonido continuo y agudo al roerlo (Linares 1998). Machos y hembras prefieren frutos grandes y especialmente semillas con duro exocarpo de palmas y algunas legumbres. Los machos se mueven libremente de un árbol a otro en busca de alimento y raramente comen algo que no hace parte de su alimento predilecto, en cambio las hembras están restringidas a comer lo que esta disponible en su rango de hábitat, usualmente comen hojas, frutos suaves, flores y corteza (Heaney & Thorington 1978; Glanz *et al.* 1981).

Las hembras de las dos especies estudiadas frecuentemente esconden las semillas de las palmas para periodos de poca disponibilidad de alimento, los machos raramente esconden semillas y en cambio se comen las que las hembras tenían escondidas para su posterior consumo (Heaney & Thorington 1978; Glanz *et al.* 1981).

2.1.5 Reproducción

Sciurus granatensis tiene de dos a tres camadas por año con dos crías aproximadamente. El apareamiento tiene lugar en la temporada seca, donde de 4 a 8 machos persiguen una hembra por la mañana durante 4 horas. En algunos casos un macho dominante mantiene alejado al resto y cuando este alcanza a la hembra la cópula dura 10 segundos; según evidencias las hembras prefieren los machos que conocen mejor, por que pasan con frecuencia por su rango de hábitat, que aquellos que nunca han visto (Nitikman 1985).

Las ardillas arborícolas suramericanas (Rodentia: Sciuridae), buscan lugares de anidación y refugio en las horquetas de los troncos, y construyen los nidos con la combinación de materiales que encuentren en su medio, siempre cerca de los árboles cuyos frutos les sirvan de alimento. La gestación dura 44 días y el periodo de lactancia es de 8 a 10 semanas (Fajardo & De La Ossa 1989; Méndez 1993).

2.1.6 Antecedentes de estudios etológicos de la especie

No hay literatura registrada sobre la etología en cautiverio de estas especies, pero sin embargo para *Sciurus granatensis* existen algunas referencias de comportamientos observados en su medio natural que ayudan a la identificación de los mismos.

Los individuos de *Sciurus granatensis* usualmente son silenciosos, sin embargo tiene gran número de vocalizaciones distintivas que en libertad las emiten ante cualquier amenaza (Enders 1930 y 1935). Los más conocidos son los llamados de alerta, que se conforman por una serie de rápidos kuk, kuk, kuks al mismo tiempo que el animal mueve frenética y repetidamente su cola en el aire (Bakken 1952). Durante el apareamiento gruñen y emiten chillidos (Fleming 1970).

Se han observado algunos comportamientos de alimentación en estado natural de *Sciurus granatensis*. Enders (1930) observó una ardilla que sostenía una fruta con

sus miembros anteriores, y realizando movimientos con la cabeza hacia atrás y hacia adelante eliminaba la cáscara de la fruta con los incisivos. Después de remover la cáscara la ardilla comía el exocarpo que rodeaba la nuez, dándole vueltas con sus miembros anteriores hasta dejar el interior. Luego la dejaba caer.

Otros autores como Bradford & Smith (1977) observaron que algunas ardillas comían las semillas de las frutas raspando con los incisivos, eliminando el exocarpo y exponiendo la nuez; posteriormente roían pequeños trozos de esta hasta abrir un agujero a través del cual extraían el contenido. Las *Sciurus granatensis* han sido observadas recogiendo alimento del suelo y de árboles con la misma frecuencia.

Ocasionalmente las nueces son recogidas en la cavidad de los árboles pero con más frecuencia en el suelo (Madson 1964).

Cahalane (1942) observó ardillas que recogían semillas y las llevaban al interior de troncos o abrían huecos en el suelo donde las enterraban, las cubrían con tierra y hojas y hacían presión con el hocico. Después de algunas horas, días o hasta meses las desenterraban.

En estado silvestre, se ha observado que las ardillas corren y brincan sobre los troncos de los árboles y se revuelcan sobre hojarasca. Algunas veces trozos de corteza quedan en sus miembros anteriores o en sus incisivos. Puede vérselos con frecuencia frotando su hocico contra las ramas (Benson 1975), en ocasiones estos mismos comportamientos se ven en condiciones de cautiverio, pero están sujetos a la efectividad del plan de rehabilitación que se lleve a cabo (Kleiman *et al.* 1996).

2.2 Manejo en cautiverio

2.2.1 Rehabilitación de fauna silvestre

La rehabilitación de fauna silvestre es un proceso enfocado a dotar a un animal de las condiciones de salud y de habilidades mínimas, que garanticen el éxito de su supervivencia en su medio natural (Brieva *et al.* 2000).

La interacción de los animales silvestres con los humanos provoca graves alteraciones a nivel del comportamiento, fisiológico y patológico, que pueden ser reconocidas fácilmente ya que se apartan de las características presentadas normalmente por los animales en libertad (Brieva *et. al* 2000).

El objetivo general de la rehabilitación biológica es promover el desarrollo de habilidades del animal para (Brieva *et. al* 2000).

- Búsqueda de alimento.
- Acceso a fuentes de alimento.
- Diferenciación de fuentes de comida tóxica, de las que no lo son.
- Identificación de refugios y lugares de descanso.
- Dominio del hábitat.
- Relaciones intra e interespecíficas.
- Reconocimiento, desconfianza, temor al humano y sus asentamientos.

La rehabilitación tiene como objetivos finales la liberación de animales rehabilitados a su medio ambiente y la entrega a instituciones particulares con fines educativos (Aprile & Bertonatti 1996).

Las instituciones encargadas de la rehabilitación y del cuidado de animales silvestres tienen como misión:

- Repoblar áreas donde las especies han disminuido en número o que están en peligro de extinción (Aprile & Bertonatti 1996).
- Colaborar a las autoridades ambientales y la policía, cuidando a los animales en refugios apropiados después de ser decomisados (Brieva *et al.* 2000).
- Ampliar conocimientos sobre sanidad, recuperación y biología de animales silvestres, extrapolables a centros de rehabilitación y zoológicos, para el mejoramiento de la calidad de vida de los animales cautivos (Aprile & Bertonatti 1996).

Una rehabilitación es exitosa cuando se libera un animal y este es capaz de sobrevivir en su hábitat con un buen éxito reproductivo (Aprile & Bertonatti 1996). Igualmente se debe llevar a cabo un plan de enriquecimiento ambiental que supla las necesidades del individuo durante su estadía en la Unidad de rehabilitación (CAR Antioquia 2000; Baumans 2005 a).

2.2.2 Enriquecimiento ambiental

Los programas de enriquecimiento ambiental se desarrollaron inicialmente en los zoológicos en respuesta a los comportamientos anormales que se presentaban en animales en ambientes que no reúnen sus necesidades (Shepherdson 1998).

En los animales en cautiverio y en el laboratorio el enriquecimiento ambiental fue usado en 1940 como herramienta experimental en investigaciones neuro comportamentales, con el propósito de mejorar las condiciones de vida de los animales en cautiverio y así permitirles desarrollar el repertorio comportamental de acuerdo a las especie (Baumans 2005 a).

El concepto de enriquecimiento ambiental fue introducido en 1980 y se definió como la modificación del ambiente de cautiverio de los animales silvestres, con el propósito de alcanzar el bienestar físico y fisiológico de estos mediante diferentes estímulos. Siempre teniendo en cuenta las necesidades de la especie (Baumans 2005 a y b; FELASA 2006).

Yekes (1925) y Hediger (1995) enfatizaron repetidas veces en la importancia de la necesidad que tienen los animales en cautiverio de recibir estimulación social, física y psicológica, sin embargo solo cuatro años después estas ideas fueron aceptadas y modificadas para crear un concepto aceptable para todas las disciplinas involucradas (Pinzón & Gonzáles 1999).

El objetivo general del enriquecimiento ambiental es mejorar la calidad de vida en cautiverio, Herb (1947) demostró que los animales que se mantuvieron cautivos

en ambientes enriquecidos aumentaron su capacidad de aprendizaje, ganaron peso y talla.

Un plan de enriquecimiento ambiental que tenga en cuenta las necesidades del animal, le permite: ampliar su repertorio comportamental normal, tener mayor control sobre su espacio, incrementar su habilidad para enfrentar los cambios, utilizar positivamente el ambiente, obtener ocupación, disminuir el número de estereotipias y estimular aquellos comportamientos que no han podido ser expresados (Baumans 2005 a; Kleiman *et al.* 1996).

Según Kleiman *et al.* (1996) los comportamientos estereotípicos en algunas ocasiones desaparecen y en otras pueden permanecer o incrementarse, indicando la efectividad del enriquecimiento ambiental utilizado. Así mismo el enriquecimiento ambiental debe acomodarse a las necesidades fisiológicas y comportamentales del individuo como son: contacto social, descanso, locomoción, construcción de nido, búsqueda de refugio, exploración, forrajeo y roer. Estos comportamientos realizados comúnmente por roedores en su ambiente silvestre, deben ser considerados como comportamientos innatos y esenciales, a tener en cuenta en el momento al considerar la idea de enriquecer el ambiente en cautiverio (Baumans 2005 a y b) como necesidades comportamentales además de los datos disponibles de estudios previos para de esta manera enfocarse en el comportamiento o comportamientos que se quieran despertar en los individuos (Baumans 2005 a y b; FELASA 2006).

Las principales clases de enriquecimiento ambiental que son usados en conjunto para obtener mejores resultados son sensorial, social, físico y nutricional.

El enriquecimiento sensorial hace referencia a estímulos visuales, auditivos, olfativos, táctiles y gustativos, se ha sugerido que un entorno con ruido constante durante el día hace mas tolerantes a los individuos frente a ruidos estridentes y repentinos (Baumans 2005 a).

Durante la limpieza rutinaria para no interferir con la jerarquía social y evitar agresiones no se deben remover las señales olfatorias; transferir el material de los nidos reduce los comportamientos de agresión, si este no contiene heces y orina (Baumans 2005 a; FELASA 2006).

El enriquecimiento social incluye la socialización intraespecífica o con humanos, donde se tiene en cuenta la composición del grupo dependiendo del estudio a realizar, de la especie y de la complejidad del ambiente (Baumans 2005 a; Forthman & Ogden 1992; Kleiman *et al.* 1996). Los individuos se deben distribuir en grupos, de acuerdo a si son especies gregarias o solitarias; las especies gregarias se ubican en parejas o grupos de descendientes. Se han reportado casos en los que grupos bien distribuidos han presentado menos comportamientos anormales indicadores de estrés (Baumans 2005 a).

Siempre se recomienda tener claros los posibles factores que generan estrés para así implementar estrategias que disminuyan el número de comportamientos anormales o si es posible hacer que desaparezcan. Por ejemplo los roedores en cautiverio, muestran fuertes repuestas de miedo frente a situaciones en las que se sienten susceptibles a depredadores o a agresores coespecíficos y no se pueden refugiar; por esta razón es necesario disponer barreras visuales o lugares donde se puedan esconder para disminuir la agresión (Baumans 2005 a).

El enriquecimiento físico tiene en cuenta que la complejidad y cantidad de estructuras del encierro son más importantes que una gran área de suelo, ya que en la locomoción, usan las estructuras y el espacio de acuerdo a cada comportamiento y a sus necesidades (FELASA 2006). Por ejemplo los roedores dividen el espacio donde viven en áreas para alimentación, descanso y excreción; esta distribución les permite tener cierto control sobre su entorno, incluyendo los niveles de luz. Para esto se recomienda cambiar la disposición de los refugios, los tubos de bambú y pvc, las plataformas y los materiales para la construcción de nidos y la forma como se presentan los alimentos (Baumans 2005 a y b; FELASA 2006), evitando que se acostumbren a estos (Kleiman *et al.* 1996).

Por último, el enriquecimiento nutricional considera la alimentación como factor determinante en el cuidado de animales en cautiverio, los cuales no ocupan la misma cantidad de tiempo buscando alimento del que gastan en vida silvestre (Kleiman *et al.* 1996). Igualmente factores como la frecuencia, la programación del suministro del alimento, la distribución, la cantidad y la calidad son fundamentales para el bienestar del animal; cualquier alteración o mal manejo de alguno de los factores anteriormente mencionados traen como consecuencia agresividad y/o rechazo por el alimento, por parte de los individuos en cautiverio (CAR Antioquia 2000).

En algunos casos es posible encontrar comportamientos estereotípicos, cuando el animal se ve motivado a realizar comportamientos relacionados con la adquisición de alimento como el forrajeo o la caza pero se ve limitado (Kleiman *et al.* 1996). Para evitar la aparición de estos comportamientos y para ayudarlos a familiarizarse con los hábitos alimentarios normales en vida silvestre, se recomienda distribuir el alimento en todo el encierro, ocultándolo en los objetos y colocándolos siempre en diferentes posiciones y lugares; para que el animal permanezca activo buscando el alimento (Kleiman *et al.* 1996; CAR Antioquia 2000).

Adicionalmente se recomienda incluir en la dieta, alimento de acuerdo a las necesidades de la especie, por ejemplo en el caso de roedores se disponen materiales duros que puedan roer, como frutos secos, corteza o palos de madera para mantener sus dientes en buen estado y alimento pelletizado para que lo puedan enterrar (Baumans 2005 a; CAR Antioquia 2000).

La implementación de un plan de enriquecimiento ambiental puede ser útil en algunas ocasiones para reducir los niveles de estrés, y promover nuevos comportamientos (Kleiman *et al.* 1996). Marín (1993) implementó un plan de enriquecimiento ambiental como herramienta para disminuir el estrés en osos de anteojos (*Tremarctos ornatus*).

Pinzon & Gonzalez (1999) realizaron muestreos comportamentales antes y después de la introducción de enriquecedores, para determinar el efecto de este sobre la actividad en cautiverio de pequeños felinos; el resultado demostró que con la disposición de enriquecedores en los encierros aumentaron las actividades de alimentación y movimiento. Igualmente en (Cardona 2002) se obtuvo una disminución de los comportamientos estereotipados y de niveles de estrés mediante una propuesta de enriquecimiento ambiental para monos araña (*Ateles fusciceps robustus*) en cautiverio y Marín (1993) realizó observaciones de comportamientos en osos de anteojos (*Tremarctos ornatus*), antes y después de la implementación de enriquecedores alimentarios, donde aumentó el tiempo de alimentación y exploración.

2.3 Estrés

Los ambientes limitados, estériles y con pocos estímulos a los que están expuestos los animales en cautiverio, pueden afectar el comportamiento, el bienestar fisiológico, la salud y pueden ser la principal razón para que un animal presente comportamientos anormales (Marín 1993). Algunos de estos comportamientos son: disminución de la frecuencia de comportamientos exploratorios; aumento de la autoestimulación y de letargia; desarrollo de comportamientos sociales en contextos no naturales (aislamiento en esquinas, succión de dígitos); y comportamientos locomotores, descritos como giros verticales impulsándose con objetos y movimientos en forma de ocho donde el animal adelanta y retrocede (Kleiman et al. 1996; Mason 1991).

Algunos de los factores estresantes más comunes en animales silvestres en cautiverio en el que los comportamientos anormales o estereotipias aparecen son: la presencia del humano, el tamaño insuficiente del encierro, los cambios climáticos, el ruido, el hacinamiento, el aburrimiento, la soledad o por el contrario la convivencia (CAR Antioquia 2000) y la incapacidad de responder a situaciones de miedo frente a algún disturbio, es decir mediante respuestas evasivas o de escape (Mason 1991; Kleiman *et al.* 1996). Hediger (1964) por ejemplo describió

situaciones en las que los animales cautivos se hirieron así mismos cuando trataban de escapar de la presencia del humano o de las agresiones de individuos de su misma especie, generando comportamientos anormales (Kleiman *et al.* 1996).

De acuerdo a los factores que generan estrés en cautiverio, existen una serie de comportamientos que indican la presencia de este y son: inactividad, agresión, sueño constante, sobre acicalado, sobre y sub-alimentación, falla en la reproducción, consumo de alguno de los elementos presentes en el encierro y automutilación (Marín 1993) y otros cambios en el comportamiento, haciendo que desarrollen hábitos anormales y movimientos estereotípicos (Kleiman *et al.* 1996; Mason 1991).

2.3.1 Comportamientos estereotípicos

Los comportamientos estereotípicos son cualquier patrón de movimiento que se realiza repetidamente, son invariables en forma y no tienen función ni meta aparente (Kleiman *et al.* 1996; Mason 1991). El individuo comienza realizando pocos comportamientos en secuencias que se hacen rígidos, acelerados, repetitivos e internamente guiados (Kleiman *et al.* 1996). La rigidez se ve influenciada por un ambiente en el que los factores no cambian, no permitiendo moldear y controlar el comportamiento (Mason 1991), por esta razón se presentan con mayor frecuencia en animales en cautiverio que en estado silvestre (Mason 1991; Kleiman *et al.* 1996).

Los estereotipos se han usado por años para determinar que el ambiente en el que el animal se encuentra es subóptimo y que por esta razón está sufriendo (Mason 1991). Para Kleiman *et al.* 1996 los estereotipos son un claro indicativo de una interacción anormal entre el animal y su ambiente; para muchos mamíferos silvestres en cautiverio esto puede indicar que este creció o ha estado viviendo en un ambiente subóptimo para sus necesidades comportamentales específicas.

La evidencia de que los comportamientos estereotipados en cautiverio reducen el nivel de estrés no es del todo cierta, Mason (1991) sugirió que todos los comportamientos son una respuesta al estrés y no podrían ser una forma de reducir el mismo; en contraste CAR Antioquia (2000) afirma que estos comportamientos estereotipados podrían servir de alguna manera a los animales en cautiverio para liberar angustias y tensiones, y estos comportamientos que el individuo en cautiverio se presentan cuando el animal es incapaz de realizar patrones de comportamiento normales de la especie, debido a las limitaciones del ambiente en el que se encuentra (Mason 1991; Kleiman *et al.* 1996).

Algunas de las limitaciones a las que se ven expuestos los individuos en cautiverio pueden ser la falta de refugios, de lugares cómodos para descansar, la ausencia o poca cantidad de elementos nuevos que explorar y frustración alimentaria (Mason 1991). Al respecto Kleiman *et al.* (1996) indicaron que en animales en cautiverio estos comportamientos se presentan con mayor frecuencia cuando el animal siente la necesidad de alimentarse, sintiéndose motivado a realizar comportamientos asociados a la adquisición de alimento, como forrajeo o caza.

Para disminuir los niveles de estrés de los animales silvestres en cautiverio se recomienda realizar además de un plan de enriquecimiento ambiental, un estudio etológico para determinar el estado en el que se encuentran las especies y si en estas ha habido cambios comportamentales importantes (CAR Antioquia 2000; Baumans 2005 a).

2.4 Etología

La etología es el estudio objetivo del animal, en particular de las pautas más o menos fijas de la conducta, en parte hereditarias, que son típicas de cada especie (Ferreira 1984). Investiga los comportamientos de los animales ya sea en su ambiente natural o bajo condiciones controladas en cautiverio, en donde el interés principal son las causas del comportamiento tales como el efecto del entorno, la

herencia y la evolución, y se estudian principalmente las pautas más fijas de la conducta de un individuo (Eibl-Eibesfeldt 1973).

Según Tinbergen (1981) los problemas de investigación en etología se resumen en cuatro puntos que son:

1. Causas próximas: ¿cuáles son los mecanismos encargados de delinear el comportamiento de cada individuo?
2. Desarrollo u ontogenia: ¿cómo se produce o ensambla el comportamiento a lo largo de la vida del individuo? Teniendo en cuenta factores externos e internos así como los genes, la experiencia y la interacción de estos.
3. Función: ¿Qué hace para ayudar al individuo a sobrevivir en su ambiente? Incluye el estudio de las funciones últimas o próximas, es decir, el efecto inmediato del comportamiento del animal, sobre otros o sobre el ambiente.
4. Evolución o filogenia: ¿qué factores pueden estar influyendo la historia evolutiva del comportamiento de los animales?

2.4.1 Métodos de muestreo y registro

En el estudio etológico para seleccionar los métodos a desarrollar para el muestreo y registro de los datos, se deben tener en cuenta aspectos como: las preguntas de investigación, los objetivos, las hipótesis, el tipo de observación (en ambiente natural o en cautiverio), el tipo y número de unidades experimentales que se van a medir, el diseño experimental, las pruebas estadísticas a usar y las consideraciones como la disposición de equipo, visibilidad, etc (Zerda 2004).

Para hacer un estudio comportamental es necesario seleccionar una regla sistemática y/o una regla de muestreo dependiendo de los objetivos del mismo. La regla de muestreo especifica cuando y a quien observar e involucra los métodos de muestreo ad libitum, muestreo focal, muestreo exploratorio y muestreo del comportamiento. La regla de registro especifica como se registran los comportamientos y hace la distinción entre registro continuo ya sea mediante

registro continuo o registro de tiempo (el cual a su vez esta dividido en registro instantáneo y registro uno- cero) (Zerda 2004).

El muestreo *Ad libitum* no sistematizado y sin restricciones en cuanto a lo observado y cuando hacerlo, se usa cuando el investigador anota todo lo que observa durante un encuentro no planeado con una especie o durante las observaciones de reconocimiento para un estudio posterior y es utilizado generalmente en investigaciones descriptivas, en observaciones de reconocimiento y elaboración de etogramas (Lehner 1996).

El muestreo exploratorio consiste en que un grupo de individuos se observa rápidamente a intervalos regulares y se anota en el mismo instante el comportamiento del individuo. Este muestreo limita al observador a solo una o pocas categorías de comportamiento, por ejemplo si una actividad particular ocurre o no, o cuales animales están durmiendo (Zerda 2004).

En el muestreo del comportamiento se observa todo el conjunto de individuos y se registran las ocurrencias de un comportamiento en particular, se una normalmente para registrar tipos raros de comportamiento pero que no son significativos (Zerda 2004).

El problema de este método es que tiene limitaciones cuando el investigador se desvía hacia aquellos patrones de comportamiento que son más llamativos, por esta razón el muestreo *Ad libitum* es útil durante las observaciones preliminares, o para registrar eventos raros pero importantes (Zerda 2004; Ferreira 1984).

El muestreo animal focal involucra la observación de un individuo o individuos que son el foco durante un cierto tiempo registrando todas las instancias de los comportamientos en las diferentes categorías (Ferreira 1984). Durante el estudio del comportamiento social, este muestreo proporciona un registro de todos los actos en el cual el animal es tanto el actor como el receptor. Requiere que se anote la longitud de cada periodo de muestreo y la cantidad de tiempo que el animal

focal esta en observación. Este muestreo es generalmente el más satisfactorio para el estudio de grupos, pero siempre debe tenerse en cuenta que cuando el individuo focal no está visible o está fuera de la vista del observador, la interrupción debe registrarse como tiempo de ausencia o no visible (Zerda 2004).

Las reglas de registro son: registro continuo (o registro de todas las ocurrencias) o registro de tiempo. El registro continuo que es el que concierne a este trabajo, es la observación de todos los comportamientos de manera completa y exacta, para obtener datos de frecuencia de eventos discretos y de duraciones de estados comportamentales (Zerda 2004; Lehner 1996); y para medir el tiempo en que se paran o comienzan los patrones de comportamiento proporcionando un registro exacto y fiel del comportamiento (Zerda 2004).

El uso de este método está condicionado por el tiempo y visibilidad por parte del observador, sin embargo en cautiverio por la restricción del espacio se facilita la observación permitiendo así prolongar el tiempo de muestreo (Castelblanco 2000). Aunque en algunas ocasiones el individuo permanece no visible generando sesgos referentes a la latencia del comportamiento o el tiempo que permanecen en este estado (Lehner 1996).

2.4.2 Catálogos comportamentales

Un catálogo comportamental es la lista de los comportamientos observados que se obtienen después de varias horas de muestreo y hace parte del repertorio del animal, es decir, de todas las conductas que es capaz de realizar (Zerda 2004). Este repertorio varía de acuerdo a la especie, entre individuos, dependiendo del sexo edad y experiencia (Castelblanco 2000). Uno de los objetivos de este proyecto fue realizar catálogos comportamentales de *Sciurus granatensis* y *Microsciurus pucheranii* en cautiverio.

Para la realización de los catálogos, se deben escoger categorías comportamentales que no sean demasiado pequeñas, llegando a ser

insignificantes, ni demasiado grandes para evitar que sean tan variables y por tanto inexactas (Zerda 2004). Estas categorías comportamentales la alimentación, la exploración, locomoción, etc. La descripción de una forma de comportamiento debe incluir todos los detalles del proceso como la duración, frecuencia y la ubicación o posición del animal. En muchos casos, se pueden describir estos comportamientos intuyendo su propósito o función. Sin embargo, se debe tener en cuenta que, haciendo este tipo de apreciación, el análisis puede perder detalles importantes generando sesgos en los resultados (Zerda 2004).

Mientras se observa un animal y se registran todos los comportamientos en un periodo largo de tiempo, se debe tomar la decisión de cuando parar. Para tomar esta decisión se realiza un grafico que muestre el número acumulativo de comportamientos observados con respecto al tiempo (Lehner 1996; Zerda 2004).

La asíntota se alcanza después de muchas horas de observación. Después se empieza a observar pocos comportamientos adicionales por unidad de tiempo, indicando el final del muestreo al obtener la cobertura de muestra mediante la fórmula:

$\theta = 1 - \frac{N_1}{I}$, Donde: N_1 , es el número de comportamientos vistos una sola vez y I , es el número total de comportamientos vistos.

Cuando θ se aproxima a 1, la probabilidad de encontrar un comportamiento nuevo es baja (Lehner 1996).

Con este procedimiento estadístico se elabora una curva de comportamientos acumulativos para en el que se grafica el número de comportamientos nuevos encontrados vs. el número total de horas de observación. Cuando la curva alcance la asíntota, el catálogo se puede considerar terminado (Zerda 2004).

3. Formulación del Problema y Justificación

3.1 Formulación del Problema

El tráfico y tenencia ilegal de fauna silvestre es muy común en Colombia, es por esta razón que existen lugares encargados de la rehabilitación y liberación en su ambiente natural. Estos lugares llamados centros de rehabilitación, rehabilitación, rescate o recepción de fauna, desarrollan investigaciones y cuidan de la fauna silvestre que reciben e diario, a partir de decomisos que hace la policía ambiental o por entregas voluntarias. Esta actividad se realiza en la Unidad de Rescate y Rehabilitación de Animales Silvestre (URRAS), lugar donde se desarrolló el presente estudio.

La Unidad de Rescate y Rehabilitación de Animales Silvestre (URRAS) nació de un convenio de la Universidad Nacional con el DAMA (Departamento Administrativo del Medio Ambiente) y ahora pertenece a la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia) y tiene como objetivos llevar a cabo labores de recepción y atención de animales silvestres así como servir como centro de entrenamiento de estudiantes en temas relacionados con el manejo, medicina, nutrición y comportamiento de animales silvestres colombianos, bajo el enfoque de rehabilitación física y biológica, mediante voluntariado, pasantías, rotaciones y realización de investigaciones y trabajos de grado.

Existe una limitante que se presenta en URRAS así como en la mayoría de los centros de rescate y rehabilitación, y es la falta de espacio. Sea que se presente hacinamiento o no, se deben desarrollar planes de enriquecimiento ambiental y estudios etológicos, con el propósito de velar por su bienestar, para evaluar su estado y determinar la viabilidad de su liberación.

En este trabajo se implementó un plan de enriquecimiento ambiental y se hizo un estudio etológico con el propósito de determinar si el enriquecimiento ambiental realizado fue el óptimo para el cuidado de dos especies de ardillas (*Sciurus*

granatensis y *Microsciurus pucheranii*); evaluado la duración y la frecuencia de los comportamientos realizados por estos, antes y después de la implementación del plan de enriquecimiento.

Este al igual que otros trabajos realizados con animales silvestres, ayudan a las directivas e investigadores de URRAS a tomar la decisión sobre el destino de estos. A partir de los resultados comportamentales obtenidos de la interacción del enriquecimiento ambiental, se pueden tomar decisiones en cuanto al manejo en cautiverio; identificando cuales son los enriquecedores mas favorables de acuerdo a su historia natural, cuales traen consecuencias negativas y determinando con que frecuencia se debe hacer el enriquecimiento ambiental para obtener los resultados esperados. Finalmente después de se debe tomar la decisión de si puede liberar, transferir a zoológicos o en el peor de los casos practicarle la eutanasia.

3.2 Justificación

Para *Sciurus granatensis* y *Microsciurus pucheranii* se han hecho pocas investigaciones en Colombia, la mayoría de estas tienen que ver con el uso del hábitat en libertad, pero hasta ahora no se conoce ningún estudio etológico en cautiverio.

Es importante tener en cuenta que estas, al igual que otras especies de fauna silvestre cautivas, necesitan ser estudiadas para proponer alternativas para su manejo en cautiverio y para ampliar el conocimiento general que se tiene de estas. Para todos los centros de rescate y rehabilitación de fauna, especialmente para URRAS el enriquecimiento ambiental constituye una herramienta importante en la rehabilitación de animales silvestres en cautiverio.

El enriquecimiento ambiental suministrado a los animales silvestres en cautiverio ayuda al animal a familiarizarse con su ambiente natural y despertar instintos naturales como la búsqueda de alimento, la construcción de nidos, la búsqueda de

lugares de descanso, la alimentación y el reconocimiento del peligro frente a la proximidad de humanos o de algún predador.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo se elaboró un protocolo de enriquecimiento ambiental. Este protocolo será útil para el personal de URRAS encargado del cuidado de las ardillas *Sciurus granatensis* y *Microsciurus pucheranii*, porque brindará una guía completa con observaciones comportamentales, sugerencias y recomendaciones para el desarrollo de planes de enriquecimiento ambiental. Adicionalmente este protocolo servirá como punto de partida de nuevas investigaciones.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Identificar comportamientos de dos especies de ardillas en cautiverio, *Sciurus granatensis* y *Microsciurus pucheranii* antes y después de la implementación de un plan de enriquecimiento ambiental, que podrían estar indicando la efectividad de este.

4.2 Objetivos específicos

- Analizar las diferencias observadas en el comportamiento de las ardillas antes y después del enriquecimiento.
- Desarrollar un plan de enriquecimiento ambiental para dos especies de ardillas: *Sciurus granatensis* y *Microsciurus pucheranii* en cautiverio.
- Elaborar un catálogo comportamental para *Sciurus granatensis* y otro para *Microsciurus pucheranii*.
- Realizar un protocolo a partir de los resultados obtenidos de los comportamientos antes y después del enriquecimiento.

5. Materiales y métodos

5.1 Diseño de la investigación

- Factor de diseño: plan de enriquecimiento ambiental.
- Niveles: antes y después

5.1.1 Población de estudio y muestra

La identificación taxonómica la realizó la Bióloga de la Universidad Nacional de Colombia Yaneth Muñoz. Mediante observación directa, revisión de pieles y de textos concluyó que se trataba de individuos de las especies *S. granatensis* y *M. pucheranii*, teniendo en cuenta la coloración y lo reportado en la bibliografía.

5.1.1.1 *Sciurus granatensis* (Humboldt 1811).

- Muestra: 2 individuos
- Unidad de respuesta: cada individuo de *S. granatensis*
- Variable respuesta: comportamientos observados antes y después de la implementación de un plan e enriquecimiento ambiental
- Características: presentan coloración naranja con excepción del vientre que presenta coloración crema - blanca.
- Historia clínica:

Individuo E: hembra adulta, a la llegada peso 320 g y un año y un mes después peso 370 g. Procedente del Magdalena Medio, permaneció 4 meses en cautiverio antes de ser entregada por sus dueños por múltiples úlceras y laceraciones por automutilación. Presenta sobrepeso y comportamientos de agresión hacia otras ardillas acaparando todo el alimento. El 28 de Octubre de 2006 se le realizó una ultrasonografía que indicó preñez inmediata. No se observó parto lo que indica posible reabsorción embrionaria o canibalismo hacia las crías.

- Individuo L: hembra adulta 320 g. Permaneció en cautiverio 5 meses antes de ser decomisada. Presenta comportamiento de autolaceración. Llegó el 19 de mayo de 2006 y salió de cuarentena el 14 de septiembre de 2006.

5.1.1.2 *Microsciurus pucheranii* (Fitzinger 1867).

- Muestra: 5 individuos
- Unidad de respuesta: cada individuo de *M. pucheranii*
- Variable respuesta: comportamientos observados antes y después de la implementación de un plan de enriquecimiento ambiental.
- Características: presenta coloración ocrácea en los flancos laterales, presenta una franja café oscura - casi negra, y la cola ocrácea a negra.
- Historia clínica:

Individuo A: hembra adulta, peso promedio 300 g, procedente del Departamento del Magdalena, permaneció 4 meses en cautiverio en un apartamento antes de ser entregada, presenta alto grado de amansamiento. Llegó a la Unidad el 17 julio de 2006 y salió de cuarentena el 26 de agosto de 2006.

Individuo B: hembra adulta, el peso a la llegada es de 100 g (mal nutrición) y 11 meses después es de 280 g. Procedente del departamento del Tolima. Llegó a al Unidad el 7 de Febrero de 2005 y el 16 de Noviembre de 2006 se le practicó una ecografía que confirmo su estado de gravidez. No se observó parto lo que indica posible reabsorción embrionaria o canibalismo hacia las crías.

Individuo C: hembra subadulta de 280 g. Presenta alto grado de amansamiento. Fue atacada dos veces por otra ardilla y pasa a jaula de adecuación, después de un mes se libera y se recupera satisfactoriamente de las heridas. Llegó a la Unidad el 23 de Marzo de 2006, salió de cuarentena el 4 de mayo de 2004

Individuo T: macho adulto, 310 g. Permaneció en cautiverio 8 meses en la plaza Restrepo de Bogotá. Presentaba alto grado de amansamiento, comportamiento

alerta y numerosas zonas del cuerpo ausentes de pelo. Llegó a la Unidad el 28 de Julio de 2006 y pasó a cuarentena el 21 de septiembre de 2006. El 10 de Noviembre de 2006 se encontró muerta en un nido con múltiples heridas y extracción de órganos internos. Se presume muerte por ataque de otra ardilla, que en ese momento se encontraba preñada.

5.1.2 Variables del estudio

- Variable cualitativa: comportamientos de exploración, locomoción, alerta, cuidado corporal, vocalización, alimentación, descanso, eliminación y sociales durante observaciones realizadas antes y después de la implementación de un plan de enriquecimiento ambiental para cada especie.
- Variable cuantitativa: tiempo de duración y frecuencia de los comportamientos observados, durante 64 horas al mes, 4 horas diarias de lunes a viernes antes y después de la implementación de un plan de enriquecimiento ambiental para cada grupo.

5.2 Métodos

5.2.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Unidad de Rescate y rehabilitación de Animales Silvestres (URRAS), ubicada en la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, a una altura de 2.600 m.s.n.m, temperatura promedio 16 ° C y humedad relativa de 65 %. Los ejemplares de *Sciurus granatensis* y de *Microsciurus pucheranii* fueron proporcionados por URRAS. El muestreo se hizo del 23 de agosto de 2006 al 21 de Noviembre de 2007.

Las instalaciones de URRAS se dividen en diferentes zonas; las zonas (A, B, D y E) están designadas para la rehabilitación biológica y la zona C corresponde a

cuarentena. Adicionalmente hay hospital, animalario, bodega, oficina, cocina, baño y depósito de basuras (Figura 1).

Inmediatamente después de que los animales llegan y son examinados por los veterinarios de la Unidad, son llevados al hospital donde permanecen bajo observación hasta que se considere necesario. Después son trasladados a cuarentena. En el caso de las ardillas *Sciurus granatensis* y *Microsciurus pucheranii*, permanecen dos meses alojadas en jaulas individuales con algunas ramas y papel periódico como sustrato. En este encierro se controla su estado de salud y se alimenta diariamente con frutas verduras, algunos frutos secos y agua.

Después de este tiempo en cuarentena pasan al encierro de rehabilitación biológica donde permanecen de 2 meses. El tiempo de su estadía puede variar dependiendo del estado de salud en el que se encuentren los individuos.

El muestreo se hizo en la zona A (Figura 2) en los encierros de rehabilitación biológica A 3 (Figura 3) y A 4. (Figura 4). Estos encierros tienen 2 m de ancho y 5.1 m de largo y 2.30 m de altura, con piso y muros de concreto, techo de tejas plásticas transparentes y un subtecho en malla eslabonada.

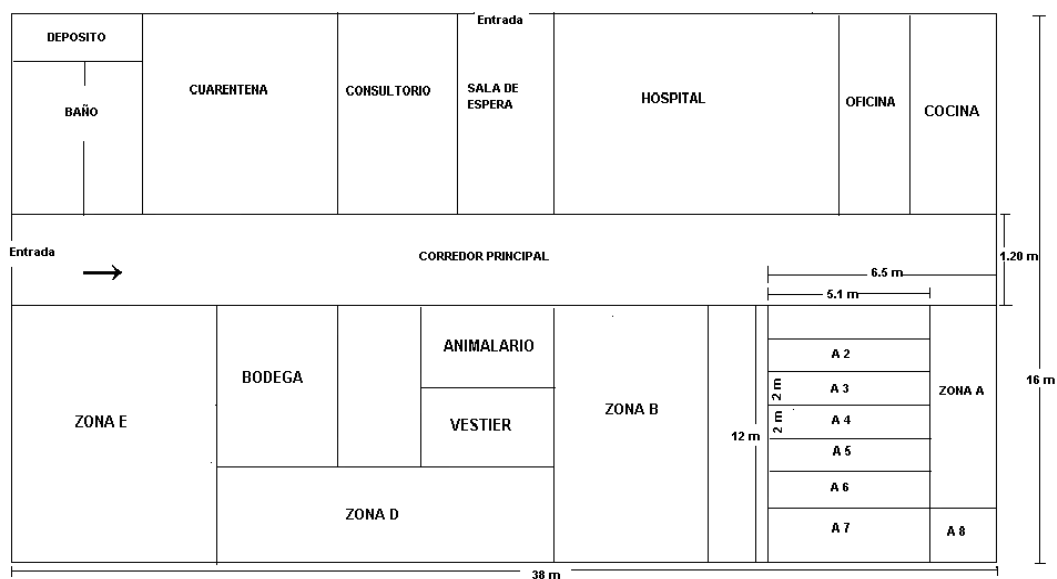


Figura 1. Plano de las instalaciones de la Unidad de Rescate y Rehabilitación de Animales Silvestres (URRAS). (Faltan las medidas)

Los individuos permanecen en la unidad, en este caso en la zona A mientras se toma la decisión de la liberación. Durante los dos meses en los encierro de rehabilitación biológica, se lleva a cabo un plan de enriquecimiento ambiental, este enriquecimiento se hace para todos los animales silvestres presentes en la Unidad y se tiene en cuenta el conocimiento y criterio de Biólogos y Veterinarios, así como la literatura existente sobre la especie, estudios etológicos y de enriquecimiento ambiental que se hayan hecho. En el caso ardillas *Sciurus granatensis* y *Microsciurus pucheranii* no se encontraron estudios comportamentales o de enriquecimiento ambiental realizados que sirvan como punto de partida. Sin embargo se tuvieron en cuenta los métodos que se habían utilizado hasta el momento en URRAS y a partir de una revisión literaria que arrojó datos sobre su vida en estado silvestre.



Figura 2. Foto de zona A, las puertas de los encierros A3 y A4 están cubiertas con bolsas negras para aislar a los animales del contacto visual con el humano.

5.3 Recolección de información

5.3.1 Fase 1. Observaciones preliminares

Se realizó muestreo *Ad libitum* y muestro animal focal para las observaciones preliminares en cada encierro; con ayuda de una cámara de video se registraron todos los comportamientos de las 6 horas a las 18 horas, con descansos de 30 min. El investigador observó a través de un agujero en la puerta y la cámara se ubicó en una caja dentro del encierro o fuera de este. Los tiempos de muestreo fueron: de 6:00 a 7:00, 7:30 a 8:30, 9:00 a 10:00, 10:30 a 11:30, 12:00 a 13:00, 13:30 a 14:30, 15:00 a 16:00 y de las 16:30 a las 18:00 horas; para un total de 8 horas de muestreo diario y 160 horas en 20 días; esto con el fin de identificar las horas de mayor actividad de los individuos y permitir la elaboración de un catálogo comportamental inicial, como base para los siguientes muestreos. Durante este muestreo se registró la duración de todos los comportamientos observados con ayuda de un cronómetro. Igualmente se nombraron los individuos, identificando características propias de cada uno.

Para el registro de las observaciones de los comportamientos se dividieron en categorías, que se describen en la Tabla 1; estas categorías incluyen varios comportamientos enumerados de 1 a n, con el prefijo de la categoría comportamental según correspondiera; por ejemplo AL 1, corresponde a roer el alimento sobre el suelo como se ve en el catálogo comportamental (Tabla 3).

Tabla 1. Descripción de las categorías comportamentales tenidas en cuenta para la elaboración del catálogo comportamental.

CATEGORÍA COMPORTAMENTAL	DESCRIPCIÓN
Alimentación (AL)	Hace referencia a todos los comportamientos que involucran alimento.
Exploración (EX)	Tiene en cuenta todos los comportamientos de búsqueda de refugio, alimento o reconocimiento de su entorno
Descanso (D)	Estado letárgico. Incluye dormir o descansar por largos o cortos periodos de tiempo.

Tabla 1. Continuación

Locomoción (L)	Comportamientos relacionados del desplazamiento o movimiento del individuo sobre el suelo y/o ramas
Eliminación (EL)	Implica comportamientos de excreción
Construcción de nido (N)	Involucra todas las actividades que el animal realiza para la construcción del nido
Cuidado corporal (C)	Acicalamiento, con o sin objetos
Vocalizaciones (V)	Sonidos guturales realizados en diferentes posiciones del cuerpo
Alerta (A)	Posiciones de alerta frente a algún evento
No visible (NV)	Hace referencia al tiempo en el que el animal estuvo fuera de la vista del observador. No se sabe dónde se refugia.
Social (S)	Incluye todos los comportamientos que se consideraron entre dos o más individuos

Adicionalmente durante las observaciones preliminares se obtuvieron todos los comportamientos observados de las 6 a las 18 horas mediante registro continuo, y se graficó el porcentaje de ejecución de las diferentes categorías comportamentales en las dos especies (*Sciurus granatensis* y *de Microsciurus pucheranii*), esto con el fin de determinar cuál fue el intervalo de tiempo en el que los individuos realizaron más comportamientos que implicaran movimiento.

5.3.2 Fase 2. Muestreo antes del enriquecimiento

El registro de los comportamientos para el catálogo comportamental antes del enriquecimiento ambiental, se realizó mediante muestro animal focal y registro continuo de las 9 horas a las 13 horas de lunes a viernes durante cuatro semanas, en URRAS en dos encierros de rehabilitación biológica donde se encontraban alojadas las dos especies de ardillas. El periodo de tiempo elegido para el muestreo tanto antes como después, de la implementación del enriquecimiento ambiental se obtuvo de los resultados del patrón de actividad, obtenidos en el muestreo preliminar.

Los comportamientos observados se consignaron en formatos donde se registró fecha, individuo implicado, hora en que inicia el comportamiento y finalización del mismo (Anexo 1).

Las observaciones se realizaron en el encierro A3 donde se encontraba el grupo de 4 individuos *Microsciurus pucheranii* (grupo 1) y en el A4 con un grupo de 2 individuos de la especie *Sciurus granatensis* (grupo 2); con la ayuda de una cámara de video.

El catálogo preliminar sirvió de punto de partida para la realizar el catálogo comportamental final para cada especie. Se presentaron algunos comportamientos nuevos, y otros como la construcción de nido, la exploración y la locomoción se modificaron después de la implementación del enriquecimiento ambiental como se aprecia en los resultados.

5.3.3 Fase 3. Implementación de enriquecimiento ambiental

El enriquecimiento en URRAS se hacía cada 15 a 20 días y consistía en la limpieza con agua y jabón de todo el encierro, la ubicación de algunas ramas de pino y tubos colgados del techo. Se modificó este plan de enriquecimiento, con el fin de generar un ambiente con mayor cambio; al crear un entorno similar a su ambiente natural con el fin de facilitar la transición del medio artificial al medio natural, en caso que se considere que pueden ser liberados (Kleiman *et al.* 1669).

Durante 1 mes, cada ocho días y no cada 20 como anteriormente, se cambió la ubicación y posición de todos los objetos en el encierro. El cambio constante de los elementos dentro del encierro evita la monotonía, el aburrimiento y por tanto la aparición de comportamientos estereotípicos, semejando la vida en estado silvestre (Baumans 2005 a, Kleiman *et al.* 1996), e igualmente promover la aparición de nuevos comportamientos y evitar o disminuir la agresión entre las ardillas.

El enriquecimiento para el encierro A 3 y A 4 se hizo cada 8 días, en los dos encierros se pusieron los mismos objetos tratando de manejar la misma disposición de estos. En el primer enriquecimiento que se hizo para la semana del 20 al 26 de octubre, se lavaron con jabón las paredes y el piso. Se colocaron palos de bambú colgados del techo, se colgaron de la malla superior del encierro ramas frescas de diferentes especies de árboles, troncos, tubos de pvc y bambú, a una distancia de 40 a 50 cm aproximadamente (Figura 3) y se ubicaron en las paredes 5 nidos para el encierro A3 y 2 nidos para el A4 (Figura 5). Adicionalmente se puso suelo de tierra, piedras, fique crudo y corteza.



Figura 3. Foto del enriquecimiento en el encierro A3. Tubos de bambú y ramas colgando de la malla superior y troncos sobre el suelo apoyados en la pared y nido colgado.

En el segundo enriquecimiento que se hizo para la semana del 27 de Octubre al 3 de Noviembre, se lavaron con jabón las paredes, el piso, los tubos de bambú y los nidos (exteriormente) para eliminar residuos de comida. Se remplazaron las ramas deterioradas por frescas y se cambió su disposición. Igualmente se reubicaron los nidos, los tubos de bambú, las piedras y los troncos. El fique de los nidos se sacó dejándolo en el suelo del encierro y se colgó nuevo fique (Figura 4).



Figura 4. Foto del encierro A 4. Ramas, tubos, troncos y fique colgado; el individuo L esta rasgando el fique.

En el tercer enriquecimiento que se hizo para la semana del 6 al 13 de Noviembre, se remplazaron ramas, se limpió con agua y jabón todo el encierro, se cambió la distribución de todos los objetos dentro el encierro, se colgó fique crudo de las ramas, se puso más corteza y se agregó mas suelo de tierra ya que el ya existente estaba apelmazado.

En el cuarto enriquecimiento que se hizo para la semana del 14 al 21 Noviembre se cambiaron algunas ramas, se limpió con agua y jabón todo el encierro, se lavaron los nidos y los tubos de bambú por fuera, se cambió la disposición de todos los objetos dentro del encierro, y se colocó más fique crudo y más corteza.

Se colgaron cajas de las paredes de cada encierro semejando los agujeros de los árboles donde en estado silvestre construyen los nidos, estas cajas son usadas para la anidación artificial de varias especies silvestres, en áreas donde el hábitat natural ha sido destruido, altamente modificado o en cautiverio (Adams 1994). Las cajas o refugios para las ardillas se hacen en madera con una tapa en la parte superior y un agujero ya sea frontal o lateral por donde entra el animal. Miden

aproximadamente 33 x 30 x 20 cm y el agujero de entrada de 6 cm de diámetro (Figura 5).



Figura 5. Nido construido y colocado en los encierros A 3 (*Microsciurus pucheranii*) y en el A 4 (*Sciurus granatensis*) durante el enriquecimiento.

Por último la alimentación fue la misma que se había manejado en URRAS, la cual consistía en una dieta rica en frutas y verduras, sin embargo se tuvo en cuenta la hora de alimentación diaria para relacionarla con los resultados obtenidos después de las observaciones. Así mismo el alimento se colocó en ramas procurando no ponerlo en el piso, para reducir en número de comportamientos de alimentación sobre el suelo, que en su ambiente natural sería de gran riesgo (Kleiman *et al.* 1996).

5.3.4 Fase 4. Muestreo después del enriquecimiento y elaboración de catálogo comportamental

El enriquecimiento ambiental se hizo cada 8 días durante 30 días, registrándose todos los comportamientos observados de las 9 a las 13 horas, de lunes a viernes. Al igual que en el muestreo anterior al enriquecimiento, se consignaron en formatos como se indica en el Anexo 1 y se midió la duración de los

comportamientos observados con ayuda de un cronómetro y una cámara de video para grabar en el encierro opuesto al que se hacía muestreo visual por parte del investigador. Finalmente el catálogo comportamental se amplió teniendo en cuenta los datos obtenidos después del enriquecimiento con una detallada descripción de los mismos.

Para este catálogo se utilizó como referencia el catálogo obtenido antes del enriquecimiento y se agregaron los comportamientos nuevos observados, teniendo en cuenta la duración y la frecuencia de los mismos.

5.3.5 Fase 5. Elaboración de tablas de frecuencia y duración

La frecuencia y la duración de los comportamientos se obtuvieron después de los muestreos; se realizaron 8 tablas semanales, 4 del muestreo antes del enriquecimiento y 4 tablas para después del enriquecimiento. En estas se consignó la información concerniente a la duración en minutos de los comportamientos para cada individuo y la ocurrencia o frecuencia de los mismos

Estas tablas fueron el punto de partida para calcular los promedios y las desviación estándar de cada comportamiento, facilitando la distinción de los comportamientos más frecuentes y en cada individuo.

5.4 Fase 6. Análisis de la información

Se realizó un análisis exploratorio para resumir y presentar resultados de la investigación de una forma más clara, para esto se presentaron mediante tablas e histogramas los comportamientos observados en las dos especies de ardillas durante cada periodo de muestreo, teniendo en cuenta su frecuencia y duración.

A partir de los datos obtenidos y resumidos semanalmente se obtuvieron tablas de promedios y desviación estándar de cada comportamiento, a los cuales posteriormente se les aplicó diferentes pruebas para saber si cumplían o no con los

supuestos. Inicialmente para saber si cumplían con el supuesto de normalidad se hizo la prueba de Shapiro; unas veces cumplió por lo que se hizo la prueba de Bartlett y otras veces no, por lo que se hizo la prueba de Levene. Tanto Bartlett como Levene se aplicaron para saber si se cumplía o no el supuesto de homogeneidad; encontrando que algunas veces cumplió por lo que se hizo la prueba de la t pareada y otras veces no por lo que se hizo la prueba de Wilcoxon.

Finalmente con la prueba t pareada y la prueba de Wilcoxon se conoció si existían diferencias significativas en los comportamientos obtenidos antes y después del enriquecimiento.

- Prueba t de student

Para muestras pequeñas es decir donde $N < 30$, se debe aplicar la teoría de pequeñas muestras o teoría exacta de muestreo, puesto que los resultados obtenidos son validos. La distribución t de student (Spiegel 1970):

Sea el estadístico
$$t = \frac{X - \mu}{s} \sqrt{N-1} = \frac{X - \mu}{s / \sqrt{N}}$$

Si se consideran muestras de tamaño N, extraídas de una población normal (o aproximadamente normal) con media μ y si para cada muestra se calcula el valor de t, utilizando la media muestral X y la desviación típica muestral s o \hat{s} , llega a la distribución muestral de t. Esta distribución viene dada por:

$$Y = \frac{Y_0}{(1 + t^2 / N - 1)^{N/2}} = \frac{Y_0}{(1 + t^2 / N - \nu)^{(\nu+1)/2}}$$

Donde Y_0 es una constante que depende de N, de modo que el área total bajo la curva sea uno y donde la constante $\nu = (N - 1)$ se llama el número de grados de libertad.

Para determinar dentro de unos determinados límites de confianza la media de la población se deben definir intervalos de confianza. Para este análisis se trabajó con un intervalo de confianza del 95%.

Esta prueba paramétrica de t se basa en una variedad de fuertes suposiciones a la que su uso está sujeto. Al ser suposiciones válidas estas pruebas son las idóneas para rechazar una H_0 falsa. Las condiciones en las que la prueba t es la más poderosa, y sin las cuales no se puede tener confianza en cualquier aseveración de probabilidad obtenida con la prueba t son: (Siegel 1970; Spiegel 1991).

1. Las observaciones deben ser independientes entre si.
2. Las observaciones deben hacerse en poblaciones distribuidas normalmente.
3. Estas poblaciones deben tener la misma varianza (o en casos especiales deben tener una proporción de varianzas conocidas).
4. Las variables correspondientes deberán haberse medido por lo menos en una escala de intervalo, de manera que sea posible usar las operaciones de la aritmética (suma, división, obtención de las medidas, etcétera) con los puntajes.

La prueba de la t pareada, hace parte de la estadística paramétrica y es usada para comparar datos de dos muestras independientes. Esta prueba supone que los valores son observaciones independientes de poblaciones distribuidas normalmente, de varianzas iguales y no requiere una misma población de la que provengan los datos (Spiegel 1991). La prueba t permitió conocer si había diferencias significativas al comparar la duración y la frecuencia de los comportamientos antes y después del enriquecimiento, y si había homogeneidad y distribución normal de los datos.

- Prueba Wilcoxon de calificación con signo

Si se tiene una muestra de ($n < 30$) de una población que a simple vista parece seguir una distribución no normal y el teorema del limite central no es aplicable, se aconseja usar la prueba Wilcoxon de calificación con signo, la cual utiliza las

magnitudes de las diferencias entre las mediciones y un parámetro de ubicación según una hipótesis en lugar de los signos de las diferencias (Daniel 1999).

La prueba de Wilcoxon se basa en las siguientes suposiciones sobre los datos: (Daniel 1999):

1. La muestra es aleatoria.
2. La variable es continua.
3. La población se distribuye simétricamente alrededor de su media μ .
4. La escala de medición es al menos de intervalos.

Para hacer la prueba de Wilcoxon se tienen en cuenta las hipótesis nulas y alternativas a ser probadas (Daniel 1999).

$$\begin{array}{lll} \text{a) } H_0 : \mu = \mu_0 & \text{b) } H_0 : \mu \geq \mu_0 & \text{c) } H_0 : \mu \leq \mu_0 \\ H_1 : \mu \neq \mu_0 & H_1 : \mu < \mu_0 & H_1 : \mu > \mu_0 \end{array}$$

Estas pruebas se llevaron a cabo con ayuda de el programa R commander, versión 2.5.1 (2007-06-27).

Después de la aplicación de las pruebas se identificaron los comportamientos nuevos que se presentaron después de la implementación del plan de enriquecimiento ambiental y los estereotipos presentes, con la ayuda de los tiempos de duración y el número de ocurrencias de cada comportamiento.

6. Resultados

6.1 Fase 1. Observaciones preliminares

Durante las observaciones preliminares se registraron todos los datos de duración en minutos y de frecuencia en número de ocurrencias de los comportamientos obtenidos. Luego se obtuvieron los promedios y las desviaciones estándar para los diferentes comportamientos en cada individuo. Igualmente se realizó una

descripción de los individuos y se describió el patrón de actividad de los grupos para elegir el intervalo de tiempo en el que se iba a hacer el muestreo.

6.1.1 Descripción de los individuos

En el muestreo preliminar se hizo un reconocimiento de los individuos nombrándolos e identificando características que ayudaran a reconocerlos fácilmente. En la Tabla 2 se muestran las características más destacadas de cada individuo, la especie, el encierro, el sexo y el grupo al que pertenecen.

Tabla 2. Principales características de los individuos. Encierro A3 (*Microsciurus pucheranii* o grupo 1) y A4 (*Sciurus granatensis* o grupo 2).







Encierro	Individuo	Características	
A 3	A <i>M. pucheranii</i>	Cola bien tupida con borde exterior rojizo. Pecho color anaranjado claro. Región dorsal color café con visos rojos. Tamaño mediano. Hembra.	
A 3	B <i>Microsciurus pucheranii</i>	Cola bien tupida con borde exterior rubio. Región ventral color crema y anaranjado claro. Tamaño grande. Hembra	
A 3	C <i>Microsciurus pucheranii</i>	Cola con poco pelo y con el borde exterior rubio. Región ventral más blanco que crema. Cuerpo pequeño y delgado. Hembra	

Tabla 2. Continuación

<p>A 3</p>	<p>T</p> <p><i>Microsciurus pucheranii</i></p>	<p>Coloración del pelaje café con pintas rojizas. Borde exterior de la cola rubio y la punta negra. Tamaño pequeño. Macho</p>	
<p>A 4</p>	<p>E</p> <p><i>Sciurus granatensis</i></p>	<p>Pelaje anaranjado oscuro con herida sangrante en el pecho. Cola bien tupida. Región ventral color blanco. Tamaño grande. Hembra</p>	
<p>A 4</p>	<p>L</p> <p><i>Sciurus granatensis</i></p>	<p>Pelaje anaranjado claro. Cola delgada y tupida. Región ventral color blanco. Tamaño mediano. Hembra</p>	

6.1.2 Curva acumulativa de comportamientos

Después de cuatro semanas de observaciones de las 6 horas a las 18 horas, con descansos de 30 minutos y un total de 160 horas de muestreo, la curva de comportamientos acumulativos alcanzó la asíntota. En la Anexo 4 se resumen los datos obtenidos en el muestreo preliminar, a partir de los cuales se hizo la curva acumulativa como se aprecia en la Figura 6.

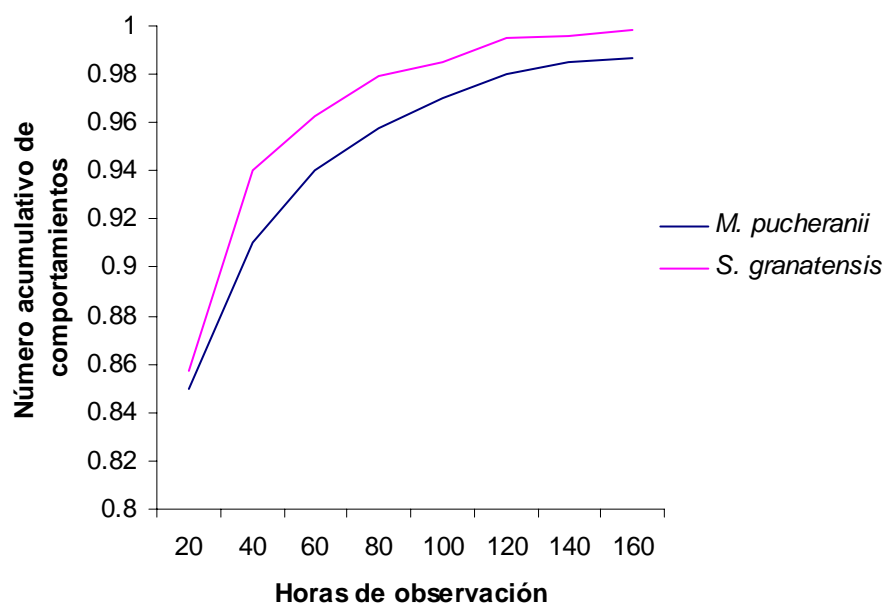


Figura 6. Gráfico del número acumulativo de comportamiento contrastado con las horas de observación (160), para *Microsciurus pucheranii* y *Sciurus granatensis*. La curva acumulativa muestra que se alcanzó la asíntota después de 160 horas, se detuvo el muestreo y se dió por finalizado el catálogo preliminar.

6.1.3 Patrón de actividad de los individuos

El tiempo del muestreo preliminar se dividió en tres periodos (de las 6 a las 9 horas, de las 9 a las 13 horas y de las 13 a las 18 horas), de los cuales el de mayor actividad fue de las 9 a las 13 horas para *Microsciurus pucheranii* y *Sciurus granatensis*. En el período de las 9 a las 13 horas dedicaron más tiempo a desplazarse (locomoción), a explorar, a alimentarse y menos tiempo a descansar y estar no visible, con respecto a los otros intervalos de tiempo (Figura 7). Se consideró entonces que el periodo de muestreo tanto para antes como para después del enriquecimiento debería ser de las 9 a las 13 horas.

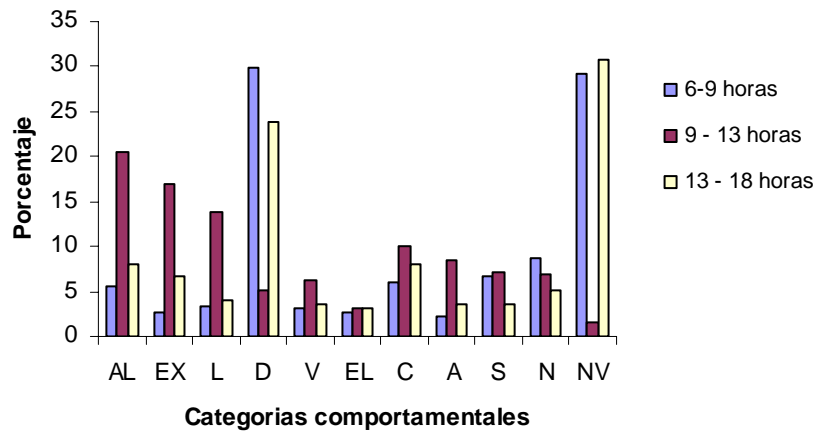
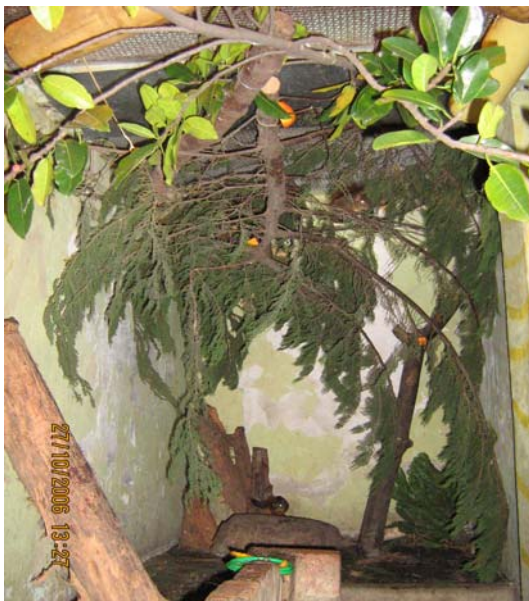


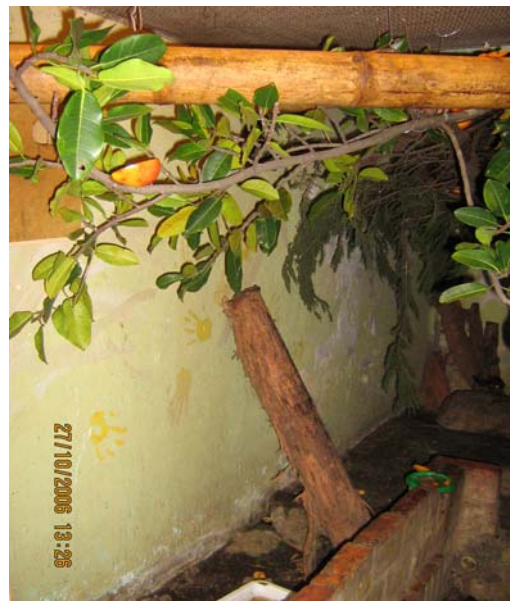
Figura 7. Distribución de las actividades de los individuos de las dos especies *Microsciurus pucheranii* y *Sciurus granatensis* durante el muestreo preliminar dividido en tres periodos de tiempo, de las 6 a las 9 horas, de las 9 a las 13 horas y de las 13 a las 18 horas. Se tuvieron en cuenta todas las categorías comportamentales, AL (alimentación), EX (exploración), L (locomoción), D (descanso), V (vocalización), EL (eliminación), C (cuidado corporal), A (alerta), S (social), N (construcción de nido) y NV (no visible).

6.2 Fase 2. Plan de enriquecimiento ambiental

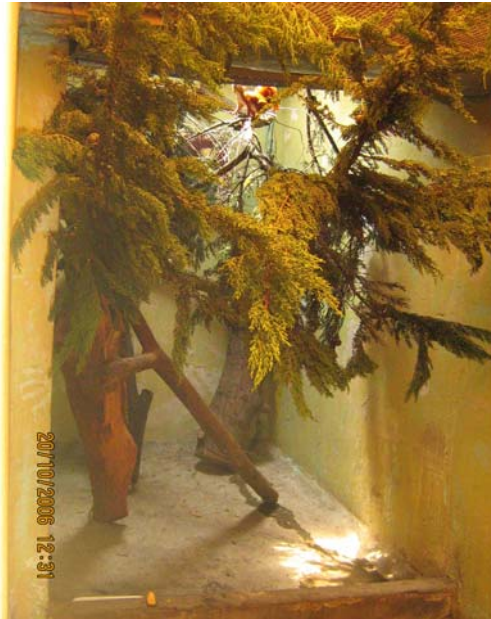
(A)



(B)



(C)



(D)



Figura 8. (A) y (B), fotos del enriquecimiento en el encierro A 3 (*Microsciurus pucheranii*); (C) y (D), fotos del enriquecimiento en el encierro A 4 (*Sciurus granatensis*).

Las Figura 8 muestra el enriquecimiento realizado en el encierro A3 para las ardillas de la especie *Microsciurus pucheranii* y A4 para las ardillas *Sciurus granatensis*, con los mismos objetos y la misma alimentación.

La duración de las categorías comportamentales varió antes y después del enriquecimiento; en promedio la duración de la alimentación, exploración, y la construcción de nido aumentó en *S. granatensis* y *M. pucheranii*, donde únicamente la duración de la exploración y la construcción de nido fueron significativamente mayores después de la implementación del enriquecimiento. El número de ocurrencias de descanso en *M. pucheranii* y de comportamientos sociales para las especies fue significativamente menor al igual que la duración (Anexo 4).

6.3 Fase 3. Catálogos comportamentales

La información obtenida en el catálogo comportamental antes del enriquecimiento se combinó con la obtenida después del enriquecimiento, para dar lugar a uno general para cada especie (Tabla 3 y 4).

Para los individuos de *Sciurus granatensis* antes de la implementación del enriquecimiento ambiental se registraron 88 comportamientos para y 73 para *Microsciurus pucheranii* después del enriquecimiento 12 nuevos. Estos catálogos se resumieron quedando el catálogo final con 55 comportamientos para *Sciurus granatensis* y 51 para *Microsciurus pucheranii* en 11 categorías (Tabla 3 y 4). Los comportamientos vistos solo después del enriquecimiento en las dos especies se muestran en color rojo. Las categorías comportamentales fueron: AL (alimentación), EX (exploración), L (locomoción), EL (eliminación), V (vocalización), D (descanso), C (cuidado corporal), A (alerta), S (social), N (construcción de nido) y NV (no visible). La nomenclatura se hizo con letras y números, donde las letras hacen referencia a la categoría comportamental. Por ejemplo N 06, es el comportamiento 6 de construcción de nido.

Los individuos *M. Pucheranii* no presentaron comportamientos como AL 10, V 03, L 09, A 03, S 03 y *S. granatensis* no presento L 08.

Tabla 3. Catálogo general de comportamientos de *Sciurus granatensis*

Categoría	Número	Comport	Descripción
ALIMENTACIÓN	AL 01	Roe sobre suelo	Sentada en el suelo roe el alimento sosteniéndolo y lo gira con miembros anteriores.
	AL 02	Roe sentada en rama	Sentada sobre una rama, mientras sostiene el alimento con los miembros anteriores gira y roe, luego lo deja caer.

Tabla 3. Continuación

ALIMENTACIÓN	AL 05	Desplaza con alimento en la boca	Se desplaza por las ramas y el suelo con el alimento en la boca.
	AL 06	Roe trozos de corteza	Extrae trozos de corteza de las ramas con los incisivos y luego roe sosteniéndolo con los miembros anteriores.
	AL 07	Corta hojas	Corta hojas con sus incisivos las sostiene con sus miembros anteriores y roe sentada sobre una rama.
	AL 08	Mastica	Mastica
	AL 09	Desentierra alimento	Desentierra alimento con su ayuda de sus miembros anteriores y roe sosteniendo con los mismos
	AL 10	Roe colgada	Colgada de los miembros posteriores a una rama roe el alimento mientras lo gira con los miembros anteriores.
	Al 11	Lleva comida al nido	Lleva alimento al nido mientras los sostiene con sus incisivos.
LOCOMOCIÓN	L 01	Salto suelo	Salta sobre el suelo.
	L 02	Camina suelo	Camina sobre el suelo.
	L 03	Camina sobre ramas	Camina sobre ramas.
	L 04	Desplaza erráticamente	Se desplaza erráticamente sobre ramas y suelo.
	L 05	Salto de rama en rama	Salta de rama en rama impulsándose con los miembros posteriores.
	L 06	Giros sobre rama	Giros hacia atrás impulsándose con la pared sobre una rama.
	L 08	Giros sobre suelo	Giros hacia atrás impulsándose con la pared sobre el piso.
	L 09	Colgada de rama	Permanece colgada de sus miembros posteriores a una rama.
	EXPLORACIÓN	EX 01	Olfatea
EX 02		Cava	Cava.
EX 03		Esconde alimento	Entierra el alimento y con los miembros anteriores lo cubre con tierra y hojas.
EX 04		Trepa	Trepa la puerta troncos o malla.
Ex 05		Olfatea el nido	Olfatea el exterior del nido.
	EL 01	Orina	Orina.
	EL 02	Defeca	Defeca.
	EL 03	Estornuda	Estornuda.

Tabla 3. Continuación

DESCANSO	D 01	Sentada rama	Permanece inmóvil sentada sobre rama.
	D 02	Acostada rama	Permanece inmóvil acostada en una rama.
	D 03	Entra al nido	Entra al nido y permanece ahí largo tiempo.
	D 04	Sentada sobre el suelo	Permanece inmóvil sentada en el suelo con los miembros anteriores doblados al nivel del pecho.
	D 05	Bosteza	Bosteza.
CUIDADO CORPORAL	C 01	Estira	Estira su cuerpo sobre rama o suelo.
	C 02	Estira colgando	Estira su cuerpo mientras permanece colgada de sus miembros posteriores a un tronco.
	C 03	Acicala la piel sobre rama	Muerde y lame la piel de flancos laterales, dedos de miembros anteriores y posteriores, la cola, la región ventral, la región dorsal de la cabeza.
	C 04	Acicala la piel sobre suelo	Muerde y lame la piel de los flancos laterales, la región ventral, la cola, la región dorsal de la cabeza, dedos de los miembros anteriores y posteriores, y los flancos laterales sentada sobre el suelo.
	C 05	Frota carrillos	Frota los carrillos, vientre, hocico con las ramas sobre ramas o suelo.
	C 06	Raspa ramas	Raspa la rama con las uñas de los miembros anteriores.
	C 07	Lame genitales	Lame sus genitales sentada sobre rama o suelo.
VOCALIZACIÓN	V 01	Emite chillidos sobre rama	Emite chillidos y hace movimientos cortos de la cola repetidas veces hacia adelante y hacia atrás sentada sobre una rama.
	V 02	Emite chillidos sobre suelo	Emite chillidos y hace movimientos cortos de la cola repetidas veces hacia adelante y hacia atrás.
	V 03	Emite chillidos colgada	Emite chillidos mientras permanece colgada de una rama con los miembros posteriores.

Tabla 3. Continuación

CONSTRUCCIÓN DE NIDO	N 01	Corta hojas Ramas, corteza	Corta hojas, pequeñas ramas y corteza con los incisivos. Lleva al nido.
	N 02	Manipula fique	Envuelve, hala y rasga fique con los incisivos, ayudándose con los miembros anteriores.
	N 03	Saca fique	Saca fique del nido de otra ardilla y lo lleva al suyo.
	N 04	Entra al nido	Entra al nido y permanece allí - realiza movimientos
ALERTA	A 01	Parada con orejas hacia adelante	Permanece parada inmóvil sobre una rama o suelo con las orejas hacia adelante y la cola estirada hacia atrás.
	A 02	Suspendida a maya	Permanece suspendida a la maya con el hocico apuntando hacia arriba, las orejas hacia adelante y la cola estirada hacia atrás.
	A 03	Posición bípeda	Permanece inmóvil en posición bípeda.
	A 04	Parada con alimento en la boca	Permanece inmóvil parada en una rama con el alimento en la boca y las orejas hacia adelante
COMPORTAMIENTOS SOCIALES	S 01	Emite chillidos	Emite chillidos mientras permanece frente a otra ardilla
	S 02	Persigue a otra ardilla	Persigue a otra ardilla desplazándose sobre ramas y el suelo.
	S 03	Comparten alimento	Comen del mismo alimento.
	S 04	Salta encima de otra ardilla	Salta encima de otra ardilla mientras descansa o mientras come, tomando su comida o haciéndola caer.
	S 05	Mira fijamente a otra ardilla	Mira fijamente a otra ardilla mientras permanece de frente a esta, en posición bípeda o sentada sobre una rama cola en forma de “s”.
	S 06	Se aleja	Se aleja ante la proximidad de otra ardilla.
	S 07	Interactúa con investigador	Se acerca a la investigadora.

Tabla 4. Catálogo general de comportamientos de *Microsciurus pucheranii*

categoria	Número	Comportamiento	Descripción
ALIMENTACIÓN	AL 01	Roe sobre suelo	Sentada en el suelo roe el alimento sosteniéndolo y lo gira con miembros anteriores.
	AL 02	Roe sentada en rama	Sentada sobre una rama, mientras sostiene el alimento con los miembros anteriores gira y roe, luego lo deja caer.
	AL 05	Desplaza con alimento en la boca	Se desplaza por las ramas y el suelo con el alimento en la boca.
	AL 06	Roe trozos de corteza	Extrae trozos de corteza de las ramas con los incisivos y luego roe sosteniéndolo con los miembros anteriores.
	AL 07	Corta hojas	Corta hojas con sus incisivos las sostiene con sus miembros anteriores y roe sentada sobre una rama.
	AL 08	Mastica	Mastica
	AL 09	Desentierra alimento	Desentierra alimento con su ayuda de sus miembros anteriores y roe sosteniendo con los mismos
	AL 11	Lleva comida al nido	Lleva alimento al nido mientras lo sostiene con sus incisivos.
LOCOMOCION	L 01	Saltos suelo	Salta sobre el suelo.
	L 02	Camina suelo	Camina sobre el suelo.
	L 03	Camina sobre ramas	Camina sobre ramas.
	L 04	Desplaza erráticamente	Se desplaza erráticamente sobre ramas y suelo.
	L 05	Saltos de rama en rama	Salta de rama en rama impulsándose con los miembros posteriores.
	L 06	Giros sobre rama	Giros hacia atrás impulsándose con la pared sobre una rama.
	L 07	Vueltas	Vueltas sobre su propio eje.

Tabla 4. Continuación

	L 08	Giros sobre suelo	Giros hacia atrás impulsándose con la pared sobre el piso.
EXPLORACIÓN	EX 01	Olfatea	Olfatea alimento y sustrato (suelo, ramas y troncos).
	EX 02	Cava	Cava.
	EX 03	Esconde alimento	Entierra el alimento y con los miembros anteriores lo cubre con tierra y hojas.
	EX 04	Trepa	Trepa la puerta troncos o malla.
	Ex 05	Olfatea el nido	Olfatea el exterior del nido.
ELIMINACIÓN	EL 01	Orina	Orina.
	EL 02	Defeca	Defeca.
	EL 03	Estornuda	Estornuda.
DESCANSO	D 01	Sentada rama	Permanece inmóvil sentada sobre rama.
	D 02	Acostada rama	Permanece inmóvil acostada en una rama.
	D 03	Entra al nido	Entra al nido y permanece ahí largo tiempo.
	D 04	Sentada sobre el suelo	Permanece inmóvil sentada en el suelo con los miembros anteriores doblados al nivel del pecho.
	D 05	Bosteza	Bosteza.
CUIDADO CORPORAL	C 01	Estira	Estira su cuerpo sobre rama o suelo.
	C 02	Estira colgando	Estira su cuerpo mientras permanece colgada de sus miembros posteriores a un tronco.
	C 03	Acicala la piel sobre rama	Muerde y lame la piel de flancos laterales, dedos de miembros anteriores y posteriores, la cola, la región ventral, la región dorsal de la cabeza.
	C 04	Acicala la piel sobre suelo	Muerde y lame la piel de los flancos laterales, la región ventral, la cola, la región dorsal de la cabeza, dedos de los miembros anteriores y posteriores, y los flancos laterales sentada sobre el suelo.
	C 05	Frota carillos	Frota los carillos, vientre, hocico con las ramas sobre ramas o suelo.

Tabla 4. Continuación

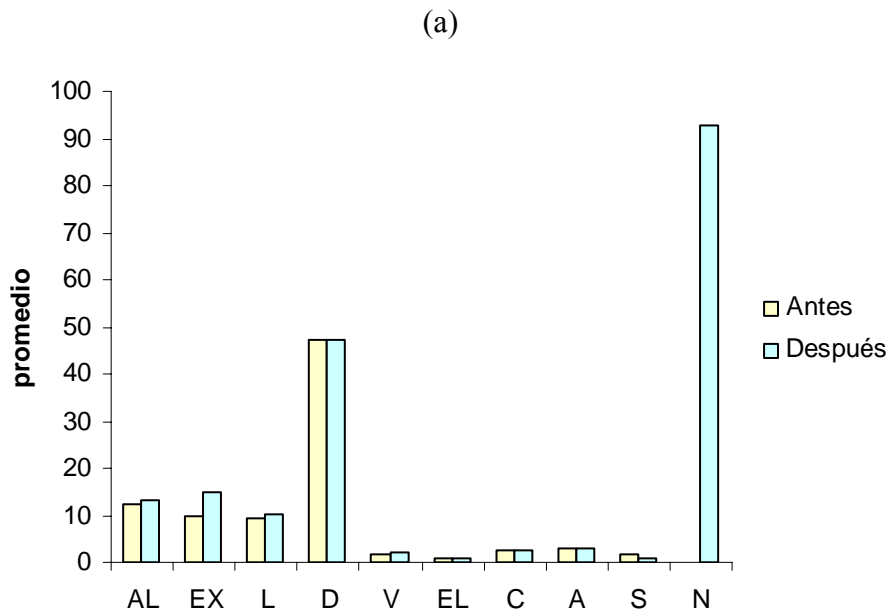
	C 06	Raspa ramas	Raspa la rama con las uñas de los miembros anteriores.
	C 07	Lame genitales	Lame sus genitales sentada sobre rama o suelo.
VOCALIZACIÓN	V 01	Emite chillidos sobre rama	Emite chillidos y hace movimientos cortos de la cola repetidas veces hacia delante y hacia atrás sentada sobre una rama.
	V 02	Emite chillidos sobre suelo	Emite chillidos y hace movimientos cortos de la cola repetidas veces hacia delante y hacia atrás.
CONSTRUCCIÓN DE NIDO	N 01	Corta hojas ramas y corteza	Corta hojas y pequeñas ramas con ayuda de sus incisivos y los miembros anteriores, arranca corteza de los troncos. Lleva al nido.
	N 02	Manipula que	Envuelve, hala y rasga fique con los incisivos, ayudándose con los miembros anteriores.
	N 03	Saca fique	Saca fique del nido de otra ardilla y lo lleva al suyo.
	N 04	Entra al nido	Entra al nido y permanece allí - realiza movimientos
ALERTA	A 01	Parada con orejas hacia adelante	Permanece parada inmóvil sobre una rama o suelo con las orejas volteadas hacia adelante y la cola estirada hacia atrás.
	A 02	Suspendida a maya	Permanece suspendida a la maya con el hocico apuntando hacia arriba, las orejas hacia adelante y la cola estirada hacia atrás.
	A 04	Parada con alimento en la boca	Permanece inmóvil parada en una rama con el alimento en la boca y las orejas hacia adelante
COMPORTAMIENTOS SOCIALES	S 01	Emite chillidos	Emite chillidos mientras permanece frente a otra ardilla
	S 02	Persigue a otra ardilla	Persigue a otra ardilla desplazándose sobre ramas y el suelo.
	S 04	Salta encima de otra ardilla	Salta encima de otra ardilla mientras descansa o mientras come, tomando su comida o haciéndola caer.
	S 05	Mira fijamente otra ardilla	Mira fijamente a otra ardilla mientras permanece de frente a esta, en posición bípeda o sentada sobre una rama cola en forma de "s".
	S 06	Se aleja	Se aleja ante la proximidad de otra ardilla.
	S 07	Interactúa con investigador	Se acerca a la investigadora.

6.4 Fase 6. Análisis de los datos

6.4.1 Comparación del tiempo promedio de duración de las categorías comportamentales para *M. pucheranii* y *S. granatensis* entre antes y después del enriquecimiento.

El tiempo de duración promedio de la alimentación y de la exploración aumentó después de la implementación del enriquecimiento ambiental. La duración de la locomoción y el descanso disminuyó en los individuos de *M. pucheranii* (a); siendo significativamente mayor la exploración y significativamente menor el descanso y los comportamientos sociales.

Para los individuos *S. granatensis* (b) el tiempo promedio de duración de la alimentación, exploración y locomoción aumentó, y los comportamientos sociales disminuyeron después del enriquecimiento; siendo significativamente menores únicamente los comportamientos sociales. En las dos especies la construcción de nido se presentó solo después del enriquecimiento, aunque *S. granatensis* presentó mayor promedio de duración (Figura 9).



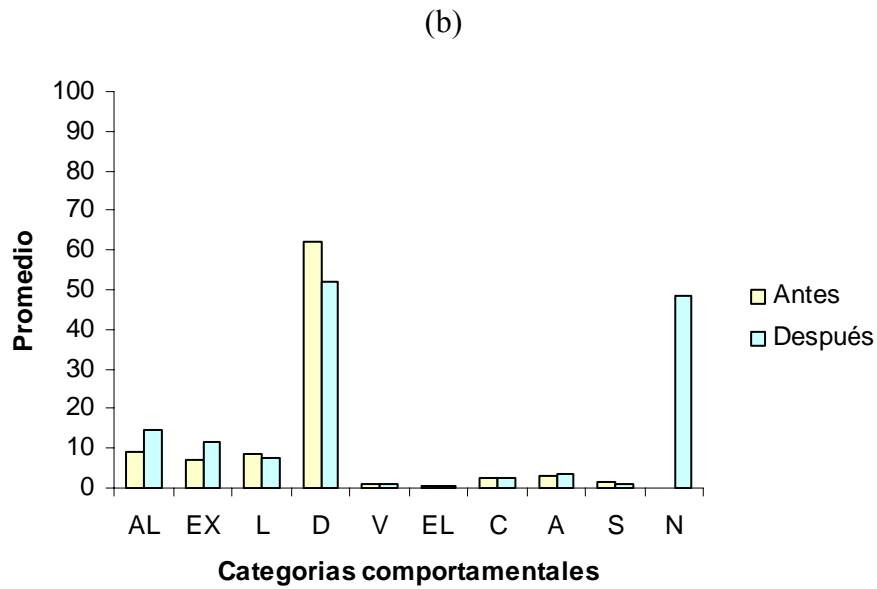
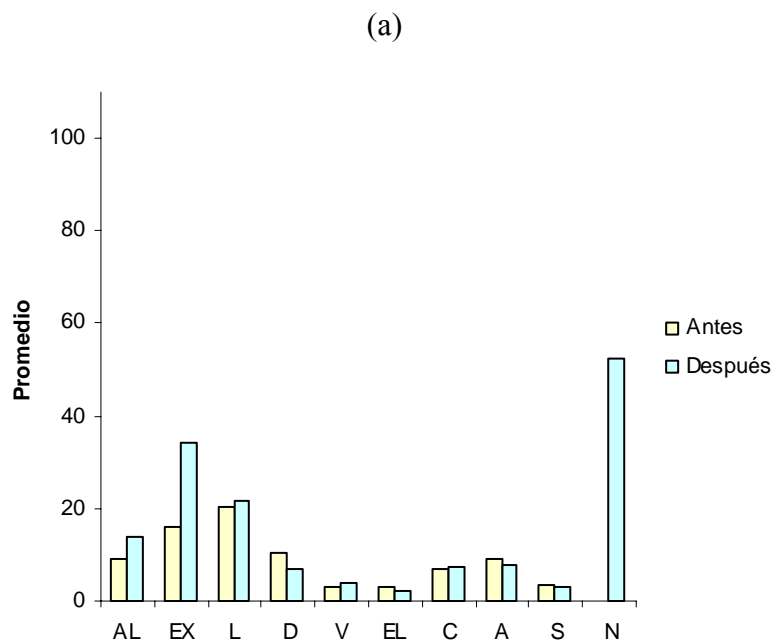


Figura 9. Tiempo promedio de duración de las categorías comportamentales antes y después del enriquecimiento en el grupo de *Microsciurus pucheranii* (a) y *Sciurus granatensis* (b).

6.4.2 Comparación de la frecuencia promedio o número de ocurrencias de las categorías comportamentales para *M. pucheranii* y *S. granatensis* entre antes y después del enriquecimiento.



(b)

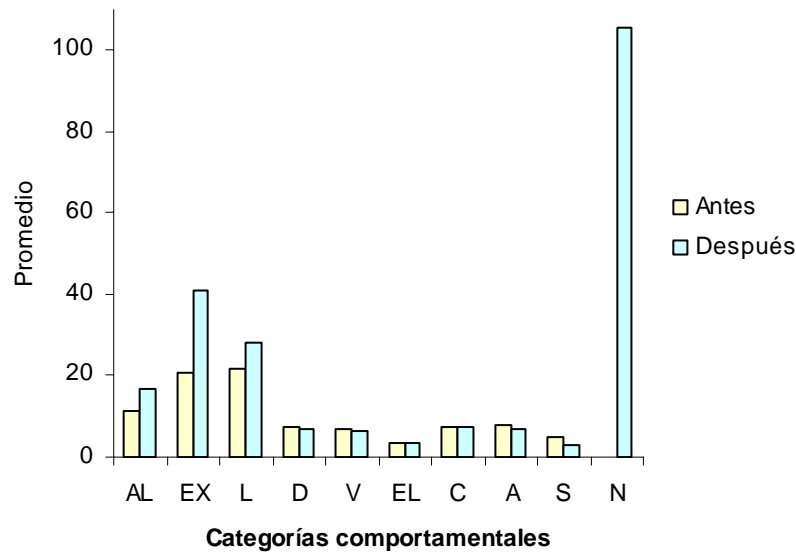


Figura 10. Número de ocurrencias promedio de las categorías comportamentales, antes y después del enriquecimiento ambiental en el grupo de individuos *Microsciurus pucheranii* (a) y *Sciurus granatensis* (b).

Mientras en el número de ocurrencias de la alimentación, la exploración y la locomoción aumentaron, el descanso disminuyó después del enriquecimiento ambiental en los individuos *M. pucheranii* (Figura 10 a). De la misma forma para *S. granatensis* el número de ocurrencias en las mismas categorías aumentó, con la diferencia que la categoría de construcción de nido fue más frecuente en *S. granatensis* que en *M. pucheranii* (Figura 10).

La categoría No visible no representada en los gráficos anteriores se muestra en los anexos 2 y 3 donde se observa que antes del enriquecimiento los individuos *M. pucheranii* duraron más tiempo visibles y los individuos *Sciurus granatensis* permanecieron No visibles menos tiempo. El número de veces que el animal estuvo no visible aumento en *M. pucheranii* y disminuyó en *S. granatensis*.

6.4.3 Comparación de las diferencias estadísticas encontradas de la duración de las categorías comportamentales para *M. pucheranii* y *S. granatensis* entre antes y después del enriquecimiento.

Para conocer las diferencias estadísticas en la duración de los comportamientos antes y después del enriquecimiento, se tuvo en cuenta la interacción de cada grupo con esta variable. Los datos en bruto de duración obtenidos en el muestreo antes y después en las dos especies, se muestra en el Anexo 2. La Tabla 4 muestra los datos obtenidos después de la aplicación de las pruebas estadísticas ya fuera la prueba t pareada o la prueba de Wilcoxon realizadas para la duración y la frecuencia de cada categoría comportamental en los individuos *Microsciurus pucheranii* y *Sciurus granatensis* antes y después del enriquecimiento ambiental.

La categoría construcción de nido no se incluyó en este análisis, debido a que se presentó solo después del enriquecimiento, se consideró que presentó variaciones importantes después del enriquecimiento (Figura 9 a).

Tabla 4. Resumen de diferencias estadísticas obtenidas del promedio de duración de las categorías comportamentales en *Microsciurus pucheranii* y *Sciurus granatensis* antes y después del enriquecimiento, donde V/t = valor de la prueba de Wilcoxon o la de la t pareada, P es la probabilidad, * = $\alpha < 0.05$, ** = $\alpha < 0.005$, *** = 0.001, NS = No significativo. En color rojo se muestran las probabilidades estadísticamente significativas.

		<i>Microsciurus pucheranii</i>			<i>Sciurus granatensis</i>		
	Hipótesis	V/t	P		V/t	P	
AL	HA: $\mu < \mu_0$	t = -0.92	0.42	NS	V = 0.00	0.16	NS
EX	HA: $\mu > \mu_0$	t = -7.33	0.005	*	t = -9.80	0.065	NS
L	HA: $\mu < \mu_0$	t = 0.92	0.42	NS	t = -2.11	0.28	NS
D	HA: $\mu > \mu_0$	t = 5.30	0.01	**	t = 0.07	0.96	NS
V	H _A : $\mu \neq \mu_0$	t = -5.42	0.01	**	t = -1.40	0.39	NS
EL	H _A : $\mu \neq \mu_0$	t = -0.40	0.72	NS	V = 1	0.65	NS
C	HA: $\mu > \mu_0$	t = 0.26	0.81	NS	V = 3	0.18	NS
A	H _A : $\mu \neq \mu_0$	t = -0.48	0.66	NS	t = 0.0	1.00	NS
S	HA: $\mu > \mu_0$	t = 6.93	0.006	***	t = 13.0	0.048	*
NV	HA: $\mu > \mu_0$	t = 0.42	0.706	NS	t = 3.02	0.204	NS

S. granatensis presentó variaciones antes con respecto a después de la implementación del enriquecimiento ambiental en los comportamientos sociales ($t = 13.0$, $gl = 1$, $p < 0.05$), siendo significativamente menor después del enriquecimiento (Figura 9 b y Tabla 4).

6.4.4 Comparación de la frecuencia de los comportamientos antes y después del enriquecimiento entre *Microsciurus pucheranii* y *Sciurus granatensis*

Los datos en bruto de duración obtenidos en el muestreo antes y después en las dos especies se muestran en el Anexo 3. Para conocer las diferencias estadísticas en el número de ocurrencias de los comportamientos antes y después del enriquecimiento, se aplicaron la prueba t pareada y la prueba de Wilcoxon de acuerdo a los supuestos.

Las categorías que presentaron variaciones en *M. pucheranii*, antes y después del enriquecimiento fueron: la exploración ($t = -9.88$, $gl = 3$, $p < 0.05$), siendo mayor después del enriquecimiento y las vocalizaciones ($t = -11.6$, $gl = 3$, $p < 0.05$) menores después de enriquecimiento.

Al igual que para la duración, la categoría construcción de nido no se incluyó en este análisis ya que se presentó solo después del enriquecimiento (Figura 10 a y Tabla 5).

Para *S. granatensis* se presentó variaciones en el número de ocurrencias de comportamientos sociales antes y después del enriquecimiento ($t = 13.66$, $gl = 3$, $p < 0.05$), siendo significativamente menor después del enriquecimiento (Figura 10 b y Tabla 5).

Tabla 5. Resumen de diferencias estadísticas obtenidas del promedio del número de ocurrencias. Para la explicación ver la Tabla 4.

		<i>Microsciurus pucheranii</i>			<i>Sciurus granatensis</i>		
	Hipótesis	V/t	P		V/t	P	
AL	$H_A: \mu \neq \mu_0$	0	0.067	N S	t = 0	0.18	N S
EX	$H_A: \mu < \mu_0$	t = -9.88	0.001	***	V = 0.00	0.15	N S
L	$H_A: \mu < \mu_0$	t = -0.44	0.69	N S	t = -11.1	0.06	N S
D	$H_A: \mu > \mu_0$	t = 3.01	0.05	N S	t = 0.21	0.86	N S
V	$H_A: \mu \neq \mu_0$	t = -11.6	0.001	***	t = 0.27	0.83	N S
EL	$H_A: \mu \neq \mu_0$	t = 2.72	0.07	N S	t = -0.25	0.84	N S
C	$H_A: \mu > \mu_0$	t = -0.27	0.80	N S	V = 1.5	1.0	N S
A	$H_A: \mu \neq \mu_0$	t = 0.64	0.56	N S	t = 1.33	0.41	N S
S	$H_A: \mu > \mu_0$	t = 1.80	0.17	N S	t = 13.66	0.04	*
NV	$H_A: \mu > \mu_0$	t = -0.94	0.41	N S	t = 0.72	0.60	N S

6.5 Comportamientos nuevos

Los comportamientos observados después del enriquecimiento que no se observaron antes del mismo, se muestran en el catálogo comportamental (Tabla 5) en letras rojas.

Los comportamientos nuevos encontrados después del enriquecimiento fueron en su mayoría los que tenían relación con la anidación, sin embargo algunos comportamientos sociales y otros de alimentación también fueron nuevos para todos los individuos. Los comportamientos nuevos fueron: AL 11 (lleva comida al nido), EX 05 (olfatea el exterior del nido), S 03 (los individuos comen del mismo alimento), S 13 (el individuo se acerca cautelosamente y olfatea los genitales del otro) y todos los comportamientos en la categoría de construcción de nido (N).

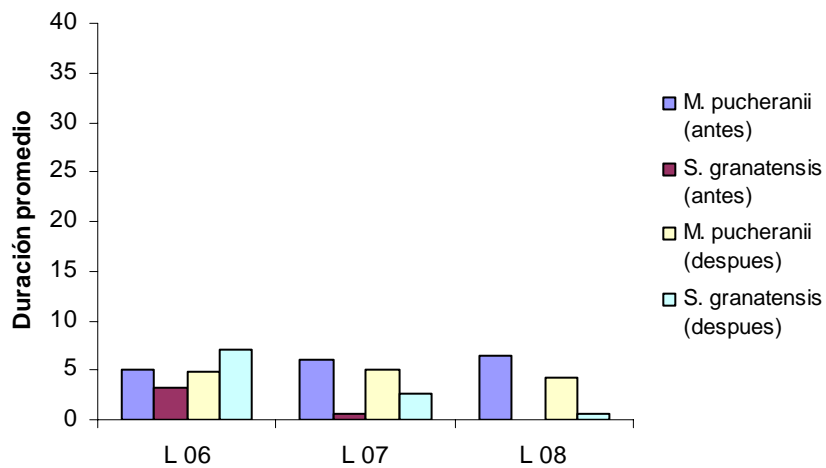
En general todos los comportamientos fueron realizados por todos los individuos tanto de *Microsciurus pucheranii* como de *Sciurus granatensis*. El comportamiento S 03 se presentó solo en *S granatensis*.

6.6 Comportamientos estereotipados

Mediante la observación se detectaron los posibles comportamientos estereotípicos y posteriormente con los datos obtenidos de duración y frecuencia, se confirmó que se trataba de estereotipias. Se consideraron comportamientos estereotípicos L 06, L 07 y L 08, donde L 06 consistía en realizar giros hacia atrás repetidas veces impulsándose con la pared contigua mientras permanecía sobre una rama, L 07 dar vueltas sobre su propio eje y L 08 realizar giros hacia atrás impulsándose con la pared sobre el piso (Anexo 5 a y 5 b).

Tanto como para *Microsciurus pucheranii* como para *Sciurus granatensis* la relación duración - frecuencia antes y después del enriquecimiento cambió, pero en algunos casos esas variaciones no fueron significativas para ser tenidas en cuenta. *S. granatensis* presentó en promedio un alto número de ocurrencias en un lapso corto de tiempo en el comportamiento L 06, siendo mayor después del enriquecimiento.

(a)



(b)

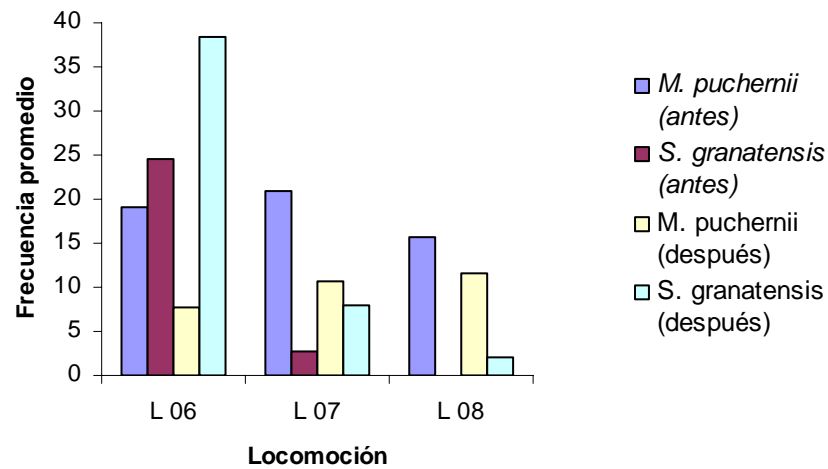


Figura 11. Comportamientos estereotípicos, a. Promedio de duración antes y después del enriquecimiento de los comportamientos L 06, L 07 y L 08 en *Microsciurus pucheranii* y *Sciurus grantensis*, b. Promedio de número de ocurrencias antes y después del enriquecimiento de los comportamientos L 06, L 07 y L 08 en *Microsciurus pucheranii* y *Sciurus grantensis*.

Para L 06 en *M. pucheranii* antes del enriquecimiento, el valor promedio del número de ocurrencias obtenido después el enriquecimiento fue más alto respecto a lo obtenido en *S. grantensis*. Para L 07 en *M. pucheranii* el número de ocurrencias disminuyó después del enriquecimiento, en contraste con *S. grantensis*, donde aumentó; L 08 en *M. pucheranii* aumentó después del enriquecimiento, mientras que en *S. grantensis* este comportamiento no presenta diferencias importantes (Figura 11).

6.7 Protocolo para el cuidado de las ardillas en URRAS

La ardilla *Sciurus grantensis* (Humboldt 1811) llamada comúnmente ardilla cola roja y *Microsciurus pucheranii* (Fitzinger 1867) son diurnas (se han observado a tempranas horas de la mañana cuando despliegan mayor actividad), son activas y muy ágiles desplazándose rápidamente de rama en rama moviendo verticalmente la cola para impulsarse (Nowak 1999).

Los individuos de *Sciurus granatensis* generalmente presentan el dorso y la cola color naranja, el vientre blanco (Nitikman 1985) y un anillo ocular estrecho color crema amarillento o anaranjado (Linares 1998). *Microsciurus pucheranii* presenta coloración parda a negra con mechones rojos rubios o negros, en algunos casos la punta de la cola es negra (Allen 1914).

Sciurus granatensis habita en bosques primarios o intervenidos, en territorios secos o húmedos, en ocasiones se encuentra en sectores urbanos o semiurbanos (Méndez 1993). *Microsciurus pucheranii* en Colombia se encuentra en la región Andina, en bosque de roble Andino y altoandino (Otálora 2003). Ambas especies muestran tolerancia a rangos longitudinales elevados de 0 a 3800 m de altura (Nitikman 1985, Alberico *et al.* 2000).

Cuando los individuos llegan a URRAS, se adquiere una responsabilidad para con ellos. Es por esta razón que se deben ofrecer las mejores condiciones de alojamiento y mantenimiento con el fin de brindarles un mejor bienestar.

Este protocolo pretende proponer ideas útiles para el manejo de ardillas *Sciurus granatensis* y *Microsciurus pucheranii* en cautiverio.

Después de su estadía en cuarentena, los individuos son llevados a encierros de rehabilitación biológica. Estos tienen mayor área permitiendo a los individuos desplazarse más en un ambiente enriquecido semejante al silvestre.

6.7 Enriquecimiento ambiental

6.7.1.1 Enriquecimiento nutricional

La dieta de las ardillas debe incluir frutas, verduras, frutos secos y agua fresca. Factores como la frecuencia, la programación del suministro del alimento, la distribución, la cantidad y la calidad es fundamental para el bienestar del animal (Kleiman *et al.*1996). La dieta diaria debe repartirse en porciones que se administran durante el día a diferentes horas. Por ejemplo un día se alimentan a

las 8 horas, a las 12 horas y a las 17 horas; al día siguiente a las 8 horas, a las 12 horas, a las 16 horas y a las 18 horas. Se recomienda que la porción diaria de alimento se divida mínimo en dos porciones. Estas horas dependen de la disponibilidad de personal y de la responsabilidad del mismo.

Para evitar la aparición de comportamientos estereotípicos y para ayudar a los animales a familiarizarse con los hábitos alimentarios normales en vida silvestre, se recomienda distribuir el alimento en todo el encierro, ocultándolo en los en los tubos, bajo piedras y colgado en ramas, siempre en diferentes posiciones y lugares, de esta manera el animal permanecerá activo buscando el alimento (Kleiman *et al.* 1996, CAR Antioquia 2000).

6.7.1.2 Enriquecimiento sensorial, social y físico

Se recomienda hacer enriquecimiento cada 8 días, en el que se incluye:

1. Lavar con agua y jabón las paredes, el piso, los tubos y los nidos por fuera; para no interferir con la jerarquía social y evitar agresiones no se deben remover las señales olfatorias; transferir el material de los nidos reduce los comportamientos de agresión, si este no contiene heces y orina (Baumans 2005 a, FELASA 2006).

2. Colgar del techo ramas frescas de diferentes especies, se recomienda utilizar ramas de pino y otras de larga duración con gran cantidad de follaje y siempre procurando que no tengan frutos que pueden ser venenosos. Las ramas deben colgarse a diferentes distancias del techo con alambre dulce a mínimo 40 cm de longitud y máximo 60 cm, con el propósito que las ardillas puedan caminar y saltar sobre ellas. Se ubicarán las ramas entrelazadas unas con otras o cercanas entre sí, para obligar a las ardillas a permanecer en las ramas y evitar que se caigan.

3. Es más importante brindar gran complejidad en el encierro mediante la variedad, la ubicación y la presentación de los diferentes objetos, que la

disposición de una gran área de suelo libre; por ejemplo las ardillas usan mas las estructuras colgadas que el suelo.

El alambre dulce utilizado para colgar los objetos del encierro, debe ser amarrado con fuerza para evitar que se caigan los objetos con movimientos bruscos, igualmente se debe evitar dejar extremos de alambre, estos deben ser doblados para evitar que las ardillas se autolaceren o sufran heridas al tener algún contacto con estos.

4. Para disminuir la agresión es necesario disponer barreras visuales o lugares donde se puedan esconder para disminuir la agresión y fuertes repuestas de miedo frente a situaciones en las que se sienten susceptibles a depredadores o a agresores coespecíficos y no se pueden refugiar (Baumans 2005 a).

Se recomienda entonces colgar del techo tubos de bambú, pvc y troncos de diferente diámetro y longitud.

5. Se debe colocar en el suelo y/o colgados otros materiales duros que puedan roer, como frutos secos, troncos, corteza y palos de madera para mantener sus dientes en buen estado. Es importante la disposición regular de alimento pelletizado para que lo puedan almacenar y enterrar como en vida silvestre lo hacen (Baumans 2005 a, CAR Antioquia 2000).

6. Colocar fique colgado de las ramas y en el suelo para que construyan nidos.

7. En cuanto a todos los objetos presentes en el encierro, se recomienda moverlos constantemente y presentarlos siempre de diferente manera para evitar que se acostumbren a estos (Kleiman *et al.* 1996). Para las ardillas este cambio se hará cada 8 días.

8. Se recomienda colocar tierra en el suelo, la cual debe ser estilizada con anterioridad y se renovará cada 15 días o cuando sea necesario. Esta tierra

permitirá a las ardillas desarrollar comportamientos que en libertad son normales, como enterrar el alimento o cavar.

9. En especies gregarias como las ardillas se debe hacer una adecuada distribución de los individuos en grupos, por ejemplo, las especies gregarias como las ardillas deben ser ubicadas en parejas o grupos de descendientes; en algunos casos cuando los grupos están bien distribuidos se han reportado menos comportamientos anormales, indicadores de estrés (Baumans 2005 a). Se recomienda ubicar máximo tres individuos en cada encierro preferiblemente tres hembras juntas, dos hembras y un macho, pero no más de dos machos por encierro.

10. Todos los objetos a excepción de los nidos, deben quedar retirados de la pared para evitar la aparición de cucarachas y otros vectores. Igualmente con el aseo diario se deben recoger los desperdicios de comida que quedan en el suelo o en ramas.

6.7.2. Estudios etológicos

La mortalidad postarribo de las ardillas puede ser alta debido a los niveles de estrés que se presentan en esta fase. Los animales silvestres que son trasladados y manipulados por humanos normalmente presentan altos niveles de estrés, es por esta razón importante tomar medidas para disminuirlo.

Algunas de estas medidas para reducir el estrés podrían ser que el investigador se asegure que el animal consuma alimentos antes de la manipulación física, y mantenerlo aislado y tranquilo. Proporcionar luz tenue es una buena alternativa para disminuir el miedo y ansiedad. Igualmente debe tenerse en cuenta el grado de amansamiento del animal, ya que si ha sido mantenido como mascota por periodos prolongados, puede deprimirse por la soledad y los cambios ocurridos, para esto la única compañía es la de sus coespecíficos evitando en cualquier medida el contacto con humanos.

Se recomienda realizar estudios etológicos para identificar comportamientos estereotípicos, estrés u otras manifestaciones de que el cautiverio está afectando a los individuos. En estos casos se debe cuestionar si se está haciendo un buen trabajo en cuanto al enriquecimiento utilizado, la alimentación y los estímulos, además de reconocer si el tiempo que los animales llevan en cautiverio es excesivo, siendo el tiempo prolongado la principal preocupación y causa de comportamientos diferentes al repertorio comportamental normal de la especie.

Estos estudios etológicos para ardillas deben hacerse en las horas de mayor actividad (de las 9 a las 13 horas), procurando no realizar fuertes ruidos que las asusten y observado a través de un agujero para evitar que las ardillas se sientan intimidadas por la presencia del observador y sus comportamientos normales se vean alterados. Las observaciones pueden hacerse mediante registro continuo o *ad libitum*, todo depende de los objetivos de la observación; para facilitar el muestreo se recomienda usar una cámara de video, fuera o dentro del encierro y dentro de una caja de madera para protegerla.

6.7.3. Responsabilidad del personal

El personal voluntario que esté a cargo de la alimentación y el cuidado general de los individuos debe comprometerse, cumpliendo con los horarios y tareas que se le asignen. De no ser este el caso se le llamará la atención.

El buen funcionamiento de la Unidad de Rescate y Rehabilitación depende, además de muchas cosas, de la responsabilidad y del compromiso del personal que en ella trabaja.

7. Discusión

7.1 Catálogo comportamental

Para las observaciones preliminares para ambos grupos (*Microsciurus pucheranii* y *Sciurus grantensis*) el valor de la cobertura de muestra, indica que se obtuvo un

inventario completo de comportamientos, donde la probabilidad de observar un comportamiento nuevo es pequeña (Zerda 2004).

La curva acumulativa alcanzó la asíntota después de 160 horas; cuando se extendían los muestreos la desviación estándar disminuía, demostrando que entre más tiempo pasara había menor probabilidad de encontrar comportamientos nuevos (Castelblanco 2000).

Los catálogos comportamentales obtenidos antes y después del enriquecimiento, se fusionaron dando lugar a un catálogo general. Gran parte de los comportamientos observados se presentaron en las dos especies, con excepción de algunos que se presentaron en una sola especie; o en algunos casos se vieron comportamientos solo en algunos individuos. Los comportamientos S 03, que hace referencia a comer del mismo alimento y S 13, donde un individuo se acerca al otro cautelosamente y olfatea sus genitales, se presentaron solo en los individuos *Sciurus granatensis* 2 veces después del enriquecimiento.

El comportamiento S 07 (se acerca a la investigadora) se presentó solo en 3 individuos L, C y T los cuales desde su llegada a la Unidad tenían alto grado de amansamiento. Según Kleiman *et al* (1996), el contacto cercano con humanos a temprana edad, o por un largo periodo de tiempo, lleva a la socialización con humanos que puede o no traer consecuencias.

Antes del enriquecimiento se presentaron mayor número de comportamientos sociales de agresión que después, donde se registraron más acercamientos amistosos en los individuos *S. granatensis*; en contraste, algunos comportamientos de agresión en *M. pucheranii* aumentaron considerablemente, indicando que probablemente el enriquecimiento no fue suficiente, o el haber tantos individuos en el mismo encierro, aumentó los niveles de estrés, manifestándose agresiones y comportamientos estereotípicos.

Comportamientos de agresión como S 04 (salta encima de otra ardilla mientras descansa o mientras come, tomando su comida o haciéndola caer) se vieron en

los individuos E, A y B con mayor frecuencia; S 12 (se acerca a otra ardilla y la muerde) lo realizó B y E; S 02 (persigue a otra ardilla desplazándose sobre las ramas y el suelo) lo hicieron todos los individuos menos T y C.

Durante todo el muestreo los individuos B, E y A fueron los más agresivos, C y T fueron a los que más atacaron por tener un temperamento calmado. Según Kleiman *et al.* (1996) individuos de la misma especie, sexo y edad pueden diferir grandemente en sus respuestas al mismo estímulo ambiental. Hay por lo menos dos patrones de respuesta diferentes ante una situación aberrante: (1) un patrón caracterizado por el incremento de la actividad y (2) un patrón más pasivo donde decrece la actividad y la interacción con el medio. Además las súbitas explosiones de agresividad en los animales que han vivido juntos en aparente armonía pueden ser la respuesta a situaciones incontrolables y aberrantes como la falta de estímulos en un ambiente poco enriquecido (Kleiman *et al.* 1996; Baumans 2005).

Igualmente estos rasgos agresivos y territoriales que se presentaron pueden deberse a su historia de vida, por ejemplo B estaba en los encierros de URRAS hacia 2 años y 8 meses atrás y A llevaba 1 año y tres meses. En este caso se puede ver representado el efecto residencia – prioridad, donde los individuos que llegan primero a algún lugar parecen tener mayor ventaja “fisiológica” cuando compiten por los recursos del área en el que se encuentran. Los individuos que primero llegan son los que más peleas ganan o pueden poseer o ganar mas recursos sin oposición de los demás individuos (Kokko *et al.* 2006).

Adicionalmente el 16 de Noviembre de 2006 se le practicó una ecografía a la hembra “B” del encierro A3. Esta presentó aproximadamente 35 a 40 días (de 1 a 1.5 meses) de gestación y los dos fetos se encontraban aparentemente bien de salud. La hembra preñada se aisló para evitar que atacara otras a ardillas y para que pudiera construir un nido para las crías. Algunos estudios en pequeños ratones han revelado que la ingesta de alimento incrementa ligeramente durante el embarazo y mucho más durante la lactancia, entonces la competencia por el alimento tiene un efecto perjudicial para el éxito del embarazo, donde se presentan

agresiones, subiendo los niveles de estrés perjudiciales para la salud del feto (Speakman 2007); probablemente las crías nacieron muertas y la hembra se comió las crías al nacer.

Numerosos estudios en ardillas grises *Sciurus niger*, *S. carolinensis* y *S. griseus*, sugieren cierta jerarquía social donde los machos son dominantes sobre las hembras, los adultos son dominantes sobre los subadultos; las hembras preñadas y lactantes son solitarias y agresivas con todos los individuos. Las interacciones sociales se facilitan mediante las vocalizaciones (Farentinos 1972).

Los individuos *Sciurus granatensis* presentaron en promedio más vocalizaciones frente a disturbios como fuertes ruidos, en momentos previos a la alimentación o asociado a agresiones o amenazas entre los individuos del encierro. Se ha sugerido que un ruido constante de fondo disminuye la excitabilidad de animales reduciendo el efecto de ruidos repentinos y estridentes (Baumans 2005 a).

7.2 Enriquecimiento ambiental

El tiempo de duración y número de ocurrencias promedio de los comportamientos indicó que para los individuos de *M. pucheranii* y de *S. granatensis* el enriquecimiento favoreció las categorías de alimentación y de exploración; con la distribución y camuflaje del alimento en todo el encierro, haciendo que los animales dedicaran más tiempo a la búsqueda de alimento, reduciendo largos y repetidos periodos de descanso. Según Kleiman *et al.* (1996), el éxito de un enriquecimiento se puede medir mediante el incremento del tiempo que gastan en adquisición de alimento, después de distribuir el alimento al azar.

Para *M. pucheranii* después del enriquecimiento se presentó una disminución en el promedio de duración y número de ocurrencias de locomoción, probablemente porque el número de ocurrencias de los comportamientos estereotipados (L 06, L 07 y L 08) disminuyó significativamente, haciendo que el promedio total para la

categoría de locomoción disminuyera. En contraste, para *S. granatensis* la locomoción aumentó.

A pesar de que los encierros donde estaban los dos grupos de especies tenían la misma área, existía una desventaja evidente y era que la cantidad de espacio disponible era diferente; el grupo de *M. pucheranii* tenía cuatro individuos y el de *S. granatensis* dos individuos, favoreciendo la movilidad y disminuyendo el número de agresiones por invasión del espacio en el segundo. Según Baumans (2005 a) los roedores tienden a dividir el espacio donde viven en diferentes áreas para la alimentación, descanso y excreción; entonces si el espacio no es suficientemente grande para la cantidad de individuos presentes, se dificultará la movilización de estos, invadiendo el espacio de los otros e incrementando el número de agresiones.

El descanso disminuyó en las dos especies después del enriquecimiento precisamente por dedicar más tiempo a otras actividades como construcción de nido, exploración y alimentación. Estos comportamientos se incrementaron con la realización del enriquecimiento cada 8 días, ubicando y presentando los objetos del encierro de diferentes formas y posiciones cada vez, evitando el aburrimiento y/o la monotonía. Marín (1993) piensa que el aumento del tiempo utilizado para alimentarse puede ser positivo para al individuo debido a que se encuentra ocupado por mas tiempo, ayudando a disminuir el aburrimiento. Igualmente Cardona (2002) menciona que con la incorporación de enriquecedores aumentan las conductas de juego, ejercicio y exploración, disminuyendo la agresividad y los estereotipos. Según Kleiman *et al.* (1996), la habituación a los objetos presentes en el encierro se reduce mediante el cambio de estos periódicamente, variando la presentación, llenándolos con alimento o ubicándolos en nuevas posiciones y lugares.

7.2.1 Objetos del encierro

Los objetos ubicados en los encierros fueron útiles cada uno a su manera. Las ramas fueron una dificultad constante ya que fue difícil conseguir ramas de

árboles diferentes a las de pino, pero se consiguieron dos especies más de ramas además de las de pino, aunque lo ideal sería conseguir mayor variedad.

Los tubos de bambú y de pvc fueron útiles para esconder la comida y para que los individuos se refugiaron, pudieran desplazarse y descansar sobre estos, además de servir como barreras visuales. En AVAFES. (1997), Tapir Specialist Group y Law (2003) los tubos de pvc y bambú fueron usados para esconder el alimento en grupos cautivos de oso pardo, tapires y jaguares respectivamente.

Los trozos de corteza y los troncos mantuvieron ocupados a los individuos, los cuales roían corteza principalmente en momentos previos a la alimentación o extraían trozos y los llevaban a sus nidos con hojas y fique, el cual manipulaban durante varios segundos. Las cajas o nidos, sirvieron para la disminución de agresiones además de mantenerlos ocupados construyendo; cada vez que se hacía el enriquecimiento se sacaba el nido que habían hecho para que lo volvieran a construir y ocuparan gran parte de su tiempo en esto.

Finalmente se vio la importancia de la limpieza cada 8 días de todos los objetos, ya que la aparición de cucarachas era evidente. En el muestreo inicial antes del enriquecimiento cuando este se hacía de 15 a 20 días, se presentaba gran número de cucarachas y otros animales que podrían ser vectores de enfermedades.

7.2.2 Alimentación

Una de los propósitos del enriquecimiento ambiental es incrementar el tiempo dedicado a la adquisición de alimento. En estado silvestre muchas especies dedican gran parte de su tiempo en, recoger, manipular o esconder el alimento (Kleiman *et al.* 1996). Durante este trabajo los individuos se alimentaron una sola vez al día, siendo una posible causa de la presencia de estereotipos.

La mayoría de animales cautivos son alimentados en varias porciones durante el día por el personal, esto es sin duda un punto que se debe tener en cuenta a la

hora de diseñar un plan de enriquecimiento y así mantener a los individuos activos ocupados en la búsqueda de alimento evitando largos periodos de letargia (Kleiman *et al.* 1996). El promedio de duración de la alimentación sobre el suelo (AL 01 y AL 02) de los individuos A, B, E y L disminuyó después del enriquecimiento, en T y C aumentó. En los otros comportamientos de alimentación se vio un incremento significativo en el promedio de duración, por ejemplo en AL 06, AL 07 y AL 09, los cuales estuvieron directamente relacionados con la disposición de materiales como corteza, ramas, hojas y tierra (sustrato) después del enriquecimiento; sucede lo mismo con los comportamientos restantes.

Los métodos naturales de alimentación involucran la presentación del alimento, de diferentes maneras para que el animal busque, recoja o gaste tiempo en la manipulación, por ejemplo es útil enredar pequeños pedazos de alimento con fique o tierra. Igualmente la disposición del alimento debe hacerse al azar y disperso para promover el tiempo que duran buscando alimento, a diferencia de usar el método tradicional de alimentación (Kleiman *et al.* 1996).

7.3 Comportamientos estereotipados

Mediante la observación y la comparación de frecuencias y duración, se detectaron los posibles comportamientos estereotípicos y se confirmó que sí se trataba de estereotipias. Se consideraron comportamientos estereotípicos aquellos que presentaron un alto número de ocurrencias respecto a su tiempo de duración.

En *M. pucheranii* después del enriquecimiento el número de ocurrencias de los comportamientos estereotípicos disminuyó y para *S.granatensis* aumentó L 06 después del enriquecimiento, y L 07 y L 08 disminuyeron. Según Kleiman *et al.* (1996) y Baumans (2005 b) estos estereotipos no siempre desaparecen de inmediato, muchas veces a pesar de llevar a cabo un enriquecimiento pueden disminuir, más no desaparecer.

Las estereotipias en estas ardillas se observaron en su mayoría en horas previas a la alimentación. Según Kleiman *et al.* (1996) gran parte de los estereotipos ocurren principalmente antes de la hora de alimentación, cuando el animal se siente motivado a realizar comportamientos para adquirir alimento como forrajeo o caza. La presencia de estos comportamientos en las especies de ardillas en cautiverio estudiadas se puede atribuir a que el manejo de la alimentación no fue el adecuado, ya que se alimentaron una sola vez al día, manteniendo a los individuos en ayuno por largos períodos de tiempo. Se recomienda dividir la dieta en varias porciones, durante el día, procurando que la última ración sea lo más tarde posible, y la primera lo más temprano que se pueda.

Después del enriquecimiento con la ubicación de nidos y materiales para la anidación, se presentaron todos los comportamientos de construcción de nido y permanecieron más tiempo no visibles dentro de los nidos, ya fuera construyendo o descansando, y como cada ardilla disponía de su nido, las agresiones por el espacio disminuyeron.

7.4 Otras observaciones

Inicialmente el muestreo del encierro A 3 se inició con 2 machos y 3 hembras. Tras unos días, el 22 de octubre de 2006 a las 13 horas, uno de los machos apareció muerto.

Los miembros anteriores y el cráneo habían sido roídos, pero la piel que los recubrían estaba intacta. La piel del rostro fue retirada y las orejas estaban ausentes. Se identificaron múltiples laceraciones en cola y miembros. Los intestinos se salieron de la caja torácica, la cual fue medianamente destrozada.

Posteriormente la necropsia reveló datos que podrían indicar que la ardilla no fue atacada, sino que se la comieron después de muerta. Presentó infección pulmonar, mucosidad intestinal excesiva y poco contenido estomacal; se creyó entonces que había sido un ratón quien se la había comido.

Para confirmar que no había sido un ratón sino una de las ardillas quien mató la ardilla encontrada sin vida el día anterior, se llevó un ratón muerto al encierro A3. inmediatamente todos los individuos menos B se acercaban, lo olfateaban y se alejaban, durante 7 minutos el individuo B observaba fijamente el ratón y treinta minutos después tomó el ratón en su boca y lo llevó a una rama donde le arrancó el miembro posterior derecho y mordió la región supraorbital, tras unos minutos lo dejó caer. Se tiene la evidencia en video.

El 11 de Noviembre de 2006, el individuo T apareció muerto en las mismas condiciones que se encontró el primer macho, se atribuyó la muerte a la hembra B. Según Farentinos (1972) la interacción agresiva puede tener consecuencias nefastas como sucedió cuando una ardilla gris adulta de Chicago persiguió, mordió, mató y finalmente se comió un coespecífico; estos resultados no son comunes, con mayor frecuencia el agresor solo muerde las orejas o la cola.

Estos comportamientos carnívoros o carroñeros son extraños en las ardillas, sin embargo se han reportado dos ocasiones en las que se ha visto corriendo en el claro de un bosque siempreverde a una ardilla llevando una rata de pastizales grisácea (*Sigmon alstoni*). Un examen posterior demostró que la rata murió a causa de las heridas hechas por la ardilla, en particular en el dorso y el cuello. Las dos veces ambos roedores fueron colectados y preservados. Después de esta evidencia muchos dirían que son carnívoras, pero lo cierto es que las ardillas comunes bajan ocasionalmente al suelo y rara vez cambian su dieta vegetariana por pequeños mamíferos, aves y hasta huevos (Linares 1998).

8. Conclusiones

En esta investigación, se utilizó como herramienta el enriquecimiento ambiental creando un ambiente dinámico y estimulante para las ardillas *Sciurus granatensis* y *Microsciurus granatensis* en cautiverio.

Para la implementación de un programa de enriquecimiento ambiental es importante conocer las costumbres de las ardillas en vida silvestre, realizar un

muestreo comportamental antes y otro después del enriquecimiento, y hacer recomendaciones para el manejo a partir de los datos obtenidos.

Para la implementación de los diferentes tipos de enriquecedores se tuvieron en cuenta algunas guías literarias e igualmente se modificaron métodos que se habían llevado a cabo en URRAS.

Para determinar si el enriquecimiento ambiental implementado fue el adecuado y cumplió con los objetivos inicialmente planteados, se consideran útiles las categorías comportamentales de exploración, locomoción, descanso y alimentación, donde el aumento de la exploración, la locomoción, la alimentación y la disminución en el número y duración de comportamientos de descanso, indica la efectividad del enriquecimiento.

Los resultados del muestreo comportamental mostraron que en los individuos de *M. pucheranii* el tiempo promedio de duración de la alimentación y de la exploración aumentó después de la implementación del enriquecimiento ambiental y el número de ocurrencias de la locomoción y el descanso disminuyó. Para los individuos *S. granatensis* el tiempo promedio de duración de la de alimentación, exploración y locomoción aumentó después del enriquecimiento; en las dos especies la construcción de nido se presentó solo después del enriquecimiento aunque *S. granatensis* presentó mayor promedio de duración y número de ocurrencias.

Se encontraron diferencias significativas en los resultados de los comportamientos estereotipados entre las especies, A, C y T (*Microsciurus pucheranii*) y, E (*Sciurus granatensis*) los presentaron y el resto de los individuos no, los comportamientos estereotípicos observados fueron L 06 (giros hacia atrás repetidas veces impulsándose con la pared contigua sobre rama), L 07 (vueltas sobre su propio eje) y L 08 (giros hacia atrás impulsándose con la pared sobre el piso).

En general para *S. granatensis* se presentó en promedio un alto número de ocurrencias en un lapso corto de tiempo en el comportamiento L 06 y L 07, siendo mayor después del enriquecimiento y L 08 no presentó diferencias importantes. Para *M. pucheranii* se presentó una disminución en el número de ocurrencias de L 06 y L 07 después del enriquecimiento, siendo sin embargo más alto respecto a lo obtenido en *S. Granatensis* y L 08 en *M. pucheranii* aumentó después del enriquecimiento. La disminución del número de comportamientos estereotipados podría indicar una reducción en los niveles de estrés gracias a la variedad y ocupación que le brinda el enriquecimiento ambiental.

La presencia de comportamientos aberrantes o por fuera del repertorio comportamental normal del animal, como la automutilación, canibalismo, estereotipias y agresión constante, podrían indicar que el enriquecimiento no es suficiente o el indicado, que hay demasiados individuos para el espacio disponible y/o que llevan mucho tiempo en cautiverio, donde estos comportamientos se fortalecen con el un ambiente pobre de estímulos.

Por último idear e implementar los diferentes enriquecedores y reportar las actividades para realizar una comparación entre el pre- enriquecimiento y el post-enriquecimiento, así se sabrá cuales de los enriquecedores ayudan al aumento o disminución de ciertas actividades de las ardillas.

9. Recomendaciones

- Se recomienda realizar enriquecimiento ambiental cada 8 días, realizando limpieza siempre, cambiando la ubicación de los objetos, poniendo nuevos materiales y procurando siempre colgar ramas de diferentes especies y a diferentes alturas. Los tubos de bambú y las cajas (nido) son sumamente importantes para brindarles ocupación y barreras visuales, pero eso se recomienda colgar una por individuo en cada encierro.
- Después de presenciar la cantidad de agresiones a lo largo de este trabajo, se puede determinar que no es buena idea tener en los encierros grupos grandes

de ardillas, lo recomendable sería dos o máximo tres individuos por encierro de 2 m de ancho y 5.1 m de largo para un área total de 8 m² y 2.30 m de altura.

- Evitar los ruidos fuertes podría disminuir un poco el grado de estrés en el que se encuentran. Además el poner grabaciones con sonidos suaves y constantes, podría disminuir la reacción estresante ante fuertes ruidos principalmente.
- El contacto con los humanos debe evitarse a toda costa, en el momento en que se les pone el alimento y el personal entra al encierro. Gran parte de las ardillas tienen un alto nivel de amansamiento a su llegada, por eso se recomienda que cada vez que el voluntario entre a hacer aseo y a alimentar las ardillas tenga consigo siempre agua en un atomizador que echará a la ardilla con un poco de fuerza para enseñarle a no acercarse a los humanos.
- Los estudios etológicos u observaciones constantes de los comportamientos de las ardillas, facilitan la determinación de fallas en el cuidado y manejo que se le está dando a los individuos, especialmente en cuanto al enriquecimiento ambiental respecta, por eso diariamente se debe tomar el tiempo para registrar los comportamientos vistos durante unos minutos, e identificar si existen anomalías o comportamientos que ameriten mayor atención.

10. Referencias

- Adams, W. L. 1994. Urban landscape wildlife perspective habitats. Aspects of wildlife management. University of Minnesota Press. 3: 81 – 98.
- Alberico, M. Cadena, A. Hernandez, J. & Muñoz, S.Y. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. Biota Colombiana. 1: 43-75
- Allen, J. A. 1914. Review of the genus *Microsciurus*. Bulletin of the American Museum of Natural History. 33: 145 – 165.
- Bakken, A.A. 1952. Interrelationship of *Sciurus carolinensis* (Gmelin) and *Sciurus niger* (Linnaeus) in mixed populations. University of Wisconsin, Madison.
- Bakken, A.A. 1959. Behavior of Gray squirrels. Proc. Annu. Conf. Southeastern Assoc. Fish Game Commissioners 13: 393-407.
- Baumans, V. 2005.a. Environmental enrichment for laboratory rodents and rabbits: requirements of rodents, rabbits, and research. Institute for laboratory animal research (ILAR) journal. 46:162 – 170
- Baumans, V. 2005.b. Science - based assessment of animal welfare: laboratory animals. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz. 24: 503 - 514.
- Benson, B.N. 1975. Dominance relationships, mating behavior and scent marking in fox squirrels (*Sciurus niger rufiventer*). Southern Illinois University, Carbondale.
- Bradford, D.F. & Smith, C.C. 1977. Seed predation and seed number in *Scheelea* palm fruits. Ecology 58: 667-673.
- Brieva, C. Moreno, W. Sánchez, A. & Varela, N. 2000. Fundamentos de Rehabilitación de Fauna Silvestre. Memorias Primer Congreso Internacional de Zoología. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Calahane, V.H. 1942. Caching and recovery of food by the western fox squirrel. J. Wildlife Manage. 6: 338-352.
- Castelblanco, D.N. 2000. Estudio del comportamiento del manatí amazónico *Trichechus inunguis* en cautiverio (Puerto Nariño, Amazonas). Fundación Omacha. 83 pp

- Cardona, L. D. 2002. conductas estereotipadas de dos grupos cautivos de *Ateles fusciceps robustus* con diferente grado de enriquecimiento ambiental Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá – Colombia.
- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CAR). 2000. Manual del reubicador de fauna silvestre. Primera edición. Medellín - Antioquia. 19- 25 pp.
- Daniel, W. 1999. Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud. Editorial Limusa, S.A, de grupo Noriega Editores. 710 -713 pp.
- Eibl-Eibesfeldt, I. 1993. Biología del comportamiento humano, Manual de Etología humana. Editorial Alianza, Madrid.
- Eisenberg, F. J. & Redford, H. K. 1999. Mammals of the Neotropics: The central Neotropics. The University of Chicago Press. 3: 364.
- Enders, R.K. 1930. Notes on some mammals from Barro Colorado Island, Canal Zone. J. Mamm. 11: 280-292.
- Enders, R.K. 1935. Mammalian life histories from Barro Colorado Island, Panamá Bulletin. Mus. Comp. Zool. Harvard Univ. 78: 383-502.
- Fajardo, P. A. & De La Ossa, J. 1989. Apuntes etoecológicos sobre *Sciurus granatensis gerradi* (Rodentia: Sciuridae) en los Montes de María y Serranía de Coraza (Sucre: Colombia). Trianea (Act. Cient. Tecn., INDERENA) 3: 173-182.
- Farentinos, C. R. 1972. Social dominance and mating activity in the tasseled squirrel (*Sciurus aberti ferreus*). Animal Behaviour. 20: 316-326.
- Ferreira, V. R. 1984. Etología: el estudio biológico del comportamiento animal. Washington, D.C. 150 pp.
- Fleming, T.H. 1970. Notes on the rodent faunas of two Panamanian forests. J. Mamm. 11: 473-490.
- Forthman, L. M. & Ogden, J. J. 1992. The role of applied behavior analysis in zoo management: today and tomorrow. Journal of applied behavior analysis. 25: 674 - 652.
- Glanz, W. E. Thorington., Jr R. W. Giacalone-M, J. & Heaney, L. R. 1990. Seasonal food use and demographic trends in *Sciurus granatensis*. In: The

ecology of a Neotropical forest ed. E.G Leigh *et al.* Washington, D.C: Smithsonian Institut Press. 239-52. pp.

- Heaney, L. R. & Thorington, R.W. 1978. Ecology of Neotropical red-tailed squirrels, *Sciurus granatensis*, in the Panama Canal Zone. J. Mamm. 59: 846-851.
- Kleiman, G. D. Allen, E. M. Thompson, V. K. & Lumpkin, S. 1996. Wild mammals in captivity: Principles and Techniques. The University of Chicago Press. Chicago - U.S. 319 – 328 pp.
- Kokko, H. Lopez-Sepulcre, A. & Morrell, J. A. 2006. From Hawks and Doves to Self-Consistent, games of Territorial Behavior. The American Naturalist. 167: 901 -912.
- Lehner, P.N. 1996. Handbook of Ethological methods. 2^a ed. Cambridge University Press, Cambridge.
- Linares, J.O. 1998. Mamíferos de Venezuela. Editorial Sociedad Conservacionista de Venezuela AUDUBON. 235 – 255 pp.
- Madson, J. 1964. Gray and Fox squirrels. Olin Mathieson Chemical Corporation, East Alton (E.U.)
- Marín, M. L. 1993. Efecto del enriquecimiento ambiental en el grupo de osos de anteojos (*Tremarctos ornatus*) del Zoológico del Parque Jaime Duque. Trabajo de grado. Universidad de la Salle. Facultad de Zootecnia. Bogotá – Colombia.
- Mason J.G. 1991. Stereotypes: a critical review. Animal behavior. University of Cambridge. 41: 1015 - 1037.
- Mendez, E. 1993. Los roedores de Panamá. Panamá. 235: 35-41
- Nitikman, L.Z. 1985. *Sciurus granatensis*. Mammalian Species. The American Society of Mammalogists. 264: 1-8.
- Nowak, R. M. 1999. Walker's mammals of the World. Sixth edition. Volumen II. The Johns Hopkins University press. Baltimore – London. 1246 -1247. pp.
- Otálora, A. A. 2003. Mamíferos de los bosques de roble. Acta Biológica Colombiana, 8: 1-15. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

- Pinzón, D. R. & González, P. S. 1999. Enriquecimiento ambiental para aumentar la actividad de los pequeños felinos en el zoológico Jaime Duque. Trabajo de grado. Universidad de la Salle. Facultad de Medicina Veterinaria. Bogotá – Colombia.
- Shepherdson, D.J. 1998. Tracing the path of environmental enrichment in zoos. In: *Second Nature - Environmental Enrichment for Captive Animals*. Washington Smithsonian Institute Press, pp 1-12.
- Siegel, S. 1970. diseño experimental no paramétrico aplicado a las ciencias de la conducta. Editorial F. Trillas, S.A, México. pp. 38 – 40, 120 – 121
- Spiegel, M. 1991. Estadística primera edición en español. Editorial MC Graw Hill /interamericana de España. pp. 251 – 256
- Speakman, R. J. 2007. The energy cost of reproduction in small rodents. *Acta Theriologica Sinica*. 27 (1):1 -13
- Tinbergen, N. 1981. El estudio del instinto. 7ª ed. Editorial Siglo Veintiuno, Bogotá.
- Zerda, E. 2004. Comportamiento animal: Introducción, métodos y prácticas. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Páginas web:

- AVAFES. 1997 Estudio del comportamiento del oso pardo en cautividad en el zoológico de Barcelona. Proyecto “*carnívoros*”.Grupo etología. <<http://tau.uab.es/associacions/avafes/etofes1.doc>.
- Federation of European Laboratory Animal Science Associations (FELASA). 2006. Working group standardization of enrichment. Working group report [En línea] <http://www.lal.org.uk/pdf/files/FELASA_Enrichment_2006.pdf >. [Consulta: 23 de marzo de 2007]
- Law, C. 2003. Plan de Supervivencia de la Especie: Jaguar (SSP). Elmwood Park Zoo. Pauta para el manejo de jaguares en cautiverio. Enriquecimiento Ambiental. [En línea] <http://www.jaguarssp.org/Animal%20Mgmt/PAUTA%20PARA%20MANEJO%20DE%20JAGUARES.pdf>. [Consulta:20 de octubre de 2007]

- Tapir Specialist Group. Enriquecimiento Ambiental para Todas las Especies de Tapires en Cautiverio [En línea]
<http://tapirs.org/Downloads/standards/Tapir-Enrichment.spanish.doc>
[Consulta: 16 de octubre de 2007]

11. ANEXOS

Anexo 1. Formato para registrar las observaciones de los comportamientos de las ardillas *Sciurus granatensis* y *Microsciurus pucheranii* antes y después del enriquecimiento ambiental.

Fecha: _____ Encierro: _____

Individuo	Hora Inicial	Hora Final	Comportamiento
L	9:32:11	9:33:17	AL 01
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
n	n	n	n

Anexo 2. Tabla de duración promedio antes y después del enriquecimiento en *Microsciurus pucheranii* y *Sciurus granatensis*.

	<i>Microsciurus pucheranii</i>		<i>Sciurus granatensis</i>	
	Antes	Después	Antes	Después
Alimentación	9.0	14.7	12.2	13.3
Exploración	7.3	11.4	10	14.9
Locomoción	8.3	7.6	9.35	10.3
Descanso	62.2	51.8	47.4	47.1
Vocalización	0.8	1.1	1.65	2
Eliminación	0.7	0.7	0.95	1
Cuidado corporal	2.3	2.3	2.7	2.35
Alerta	3.2	3.3	2.9	2.9
Social	1.3	0.9	1.6	0.9
Construcción nido	0	48.7	0	92.7
No visible	250	227	292.5	164.6

Anexo 3. Tabla del número de ocurrencias promedio antes y después del enriquecimiento en *Microsciurus pucheranii* y *Sciurus granatensis*.

	<i>Microsciurus pucheranii</i>		<i>Sciurus granatensis</i>	
	Antes	Después	Antes	Después
Alimentación	9.2	13.9	11.5	17.0
Exploración	15.9	34.4	20.8	41.0
Locomoción	20.6	21.8	21.7	28.4
Descanso	10.3	7.1	7.3	6.9
Vocalización	3.0	3.9	6.9	6.6
Eliminación	3.1	2.3	3.5	3.6
Cuidado corporal	7.0	7.3	7.6	7.6
Alerta	9.1	8.0	8.0	6.8
Social	3.6	3.0	5.1	3.0
Construcción nido	0.0	52.4	0.0	105.4
No visible	16.025	35.95	14.75	12.65

Anexo 4. Promedio de la cobertura de muestra (θ) de las dos especies *Microsciurus pucheranii* y *Sciurus granatensis* en las diferentes horas de observación.

θ promedio		
Horas de observación	<i>M. pucheranii</i>	<i>S. granatensis</i>
20	0.85	0.857
40	0.91	0.94
60	0.94	0.963
80	0.958	0.979
100	0.97	0.985
120	0.98	0.995
140	0.985	0.996
160	0.987	0.998

Anexo 5 a. Tabla de duración promedio de los comportamientos estereotipados antes y después del enriquecimiento en *Microsciurus pucheranii* y *Sciurus granatensis*.

	<i>Microsciurus pucheranii</i>		<i>Sciurus granatensis</i>	
	Antes	Después	Antes	Después
L 06	5.07	3.15	4.925	7.15
L 07	6	0.65	5.02	2.65
L 08	6.55	0	4.32	0.65

Anexo 5 b. Tabla del número de ocurrencias promedio antes de comportamientos estereotipados antes y después del enriquecimiento en *Microsciurus pucheranii* y *Sciurus granatensis*.

	<i>Microsciurus pucheranii</i>		<i>Sciurus granatensis</i>	
	Antes	Después	Antes	Después
L 06	19.2	24.6	7.8	38.3
L 07	21	2.65	10.75	7.9
L 08	15.7	0	11.7	2

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Plano de las instalaciones de la Unidad de Rescate y Rehabilitación de Animales Silvestres (URRAS). (Faltan las medidas)

Figura 2. Foto de zona A, las puertas de los encierros A3 y A4 están cubiertas con bolsas negras para aislar a los animales del contacto visual con el humano.

Figura 3. Foto del enriquecimiento en el encierro A3. Tubos de bambú y ramas colgando de la malla superior y troncos sobre el suelo apoyados en la pared y nido colgado.

Figura 4. Foto del encierro A 4. Ramas, tubos, troncos y fique colgado; el individuo L está rasgando el fique.

Figura 5. Nido construido y colocado en los encierros A 3 (*Microsciurus pucheranii*) y en el A 4 (*Sciurus granatensis*) durante el enriquecimiento.

Figura 6. Gráfico del número acumulativo de comportamiento contrastado con las horas de observación (160), para *Microsciurus pucheranii* y *Sciurus granatensis*.

Figura 7. Distribución de las actividades de los individuos de las dos especies *Microsciurus pucheranii* y *Sciurus granatensis* durante el muestreo preliminar dividido en tres periodos de tiempo, de las 6 a las 9 horas, de las 9 a las 13 horas y de las 13 a las 18 horas. Se tuvieron en cuenta todas las categorías comportamentales, AL (alimentación), EX (exploración), L (locomoción), D (descanso), V (vocalización), EL (eliminación), C (cuidado corporal), A (alerta), S (social), N (construcción de nido) y NV (no visible).

Figura 8. (A) y (B), fotos del enriquecimiento en el encierro A 3 (*Microsciurus pucheranii*); (C) y (D), fotos del enriquecimiento en el encierro A 4 (*Sciurus granatensis*)

Figura 9. Tiempo promedio de duración de las categorías comportamentales antes y después del enriquecimiento en el grupo de *Microsciurus pucheranii* (a) y *Sciurus granatensis* (b).

Figura 10. Número de ocurrencias promedio de las categorías comportamentales, antes y después del enriquecimiento ambiental en el grupo de individuos *Microsciurus pucheranii* (a) y *Sciurus granatensis* (b).

Figura 11. Comportamientos estereotípicos, a. Promedio de duración antes y después del enriquecimiento de los comportamientos L 06, L 07 y L 08 en *Microsciurus pucheranii* y *Sciurus grantensis*, b. Promedio de número de ocurrencias antes y después del enriquecimiento de los comportamientos L 06, L 07 y L 08 en *Microsciurus pucheranii* y *Sciurus grantensis*.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de las categorías comportamentales tenidas en cuenta para la elaboración del catálogo comportamental

Tabla 2. Principales características de los individuos. Encierro A3 (*Microsciurus pucheranii* o grupo 1) y A4 (*Sciurus granatensis* o grupo 2).

Tabla 3. Catálogo general de comportamientos de *Sciurus granatensis*

Tabla 4. Catálogo general de comportamientos de *Microsciurus pucheranii*.

Tabla 5. Resumen de diferencias estadísticas obtenidas del promedio de duración de las categorías comportamentales en *Microsciurus pucheranii* y *Sciurus granatensis* antes y después del enriquecimiento, donde V/t = valor de la prueba de Wilcoxon o la de la t pareada, P es la probabilidad, * = $\alpha < 0.05$, ** = $\alpha < 0.005$, *** = 0.001, NS = No significativo. En color rojo se muestran las probabilidades estadísticamente significativas.

Tabla 6. Resumen de diferencias estadísticas obtenidas del promedio del número de ocurrencias. Para la explicación ver la Tabla 5.